

P.A. Xakimov, G.O.Nabiyeva

FIZIKAVA AGROMETEOROLOGIYA



Darslik

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN
VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
QISHLOQ XO‘JALIGI VAZIRLIGI
Andijon qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar instituti**

P.A.Xakimov, G.O.Nabiyeva

**F I Z I K A
VA
AGROMETEOROLOGIYA**

*Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining tomonidan 60810900-
Agranomiya (dehqonchilik mahsulotlari turlari bo‘yicha), 60811800-
Mevachilik va uzumchilik, 60811900-Sabzavotchilik polizchilik va
kartoshkachilik, 60811000-O‘simliklarni himoya qilish (ekin turlari bo‘yicha),
60811100-O‘simliklar va qishloq xo‘jaligi mahsulotlari karantini, bakalavriat
ta’lim yo‘nalishlari talabalari uchun darslik sifatida tavsiya etilgan.*

ANDIJON – 2023

UO‘K 53 (075) 63:551.5(075)

KBK: 22.3 ya7 40.2ya7

X – 19

P.A. Xakimov, G.O.Nabiyeva

Fizika va Agrometeorologiya [Matn] darslik/ O‘zR Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi.-T.: “Step by step print” MChJ bosmaxonasi, Andijon 2023. – 484 b.

Taqrizchilar:

R.Aliyev

-Andijon davlat universiteti “Fizika” kafedrası professori texnika fanlari doktori;

Isaqov M

- Andijon qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar instituti “Fizika va kimyo” kafedrası dotsenti, fizika-matematika fanlari nomzodi.

Ushbu darslik O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining oliy ta’lim bo‘yicha o‘quv-metodik boshqarmasi tasdiqlagan o‘quv programmasi asosida yozilgan. Unda Fizika va agrometeorologiya fanining bo‘lim-lariga doir materiallar bayon qilingan. Bayon qilish uslublari Andijon qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar instituti auditoriyalarida bakalavr akademik daraja oluvchi talabalarga berilgan darslarda sinovdan o‘tkazilgan.

Darslik qishloq xo‘jalik oliygoxlari talabalarining 60810700-Agrokimyo va tuproqshunoslik, 60810800-Tuproq banitirovkasi va yer resurslaridan foydalanish, 60810900-Agranomiya (dehqonchilik mahsulotlari turlari bo‘yicha), 60811800-Mevachilik va uzumchilik, 60811900-Sabzavotchilik polizchilik va kartoshkachilik, 60811000-O‘simliklarni himoya qilish (ekin turlari bo‘yicha), 60811100-O‘simlik-lar va qishloq xo‘jaligi mahsulotlari karantini, hamda qishloq xo‘jalik oliygoxlari talabalarining qishloq xo‘jaligi mutaxassisliklari ta’lim yo‘nalishlarining Bakalavr akademik daraja oluvchi talaba-lariga mo‘ljallangan bo‘lib, undan shu sohada ishlovchilar, qishloq xo‘jaligi oliy o‘quv yurtlari professor o‘qituvchilari, talabalari va fizika o‘qituvchilari ham foydalanishlari mumkin.

ISBN: 978-9943-9651-5-7

© **Xakimov P.A. G.O.Nabiyeva.** Fizika va Agrometeorologiya: Darslik/

© “Step by step print” MChJ bosmaxonasi, 2023.

Kirish.

Fizika fanining boshqa tabiiy fanlar va qishloq xo‘jalik ishlab chiqarishi bilan bog‘lanishi.

Fizika fani yutuqlaridan qishloq xo‘jaligida foydalanish.

Fizika fani boshqa tabiiy fanlar bilan chambarchas bog‘langan. Fizika barcha tabiiyot fanlarining va amaliyot fanlarining muvaffaqiyatli rivojlanishi uchun zarur bo‘lgan tadqiqot usullarini ishlab chiqishga va asboblarni yaratishga imkon beradi. Masalan, mikroskopning biologiya taraqqiyotidagi, teleskopning astronomiya taraqqiyotidagi, spektral analizning kimyoda, rentgen analizning tibbiyot taraqqiyotidagi va hokazo ahamiyati g‘oyat kattadir. Barcha tabiiyot fanlari va amaliyot fanlari hozirgi vaqtda nishonli atomlar usulidan, elektron apparatura va boshqa fizik asboblardan va tadqiqot usullaridan unumli foydalanadi. Hozirgi vaqtda bu fanlarning barchasini alohida fizik bo‘limlari bor: astronomiyada–astrofizika, kimyoda–fizikaviy kimyo, biologiyada–biofizika, agronomiyada–agrofizika, elektrotexnikada–elektrofizika, metallshunoslikda–metallofizika va x.k. Shuning uchun, fizika barcha tabiiyot va amaliyot fanlarning yaratilishi uchun poydevor bo‘lib xizmat qiladi.

Shuni qayd qilib o‘tish kerakki, fizika boshqa fanlar bilan o‘zaro aloqasi ikki tomonlamadir: bu fanlar fizika yordamida taraqqiy qilib, o‘zining yutuqlari bilan fizikani boyitadi va uning oldiga yangi vazifalar qo‘yadi, fizika bu masalalarni hal qilib, o‘zi rivojlanib va mukammallashib boradi.

Ishlab chiqarish texnikalarining yuksalish darajasi fizika fanini rivojiga chambarchas bog‘liq, ya’ni fizika yangi texnika yaratilishini asosi hisoblanadi.

Fizika o‘zining tadqiqot usuli bilan chambarchas bog‘langan va materialistik dunyoqarashning shakllanishiga yordam beradi.

Har qanday fizik tadqiqot kuzatishdan, ya’ni fizik hodisalarni tabiiy sharoitlarda o‘rganishdan boshlanadi. So‘ngra mulohaza va mantiqiy umumlashtirishlar asosida ishchi gipoteza (ilmiy faraz qilish) - bu hodisalarni tushuntiruvchi ilmiy fikr aytiladi. Gipoteza tajribada, ya’ni hodisalarni ularni sun‘iy, laboratoriya sharoitlarida qayta tiklab

o'rganish yo'li bilan tekshirib ko'riladi. Tajribada tasdiqlangan gipoteza ilmiy nazariya bo'lib qoladi, bu nazariya kelgusida bir necha marta amaliyotda (tadqiq qilish) tekshiriladi, amaliyot nazariyaga zaruriy qo'shimchalar va aniqliklar kiritadi.

Fizika ishlab chiqarishning taraqqiyotiga tegishli tabiiy fanlar orqali juda katta ta'sir ko'rsatadi. Fizikaning ishlab chiqarishga elektr energiya, barcha transport turlari, radioaloqa, televideniya, yadro energiyasini va hokazolarni ochib berganini eslashning o'zi yetarlidir.

Fizika fani barcha muhandislik yo'nalishdagi fanlar uchun ham muhim ahamiyatga egadir. Masalan binolarni, ko'oriklarni, qurishda mexanikaning statika qismidan, temir yo'llarni, avtomobil yo'llarni, elektr tarmoqlaridagi o'tkazgich simlarni tortishda qattiq jismlarni kengayishi, moddalar zichligini ifodalovchi qonunlardan foydalanib quriladi.

Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini mexanizatsiyalash va elektrlashtirish, hamda uning barcha tarmoqlarida hozirgi zamon o'lchov uskunasi joriy etish singari hammaga ma'lum bo'lgan umumiy masalalar ustida batafsil o'talmay, fizikaning qishloq xo'jaligi bilan ijodiy ittifoqining ba'zi o'ziga xos yo'nalishlarini gapirib o'laylik.

Qishloq xo'jalik o'simliklarining hayot faoliyati jarayonlari o'simlik rivojlana-yotgan muhitning fizik sharoitlariga: yorug'lik, issiqlik, suv va havo rejimlariga ma'lum darajada bog'liq bo'ladi. Bu sharoitlarni o'rganish va qishloq xo'jalik ekinlarining o'sishi uchun eng qulay rejimlarni aniqlash fizikaning vazifasidir. Qishloq xo'jaligi hayvonlari uchun ham huddi shunday masalani hal qilish muhimdir.

Qishloq xo'jalik ekinlarining hosildorligini oshirish va chorvachilik mahsul-dorligini yuksaltirishda fotosintez jarayonini o'rganish va o'simlik hamda hayvonlarning oziqlanish jarayonlarini nishonli atomlar usuli bilan o'rganish katta ahamiyatga ega.

Qishloq xo'jalik hayvonlari va o'simliklarining irsiyatini o'zgartirish va ularning o'sishini tezlatish uchun tirik organizmlarga ultratovush tebranishlari, turli xildagi radiofaol nurlanishlar, elektromagnit to'lqinlar va shunga o'xshash fizik omillarning ta'siriga doir tadqiqotlarning istiqbo'li porloqdir.

Tuproq tuzilishini yaxshilash (qumlarni mahkamlash va shunga o'xshashlar) ning fizik usullari va yerni ishlashning progressiv usullarini

(haydash tezligini sozlash, tebranma pluglardan foydalanish va hokazo) yaratish ham dolzarb agrofizika fanining vazifasidir.

Hulosa qilib shuni aytish mumkinki, hozirgi paytda qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalashtirish, suv xo'jaligi va melioratsiyasi, agronom yoki zootexnik va hokazo mutahassislari fizika fanini yaxshi bilishi va fizik qonuniyatlarni o'zining amaliy faoliyatida ijodiy ravishda qo'llay olishi kerak.

Ekinlardan muttasil mo'l hosil yetishtirish va u joyining rel'efiga o'simlik va

qor qatlamiga bog'liqligini yog'in – sochinga qoldirmasdan yig'ib terib olish, ob- havoning qay darajada kelishiga ko'o jihatdan bog'liq. Shu nuqtai nazardan qaraganda bo'lajak qishloq xo'jaligi xodimlari (agronomlar) u yoki bu hududning agrometeorologik xususiyatlarini bilishi va o'rganishi, qishloq xo'jaligini intensiv-kasiyalash va ekinlarning hosildorligini oshirish ishlarida, tabiiy resurslardan yanada samaliroq foydalanishda o'zining munosib hissasini qo'sha oladi. Shu o'rinda qishloq xo'jaligi institutlari agronomiya yo'nalishi talabalari agrometeorologiya fanini puxta o'zlashtirishi, agrometeorologik prognozlar tuzishni, xar xil turdagi agrometeorologik ma'lumotlardan foydalanish usullarini bilishlari maqsadga muvofiq bo'ladi.

Qishloq xo'jalik ishlarini olib borishda agronom bilan agrometeorolog orasida mustaxkam bog'langan xolda ish olib borilsa, noqulay ob-havo tufayli yo'qotila-digan maxsulotlarning kamayishiga erishiladi.

Atmosferada uzluksiz ravishda turli tuman fizikaviy, kimyoviy, biologik va

boshqa hodisalar sodir bo'lib turadi. Atmosferada sodir bo'ladigan barcha jaroyon-larni o'rganuvchi fanga meteorologiya deyiladi. Atmosferada sodir bo'ladigan barcha fizikaviy jaroyonlar o'zaro bog'langan xolda rivojlanadi. Bu jaroyonlarning rivojlanishiga kosmik fazo va yer sirti, ya'ni tuproq suv xavzalari o'simliklar qor qatlami va va boshqalar ta'sir qiladi. Yer sirti bilan atmosfera orasida uzluksiz ravishda issiqlik, namlik almashinishi tufayli bulutlar va yomg'irlar hosil bo'ladi, elektr, optik, akustik va boshqa hodisalar yuz beradi.

Atmosferaning fizikaviy holatini xarakterlovchi kattaliklarga meteorologiya elementlar deyiladi. Meteorologiya Yerning havo qatlamining tarkibini, zichligini, havoning harorati va namligini, nuriy

energiyani, havo massalarini siljishi va aylanshlarini, bulutlarni, yog‘inlarni, dovul-bo‘ronlarni, qora sovuqlarni, qurg‘oq-chilikni, yashinni, tumanni, do‘lni, kamalakni, qutb yog‘dusini va Yerning havo qatlamini okeanlar hamda quruqlik bilan bo‘ladigan ta’sirlarida yuz beradigan yana ko‘o hodisalarni o‘rganadi. Meteorologik elementlarning qiymatlari keng chegarada tebranib turadi. Masalan: Yer sharida havo temperaturasi – $58^{\circ}C$ dan $68^{\circ}C$ gacha namlik esa bir necha foizdan 100% gacha o‘zgaradi.

Atmosferada meteorologik elementlarning o‘zgarishi tufayli sodir bo‘ladigan hodisalarga atmosfera hodisalari deyiladi. Atmosfera hodisalariga yashin, tuman, do‘l, kamalak, sarob qutb yog‘dusi va boshqalar kiradi.

Meteorologik fani oldida insoniyatning amaliy talablarini qondirish maqsadida atmosfera hodisalarini boshqarishning va ularning inson izmiga bo‘ysundirishning printsiptial aniq yo‘llarini izlash kabi vazifalar turadi.

Demak, meteorologiya fani oldida quyidagi vazifalar turadi:

A) Atmosferada sodir bo‘ladigan jaroyonlarni va hodisalarni xarakterlaydigan aniq ma’lumotlarni olish:

B) Atmosferada sodir bo‘ladigan jaroyonlarni va hodisalarni tushuntiradigan va ularni rivojlanishini boshqaradigan qonunlarni yaratish:

V) Yaratilgan qonuniyatlardan foydalanib, atmosferada sodir bo‘ladigan jaroyon-larni oldindan aytib berish usullarini ishlab chiqish, bu usullardan foydalanish va boshqalar.

Meteorologiya fani bir qancha aloxida fanlarga bo‘linadi.

Meteorologiya faniing asosiy bo‘limlaridan biri atmosfera fizikasida bo‘ladigan hodisa va jarayonlarning fizik mohiyatini masalan, atmosferaning tuzilishi va tarqalishi, atmosferada sodir bo‘ladigan issiqlik jarayonlarini va sublimasiyalashini, tuman, bulut va yog‘inlarning hosil bo‘lishi ni, atmosferada sodir bo‘ladigan elektrlik optik, akustik va hokazo hodisalarni o‘rganadi.

Ob-havo va uning holatini oldindan aytib berish usullari haqidagi fan sinoptik meteorologiya bo‘lib, u ob-havoni oldindan aytishning mavjud usullarini takomillashtirish, yangi usullarini yaratish, kunlarni turli vaqtlari uchun ob – havo holatini aniqlab berish bilan shug‘ullanadi.

Meteorologiyada muxim o‘rinni dinamik meteorologiya egallaydi. Dinamik meteorologiya ob–havoni oldindan aytib berishda matematik apparatlarni keng miqyosda qo‘llash asosida ish ko‘radi. Dinamik meteorologiya-atmosfera havosi massalarini harakatlarini, ularning termodinamik jarayonlar bilan o‘zaro bog‘lanishini va o‘zaro ta‘sirini o‘rganadi. Atmosferaning yuqori qatlamlarini (bir necha o‘n kilometr balandlikkacha) erkin atmosfera deb yuritiladi .

Erkin atmosferada sodir bo‘ladigan fizikaviy jarayonlarni o‘rganadigan fanga aerologiya deyiladi,

Hozirgi kunda meteorologiya bo‘limlari ancha rivojlangan.

Bulardan eng muximi aviatsiya meteorologiyasidir. Bu bo‘limda atmosferada sodir bo‘ladigan hodisa va jarayonlarni aviatsiya faoliyatiga ta‘siri, shuningdek samalyotning uchishini ta‘minlash maqsadida ob-havoni oldindan aytib berish usullari (metodlari) o‘rganiladi.

Madaniy o‘simliklarni hosildorligini mo‘l bo‘lisida har bir hududning iqlimidan kelib chiqib o‘sha joylarga mosini ekilsa ko‘proq mahsulot olinishiga erishiladi.

Shularni hisobga olsak, qishloq xo‘jaligi xodimlari iqlim resurslaridan samarali foydalanib hosildorlikni oshirib va noqulay meteorologik hodisalar bilan doimo kurashib borishi kerak. Buning uchun ular qishloq xo‘jalik ishlab chiqarishida atmosferaning Yerga yaqin sathida yuz beradigan hodisalar va jarayonlarni fizik mohiyatini bilishlari shart.

Meteorologiya bo‘limining muxim tadbqiqiy sohalaridan biri agrometeorologiya hisoblanadi.

1-BOB.

Mexanika qonunlari. Mexanik ish, energiya, quvvat. Aylanma harakat dinamikasi.

§1. Fizika fani uning tadqiqot uslublari, Fizikaviy qonunlarning birligi, olamning moddiyligi.

Fizika fani uning nazariy va eksperimental tadqiqot uslublari.

Fizika soʻzi yunoncha „physis“¹ — tabiat soʻzidan olingan boʻlib, uning qonunlari barcha tabiatshunoslik bilimlarining asosida yotadi. Shuning uchun ham uni uzoq vaqt tabiat falsafasi deb ham ataganlar. Tabiat qonunlarini chuqur oʻrganish bizni oʻrab turgan dunyo materiyaligini, ya'ni bizning ongimizdan tashqarida ham mavjudligini koʻrsatadi. Bizni oʻrab turgan barcha mavjudot va bizning oʻzimiz ham, jumladan, fizikada koʻp foydalaniladigan modda va maydon ham materiyaning ajralmas qismlaridir. Materiya doimo harakatda boʻladi, ya'ni vaqt toʻgʻri bilan ularning oʻzaro joylashuvi, shakli, oʻlchamlari, agregat holati, fizik va kimyoviy xossalari oʻzgarib turadi. Harakat materiyaning ajralmas xossasi va mavjudlik shartidi¹. Fizika materiya harakatining eng sodda koʻrinishlari va tabiatning ularga mos eng umumiy qonunlari, materiyaning xossalari, tuzilishi haqidagi fandır.

Fizikaviy qonunlarning birligi, olamning moddiyligi

Atrofimizdagi jismlar makroolamni tashkil etadi. Makroolamni tavsiflaydigan klassik fizikada materiya ikki shaklda – modda va maydon koʻrinishida mavjud deb hisoblanadi. Materiya makon va zamonda mavjud boʻladi. Fizika tajribaviy fan boʻlib, uning qonunlari tajriba natijalariga asoslanadi. Tajriba ma'lum qonunlarni tekshirish va yangi natijalarni aniqlash uchun oʻtkaziladi. Nazariya esa topilgan natijalarga tayanib tabiat qonunlarini shakllantiradi, ma'lum hodisalarni tushuntiradi va ba'zan yangi hodisalarni bashorat qiladi.²

Tirik biologik va oʻsimlik ob'ektlari aniq qonuniyat boʻyicha rivojlanadi. Hayot fizikasi - biofizika turli xil mutaxassisnlarni diqqatini oʻziga keng qamrovli jalb qiladi: biologik ob'yektlarda sodir boʻladigan jarayonlar juda murakkabdir, ammo bu jarayonlarni, fizika oʻrganadigan

¹ Paul A. Tipler “PHYSICS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS” 23-28 pg

² Paul A. Tipler “PHYSICS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS” 33-37 pg

materiya harakatining eng sodda shakllari yig'indisidan iborat deb qarash mumkin.

O'lchash- deb o'lchanayotgan kattalikni shu kattalik bilan bir jinsli bo'lgan va uning birligi qilib qabul qilingan etalon qiymati bilan taqqoslashga aytiladi. Jismlarning yoki fizik hodisalarning ba'zi parametrlarini tajriba yordamida o'lchash mumkin. Bu parametrlar fizik kattaliklar deb ataladi. Masalan, jismning uzunligi, hajmi, temperaturasi, massasi va h.k. O'lchash deyilganda, o'lchanadigan kattalikni namunaviy kattalik bilan solishtirish tushuniladi. Har bir namunaviy kattalikning o'z birligi mavjud. Masalan, uzunlikning birligi sifatida Xalqaro kelishuvga muvofiq metr (1 m), vaqtni o'lchash uchun sekund (1 s) qabul qilingan. Biror kattalikning o'lchangan qiymati, uning haqiqiy qiymatidan farq qiladi. Biroq kattalikning haqiqiy qiymatiga yaqinlashish uchun barcha ayrim o'lchashlarda topilgan natijalarning o'rtacha arifmetik qiymati hisoblanadi va bu o'rta qiymat o'lchanayotgan natijalarga nisbatan eng yaqin bo'ladi. Suvning uchlanma nuqtasini xarakterlovchi termodinamik temperaturaning $1/273,16$ ulishi 1 Kelvin deb qabul qilingan. Massaning birligi kilogramm {1kg}. Modda miqdori, mol (mol). Uglarod – 12 ning 0,012 kg massasidagi moddaning miqdori 1 mol deb qabul qilingan. Tok kuchining birligi Amper (1A). Yorug'lik kuchi, kandela (kd). 540 (1012 Gts chastotali monoxromatik nurlanish chiqarayotgan manba yorug'ligining energetik kuchi $1/683$ Vt/Sr ga teng bo'lgan yo'nalishdagi yorug'lik kuchi 1 kandela deb qabul qilingan.

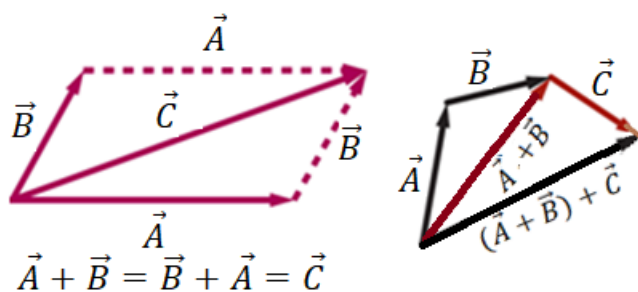
Qo'shimcha birliklar:

1. Yassi burchak, radian (rad). Aylanada uzunligi radiusga teng bo'lgan yoyni ajratadigan ikki radius orasidagi burchak 1 radian deb qabul qilinadi.

2. Fazoviy burchak, steradian (sr). Uchi sfera markazida joylashgan va shu sfera sirtidan radius kvadratiga teng yuzli sirtini ajratuvchi fazoviy burchak 1 steradian deb qabul qilingan.

O'lchashlar va vektorlar

Fizik kattaliklar ikki xil bo‘ladi: vektor va skalyar fizik kattaliklar. Faqat son qiymati bilan aniqlanadigan fizik kattaliklar skalyar kattaliklar deyuladi. Nafaqat son qiymati balki yo‘nalishi bilan ham xarakterlanadigan kattaliklar vektor kattaliklar deyildi. Vektor kattaliklar



1.1. Vektorlarni qo'shish

ning yo‘nalishini aniqlashda vektorlar ustida bajari-ladigan amallardan foydalaniladi. Masalan \vec{A} va \vec{B} vektorlarni yig‘inisi \vec{C} vektorni beradi. \vec{A} , \vec{B} va \vec{C} vektorlar esa $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$ ni tashkil etadi.

Jismlarning o‘zaro ta’sirini va mexanik hara-kat qonuniyatlarini o‘rganish bilan shug‘ulla-nuvchi fizikaning bo‘limini mexanika deyiladi.

Jism yoki jism qismlarining o‘zaro joylashuvining o‘zgarishi tabiatdagi harakat turlaridan biri ya’ni mexanik harakatdir. Shunga ko‘ra, mexanik ta’sir ostidagi jism deganda unga boshqa jismlarning ta’sirini ya’ni ko‘rilayotgan jismning mexanik harakat holatini o‘zgarishi yoki uning deformatsiyalanishi – uning qismlarini o‘zaro joylashuvini o‘zgarishi tushuniladi. Tez harakatlanuvchi jismning relyativistik mexanikasidan farqli kichik tezlik bilan (yorug‘likning vakuumdagi tezligi $c = 3 \cdot 10^8$ m/s ga solishtirilganda) harakatla-nuvchi jism mexanikasi klassik mexanika deyiladi. Klassik mexanika asoslarini I.Nyuton yaratgan. Shuning uchun uni odatdagidek Nyuton mexanikasi deyiladi. Nyuton mexanikasi moddiy nuqta mexanikasi deb ham yuritiladi.

Moddiy nuqta deb, muayyan sharoitda shakli va o‘lchamliklarini hisobga olma-sa ham bo‘ladigan jismga aytiladi. Demak, muayyan sharoitdagina jismni moddiy nuqta deb hisoblash mumkin, boshqacha sharoitda esa moddiy nuqta deb hisoblash mumkin emas. Masalan, Yer va boshqa planetalarning Quyosh atrofidagi harakat traektoriyasini ko‘rilayotganda Yer va boshqa planetalarni moddiy nuqta deb qarash mumkin, chunki planetalar o‘lchami uning orbitalarini o‘lchamidan kichik.

Absolyut qattiq jism deb, xoxlagan ikki nuqtasi orasidagi masofa doimo

o'zgarmay qoladigan jismga aytiladi. Bu modellardagi ko'rilayotgan masalalarda jism boshqa jismlar bilan o'zaro tasirlashganda deformatsiya juda ham kichik bo'lgan hollarda foydalaniladi.

Hamma jismlar mavjud bo'lib, fazo va vaqtda harakatlanadi. Fazo va vaqt tushunchasi hamma tabiiy fanlarning asosini tashkil qiladi. Har qanday jism xajmga ya'ni fazoviy ko'lamga ega. Vaqt-har qanday jarayon va harakat holatining o'zgarishini tartibga keltiradi. U jarayonning davomiyligini o'lchovi bo'lib xizmat qiladi. Shunday qilib, fazo va vaqt xususan materiyaning umumiy shaklini mavjudligini ifodalaydi. O'rganilayotgan jismning holatini ixtiyoriy vaqt momentida bir xil mazmunda aniqlash uchun sanoq tizimini tanlab olishimiz zarur.



Sanoq sistemasi deb, koordinatalar tizimi soat bilan taminlangan hamda absolyut qattiq jism bilan qattiq bog'langan va unga nisbatan vaqtning har xil momentlarida boshqa jismlarning holatlarini aniqlaydigan tizimga aytiladi (3-rasm). Buning uchun soat o'rnida vaqtni o'lchaydigan yoki aniq hodisalar oraligidagi vaqtni o'lchashda har qanday qurilmalardan foydalanish mumkin, shu kabi unga teng kuchli bo'lgan vaqtda sanoq boshini ixtiyoriy tanlash mumkin. Nyuton mexanikasida fazoning xossalari Evklid geometriyasi bilan tavsiflanadi, vaqt to'g'ri esa hamma sanoq tizimlarida bir xil deb taxmin qilinadi. Bundan buyon Yer bilan qattiq bog'langan sanoq tizimini Yer yoki laboratoriya deb ataymiz.³

³ Paul A. Tipler "PHYSICS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS"41-48 pg

Mexanik harakat. Moddiy nuqta. Sanoq sistemasi.

Harakati o'rganilayotgan jismning kattaligi va shakli kuzatilayotgan sharoitda hech qanday axamiyatga ega bo'lmasa, bunday jism moddiy nuqta deb qaraladi. Sanoq sistemasi - istalgan bir jismning harakati boshqa bir jismga yoki bir-birlariga nisbatan olib o'rganiladi. Sanoq sistemasi sifatida biror qattiq jism bilan bog'langan, o'zaro bir-birlariga tik bo'lgan 3 ta o'qdan iborat bo'lgan dekart koordinatalar sistemasi qo'llaniladi. Bunday sanoq sistemasi moddiy nuqta deb qaralishi mumkin bo'lgan jismning istalgan vaqda fazodagi o'rnini O 'ta aniqlash imkonini beradi. Nuqtaning fazodagi o'rnini X, Y va Z koordinatalari orqali aniqlanadi.

Mexanika deb, materiyaning eng sodda harakati jismlarning yoki ular qismlarining bir-biriga nisbatan ko'chishi haqidagi ta'limotga aytiladi.

Har qanday jismning fazodagi vaziyati sanoq sestimasi deb ataluvchi boshqa jism yoki jismlar sistemasiga nisbatan aniqlanadi. Jismlarning sanoq sistemasiga nisbatan qilgan harakatiga nisbiy harakat deyiladi. Jismlarning harakati ham tinch holati ham nisbiydir. Harakatlanayotgan moddiy nuqtaning fazoda qoldirgan iziga harakat trayektoriyasi deyiladi. Harakatning trayektoriyasi shakliga qarab to'g'ri chiziqli va egri chiziqli harakatlarga ajraladi. Moddiy nuqtaning biror vaqt oralig'ida har xil masofalar o'tiladigan trektoriyasining uzunligi o'tilgan yo'l deyiladi. Harakat trayektoriyasining bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga yo'nalgan kesmadan iborat bo'lgan vektor kattalikka ko'chish deyiladi. Moddiy nuqtaning teng vaqtlar qralig'ida o'tgan masofasiga qarab harakatlar tekis va notekis harakatlarga ajraladi. Tekis harakat deb, teng vaqtlar oralig'ida bir xil masofalar o'tiladigan harakatga aytiladi. Notekis harakat deb, teng vaqtlar oralig'ida har xil masofalar o'tiladigan harakatga aytiladi. O'lchami hisobga olinadigan jismning harakatini, bu jismni tashkil qilgan moddiy nuqta deb qaraladigan elementlar bo'laklar harakatining yig'indisidan iborat deb qarash mumkin.

Harakatning asosiy xarakteristikalari: Tezlik. Tezlanish

Jismlardagi nuqtalarning bir-biriga nisbatan ko'chishga qarab jismning harakati ilgarilanma va aylanma harakatlarga ajraladi. Ilgarilanma harakat deb, jismdagi ixtiyoriy ikki nuqtasini birlashtiruvchi ixtiyoriy to'g'ri chiziq o'z-o'ziga parallelligicha qoladigan harakatga

aytiladi. Aylanma harakat deb, jismning barcha nuqtalari parallel tekisliklardagi markazlari bir to'g'ri chiziqda yotgan aylanalar chizadigan harakatga aytiladi.



«Mexanika» jismlar va ularning o'zaro ta'siridagi harakatini o'rganadi.

Mexanika uch qismga bo'linadi: *kinematika*, *dinamika*, *statika*. Harakatning uni sabablarisiz tekshiradigan mexanikaning bo'limiga kinematika deyiladi.

Kinematikaning asosiy vazifasi vaqt to'g'ri bilan jism vaziyatining fazodagi o'zgarishidan iborat bo'lgan harakat trayektoriyasini aniqlashdan iborat.

To'g'ri chizikli tekis harakat deb, teng vaqtlar oralig'ida bir xil masofani o'tgan va trayektoriyasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lgan jism harakatiga aytiladi. To'g'ri chizikli tekis harakat tezlik deb ataluvchi kattalik bilan harakatlanadi va quyidagi formulada hisoblanadi.

$$v = \frac{S}{t} \quad (1.1)$$

Demak, tezlik deb, vaqt birligi ichida o'tilgan yo'lga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

To'g'ri chizikli tekis harakatning asosiy teglamasi quyidagicha bo'ladi.

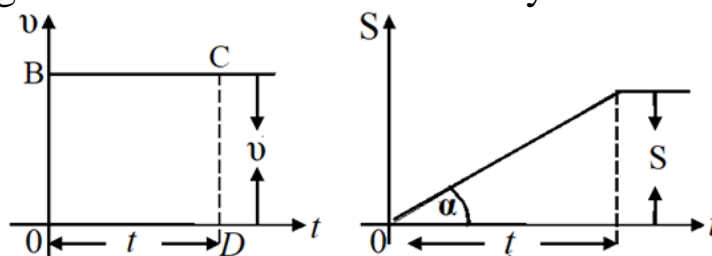
$$S = vt \quad (1.2)$$

Demak, to'g'ri chizikli tekis harakatda yo'l (argument) vaqtning chizikli funksiyasidir. Tekis harakatning tezlik va yo'l grafigi quyidagicha:

Chizikli tekis o'zgaruvchan harakat deb, trayektoriyasi chiziqdan iborat bo'lgan va teng vaqtlar oralig'ida har xil masofalar o'tiladigan harakatga aytiladi. U quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$v_{orr} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad 1.3$$

Har qanday o'zgaruvchan harakat o'rtacha oniy tezliklar bilan



1.3-rasm, To'g'ri chiziqli tekis harakat

1.4-rasm, To'g'ri chiziqli o'zgaruvchan tekis harakat

harakterlanadi.

O'zgaruvchan harakatning o'rtacha tezligi deb, ma'lum vaqtda o'tilgan yo'lni shu vaqt ichida tekis harakat bilan bosib o'tilgan harakat tezligiga aytiladi Bunda:

$$t_1 = t_2 = t_n = \dots = \frac{t}{n}; \quad v_{orr} = \frac{v_1 + v_2 + \dots + v_n}{n}; \quad S = v_{o'r} \cdot t \text{ bo'ladi.}$$

O'zgaruvchan harakatda oniy tezlk deb, harakatning ma'lum bir paytiga yoki troektoriyasi to'g'ri chiziqli bo'lgan va traektoriyasining aniq bir nuqtasi mos kelgan tezlikka aytiladi, ya'ni

$$v_{oniy} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \quad (1.4)$$

Harakat tezligining o'zgarishi tezlanish deb ataluvchi fizik kattalik bilan harakterlanadi. *To'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakat tezlanishi* deb, vaqt birligi ichida tezlikning miqdor jihatdan o'zgarishiga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi, ya'ni;

$$a = \frac{v_t - v_o}{t} \quad (1.5)$$

$$v_t = v_o \pm at$$

bu yerda:

$a > 0$ bo'tsa, tekis tezlanuvchan harakat, $a < 0$ bo'tsa tekis sekinlanuvchan harakat bo'ladi. Tekis o'zgaruvchan harakatda bosib o'tilgan yo'l formulasi quyidagicha bo'ladi:

$$S = v_o t \pm \frac{at^2}{2} \text{ agar tezlikka } v_{orr} = \frac{v_o + v_t}{2} \text{ deb olsak,}$$

$$S = v_{orr} \cdot t = \frac{v_o + v_t}{2} \cdot t \quad (1.6)$$

bo'ladi.

Moddiy nuqtaning to'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakati. Moddiy nuqta deb xisoblanishi mumkin bo'lgan jism tezligining harakat davomida faqat miqdori (qiymati) o'zgarib, yo'nalishi esa o'zgarmasdan

qolsa, bunday harakat trayekto-riyasi to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi va uni *to'g'ri chizikli harakat deb* ataladi. Agar harakat davomida $a = const$ va u musbat ishorali bo'tsa, tezlik va tezlanish yo'nalishi bir xil bo'ladi va $v = v_0 + at$ ko'rinishda yoziladi. Vaqt to'g'ri bilan tezlik qiymati bir xilda ortib boradi. Bunday harakatni *tekis tezlanuvchan harakat* deyiladi. Aks xolda, a - manfiy ishorali, demak, tezlik va tezlanish qarama-qarshi yo'nalishda bo'adi, harakat *tekis sekinlanuvchan harakat* deyiladi. Moddiy nuqtaning to'g'ri chizikli tekis o'zgaruvchan harakatida bosib o'tilgan yo'l formulasi quyidagicha ifodalanadi:

$$S = v_0 t \pm \frac{at^2}{2} \quad (1.7)$$

Tayanch iboralar: Fizika fani, uning tadqiqot uslublari, fizikaviy qonunlarning birligi, olamning moddiyligi, o'lchash, trayektoriya, ko'chish, yo'l, mexanik harakat, harakat turlari, moddiy nuqta, sanoq sistemasi, tezlik, tezlanish, Siljish masofasi, radius vektor.

Nazorat savollari,

1. Fizika qanday fan, Fizikani rivojlanish tarixi qanday?
2. Fizikaning boshqa fanlar taraqqiyotidagi ahamiyati qanday?
3. Fizika fanining fan va texnikadagi ahamiyati qanday?
4. Moddiy nuqtaga ta'rif bering? Sanoq sistemasi deb nimaga aytiladi?
5. Trayektoriya, ko'chish va yo'l deb nimaga aytiladi?
6. Tezlik qanday fizik kattalik? Tezlanishni tushintiring.
7. Tezlik va tezlanish birliklari qanday aniqlanadi?
8. Siljish masofasi va radius vektor o'zgarishi qanday?

§2. Fizikaning boshqa tabiiy fanlar va qishloq xo‘jalik ishlab chiqarishi bilan bog‘lanishi. Fizika fani yutuqlaridan qishloq xo‘jaligida foydalanish.

Bizni o‘rab turgan dunyo, biz o‘z sezgilarimiz bilan idrok qiladigan atrofimiz-

dagi mavjudotlar-materiya deyiladi. Harakat materiyaning ajralmas xossasidir, harakat deganda, materiyaning tabiatda bo‘ladigan barcha o‘zgarishlari, materiya-ning bir turdan ikkinchi turga aylanishlari, barcha jarayonlar tushuniladi. Harakat deganda keng ma‘noda materiyaning barcha turdagi-oddiy ko‘chishidan tortib to biz tasavvur qilishimiz mumkin bo‘lmagan murakkab harakatlargacha tushuniladi.

Materiyani turli ko‘rinishdagi harakatini hamma fanlar qatorida fizika fani ham o‘rganadi.

Fizika-materiya harakatining eng sodda va shu bilan birga eng umumiy ko‘rinishini, ularni o‘zaro bir-biriga aylanishini o‘rganadi. Fizikada o‘rganiladigan materiyaning harakati formalari (mexanik, issiqlik, elektromagnit va boshqalar) materiyaning barcha yuqori hamda eng murakkab ko‘rinishlarida ham mavjuddir (kimyoviy, biologik va boshqalarda). Demak, fizika tabiat hodisalarining umumiy qonuniyatlarini o‘rganadi.

Fizika fani boshqa tabiiy fanlar bilan chambarchas bog‘langan. Fizika barcha tabiiyot fanlarining va amaliyot fanlarining muvaffaqiyatli rivojlanishi uchun zarur bo‘lgan tadqiqot usullarini ishlab chiqishga va asbob uskunalarni yaratishga imkon beradi. Masalan, mikroskopning biologiya taraqqiyotidagi, teleskopning astrono-miya taraqqiyotidagi, spektral analizning kimyoda, rentgen analizning meditsina taraqqiyotidagi va hokazo ahamiyati g‘oyat kattadir. Barcha tibbiyot fanlari va amaliy fanlar hozirgi vaqtda nishonli atomlar usulidan, elektron apparatura va boshqa fizik asboblardan va tadqiqot usullaridan unumli foydalanadi. Hozirgi vaqtda bu fanlarning barchasini alohida fizik bo‘limlari bor: astronomiyada-astrofizika, kimyoda–fizikaviy kimyo, biologiyada–biofizika, agronomiyada-agrofizika, elektrotexnikada-elektrofizika, metalshunoslikda–metallofizika va x.k. Shuning uchun, fizika barcha tabiiyot va amaliy fanlarning yaratilishi uchun poydevor bo‘lib xizmat qiladi.

Shunday qilib, fizikani boshqa fanlar bilan o‘zaro aloqasi ikki tomonlamadir: bu fanlar fizika yordamida taraqqiy qilib, o‘zining yutuqlari bilan fizikani boyitadi va uning oldiga yangi vazifalar qo‘yadi, fizika bu masalalarni hal qilib, o‘zi rivojlanib va mukammallashib boradi.

Ishlab chiqarish texnikalarining yuksalish darajasi fizika fanini rivojiga chambarchas bog‘liq, ya’ni fizika yangi texnika yaratilishini asosi hisoblanadi.

Fizika o‘zining tadqiqot usuli bilan chambarchas bog‘langan va materialistik

dunyoqarashning shakllanishiga yordam beradi.

Har qanday fizik tadqiqot kuzatishdan, ya’ni fizik hodisalarni tabiiy sharoitlarda o‘rganishdan boshlanadi. So‘ngra mulohaza va mantiqiy umumlashti-rishlar asosida ishchi gipoteza (ilmiy faraz qilish) - bu hodisalarni tushuntiruvchi ilmiy fikr aytiladi. Gipoteza tajribada, ya’ni hodisalarni ularni sun‘iy, laboratoriya



sharoitlarida qayta tiklab o‘rganish yo‘li bilan tekshirib ko‘riladi. Tajribada tasdiq-langani gipoteza ilmiy nazariya bo‘lib qoladi, bu nazariya kelgusida bir necha marta amaliyotda (tadqiq qilish) tekshiriladi, amaliyot nazariyaga zaruriy qo‘shimchalar va aniqliklar kiritadi.

Fizika ishlab chiqarishning taraqqiyotiga tegishli tabiiy fanlar orqali juda katta ta'sir ko'rsatadi. Fizikaning ishlab chiqarishga elektr energiya, barcha transport turlari, radioaloqa, televideniya, yadro energiyasini va hokazolarni ochib berganini eslashning o'zi yetarlidir.

Fizika fani barcha muhandislik yo'nalishdagi fanlar uchun ham muhim ahamiyatga egadir. Masalan binolarni, ko'priklarni, qurishda mexanikaning statika qismidan, temir yo'llarni, avtomobil yo'llarni, elektr tarmoqlaridagi o'tkazgich simlarni tortishda qattiq jismlarni kengayishi, moddalar zichligini ifodalovchi qonunlardan foydalanib quriladi.

Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini mexanizatsiyalash va elektrlashtirish, hamda uning barcha tarmoqlarida hozirgi zamon o'lchov uskunasi joriy etish singari hammaga ma'lum bo'lgan umumiy masalalar ustida batafsil o'talmay, fizikaning qishloq xo'jaligi bilan ijodiy ittifoqining ba'zi o'ziga xos yo'nalishlarini ko'rib chiqaylik.

Qishloq xo'jalik o'simliklarining hayot faoliyati jarayonlari o'simlik rivojlanayotgan muhitning fizik sharoitlariga: yorug'lik, issiqlik, suv va havo rejimlariga ma'lum darajada bog'liq bo'ladi. Bu sharoitlarni o'rganish va qishloq xo'jalik ekinlarining o'sishi uchun eng qulay rejimlarni aniqlash fizikaning vazifasidir. Qishloq xo'jaligi hayvonlari uchun ham huddi shunday masalani hal qilish muhimdir.

Qishloq xo'jalik ekinlarining hosildorligini oshirish va chorvachilik mahsuldorligini yuksaltirishda fotosintez jarayonini o'rganish va o'simlik hamda hayvonlarning oziqlanish jarayonlarini nishonli atomlar usuli bilan o'rganish katta ahamiyatga ega.

Qishloq xo'jalik hayvonlari va o'simliklarining irsiyatini o'zgartirish va ularning o'sishini tezlatish uchun tirik organizmlarga ultratovush tebranishlari, turli xildagi radiofaol nurlanishlar, elektromagnit to'lqinlar va shunga o'xshash fizik omillarning ta'siriga doir tadqiqotlarning istiqbo'li porloqdir.

Tuproq tuzilishini yaxshilash (qumlarni mahkamlash va shunga o'xshash-lar)ning fizik usullari va yerni ishlashning progressiv usullarini (haydash tezligini sozlash, tebranma pluglardan foydalanish va hokazo) yaratish ham dolzarb agrofizika fanining vazifasidir.

Hulosa qilib aytadigan bo'tsak, hozirgi paytda qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalashtirish, suv xo'jaligi va melioratsiyasi, agronom yoki zootexnik va hokazo mutahassislari fizika fanini yaxshi bilishi va fizik

qonuniyatlarni o'zining amaliy faoliyatida ijodiy ravishda qo'llay olishi kerak.

Klassik mexanikaning fizik asoslari

Mexanika materiya harakatining-jismlar yoki ularning bir-biriga nisbatan vaziyatini o'zgarishida (siljishida) namoyon bo'luvchi va mexanika deb nomlanuvchi qismini o'rganuvchi fizika bo'limidir.

Mexanikaning fan sifatida rivojlanishi qadimgi yunon olimi Arximed (eramizdan avvalgi 287-212-yillar) richag muvozanati qonunini (unga barcha mashinalar qurilmalari asoslanadi) va suzuvchi jismlar muvozanati qonunlarini izohlab bergan. Mexanikaning asosiy qonunlari sezilarli darajada italyan fizigi va astronomi G.Galiley (1564-1642) tomonidan yoritilgan va ingliz olimi I.Nyuton (1643-1727) tomonidan oxirigacha izohlab berilgan.

Galiley, Nyuton mexanikasi klassik deb nomlanadi va tezligi-yorug'lik tezligiga nisbatan juda kichik bo'lgan makroskopik jismlar harakati qonunlarini o'rganadi. Yorug'lik tezligiga yaqin tezlik bilan harakatlanadigan makroskopik jismlarning harakati Eynshteyn (1879-1955) tomonidan isbotlab berilgan nisbiylik nazariyasi asosida o'rganiladi. Mikroskopik jismlarni (alohida atomlar va elementar zarrachalar) o'rganish uchun klassik mexanika qonunlari qo'llanilmaydi ular fizikaning alohida kvant mexanikasi bo'limida o'rganiladi.

Kursni o'rganishda avval Galiley-Nyuton mexanikasi asosida ish ko'ramiz, ya'ni yorug'lik tezligidan ancha kichik tezlikka ega bo'lgan makroskopik jismlar harakatini ko'rib chiqamiz.

Mexanika 3 qismga bo'linadi:

1) Kinematika; 2) Dinamika, 3) Statika.

Kinematika-jismlar harakatini, ularni keltirib chiqaruvchi sabablarini hisobga olmagan holda o'rganadi.

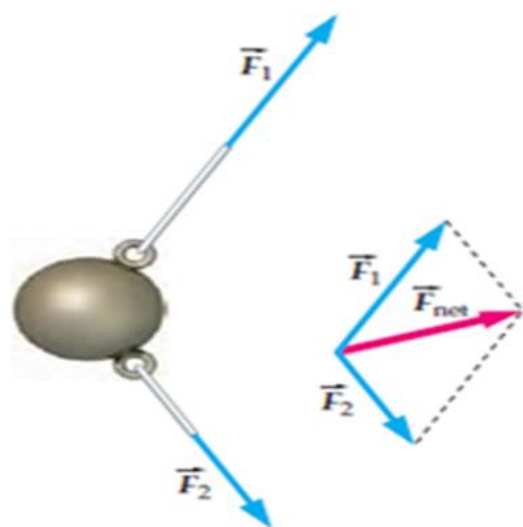
Dinamika-jismlar harakati qonunlarini, harakatni kelib chiqishini va harakatni o'zgarishi sabablarini o'rganadi.

Statika-jismlar sistemasining muvozanat qonunlarini o'rganadi. Agar jismlar harakati qonunlari ma'lum bo'tsa, u holda, ulardan muvozanat qonunlarini keltirib chiqarish mumkin bo'ladi. Shuning uchun fizikada statika qonunlarini dinamika qonunlarisiz alohida o'rganilmaydi.

Mexanika qonunlari. Mexanik ish, energiya, quvvat.

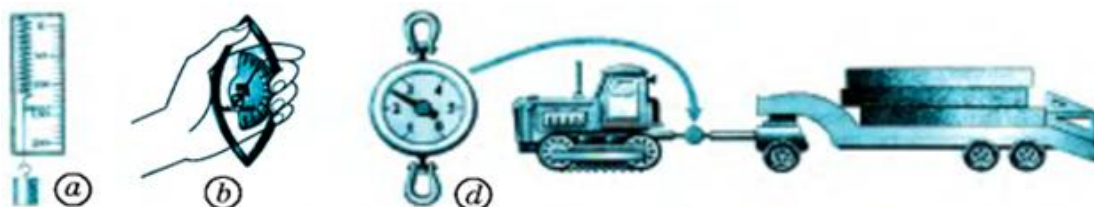
Nyuton qonunlariga asoslangan mexanika *Nyuton mexanikasi* yoki *klassik mexanika* deb ataladi. Nyutonning birinchi qonuni quyidagicha ta'riflanadi: *har qanday jism o'zining tinch xolatini yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat holatini unga boshqa jismlar tomonidan ta'sir ko'rsatilib, uning shu holatini o'zgartirishga majbur qilma-gunlaricha saqlaydi.* Jismlarning tinch yoki to'g'ri chiziqli tekis harakat holatini saqlash hodisasiga inersiya hodisasi deyiladi. Bu holatni avtomobil birdaniga harakatga kelganida yoki to'xtaganda odam yoki sharcha bilan yuz beradigan holda kuzatish mumkin.

Berilgan sanoq sistemasiga nisbatan Nyutonning birinchi qonuni bajarilsa, bunday *sistema inertsiyal sanoq sistema, aksincha noinertsiyal sanoq sistema* deyiladi. Inertsiyal sanoq sistemaga nisbatan tinch xolatda turgan yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatda bo'lgan har qanday sanoq sistema inertsiyal sanoq sistemadir.⁴



2.1-rasm. Jismlarga ta'sir etuvchi kuch

kuch deb ataladi.



2.2 -rasm. Jismlarga ta'sir etuvchi kuchlra

Kuch vektor kattalk. Jismga ta'sir etuvchi natijaviy kuch uni tashkil etuvchilarining vektorlari yig'indisiga teng bo'ladi. Tabiatda quyidagi fundamental o'zaro ta'sirlar mavjud:

1. Gravitatsion
2. Elektromagnit

⁴ Paul A. Tipler "PHYSICS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS"94-97 pg

3. Kuchli

4. Kuchsiz o'zaro ta'sirlar.

Mexanikada quyidagi kuchlar o'rganiladi: Og'irlik kuchi, Elastiklik kuchi, Ishqalanish kuchi.

Harakat miqdori deganda Nyuton jism massasini uning tezligiga ko'paytmasini tushungan. Hozirgi kunda "Harakat miqdori" o'rniga kattalik jism impulsi deb ataladi.

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (2.1)$$

Massa berilgan jism inertligining o'lchovidan iborat kattalikdir.



Jismning inertlik xossasini tavsiflaydigan fizik kattalik *massa* deb ataladi va *m* harfi bilan belgilanadi. Massa so'zi lotinchadan «bo'lak», «parcha» degan ma'noni bildiradi.

Jism inertligi deganda, har qanday tashqi ta'sirga nisbatan jismning qarshilik ko'rsatuvchanlik yoki tashqi ta'sirga berilmaslik xususiyati tushuniladi.

Inertsiya qonuni. Nyutonning ikkinchi qonuni quyidagicha ta'riflagan: harakat miqdorining o'zgarishi harakatlantiruvchi kuchga proporsional va shu kuch ta'siri yuz berayotgan to'g'ri chiziq yo'nalishi bo'yicha sodir bo'ladi.



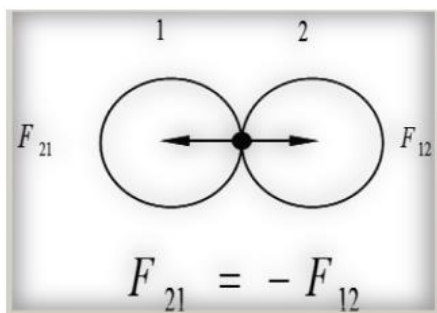
Jismning boshqa jismlar bilan o'zaro ta'sirlashishi natijasida olgan tezlanishi unga ta'sir qilayotgan kuchga to'g'ri proporsional, shu jismning massasiga teskari proporsionaldir.

$$a = \frac{F}{m} \quad (2.2)$$

Dinamikaning uchinchi qonunini Nyuton quyidagicha ta'riflagan: Ta'sirga hamma vaqt teng va qarama-qarshi aks ta'sir mavjud; boshqacha aytganda, ikkita jismning bir-biriga o'zaro ta'sirlari o'zaro teng va qarama-qarshi yo'nalgan".

Ta'rifda "ta'sir" va "aks ta'sir" iboralari bo'lib, yuzaki qaraganda "ta'sir"- birlamchi va "aks ta'sir" ikkilamchiga o'xshab ko'rinadi- lekin "ta'sir" va "aks ta'sir"lar o'zlarining fizik tabiati bo'yicha aynan bir xildir. Har qnday ikki jismning bir-biriga ko'rsatayotgan ta'siri o'zarolik xarakteriga egadir. Nyutonning uchinchi qonunini quyidagicha ta'riflash mumkin: *moddiy nuqta deb qaralishi mumkin bo'lgan ikki jismning bir-biriga har qanday ta'siri o'zaro ta'sir xarakteriga ega bo'lib, ularning*

bir-biriga ko'rsatayotgan ta'sir kuchlari har doim kattalik jihatidan teng va yo'nalishi jihatidan qarama-qarshidir.



2.3-rasm. Jismlarning o'zaro ta'sirini ifodalaydi.

Tabiatda bir jismning ikkinchisiga bir tomon-lama ta'siri uchramaydi. Jismning boshqa jismga ta'siri o'zarodir-bu o'zaro ta'sir deyiladi. Tajribalar ko'rsatadiki, ta'sirga doimo aks ta'sir vujudga keladi, ya'ni jismlarning o'zaro ta'siri teng kuchli va qarama qarshi yo'nalishda bo'ladi. Nyuton uchinchi qonunini quyidagicha ta'riflash mumkin:

Jismlarning o'zaro ta'sir kuchi, miqdor jihatdan teng bo'lib yo'nalish jihatdan qarama-qarshidir.

$$\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12} \quad (2.3)$$

Bu yerda $\vec{F}_{12} = m_1 \vec{a}_1$, $\vec{F}_{21} = m_2 \vec{a}_2$ va $m_1 \vec{a}_1 = m_2 \vec{a}_2$ o'zaro ta'sir vaqtida jismlar olgan tezlanishlar yo'nalish jihatdan qarama-qarshi, ularning moduli massalariga teskari proporsionaldir.

$$\left| \frac{a_1}{a_2} \right| = \frac{m_2}{m_1} \quad (2.4)$$

Shunday qilib, Nyuton uchinchi qonuni ta'sirlanuvchi jismlar massalarini aniqlash imkonini beradi, buning uchun bittasini massasini etalon deb qabul qilib tezlashishini o'lchash kerak. Nyuton uchinchi qonuni faqat jismlar bir-biri tekkan holda ta'sirlashishlarda o'rinli bo'ladi. Zaryadli zarrachalarning o'zaro ta'siri Nyuton uchinchi qonuniga bo'ysunmaydi.

Har qanday ikkita moddiy nuqta orasida o'zaro tortishish kuchi mavjud bo'lib, u miqdor jihatdan massalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsional oralaridagi masofa kvadratiga teskari proporsionaldir.

$$F_{12} = \gamma \frac{m_1 m_2}{R^2} \quad (2.5) \text{ dan}$$

Bu formula butun olam tortishish qonunini ifodalaydi. bu yerda γ -gravitasion doimiysi deyiladi.

$$\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{R^2}$$

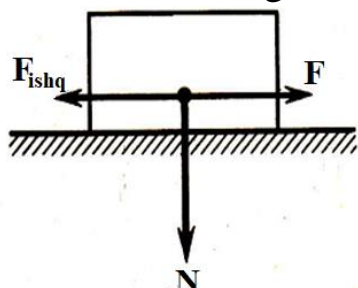
Jismning og'irligi deb yerning tortishish kuchi ta'siri tufayli tayanchga (yoki osmaga) ta'sir etuvchi kuchga aytiladi. Agarda jism va

tayanch Yerga nisbatan qo'zg'almas holatda bo'tsa, jism og'irligi uning og'irlik kuchiga teng bo'ladi. Jismlar orasidagi o'zaro tortishish materiyaning bir turi bo'lgan gravitatsion maydon orqali amalga oshadi. Gravitatsion maydon boshqa fizik maydonlardan farqi jismga faqat tortishish kuchi ta'sir qilishidir. Zamonaviy tortishish nazariyasi Eynshteyn tomonidan yaratilgan nisbiylik nazariyasiga asoslanadi. U fazo, vaqt va tortishish-ning umumiy birlashgan nazariyasi hisoblanadi. Og'irlik kuchi ta'sirida boshlan-g'ich tezliksiz harakat erkin tushish deb ataladi. Galiley nazariy va tajriba yo'li bilan Yerning ixtiyoriy nuqtasida barcha jismlar bir xil tezlanish bilan tushushini isbotladi.

Ishqalanish kuchlari. Shu paytgacha kuchlarni ko'rar ekanmiz biz ularning kelib chiqishi bilan qiziqmagan edik. Biroq mexanik jarayonlarda turli ishqalanish, elastik, tortishish kuchlari mavjud. Ishqalanish kuchlarini ko'rib o'tamiz. Tajribalardan ma'lumki, har qanday jism, boshqa jismning gorizontal yassi sirtida harakatlanayotgan bo'tsa, unga tashqaridan kuchlar ta'sir etmasa vaqt to'g'ri bilan uning harakati sekinlashib boradi va oxiri O'taydi. Mexanik nuqtai nazardan oladigan bo'tsak, bu harakatga to'sqinlik qiluvchi qandaydir kuchlarning mavjud ekanligi bilan izohlash mumkin. Bu kuch ishqalash kuchi bo'lib - jismlarning bir-biriga tegib turgan sirtlariga urinma ravishda harakatning ko'chish yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalgan qarshilik kuchidir. Bu kuchlarni tashqi (quruq) va ichki (suyuq yoki qovushoq) ishqalanishlarga bo'linadi. Tashqi ishqalanish deb bir-biriga tegib turgan jismlar orasidagi ishqalanishga aytiladi. Agar bir-biriga tegib turgan jismlar bir-biriga nisbatan harakatsiz bo'tsa, tinchlikdagi ishqalanish deb ataladi, agar bu jismlar bir-biriga nisbatan harakatlansa, bu jismlarning bir-biriga nisbatan harakatiga qarab sirpanish, dumalanish, tebranma ishqalanish kuchlariga bo'linadi.

Ichki ishqalanish deb, ma'lum bir jismning ichki qismlarining ishqalanishi, masalan, suyuqlik yoki gazning qatlamlari orasidagi ishqalanish sababli tezliklari qatlamdan – qatlamga otgan sari o'zgarib boradi. Ichki ishqalanishda tashqi ishqalanish, tinchlikdagi ishqalanish mavjud emas. Agar jismlar sirpanayotgan va qovushoq suyuqlik surtilib yupqa qatlam bilan bir-biridan ajratilgan bo'tsa, ishqalanish qatlamlar orasidagi sirpanish ishqalanish tufayli amalga oshadi. Ushbu ishqalanishni gidrodinamik ishqalanish deyiladi.

Endi tashqi ishqalanish kuchlari qonuniyatlarini ko‘rib chiqaylik. Bu ishqalanish kuchini hosil bo‘lishi ning sabablaridan biri bir-biriga tegib turgan jismlarning g‘adir-budirligidadir, agar jismlarning sirtlari yahshi silliqlangan bo‘lsa, u holda jismlar bir-biriga tekanda ular molekulalarining bir qismi bir-biriga shunday yaqin joylashadiki, bunda



2.4 rasm

bir-biriga tegishuvchi jism molekulalari orasida tortishish kuchlari sezilarli bo‘ladi. Gorizontol ravishda F kuch qo‘yilgan tekis

Sirtida yotgan jismni ko‘rib chiqaylik (2.4-rasm).

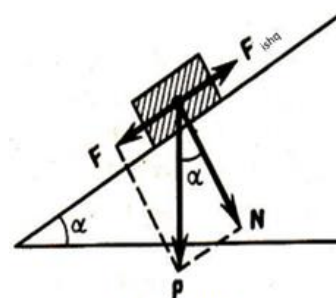
Bu qo‘yilgan F kuch ishqalanish kuchi F_{ishq} dan katta bo‘lganda jism harakatlanishga keladi.

Frantsuz fiziklari G. Amonton (1663-1705) va

Sh. Kulon (1736-1806) tajribalar yordamida quyidagi qonuniyatni yaratishdi: sirpanish ishqalanish kuchi F_{ishq} bosim kuchi N ga to‘g‘ri proporsional bo‘ladi.

$$F_{ishq} = \mu N \quad (2.6)$$

Bu yerda μ -sirpanishning ishqalanish koeffitsienti bo‘lib, u bir-biriga tegib turuvchi yuzalarning xossalariga bog‘liq.



2.5 rasm

Ishqalanish koeffitsienti qiymatini topaylik. Agar jism byrchagi α bo‘lgan qiyalikda turgan bo‘lsa (2.5-rasm), uning og‘irlik kuchi P ning tangentsial tashkil etuvchisi F_t , ishqalanish kuchi F_{ishq} dan katta bo‘lgan holda u harakatga keladi. Demak, sirpanish boshlanish chegarasida

$$F = F_{ishq} \quad \text{yoki} \quad P \sin \alpha = \mu N = \mu N \cos \alpha \quad \text{bundan} \quad \mu = \tan \alpha$$

Shunday qilib, qiyalikdan sirpanish orqali harakatlanishga kelayotgan jismning ishqalanish koeffitsenti qiyalik burchagining tangensiga teng bo‘ladi. Silliq sirtlarda molekulararo tortishish kuchlari ham qanchadir ahamiyat kasb etadi. Shuning uchun B.V. Deryagin tomonidan quyidagi sirpanish ishqalanish qonuni taklif etilgan:

$$F_{ishq} = \mu_{chin}(N + SP_o) \quad (2.7)$$

Bu yerda: P_o - molekular orasidagi tortishish kuchlari tufayli yuzaga keladi-

gan qo‘shimcha bosimni ifodalab, molekular orasidagi masofa ortishi bilan tezda kamayadi. S jismlar tegib turgan qismlarining yuzasi, μ_{chin} -chinakam ishqalanish koeffitsenti. Ishqalanish turmushda va tehnika

katta ahamiyatga ega. Ishqalanish foydali bo'lishi ham, zararli bo'lishi ham mumkin. Shuning uchun ishqalanish foydali bo'lganda uni oshirishga, zararli bo'lganda esa kamaytirishga harakat qilinadi. Ishqalanish bo'lmaganda edi odamlar ham, hayvonlar ham Yerdan yura olmas edilar. Haqiqatan ham, yurib borayotganimizda biz oyoqlarimiz bilan Yerdan itarilamiz. Oyoq kiyim tag charmi bilan Yer (aniqrog'i muz) orasidagi ishqalanish kam bo'lganda, masalan, yahmalakda, Yerdan itarilish juda qiyin bo'ladi, bunda oyoqlarimiz sirpanib ketadi. Yahmalakda piyodalarning oyoqlari sirpanmasligi uchun yo'laklarga qum sepiladi. Bunday qilinganda oyoq kiyim tag charmi bilan muz orasida ishqalanish kuchi ortadi. Ishqalanish bo'lmaganda edi buyumlar qo'limizdan sirpanib tushib ketardi. Ko'p hollarda ishqalanish zararli bo'ladi va uni kamaytirishga harakat qilinadi. Ishqalanishni kamaytirish uchun bir-biriga tegishuvchi sirtlar silliqlanadi, ularning oralari moylanadi. Ishqalanish kuchlarini keskin kamaytirish uchun sirpanish ishqalanishni dumalab ishqalanish bilan almashniriladi (mashina va stanoklarning aylanuvchi vallarining ishqalanishini kamaytirish uchun ular podshipniklarga otqaziladi). Dumalab ishqalanish sirpanish ishqalanishga nisbatan o'nlab marta kichik bo'ladi. Kulon qonuniga asosan dumalab ishqalanish quyidagiga teng:

$$F_{ishq} = \frac{\mu N}{r} \quad (2.8)$$

Bu erda r dumalayotgan jismning radiusi, μ – dumalash ishqalanish koeffit-senti bo'lib, uning o'lchamligi $[\mu_k] = L$ (2.8) dan dumalab ishqalanish kuchi dumalayotgan jismning radiusiga teskari (proporsional) mutanosib ekanligini ko'rish mumkin.

Elastiklik kuchlar. Har qanday jismga tashqi tomondan kuch ta'sir etganda o'zining shaklini va geometrik o'lchami o'zgaradi, ya'ni jismni tashkil qilgan zarralar bir-biriga nisbatan siljiydi. Jismga kuch ta'siri to'xtatilgandan keyin dastlabki shakli va o'lchamiga to'liq qaytsa elastik deformasiya deyiladi, aks holda plastik defarmasiya deyiladi. Elastik defarmasiya har qanday alohida jism uchun

aniq chegarasidan oshmagan holatda kuzatiladi. l_0 - uzunlikdagi defarmasiya holatida bo'lmagan prujinani olib ko'raylik va uning ikki uchiga F_1 va F_2 kuchlar tasir qilsin. Bu kuchlar tasirida prujina Δl uzunlikka cho'ziladi so'ngra muvazanat holatiga qaytadi, bu holda F_1 va F_2 kuchlar ham prujinada hosil bo'lgan elastik yordamida

muvozonat holatiga keladi. Tajribalar shuni ko‘rsatadiki prujinaning uncha ko‘p bo‘lmagan Δx -ho‘zilishi kuchga proporsionaldir.

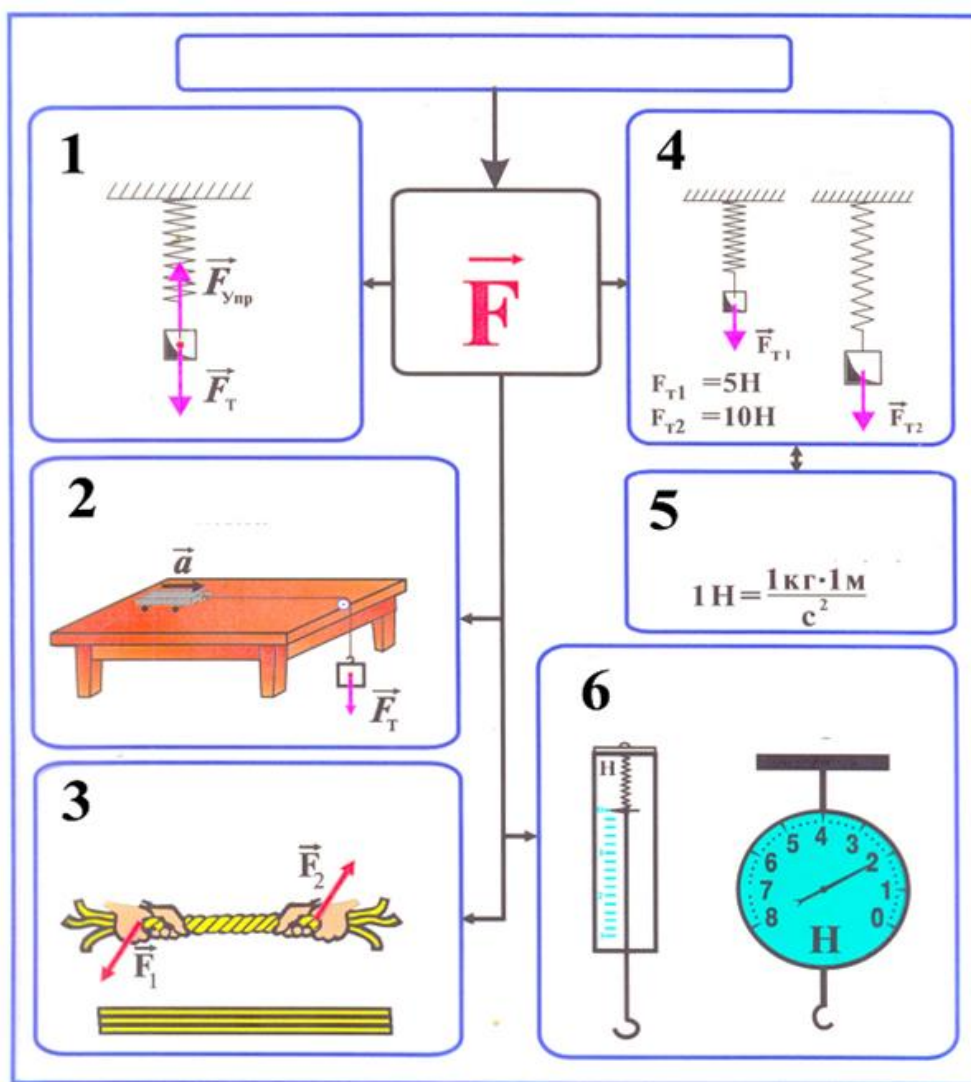
$$F_{el} = -k\Delta x \quad (2.9)$$

Bu yerda k – proporsionallik koeffisienti prujinaning bikrligi deyiladi. Elastiklik kuchi bilan deformatsiya kattaligining proporsionalligi *Guk qonunini* ifodalay-di. (2.9) formuladagi “manfiy” ishora elastiklik kuchi bilan siljish yo‘nalishi qarama-qarshi yo‘nalishda ekanligini bildiradi.

Deformatsiyalangan jism ichida Nyuton uchinchi qonuniga muvofiq kattaligi deformatsiyalovchi kuchga teng bo‘lgan aks ta’sir etuvchi kuch vujudga keladi bu kuch elastiklik kuchi deyiladi.

$$F = -F_{el}$$

Tajribalar shuni ko‘rsatadiki, cho‘zilish defarmasiyalovchi kuchga va ster-



2.6 rasm

jenning dastlabki uzunligiga qaytishi proporsional bo‘lib, uning ko‘ndalang kesimi yuziga (S) teskari proporsionol ekan.

$$\Delta x = \frac{F_{el}x}{ES} = \frac{Fx}{ES} \quad \text{bundan} \quad F = \frac{E \cdot S \cdot \Delta x}{x}$$

bu yerda, E - sterjen moddasining elastik xolatini ifodolovchi koeffisient bo‘lib, elastik moduli yoki Yung moduli deyiladi.

$$E = \frac{Fx}{S \cdot \Delta x} \quad (2.10)$$

Yung moduli ko‘ngdalang kesim yuzi bir birlikka teng bo‘lgan sterjenni ikki barobar cho‘zuvchi kuchga son jihatdan tengdir. SI tizimda Yung modulining birligi $\frac{N}{m^2}$ larda o‘lchagandi.

Impulsning o‘zgarishi qonuni. Impulsning saqlanish qonuni

"Impuls" lotincha "impulsus" so‘zidan olingan bo‘lib "turtki" degan ma‘noni bildiradi. Jismlarning o‘zaro ta'siri natijasi kuch tufayli jismlar turtki oladi.

Kuch impulsi jismga ta'sir etayotgan kuchning shu kuch ta'sir etgan vaqtga ko‘paytmasiga teng, ya'ni:

$$I = F \cdot t \quad (2.11)$$

Xalqaro birliklar sistemasida kuch impulsining birligi qilib 1s davomida ta'sir etuvchi 1N kuch impulsi qabul qilingan, ya'ni: $[I] = N \cdot s$. Kuch impulsi vektor kattalik bo‘lib, uning yo‘nalishi kuchning yo‘nalishida bo‘ladi.

1. Harakatlanayotgan jismning massasi qancha katta bo‘lsa, uning urilish zarbi ham shuncha katta bo‘ladi.

2. Harakatlanayotgan jismning tezligi qancha katta bo‘lsa, uning urilish zarbi ham shuncha katta bo‘ladi. Demak, jism harakatini tavsiflash uchun jism massasi va uning tezligini alohida tarzda emas, balki ularni birgalikda qarash kerak. Shu maqsadda jism impulsi degan fizik kattalik kiritilgan.

Jism massasining uning tezligiga ko‘paytmasi *jism impulsi* deb ataladi, ya'ni: $p = m \cdot v$. Xalqaro birliklar sistemasida jism impulsining birligi qilib 1m/s tezlik bilan harakatlanayotgan 1kg massali jismning impulsi qabul qilingan, ya'ni:

$$[p] = [m][v] = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Ya'ni, jism impulsini vektor kattalik bo'lib, uning yo'nalishi tezlikning yo'nalishida bo'ladi.

Kuch impulsini va jism impulsini orasidagi munosabatni aniqlashda quyidagi farazlarga asoslanib fikr yuriladi: v_0 boshlang'ich tezlik bilan harakatlanayotgan jism t vaqt davomida boshqa jism bilan ta'sirlashgani tufayli, uning tezligi o'zgarib, v ga teng bo'lsin. O'zaro ta'sir jarayonida jismning tezlanishi quyidagicha ifodalanadi: $a = \frac{v-v_0}{t}$. Agar jismning massasi m , boshqa jism bilan ta'sirlashish kuchi F bo'tsa, u holda Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan tezlanishning quyidagi formulasi ham o'rinlidir: $a = \frac{F}{m}$. Tezlanishning ikkala formulasini o'zaro tenglashtirish orqali quyidagini hosil qilish mumkin:

$$Ft = mv - mv_0 \quad (2.12)$$

Bu formulada Ft - kuch impulsini, mv_0 - o'zaro ta'sirgacha, mv - o'zaro ta'sirdan keyingi jism impulsini ekanligini hisobga olsak, quyidagi xulosa kelib chiqadi: O'zaro ta'sir jarayonida jism impulsining o'zgarishi ta'sir kuchi impulsiga teng.

Demak, kuch impulsini-impuslarning farqiga (ayirmasiga) teng bo'lgan fizik kattalikdir. Nyutonning III- qonuniga asoslanib, impulsni saqlanish qonunining matematik ifodasini keltirib chiqarish mumkin:

$$\begin{aligned} \vec{F}_1 &= -\vec{F}_2, & \vec{F}_1 \Delta t &= -\vec{F}_2 \Delta t, & \vec{F}_1 \Delta t &= m_1 \vec{v}'_1 - m_1 \vec{v}_1 \\ m_1 \vec{v}'_1 - m_1 \vec{v}_1 &= -(m_2 \vec{v}'_2 - m_2 \vec{v}_2) & \vec{F}_2 \Delta t &= m_2 \vec{v}'_2 - m_2 \vec{v}_2 \\ m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 &= -m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2 = const \\ \vec{p}_1 + \vec{p}_2 &= \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2 = const \end{aligned}$$

Impulsni saqlanish qonuni quyidagicha ta'riflanadi: "Yopiq sistemada to'liq impuls o'zgarmasdir", ya'ni:

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_i = \sum \vec{p}_i = \sum m_i \vec{v}_i = const \quad (2.13)$$

Mexanik ish va quvvat. Mexanik energiya va uning turlari

Biror jism kuch ta'sirida bir nuqtadan ixtiyoriy trayektoriya bo'yicha ikkinchi

nuqtaga ko'chirilgan bo'lsin. Umuman kuch 1 nuqtadan 2 nuqtagacha bo'lgan oraliqda, ham son qiymati bo'yicha, ham yo'nalishi bo'yicha o'zgarishi mumkin (2.7-rasm).

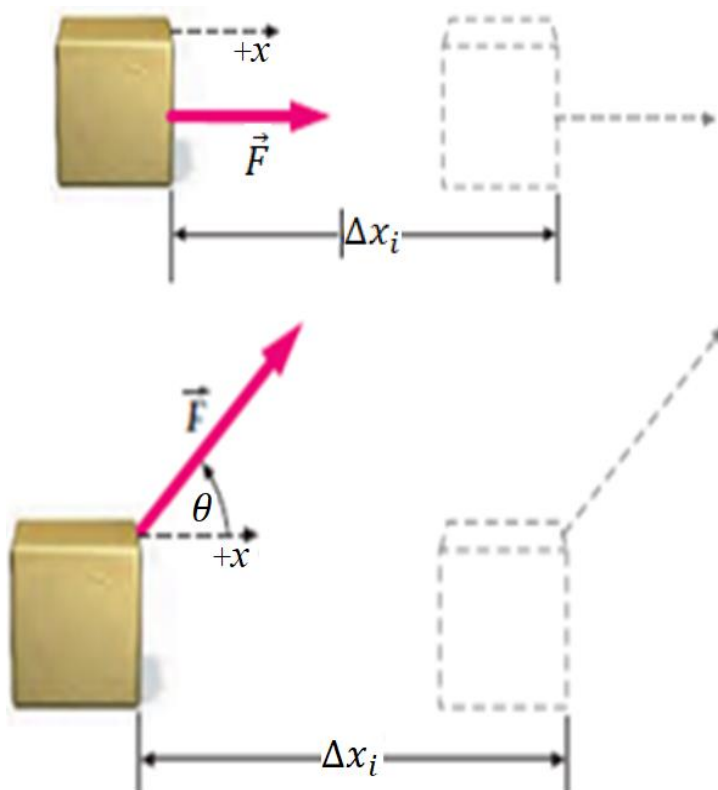
$$dA = \vec{F} d\vec{x} = F dx \cos \theta \quad (2.14)$$

bundagi α - kuch va ko'chish yo'nalishi orasidagi burchak.

Biror yo‘lda bajarilgan ish va shu yo‘lning barcha kichik qismlarida bajarilgan elementlar ishlar yig‘indisiga teng, ya’ni ish additiv kattalik. Shuning uchun jismni bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko‘chirishda bajarilgan ishning O‘ta miqdori quyidagicha yozilishi mumkin:

$$A = \int_1^2 F \cos \theta dx \quad (2.15)$$

Jism o‘zgarmas kuch tasirida to‘g‘ri chizikli trayektoriya bo‘yicha ko‘chayotgan

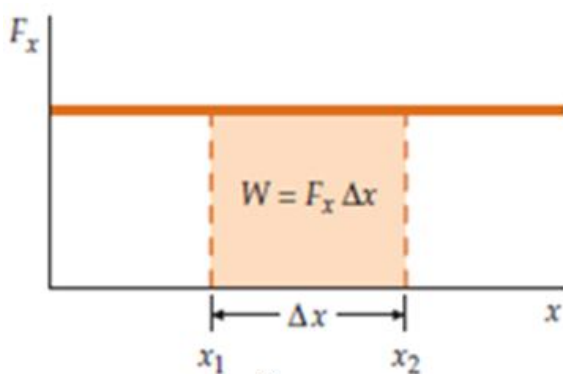


2.7 rasm.

bo‘lsa, hususiy holda x masofada bajarilgan ish

$$A = Fx \cos \theta \quad (2.16)$$

Agar kuch yo‘nalishi bilan ko‘chish yo‘nalishi bir xil bo‘tsa, umumiy



8-rasm

ish esa $A = \int_{x_1}^{x_2} F_x dx$ formula orqali aniqlanadi. Grafik ravishda bajarilgan ishni topishda agar F kuch o‘zgarmas bo‘tsa, kuch va koordanatalar orqali berilgan grafikda F_x kuch chizig‘i x_1 va x_2 koordinatalar bilan chegaralangan kesma orasidagi yuza

bilan aniqlanadi.

Vaqt birligida bajarilgan ish quvvat deb ataladi, yani

$$P = \frac{dA}{dt} \quad (2.17)$$

Bunda, dA - elementlar ish, dt -elementar ishni bajarish uchun ketgan vaqt (2.17) ifoda bo'yicha dA ning qiymati ni (2.15) munosabatga keltirib qo'yib quyidagiga ega bo'lamiz.

$$P = F \frac{dx}{dt} \cos\alpha = Fv \cos\alpha = \vec{F}\vec{v} \quad (2.18)$$

Demak, quvvat ta'sir etayotgan \vec{F} kuchni shu kuch ta'sirida jism olgan \vec{v} tezligiga skalyar ko'paytmasiga teng ekan. (2.18) va (2.17) formulalardan foydalanib, ish va quvvatning (SI) XB sistemasidagi birliklari bilan tanishib chiqaylik. Ish birligi qilib ko'chish yo'nalishida ta'sir qiluvchi 1 Nyuton kuchning 1 metr masofada bajargan ishi qabul qilingan va uni joul (J) deb ataladi. quvvat birligi qilib, 1 sekund vaqt ichida 1 joul ish bajaradigan mexanizimning quvvati qabul qilingan va bu birlikka vatt (Vt) deb nom berilgan.

Kinetik va potentsial energiya. Jismning yoki jismlar sistematinig ish bajara olish qobiliyatini energiya deb ataluvchi fizik kattalik orqali ifodalanadi. Mexanik energiya kinetik va potentsial energiyalardan iborat bo'ladi. Kinetik energiyaning mazmunini tushunish uchun massasi m ga teng, moddiy nuqta deb qaralishi mumkin bo'lgan jism tezligini F kuch ta'sirida v_1 dan v_2 gacha orttirishdagi bajarilgan ishni hisoblaylik. Jismning elementar kesmada siljitishdagi kuchining bajargan ishi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$dA = \vec{F}d\vec{l} = m\vec{a}d\vec{l} \quad (2.19)$$

Jism harakatining \vec{a} tezlanishini tangentsial va normal tashkil etuvchilarga ajratib, (2.19)ni quyidagicha yozish mumkin:

$$dA = m(\vec{a}_t + \vec{a}_n)d\vec{l} = m\vec{a}_td\vec{l} + m\vec{a}_nd\vec{l} \quad (2.20)$$

lekin tezlanishning normal tashkil etuvchisi \vec{a} siljish yo'nalishiga doimo tik ekanligini e'tiborga olsak, ularning skalyar ko'paytmasi $\vec{a}_nd\vec{l} = 0$.

Shuning uchun (2.20) ni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$dA = m\vec{a}_td\vec{l} = m \frac{d\vec{v}}{dt} d\vec{l} = m \frac{d\vec{l}}{dt} d\vec{v} = m\vec{v}d\vec{v} \quad (2.21)$$

Jism tezligining v_1 dan v_2 gacha ortishidagi ishni quyidagicha hisoblaymiz:

$$A = \int_{v_1}^{v_2} mv dv = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = \frac{p_2^2}{2m} - \frac{p_1^2}{2m} \quad (2.22)$$

Agar boshlangich tezlik, $v_1=0$ bo'lsa, u xolda quyidagi ifodaga ega bo'lamiz;

$$A = \frac{mv^2}{2} - 0$$

Demak, bajarilgan ish jism massasiga va uning tezligi (impulsi) ga bo'liq bo'lgan kattalikning o'zgarishiga teng ekan. Bu kattalikka jismning kinetik energiyasi deb ataladi:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m} \quad (2.23)$$

Kinetik energiyaga ega bo'lgan jism ish bajarish qobiliyatiga ega. Shuning uchun kinetik energiyani quyidagicha ta'riflash mumkin: kinetik energiya jismning harakatdagi (tezligi v ga teng) energiyasi bo'lib, u son jixatidan tezlikni v dan no'lgacha kamaytirilishidagi shu jismning bajara olishi mumkin bo'lgan O'ta ishiga tengdir. Bu ish va kinetik energiya haqidagi teoremdir.

Jismni tashkil etuvchi zarralar (molekulalar, atomlar) ning yoki sistemaga kiruvchi jismlarning o'zaro ta'sir kuchlarini mutlaqo yo'qolguncha (yoki boshqa toifadagi kuchlar bilan O'ta ravishda muvozanatlashguncha), shu kuchlarning bajarishi mumkin bo'lgan O'ta ishga son jixatdan teng bo'lgan kattalikka potentsial energiya deb ataladi.

Ayrim misollarni ko'rib chiqaylik. Cho'zilgan prujinaning potentsial energi-yasi deformatsiyaning mutlaqo yo'qolgunicha elastiklik kuchining bajargan ishiga tengdir, ya'ni

$$E_p = A = - \int_x^0 kx dx = \frac{1}{2} kx^2 \quad (2.24)$$

Prujina x kattalikka qisilganda ham (2.17) orqali aniqlanuvchi potentsial energiya vujudga keladi. Demak, prujinaning cho'zilishida yoki qisilishida yuzaga kelayot-gan potentsial energiya prujina tarkibidagi zarrachalarning bir-biridan uzoqlashishi yoki bir-biriga yaqinlashishi va shunga mos ravishda ular orasida o'zaro tortishish yoki itarishish kuchlarning hosil bo'lishi natijasidir. Yana bir misol tariqasida Yerning

tortishish maydoniga joylashgan jismning potensial energiyasini hisoblab chiqaylik. Berilgan nuqtadagi jismning potensial energiyasi jismni shu nuqtadan cheksizlikka ko'chirishdagi tortishish kuchining ishiga teng, ya'ni

$$E_p = - \int_r^{\infty} \gamma \frac{M_{yer}m}{m^2} dr = -\gamma M_{yer}m \int_r^{\infty} \frac{dr}{r^2} = \gamma \frac{M_{yer}m}{r} \quad (2.25)$$

Yerning tortishish maydoniga joylashtirilgan jismning potensial energiyasi jism Yer markazidan uzoqlashgan sari ortib boradi. Jism Yer markazidan cheksiz uzoqlashganda esa potensial energiya o'zining eng katta qiymatiga erishadi. Ikkinchi tomondan, (2.17) ga asosan $r \rightarrow 0$ da $E_p \rightarrow 0$

Energiyaning saqlanish qonuni. Moddiy nuqta deb qaralishi mumkin bo'lgan N ta jismdan iborat bo'lgan sistemaga xech qanday tashqi kuchlar ta'sir etmayotgan bo'lsin. Biz bunday berk sistemaning O'ta impulsi hamma vaqt o'zgarmas kattalikdan iborat bo'lib qolishini ko'rib chiqqan edik. Endi sistemaning O'ta mexanik energiyasi bilan tanishaylik. Sistemadagi jism massalarini m_1, m_2, \dots, m_N har bir jismning fazodagi vaziyatini aniqlovchi radius-vektorlarni r_1, r_2, \dots, r_N va har bir i -jismga sistemadagi boshqa jismlarning kursatayotgan ta'sir kuchlarini

$\vec{F}_{i1}, \vec{F}_{i2}, \dots, \vec{F}_{i(i-1)}, \vec{F}_i, \vec{F}_{i(i+1)}, \dots, \vec{F}_{iN}$ deb belgilaylik va bu kuchlar faqat konservativ kuchlardan iborat bo'lsin. i jism uchun Nyutonning ikkinchi qonunini qo'llasak quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$m_i \frac{d\vec{v}_i}{dt} = \vec{F}_{i1} + \vec{F}_{i2} + \dots + \vec{F}_{i(i-1)} + \vec{F}_i + \vec{F}_{i(i+1)} + \dots + \vec{F}_{iN} \quad (2.26)$$

Kuzatilayotgan i jism shu ta'sir etayotgan kuchlar tufayli dt vaqt ichida $d\vec{r}$ ga siljigan bo'lsin. (2.26) ning ikkala qismini $d\vec{r}$ ga skalyar ko'paytiramiz:

$$dr_i m_i \frac{d\vec{v}_i}{dt} = (\vec{F}_{i1} + \vec{F}_{i2} + \dots + \vec{F}_{iN}) dr_i$$

va bundan $dr_i = \vec{v}_i dt$ ekanligini e'tiborga olib yuqoridagi formulani quyidagicha yozish mumkin:

$$m_i \vec{v}_i d\vec{v}_i = (\vec{F}_{i1} + \vec{F}_{i2} + \dots + \vec{F}_{iN}) dr_i \quad (2.27)$$

formula faqat i -jism uchun yozilgan. Bunday formulalarni sistemadagi barcha jismlar uchun yozib, ularni mos ravishda qo'shib chiqsak:

$$\sum_{i=1}^N m_i \vec{v}_i d\vec{v}_i - \sum_{i=1}^N (\vec{F}_{i1} + \vec{F}_{i2} + \dots + \vec{F}_{iN}) dr_i = 0 \quad (2.28)$$

hosil bo'ladi. Ma'lumki, $m_i \vec{v}_i d\vec{v}_i$ - i - jism kinetik energiyasining, $\sum_{i=1}^N m_i \vec{v}_i d\vec{v}_i$ esa sistema kinetik energiyasining o'zgarishini ifodalaydi. $(\vec{F}_{i1} + \vec{F}_{i2} + \dots + \vec{F}_{iN}) dr_i$ i -jismga ta'sir qilayotgan konservativ kuchlarning bajargan ishi bo'lib, bu kattalik ikkinchi tomondan jism potentsial energiyasining o'zgarishiga teng. Kuzatilayotgan xolda ish musbat kattalikdan iborat bo'lib, bu jism potentsial energiyasining kamayishi hisobiga bajariladi, shuning uchun

$$-(\vec{F}_{i1} + \vec{F}_{i2} + \dots + \vec{F}_{iN}) dr_i = dE_p$$

va (2.28) ning ikkinchi xadi sistema potentsial energiyasining o'zgarishini ifodalaydi.

(2.28) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$dE_k + dE_p + 0, \quad d(E_k + E_p) = 0, \quad \text{yoki} \quad E_k + E_p = \text{const} \quad (2.29)$$

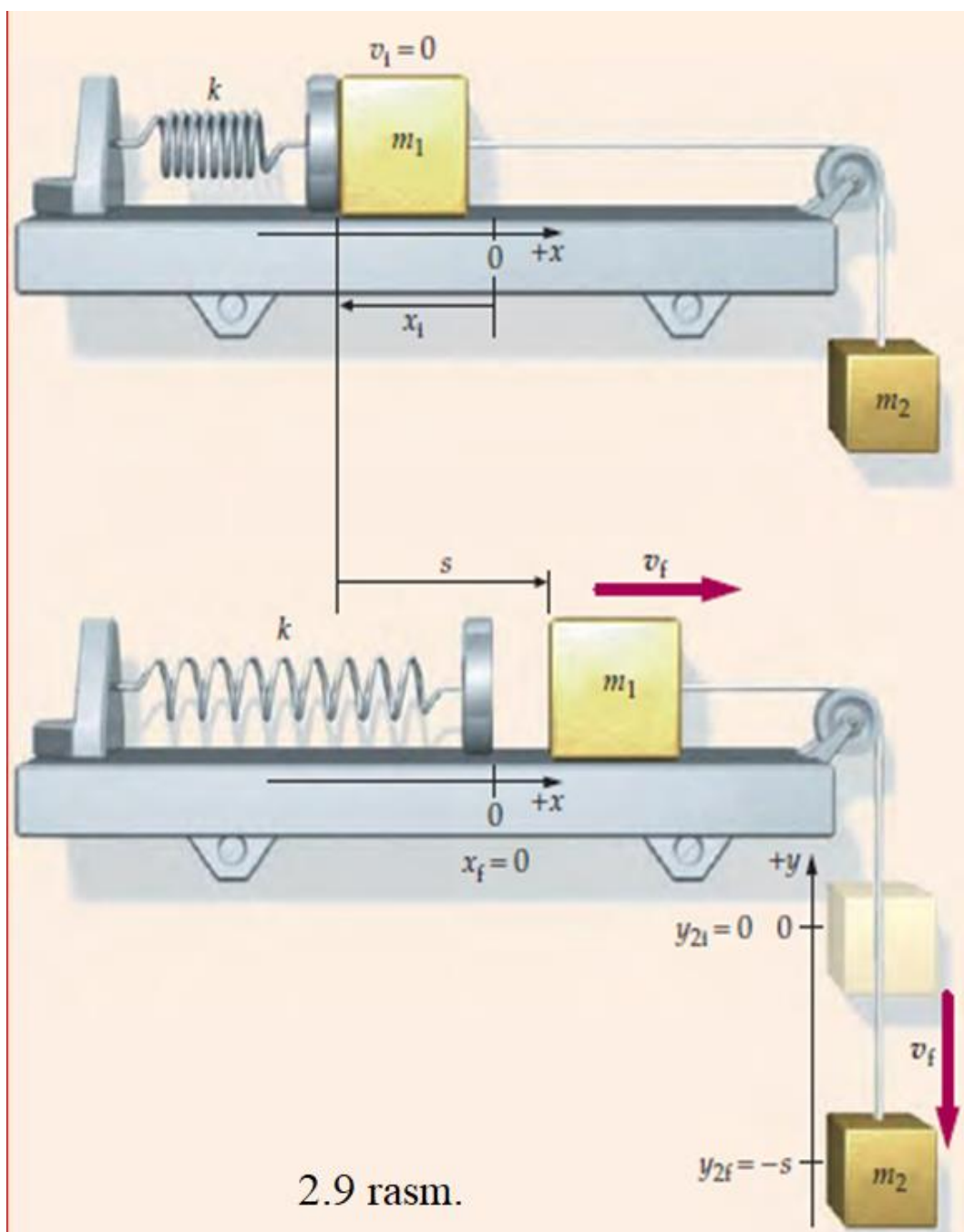
bunda $E_k + E_p$ - sistemaning O'ta mexanik energiyasi. (2.30)

formuladan quyidagi muhim xulosaga kelishimiz mumkin: berk sistemada faqat konservativ kuchlar mavjud bo'tsa, sistemaning O'ta mexanik energiyasi o'zgarmas qiymatga ega bo'lib qoladi, bu mexanik energiyaning saqlanish qonunidir.

Mexanik energiyaning saqlanish qonuni har qanday inertsial sanoq sistema-sida bajariladi. Berk sistemadagi kuchlar faqat konservativ kuchlardan iborat bo'lganda (2.29) ga asosan

$$dE_k = -dE_p$$

ya'ni, kinetik energiya faqat potentsial energiyaning kamayishi hisobiga hosil bo'lishi mumkin. o'z-o'zidan ravshanki, sistemaning kinetik energiyasi nolga teng, potentsial energiyasi esa o'zining eng kichik qiymatiga ega bo'lgan xolda xech qanday harakat sodir bo'lmaydi. Sistemaning bunday holati turg'un muvozanatli holat deb ataladi. Agar berk sistemada konservativ kuchlardan tashqari nokonservativ kuchlar misol uchun ishqalanish kuchlari ham mavjud bo'tsa, sistemaning O'ta energiyasi vaqt to'g'ri bilan kamayib boradi. Buni hisobiga nomexanik turdagi energiyalar, masalan, issiqlik yoki kimyoviy, elektromagnit maydon energiyalari va boshqalar vaqt to'g'ri bilan ortib boradi.



Lekin energiyaning hamma turlarining yig'indisi vaqt to'g'ri bilan o'zgarmay qoladi. Demak, harqanday berk sistemada energiya xech qachon yangidan paydo bo'lmaydi va xech qachon yo'qolib ham ketmaydi, faqat energiya bir turdan ikkinchi turga o'tib turadi. Bu energiyaning saqlanish qonuni bo'lib, fizikaning eng asosiy va umumiy qonunlaridan biridir.

Nyuton mexanikasi ikki yuz yil davomida juda katta muvaffaqiyatlarga erishdi. Ko'pgina fiziklar har qanday fizik jarayonni

bu qonunlar orqali ifodalashga urindilar, ammo fan rivojlanish davrida aniqlangan har qanday ma'lumotlarni bu ta'limot yoritib bera olmadi va bu ma'lumotlar o'z javobini maxsus nisbiylik nazariyasi va kvant mexanikasidan topdi. Fazo va vaqt haqidagi tushunchani A.Eynshteyn tomonidan 1905 yilda yaratilgan maxsus nisbiylik nazariyasi orqali batafsil tushuntirish imkoni yaratildi. Yangi kvant mexanikasi Nyuton mexanikasini to'liq inkor qilmaydi va faqat qo'llanilish sohasini cheklaydi. Klassik mexanika Nyuton qonunlariga tayangan holda katta massali (atom massasiga nisbatan) va kichik tezlik bilan (yorug'lik tezligiga nisbatan) harakatlanuvchi jismlar mexanikasidir.

Eynshteyn nisbiylik nazariyasida moddiy nuqta massasini tezlikka bog'liqligini quyidagi formula bilan ifodalaydi.

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

m_0 - tinchlikdagi massa. c - yorug'lik tezligi. m - sanoq tizimiga nisbatan v -tezlik bilan harakatlanuvchi jism massasi.

Nyuton mexanikasida jism massasi doimiy kattalik sifatida qabul qilingan, ya'ni tezlik o'zgarishga bog'liq emas deb qabul qilingan va jism inertlik va gravitatsiyasi xossalarini namoyon qiladi. Jism massasini uning harakat tezligiga ko'paytmasi jism impulsi yoki harakat miqdori deyiladi va \vec{p} -harfi bilan ifodalanadi.

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

n – ta moddiy nuqtadan iborat bo'lgan tizimning harakat miqdori, tizimdagi

barcha nuqtalarning harakat miqdorining geometrik yig'indisiga teng bo'ladi.

$$\vec{p} = \sum_{i=1}^n p_i = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i$$

Jismlar tizimiga tashqi kuchlar ta'sir etmasa yoki teng ta'sir etuvchisi nolga teng bo'tsa, tizimning harakat miqdori o'zgarishsiz qoladi.

$$\frac{dp}{dt} = 0. \quad p = const$$

Bu formula mexanikaning eng asosiy qonuni harakat miqdorini saqlanish qonunini ifodalaydi. Tashqi ta'sirlardan himoyalangan tizimda ichki o'zaro ta'sirlarga bog'liq bo'lmagan holda tizim harakat

miqdori o'zgarishsiz qoladi. Bu qonun harakat miqdorini saqlanish qonuni deyiladi.

Tayanch iboralar: sanoq sistimasi, inersiya tushunchasi, Nyutonning birinchi qonuni, massa, kuch, Nyutonning ikkinchi qonuni, Nyutonning uchinchi qonuni, impuls. mexanik ish, quvvat, energiya, konservativ kuchlar, nokonservativ kuchlar, kinetik energiya, energiyaning saqlanishi, energiyaning saqlanish va aylanish qonunlari, klassik mexanikada nisbiylik prinsiplari, Galileyning nisbiylik prinsipi, klassik mexanikada fazo va vaqt tushunchasi.

Nazorat savollari.

1. Inertsial sanoq sistemasini tushintiring.
2. Nyutonning birinchi qonuni ta'riflang.
3. Impuls deb nimaga aytiladi?
4. Kuch qanday fizik kattalik?
5. Nyutonning ikkinchi va uchinchi qonuni ta'riflang.
6. Massa qanday fizik kattalik?
7. Kuch birligi qanday aniqlanadi?
8. Ish qanday mexanik kattalik.
9. Quvvatga ta'rif bering.
10. Konservativ va nokonservativ kuchlarni tushuntiring.
11. Kinetik energiya qanday aniqlanadi ?
12. Potensial energiyani tushuntiring.
13. Energiya qanday fizik ma'noga ega ?
14. Mexanik energiyaning saqlanish qonuni izohlang.
15. Ish, quvvat va energiya birliklari qanday aniqlanadi ?

§3. Qattiq jism aylanma harakati kinematikasi. Qattiq jismning aylanma harakati dinamikasi. Kuch momenti. Qattiq jism aylanma harakati dinamikasining asosiy tenglamasi. Impuls momentining saqlanish qonuni.

Moddiy nuqtaning aylana bo‘ylab harakati - bu moddiy nuqta harakatining trayektoriyasi aylana shaklida bo‘lsa, bunday harakat aylanma harakat deb ataladi.

Agar OA radius-vektor Δt vaqt oralig‘ida $\Delta\varphi$ burchakka burilgan bo‘lsa, jism

burchakli tezligining o‘rtacha qiymati $\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ ga teng bo‘ladi. Burchakli tezlikning

berilgan vaqtdagi qiymati

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} \quad (3.1)$$

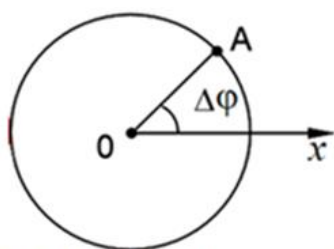
ifoda orqali aniqlanadi, juda kichik vaqt oralig‘idagi moddiy nuqtaning aylana

bo‘ylab bosib o‘tgan ds yo‘l uzunligini quyidagicha yozish mumkin:

$$dS = v dt$$

unda, $r = \overrightarrow{OA}$ radius-vektorning uzunligi. Yuqorida-gi formuladan $d\varphi$ elementar burchakka burilish uchun:

$$d\varphi = \frac{v dt}{r}$$



3.1 rasm Moddiy nuqtaning aylanma harakati

ni (3.1) ga keltirib qo‘yamiz va chiziqli hamda (3.1-rasm) burchakli tezliklar orasidagi quyidagi munosabatni olamiz:

$$v = \omega r \quad (3.2)$$

Aylana bo‘ylab tekis harakat uchun (3.2) ni $d\varphi = \omega dt$ ko‘rinishda yozib, 0 dan

T (bir marta to‘liq aylanib chiqish uchun ketgan vaqt - aylanish davri) gacha bo‘lgan

vaqt oralig‘idagi burilish burchagi 2π ning $2\pi = \alpha = \int d\alpha = \int \omega dt = \omega T$

ga teng ekanligini aniqlab, burchakli tezlikni $\omega = \frac{2\pi}{T}$ yoki

$$\omega = 2\pi\nu \quad (3.3)$$

ko‘rinishda ifodalash mumkin (bu erda v - aylanish chastotasi).

Burchakli tezlanish burchakli tezlikning birlik vaqt davomida o‘zgarish kattaligini aniqlaydi. Agar Δt vaqt oralig‘ida burchakli tezlik $\Delta\omega$ ga o‘zgargan bo‘lsa, burchakli tezlanishning shu vaqt oralig‘idagi o‘rtacha qiymati quyidagicha bo‘ladi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \quad (3.4)$$

Burchakli tezlanishi berilgan t vaqtdagi qiymatini

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} \quad (3.5)$$

kurinishda yozib, (3.2) ni (3.5) ga keltirib qo‘ysak quyidagi formulani hosil qilamiz:

$$\varepsilon = \frac{d^2\varphi}{dt^2} \quad (3.6)$$

(3.6) dan burchakli tezlanish burilish burchagidan vaqt bo‘yicha olingan ikkinchi tartibli hosilaga teng ekanligi ko‘rinib turibdi.

Tekis aylanma harakat deb, teng vaqtlar, teng yo‘llar bosib o‘tiladigan harakat-ga aytiladi.

Tekis aylanma harakat davr, chastota, tezlik va tezlanish bilan harakatlanadi, agar:

$$T = \frac{t}{N}, \quad v = \frac{N}{t}, \quad v = \frac{S}{t}, \quad t = T, \quad S = 2\pi R$$

Desak: $v = \frac{2\pi R}{T}$ yoki $v = 2\pi R\nu$ (chiziqli tezlik) bo‘ladi:

Shuningdek bu harakat: $\omega = \frac{\varphi}{t}$ ($\frac{rad}{s} = \frac{1}{s}$) burchak tezlik bilan ham harakterlanadi. Uning o‘lchov birligi rad deb qarshisidagi yoyning uzunligi radiusiga teng bo‘lgan markaziy burchakka aytiladi.

Agar $t = T$ $\varphi = 2\pi$ desak: $\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$ bo‘ladi.

Aylanma harakatda burchak tezlanish quyidagicha bo‘ladi:

$$\varepsilon = \frac{\omega_{t-\omega}}{t} = \frac{\Delta\omega}{t} = \frac{2\pi}{T^2} \quad \left(\frac{rad}{s^2}\right)$$

Agar chiziqli tezlikning burchak tezlikka nisbatini olsak:

$$\frac{v}{\omega} = \frac{2\pi R\nu}{2\pi\nu} = R \quad \text{yoki} \quad v = \omega R \quad \text{bo‘ladi.}$$

Bu ifoda tezlik va burchak tezlik orasidagi bog‘lanishni ifodalaydi.

Aylanma harakatni markazga intilma va markazdan qochma tezlanishlar ham karakterlaydi, ya'ni:

$$a_{m.i} = \frac{\Delta v}{t} = v\omega = \omega^2 R = \frac{v^2}{R}$$

Bu bo'limda biz deformatsiya bo'lmaydigan absolyut (mutloq) qattiq jismning aylanishini ko'rib chiqamiz. Bilamizki, F ni aylantiruvchi kuch deyiladi. F ning aylanishi radiusiga bo'lgan ko'oytmasi kuch momenti deb ataladi.

$$M = F \cdot r \quad (3.7)$$

Qattiq jismning aylanma harakat dinamikasi.

Jismni Δm_i elementar massalarga bo'lib chiqamiz. Shunda har bir Δm_i ga elementar aylantiruvchi kuch ΔF_i ta'sir qiladi. Nyutonning 2 qonuniga binoan.

$$\Delta F_i = \Delta m_i a_i$$

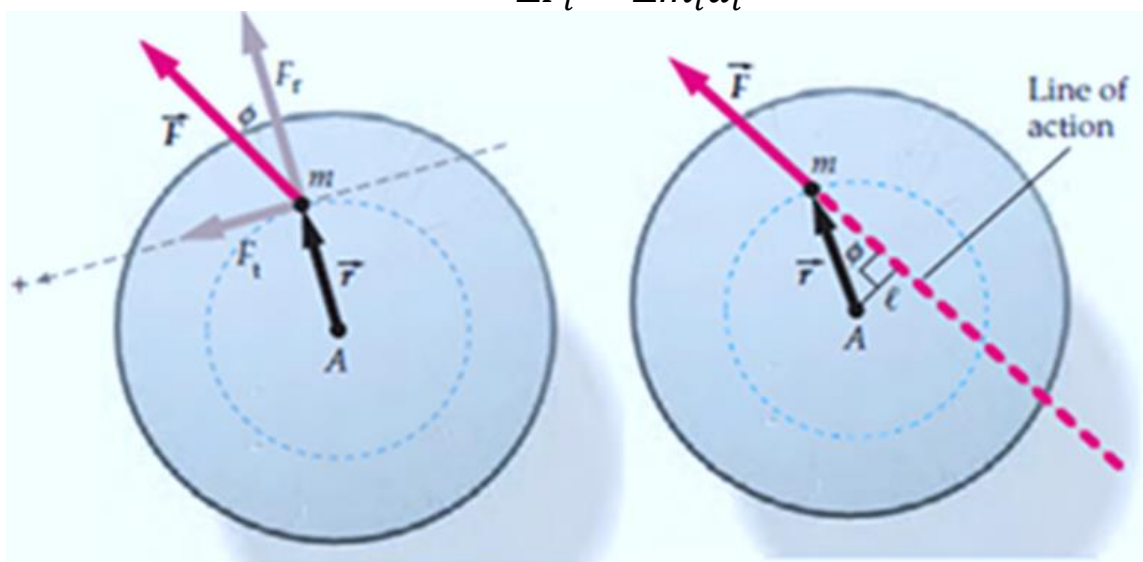


FIGURE 9-20 The force \vec{F} produces a torque $F_t R$ about the center.

3.2 rasm

bu erda a_i – Δm_i massali jismning chiziqli tezlanishi. Bu tenglamaning ikki tarafi-ni r_i ga ko'paytiramiz

$$\Delta F_i r_i = \Delta m_i a_i \cdot r_i \quad (3.8)$$

Δm_i elementlar massasining chiziqli tezligi $v_i = \omega r_i$ bo'lgani uchun bu tezlik o'zgarmas radiusda faqat ω o'zgaranda o'zgarishi mumkin:

$$\Delta v_i = \Delta \omega r_i$$

Bu formuladan $\Delta \omega = \frac{\Delta v_i}{r_i}$ ekanligini aniqlaymiz. Bu ifodadan Δm_i ning burchak tezlanishini topamiz:

$$\varepsilon = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{1}{r_i} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_i}{r_i} \cdot a_i$$

bu yerda $a_i = \varepsilon \cdot r_i$ ekanligini aniqlaymiz. Bu ifodani (2) ga qo‘ysak quyidagi munosabat hosil bo‘ladi:

$$\Delta F_i r_i = \Delta m_i \cdot r_i^2 \cdot \varepsilon$$

$\Delta F_i r_i = \Delta M_i$ - aylantiruvchi kuch momenti. $\Delta m_i \cdot r_i^2 = \Delta J_i$ (18-rasm) deb belgilaymiz.

$$\Delta J_i \Delta m_i \cdot r_i^2$$

u holda,

$$\Delta M_i = \Delta J_i \cdot \varepsilon$$

ΔJ_i - elementar massa Δm_i ning inertsia momenti deb ataladi. ΔM_i ning summasi quyidagiga barobar:

$$M = \sum_i \Delta M_i = \varepsilon \sum_i \Delta J_i = J \cdot \varepsilon$$

$M = \sum_i \Delta M_i$ - jismga qo‘yilgan aylantiruvchi moment, $J = \sum_i \Delta J_i$ - jismning O‘ta inertsia momenti. Demak, $M = J \cdot \varepsilon$ (4.2) - aylanish dinamikasining asosiy qonuni.

Inertsia momenti (to‘g‘ri chiziqli harakatdagi massa kabi) jismning aylanish harakatidagi inertsia xususiyatini anglatadi.

Lekin, aylanish o‘qi qayerdan to‘g‘riga qarab inertsia momenti ham har xil bo‘lishi mumkin, massa esa o‘zgarmas. Inertsia momenti birligi [$kg \cdot m^2$].

Agar $M = const$ va $J = const$ bo‘lsa, u holda $M = J \frac{\omega_o - \omega}{\Delta t}$ va $M \Delta t = J \omega_o - J \omega$ (bilamizki kuch impulsi $F_i \Delta t = mv_o - mv$) Δt vaqt ichida ω , ω_o dan ω gacha o‘zgaradi.

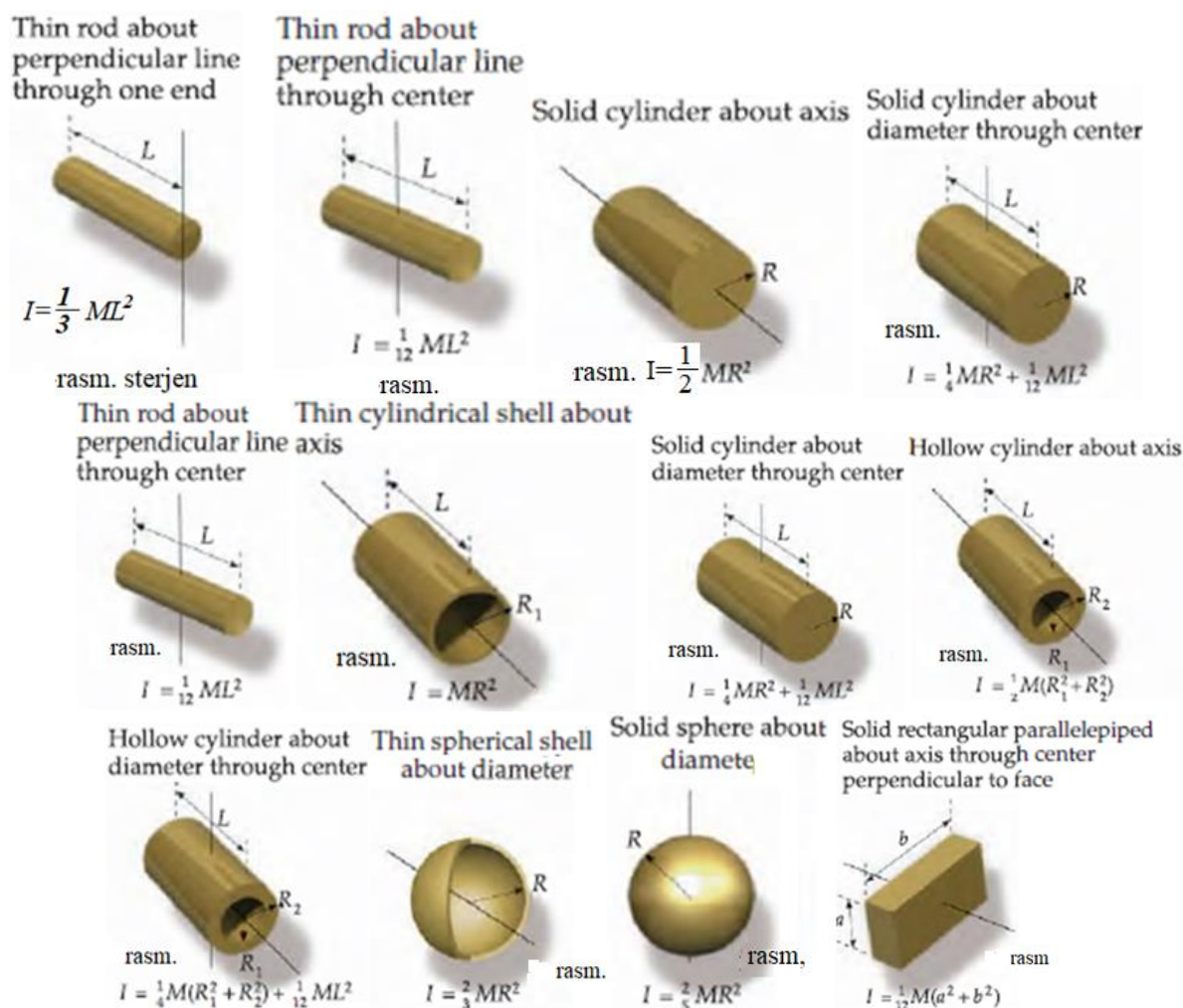
$M \Delta t$ kuch momentining impulsi (analog $F_i \Delta t$).

$J \omega$ - harakat miqdori momenti (analog mv)

Inertsia momenti

Demak - ma'lum vaqt oralig‘idagi harakat miqdorining o‘zgarishi shu vaqt ichidagi kuch momentining impulsiga teng - bu harakat miqdori momentining o‘zgarishi qonunidir.

Ba'zibir jismlarning inertsia momentlarini rasmlarda keltiramiz:



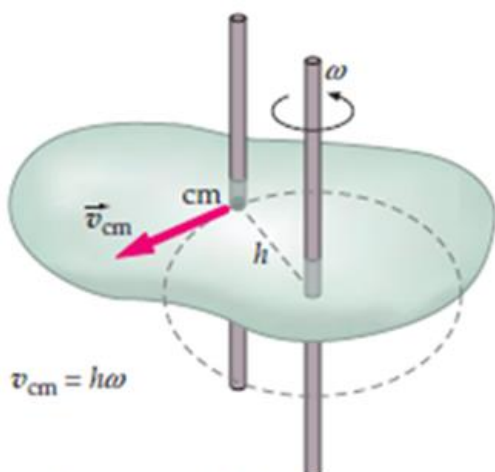
3.3-rasm Har xil shakldagi jismlar uchun enersiya mamentlari

Agar jismning uning massa markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inertiya momenti ma'lum bo'tsa, boshqa istalgan parallel o'qqa nisbatan inertiya momenti⁵

Qattiq jism aylanma harakati dinamikasining asosiy tenglamasi Shteyner teoremasidan topiladi:

jismning ixtiyoriy z o'qiga nisbatan J inertiya momenti massa markazidan o'tuvchi parallel o'qqa nisbatan inertiya momenti va jism m massasining radius kvadrati ko'paytmasining yig'indisiga teng: (3.4-rasm)

$$J_z = J_c + md^2$$



3.4 -rasm. Aylanish momenti

⁵Paul A. Tipler "PHYSICS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS"248-279 pg

Sistemada jismlarning harakat miqdorlari momentlarining yigʻindisi (summasi) oʻzgar-mas miqdordir (ilgarilama harakat uchun $m_1v_1 + m_2v_2 + \dots + m_nv_n = \text{const}$ boʻlgani kabi).

$$j_1\omega_1 + j_2\omega_2 + \dots + j_n\omega_n = \text{const}$$

Agar jism bitta boʻlsa, u holda $J\omega = \text{const}$. (Misol: oʻz oʻqi atrofida aylanayotgan konkichi). Aylanayotgan jismning kinetik energiyasi teng:

$$W_k = \frac{J\omega^2}{2}$$

Aylanish kinetik energiyasining hisobiga bajarilgan ish:

$$A = \frac{J\omega_0^2}{2} - \frac{J\omega^2}{2}$$

Agar jism ham aylanib, ham toʻgʻri yurib harakatlansa, uning kinetik energiyasi W_k teng.

$$W_k = \frac{mv^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2}$$

Ilgarilama harakat bilan aylanma harakat oʻrtasida katta oʻxshashliklar (analoiyalar) bor. Ularni quyidagi keltirilgan tablitsadan koʻrish mumkin:

Ilgarilama harakat		Aylanma harakat	
Vaqt	t	Vaqt	t
Chiziqli yoʻl	l	Burilish burchagi	φ
Chiziqli tezlik	v	Burchak tezlik	ω
Chiziqli tezlanish	a	Burchak tezlanish	ε
Kuch	F	Kuch momenti	M
Massa	m	Inertsiya momenti	J
Kuch impulsi	$F\Delta t$	Kuchning impuls momenti	$M \cdot \Delta t$
Harakat miqdori	$p = mv$	Harakat miqdori momenti	$L = J \cdot \omega$

Tayanch iboralar: absolyut qattiq jism, impuls, impuls momenti, kuch Qattiq jismning aylanma harakat dinamikasi. Qattiq jismning aylanma harakati kinematikasi. Kuch momenti. Qattiq jism aylanma harakati dinamikasining asosiy tenglamasi. Impuls momentining saqlash qonuni.

Nazorat savollari.

1. Absolyut qattiq jism deb nimaga aytiladi?
2. Kuch momenti va inertsiya momenti qanday birliklarda ulchanadi?
3. Qattiq jism inertsiya markazi harakatini tushuntiring?
4. Aylanma harakat qanday sodir boʻladi?
5. Inertsiya momenti qanday kattalik?

2-BOB

§4. Tebranma harakat dinamikasi.

Ma'lum vaqtdan keyin qaytariladigan harakatlarga yoki jarayonlarga tebranishlar deyiladi. Bunga soat mayatnigining, musiqa asbobi torlarining, yurakning harakatlari misol bo'ladi. Tizimning o'z muvozanat holatidan ko'p marta og'ib har gal yana qaytadan avvalgi holatiga qaytadigan jarayon tebranma harakat (tebranish) deyiladi. Agar bunday qaytish teng vaqtlar orasida bo'tsa bunday tebranish davriy tebranish deyiladi. Soat mayatnigining harakati tebranishga yorqin misol bo'ladi. Tebranma jarayonlarning fizik tabiati va murakkabligi jihatidan turli-tuman bo'lishi ga qaramay, ularning hammasi ba'zi umumiy qonuniyatlar asosida ro'y beradi va *garmonik tebranishlar* deb ataluvchi eng sodda davriy tebranishlar to'plamiga keltirilishi mumkin. Garmonik tebranishning asosiy qonuniyatlari va xarakteristikallari bilan moddiy nuqtaning aylana bo'ylab tekis harakati misolida tanishish osondir. M moddiy nuqta r radiusli aylana bo'ylab soat strelkasi harakati yo'nalishiga teskari yo'nalishda o'zgarmas ω burchak tezlik bilan harakatlanayotgan bo'lsin. U holda bu nuqtaning vertikal diametrga N proyeksiyasi O muvozanat holati atrofida davriy tebranishda bo'ladi, bu proyeksiyaning siljish kattaligi $(x + ON) + A$ dan $-A$ gacha chegarada davriy o'zgaradi. Vaqtning ixtiyoriy t paytida siljish kattaligi ma'lum. Quyida

$$x = A \sin \varphi \quad (4.1)$$

munosabat bilan aniqlanadi. Moddiy nuqtaning aylanish davri T , uning sekundiga aylanishlari soni ν , burchak tezligi ω va radiusning burilish burchagi φ o'zaro quyidagi munosabat bilan bog'langan bo'lgani uchun

$$\varphi = \omega t = \frac{2\pi}{T} t = 2\pi \nu t$$

Bu formulani yana shunday ko'rinishlarda yozish mumkin:

$$x = A \sin \omega t \quad (4.2)$$

$$x = A \sin \frac{2\pi}{T} t \quad (4.2a)$$

$$x = A \sin 2\pi \nu t \quad (4.2b)$$



Bu munosabatlar garmonik tebranishlar tenglamalarining turli ko'rinishidir. Demak, tebranayotgan kattalikning vaqt to'g'ri bilan o'zgarishi sinus qonuniga muvofiq (agar *M* nuqta gorzontal diametrga proyeksiyalansa, kosinus qonuniga muvofiq) bo'ladigan tebranish garmonik tebranish deyiladi. *x* siljish muvozanat vaziyatdan yuqoriga yo'nalgan bo'tsa musbat, pastga yo'nalgan bo'tsa manfiy bo'ladi. Maksimal siljishning *A* ga teng bo'lgan absolyut qiymati *tebranish*

amplitudasi deyiladi. Tebranma harakatlarni bayon qilishda *T*, *v*, ω va φ fizik kattaliklarni biz avvalgi ataganimizdan boshqacha nomlar bilan aytamiz: *T* tebranish davri, *v*, tebranish chastotasi, ω siklik yoki doiraviy chastota va φ *tebranish fazasi* deb ataladi. Bu kattaliklarning o'lchov birliklari, albatta avvalgicha qoladi, garmonik tebranishlar tenglamasidagi trigonometrik funksiya argumenti $\varphi = \omega t$ ni tebranish fazasi deb atadik. Fazaning fizik ma'nosi shuki, u vaqtning istalgan paytidagi siljishni, ya'ni tebranadigan tizimning holatini belgilaydi. Haqiqatan ham $\varphi = \frac{\pi}{6}$ bo'lganda siljish $\varphi = \frac{A}{2}$ bo'ladi, bo'ladi, $\varphi = \pi$ bo'lganda $x = 0$, $\varphi = \frac{3\pi}{2}$ bo'lganda $x = -A$ va shunga o'xshash. Tenglamadan bir-biridan 2π kattalikka karrali farq qiladigan fazalarda siljish bir xil bo'ladi. Fazaning 2π rad o'zgarishiga bir davr *T* ga teng vaqt oralig'i mos keladi.

Biror nuqtaning tebranish tezligini siljishdan vaqt bo'yicha olingan hosila sifatida aniqlaymiz:

$$v = \frac{dx}{dt} = \omega A \cos \omega t$$

yoki trigonometrik funksiyalarni keltirish qoidalarini nazarga olib, shunday yozamiz:

$$v = \frac{dx}{dt} = \omega A \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) \quad (4.3)$$

tenglamadan tebranish tezligi vaqt to'g'ri bilan o'zgarishi ko'rinib turibdi. Demak, tabranma harakat a tezlanish bilan bo'ladi, uning tezlanishini tezlik ifodasini differensiallash yo'li bilan aniqlash mumkin:

$$a = \frac{dv}{dt} = \omega^2 A \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = \omega^2 A \sin(\omega t + \pi) \quad (4.4)$$

Bu formulani nazarga olib, tezlanishni siljish (yo'l) orqali ifodalashimiz mumkin:

$$a = \omega^2 A \sin(\omega t + \pi) = -\omega^2 A \sin \omega t = -\omega^2 x \quad (4.5)$$

Bu formulalarni taqqoslash quyidagi xulosalarga olib keladi:

1. x siljish singari biror nuqtaning v tezligi va a tezlanish ham bir xil ω aylanma chastota va bir xil $T = \frac{2\pi}{\omega}$ davr bilan gormonik tebranadi.

2. Bu tebranishlarning amplitudalari turlicha: siljishning amplitudasi A tezlikniki ωA tezlanishniki $\omega^2 A$.

3. Tebranish fazalari ham turlicha: tezlik-ning tebranishi siljish tebranishiga

nisbatan faza jihatidan $\frac{\pi}{2}$ ga (vaqt jihatidan $\frac{T}{4}$ ga), tezlanishi siljish tebranishiga

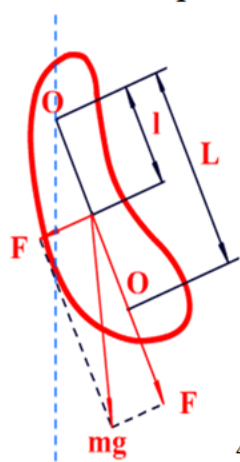
nisbatan faza jihatidan π ga (vaqt jihatidan $\frac{T}{2}$ ga ilgari ketadi).

Aytaylik, o'zgaruvchan F kuch ta'siridam massali moddiy nuqta a tezlanishda gormonik tebranmoqda.

$$F = ma = -m\omega^2 x = -kx \quad (4.6)$$

bu yerda $k = m\omega^2$

Og'irlik markazidan o'tmaydigan, harakatsiz o'q atrofida tebranuvchi qattiq jismdir



Tebranish davri

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

L - keltirilgan uzunlik
g - erkin tushish tezlanishi

4.2 rasm

Shunday qilib, gormonik tebranishni yuzaga keltiruvchi kuch siljishga proporsional va siljishga qarama-qarshi yo'nalgan. Shu munosabat bilan gormonik tebranishga yana quyidagicha ta'rif berish mumkin: *siljishga proporsional bo'lgan va unga qarama-qarshi yo'nalgan kuch hosil qilgan tebranish gormonik tebranish* deyiladi. Bu kuch nuqtani muvozanat vaziyatiga qaytarishga

intiladi, shuning uchun uni *qaytaruvchi kuch* deyiladi. Masalan,

elastiklik kuchi ham qaytaruvchi kuch bo'lishi mumkin, chunki bu kuch ham siljishga proporsional va ishorasi teskari. Qaytaruvchi kuchlar, boshqacha elastik bo'lmagan tabiatga ham ega bo'lishi mumkin. Bu hollarda ular *kvazielastik kuchlar* deb ataldi.

Agar moddiy nuqtaning massasi va k koeffitsiyent ma'lum bo'tsa, yuqoridagi formuladan tebranishning doiraviy chastotasini va davrini aniqlash mumkin:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \text{va} \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (4.7)$$

Endi *fizik mayatnik* deb ataluvchi mexanik tebranuvchi tizimni ko'raylik; fizik mayatnik og'irlik kuchi ta'sirida gorizonttal o'qqa nisbatan tebranuvchi qattiq jismdir. Odatda fizik mayatnik uch tomoni og'irlashtirilgan sterjen bo'ladi; uning boshqa uchi sterjenga perpendikulyar bo'lgan gorizonttal o'qqa qo'zg'aluvchan qilib bog'langan.

Muvozanat vaziyatidan α burchakka og'gan mayatnik og'irlik kuchi P ta'sirida yana shu vaziyatga qaytib, inersiyasi tufayli undan o'tib ketadi va teskari tomonga og'adi, so'ngra yana muvozanat vaziyatidan o'tadi va hokazo. Mayatnik muvozanat vaziyatidan o'ngga og'gandagi α burchakni musbat deb, chapga og'gandagi burchakni manfiy deb hisoblashni shartlashamiz.

Qaytaruvchi kuch $F = -P \sin \alpha = mgs \sin \alpha$, bu yerda m mayatnik massasi. "Minus" ishorasi kuch yo'nalishi bilan og'ish burchagining yo'nalishlari hamma vaqt qarama-qarshi ekanligini bildiradi. Kichik ($\alpha < 0,14 \text{ rad} = 6^\circ$) og'ishlarda $\sin \alpha \approx \alpha$. U holda

$$F = -mg\alpha = -mg \frac{x}{l} \quad (4.8)$$

bu yerda x -mayatnik og'irlik markazining muvozanat vaziyatidan yoy bo'ylab siljishi, l -- mayatnik uzunligi (osish nuqtasidan og'irlik markazigacha bo'lgan masofa). Shunday qilib, qaytaruvchi kuch siljishga proporsional va ishorasi unga teskari bo'lar ekan (ya'ni *kvazielastik kuch* ekan). Demak, mayatnikning tebranishlari *gormonik tebranishlar* ekan.

Aylanma harakat dinamikasining asosiy qonuniga muvofiq, F qaytaruvchi kuchning M momenti quyidagi munosabat bilan ifodalanadi:

$$M = Fl = J\beta \quad (4.9)$$

Bu yerda J - mayatnikning osish o‘qiga nisbatan inersiya momenti, β – burchak tezlanishi. U holdakuchquyidagicha bo‘ladi:

$$F = \frac{J\beta}{l} \quad (4.10)$$

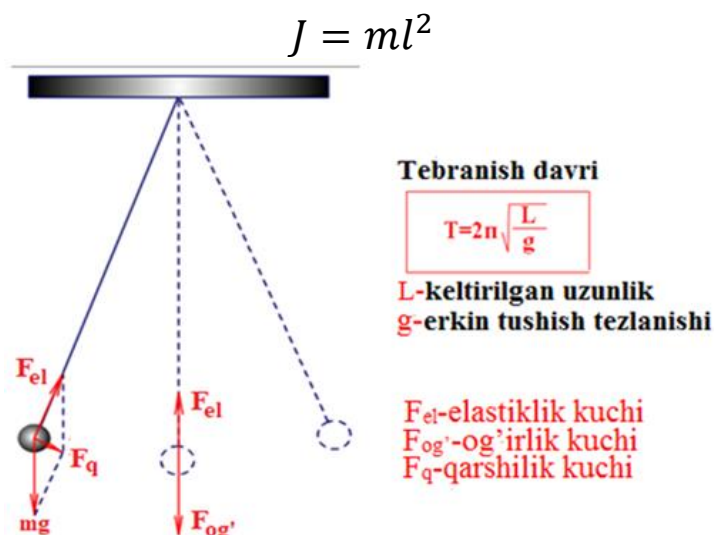
$\beta = \frac{a}{l}$ ekanliginixisobgaolib (4.5) va (4.10) formulardan quyidagini ifodani olamiz:

$$F = \frac{Ja}{l^2} = \frac{J}{l^2} \omega^2 x \quad (4.11)$$

bu yerda ω - mayatnik tebranishlarining doiraviy chastotasi. (4.8) va (4.11) formulalarni taqqoslab, quyidagini yozamiz: $mgl = J\omega^2$, bundan fizik mayatnik-ning doiraviy chastotasi va tebranishlar davri ifodalarini topamiz:

$$\omega = \sqrt{\frac{mgl}{J}} \quad \text{va} \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mgl}} \quad (4.12)$$

Amalda ko‘oyncha fizik mayatnikni *matematik mayatnik* sifatida qarash mumkin. *Vaznsiz va deformatsiyalanmaydigan ipda tebranayotgan moddiy nuqta matematik mayatnik* deyiladi. Moddiy nuqtaning inertsiya momenti ta’rifiga ko‘ra matematik mayatnikning inersiya momenti



4.3 rasm

Bu yerda m -moddiy nuqtaning massasi, l -ipning uzunligi. J -ning bu qiymatini (4.12) formulaga qo‘yib, matematik mayatnik tebranishlarining davri ifodasini hosil qilamiz:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (4.13)$$

Bu formuladan shu narsa kelib chiqadi: *kichik α og'ishlarda matematik mayatnik tebranishlarining davri mayatnik uzunligining kvadrat ildiziga to'g'ri proporsional, og'irlik kuchi tezlanishining kvadrat ildiziga teskari proporsional bo'lib, mayatnik tebranishlarining amplitudasiga va massasiga bog'liq emas.*

Biz bilamizki, tebranish jaroyonida kinetik energiya potentsial energiyaga va aksincha, potentsial energiya esa kinetik energiyaga aylanib turadi, shu bilan birga sistema muvozanat holatdan eng ko'p og'gan paytda O'ta energiya W o'zining maksimal W_p qiymatiga erishgan faqat potentsial energiyadan iborat bo'ladi:

Tebranayotgan sistemaning to'liq energiyasi W bu energiyalaraning yig'indisidan iborat bo'ladi:

$$W = W_k + W_p \quad (4.14)$$

(4.14) formuladagi W_k , W_p larni quyidagicha yozish mumkin:

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{m}{2} \omega^2 A^2 \sin^2 \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) = \frac{m}{2} \omega^2 A^2 \cos^2 \omega t \quad (4.15)$$

bu yerda v – jismning hapakat tezligi, m – uning massasi.

Kvazielastik kuchlar ta'siridan hosil bo'lgan potentsial energiya ham elastik deformatsiyalangan jismning potentsial energiyasi singari ifodalanishi kerak, ya'ni siljish kvadratiga proporsional bo'lishi kerak. U holda (4.4) formulani hisobga olib, shunday yozishimiz mumkin:

$$W_p = \frac{kx^2}{2} = \frac{k}{2} A^2 \sin^2 \omega t$$

bu yerda $k = m\omega^2$, shuning uchun

$$W_p = \frac{m}{2} \omega^2 A^2 \sin^2 \omega t \quad (4.16)$$

(4.15) va (4.16) formulalarni (4.14) ga qo'ysak quyidagi ifoda hosil bo'ladi:

$$W = \frac{m\omega^2 A^2}{2} (\cos^2 \omega t + \sin^2 \omega t) = \frac{m\omega^2}{2} A^2 \quad (4.17)$$

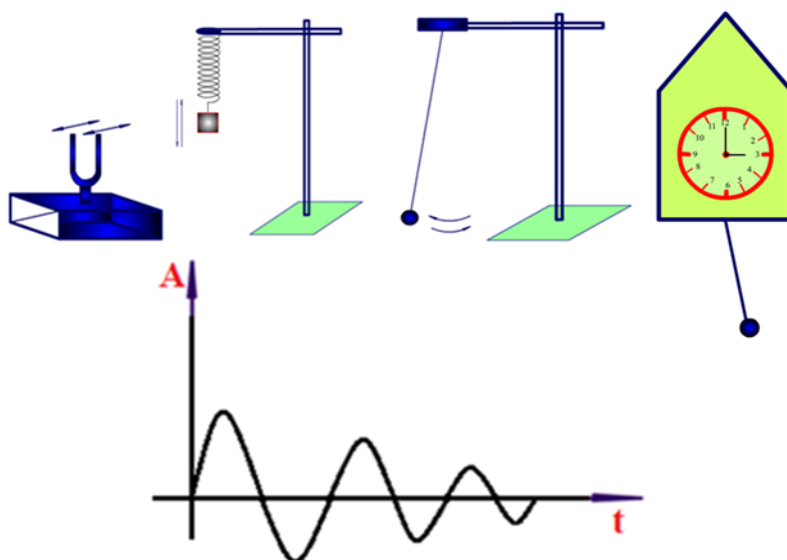
Shunday qilib, garmonik tebranishning to'liq energiyasi o'zgarmas va ampli-tuda kvadratiga to'g'ri proporsional bo'lar ekan.

Soʻnuvchi va majburiy tebranishlar.

Real mexanik tizimning tebranma harakatida hamma vaqt ishqalanish boʻladi va tebranuvchi tizim energiyasining bir qismi ana shu ishqalanishni yengishga sarf boʻladi. Shuning uchun tebranish energiyasi tebranish jaroyonida issiqlikka aylanib kamayadi. Tebranish energiyasi amplituda kvadratiga proporsional boʻlgani uchun tebranishlar amplitudasi ham tobora kamayadi va x - siljish, t - vaqt. Tebranish asta-sekin Oʻtaydi (soʻnadi). Bu turdagi tebranishlarni *soʻnuvchi tebranishlar* deyiladi. Tizim tebranishlari soʻnmasligi uchun tebranish energiyasining ishqalanishga boʻladigan sarfini chetdan toʻldirib turish kerak. Buning uchun tizimga davriy ravishda kuch bilan taʼsir qilish kerak.

$$f = f_0 \sin \omega_M t$$

bu yerda, f_0 - uchning amplitudaviy (maksimal) qiymati, ω_M - kuch tebranishlarining doiraviy chastotasi, t - vaqt. Tebranishlarning soʻnmasligini



4.4 rasm

taʼminlab turuvchi tashqi kuch *majburlovchi kuch*, tebranuvchi tizimlar esa *majburiy tizimlar* deyiladi. Majburiy tebranishlarning chastotasi majburlovchi kuch chastotasiga mos kelishi ravshan. Majburiy tebranishlar amplitudasini aniqlaymiz. Hisobni soddalashtirish uchun ishqalanish kuchini nazarga olmaymiz va tebranuvchi jismga faqat ikkita: majburlovchi f_0 va qaytaruvchi F kuch taʼsir qiladi deb faraz qilaylik. U holda Nyutonning ikkinchi qonuniga koʻra,

$$F + f = max$$

Bu yerda m va a - tebranuvchi jismning massasi va tezlanishi. Biz bilamizki, $a = \omega_M^2 x$. Shuning uchun $F + f = -m\omega_M^2 x$ Bu yerda x tebranayotgan jismning siljishi. (6) formulaga ko'ra, $F = -m\omega_M^2 x$ bu yerda, ω - jism xususiy tebranishlarining (ya'ni faqat qaytaruvchi kuchning ta'siridan hosil bo'lgan tebranishlarning) doiraviy chastotasi. Yuqoridagi ifodalardan quyidagi ifodani olamiz:

$$-m\omega_M^2 x + f_0 \sin \omega_M t = -m\omega_M^2 x$$

bundan

$$x = \frac{f_0}{(\omega^2 - \omega_M^2)} \sin \omega^2 t \quad (4.18)$$

(4.18) tenglamadan majburiy tebranishlar amplitudasi.

$$A = \frac{f_0}{m(\omega^2 - \omega_M^2)}$$

majburiy va xususiy tebranishlar doiraviy chastotalarining munosabatiga bog'liq bo'ladi: $\omega_M \rightarrow \omega$ bo'lganda $(\omega^2 - \omega_M^2) \rightarrow 0$ va $A \rightarrow 0$. Haqiqatan ham, ishqalanish tufayli majburiy tebranishlarning amplitudasi chekli bo'lib qoladi. Tizimning majburiy tebranishlari chastotasi uning xususiy tebranishlari chastotasiga yaqin bo'lganda amplituda o'zining maksimal qiymatiga erishadi. $\omega_M \approx \omega$ bo'lganda majburiy tebranishlar amplitudasining birdaniga ortib ketish hodisasi *rezonans* deb ataladi. Rezonansdan foydalanib, kichik majburlovchi kuch vositasida ham katta amplitudali tebranishlarni hosil qilish mumkin. Cho'ntak yoki qo'l soatini, masalan, shunday uzunlikdagi ipga osaylikki, hosil qilingan fizik mayatnikning xususiy tebranishlarining chastotasi soat mexanizmi balansiri tebranishlarining chastotasi bilan mos kelsin. Natijada soatlar muvozanat vaziyati-dan $\alpha \approx 30^\circ$ burchakka og'ib o'zi tebrana boshlaydi. Rezonans hodisasi har qanday tabiatli (mexanik tovush, elektr va hokazo) tebranishlarda ham bo'ladi. Bu hodisadan akustikada tovushni kuchaytirishda, radiotexnikada elektr tebranishlarni kuchaytirishda va boshqa sohalarda keng qo'llaniladi. Ba'zi hollarda rezonans zararli ta'sir ko'rsatadi. Rezonans tufayli konstruksiyalar (ko'priklar, tayanchlar, binolar va boshqalar) ularga o'rnatilgan mexanizmlarning ishlashi (masalan, stanoklar, motorlar va boshqa mexanizmlarning ishlashi) natijasida kuchli vibrasiyalanishi (titrashi) mumkin. Shuning uchun inshootlarni hisoblashda

mexanizmlarning tebranish chastotalari bilan konstruksiyalarning xususiy tebranish chastotalari orasida katta farq bo'lishi ni ta'minlash kerak.

To'lqin jarayon.

Agar tebranuvchi jismni (tebranishlar manbaini) elastik muhitga joylashtirsak, muhitning bu jism bilan qo'shni bo'lgan zarralari ham tebranma harakatga keladi. Bu zarralarning tebranishi elastiklik kuchlari orqali muhitning qo'shni zarralariga beriladi va hokazo. Biror vaqtdan keyin tebranish butun muhitga tarqaladi. Biroq tebranishlar turli fazalar bilan bo'ladi: zarra tebranishlar manбайдan qancha uzoqda joylashgan bo'tsa, u shuncha kech tebrana boshlaydi, ya'ni uning tebranishi faza jihatidan shuncha ko'p orqada qoladi. Tebranishlarning muhitda tarqalishi *to'lqin jarayon* yoki *to'lqin* deyiladi. To'lqin jarayonga suv sirtida tosh tashlangan joydan tarqaluvchi to'lqinlarni misol qilib ko'rsatish mumkin. To'lqinning (tebranishlarning) tarqalish yo'nalishi *nur* deyiladi. Agar muhit zarralari nurga perpendikulyar tebranayotgan bo'tsa, bunday to'lqin *ko'ndalang* to'lqin deyiladi. Muhit zarralari nur bo'ylab tebranayotgan bo'tsa, bunday to'lqin *bo'ylama to'lqin* deyiladi. Erkin osilgan uzun prujinaning pastki qismiga gorizontaal yo'nalishda zarba berilsa, unda ko'ndalang to'lqin hosil bo'ladi. Agar shu prujinaga vertikal yo'nalishda zarba berilsa, bo'ylama to'lqin hosil bo'ladi. Muhitning zarralari to'lqin bilan birga siljimay, balki o'zining muvozanat vaziyati yaqinida tebranadi; faqat tebranma jarayon, aniqrog'i, tebranishlar fazasi siljiydi (ko'ndalang to'lqinda prujinaning do'ngliklari va chuqurliklari, bo'ylama to'lqinda prujina o'ramlarining zichlashishi va siyraklashishi). Bo'ylama to'lqinlar elastik hajmga ega bo'lgan muhitda, ya'ni qattiq, suyuq va gazzimon jismlardagina paydo bo'lishi mumkin. Ko'ndalang to'lqinlar shakli elastik bo'lgan (siljish deformatsiyasiga ega bo'lgan) muhitda, ya'ni faqat qattiq jismlarda hosil bo'lishi mumkin. To'lqin jarayonning asosiy qonuniyatlari elastik muhitdagi mexanik to'lqinlar (bosim to'lqinlari, tovush to'lqinlari va shunga o'xshash)gagina emas, balki har qanday tabiatli to'lqinlar, jumladan elektromagnit maydon to'lqinlari (elektromagnit to'lqinlar) uchun ham to'g'ri ekanligini qayd qilib o'tamiz.

To‘lqin tenglamasi. To‘lqinning intensivligi.

Muhitning to‘lqin jarayonda ishtirok etayotgan zarralarining t vaqtning istalgan paytidagi x siljishi va bu zarralarning tebranishlar manbai O dan uzoqligi y orasidagi bog‘lanishni topaylik. Ayoniy bo‘lishi uchun ko‘ndalang to‘lqinni tekshiramiz, lekin barcha kelgusi mulohazalarimiz bo‘ylama to‘lqin uchun ham to‘g‘ri bo‘ladi. Manbaning tebranishlari garmonik tebranishlar bo‘lsin:

$$x = A \sin \omega t$$

bu yerda A - amplituda, ω - tebranishlarning doiraviy chastotasi. U holda muhitning barcha zarralari ham shunday chastota va amplituda, biroq turli fazada garmonik tebrana boshlaydi. Tebranishlar manбайдan (O zarradan) y masofada turgan biror C zarrani ko‘raylik. Agar O zarra t vaqtdan beri tebranayotgan bo‘lsa, C zarra $(t - \tau)$ vaqtdan beri tebranadi, bu yerda τ - tebranishlarning O dan C gacha tarqalish vaqti, ya‘ni to‘lqinning y yo‘l to‘g‘ri uchun ketgan vaqt. U holda C zarraning tebranish tenglamasini quyidagicha yozish kerak bo‘ladi:

$$x = A \sin \omega(t - \tau)$$

bu yerda $\tau = \frac{y}{\sigma}$, bu yerda σ - to‘lqinning tarqalish tezligi. U holda

$$x = A \sin \left(t - \frac{y}{\sigma} \right) \quad (4.19)$$

Vaqtning ixtiyoriy paytida to‘lqinning ixtiyoriy nuqtasining siljishini aniqlashga imkon beruvchi (4.19) munosabat *to‘lqin tenglamasi* deyiladi. To‘lqinning bir xil fazadagi ikkita eng yaqin nuqtalari orasidagi (masalan, to‘lqinning ikki qo‘shni cho‘qqisi orasidagi), masofani bildiruvchi *to‘lqin uzunligi* λ tushunchasini kiritib, to‘lqin tenglamasiga boshqacha ko‘rinish berish mumkin. To‘lqin uzunligi tebranishning σ tezlik bilan T davr davomida o‘tgan yo‘liga teng bo‘lishi tushunarli, ya‘ni

$$\lambda = \sigma T = \frac{\sigma}{\nu} \quad (4.20)$$

bu yerda ν - to‘lqinning chastotasi. U holda (4.19) tenglamaga $\sigma = \frac{\sigma}{T}$ ni qo‘yib va $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \nu$ ekanligini nazarga olib, to‘lqin tenglamasining boshqacha ko‘rinishini hosil qilamiz:

$$\begin{aligned} x &= A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{y}{\lambda} \right) = A \sin 2\pi \left(vt - \frac{y}{\lambda} \right) \\ &= A \sin 2\pi \left(\omega t - 2\pi \frac{y}{\lambda} \right) \quad (4.21) \end{aligned}$$

To‘lqinning to‘g‘ri muhit zarralarining tebranishi bilan birga sodir bo‘lgani uchun, to‘lqin bilan birga fazoda tebranishlar energiyasi ham ko‘chayadi. To‘lqinning vaqt birligi ichida nurga perpendikulyar bo‘lgan yuza birligida olib o‘tgan energiyasi *to‘lqin intensivligi* (yoki *energiya oqimining zichligi*) deyiladi. To‘lqin intensivligi ν ning ifodasini hosil qilamiz. Shunday qilib, *to‘lqinning intensivligi muhit zichligi, to‘lqin tezligi, chastotasining kvadrati va amplitudasining kvadratiga proporsionaldir.*

Tayanch iboralar: Tebranish, to‘lqinlar, tebranma harakatlar, garmonik tebranma harakat, garmonik tebranishlarning xarakteristikalari, tebranma harakat dinamikasi, mayatniklar, garmonik tebranishlar energiyasi, majburiy tebranishlar, rezonans hodisasi, to‘lqin jaroyon, to‘lqin turlari, to‘lqin tenglamasi, to‘lqin fronti.

Nazorat savollari.

1. Tebranma harakat nima?
2. Tebrishlani nech xil bilasiz?
3. Garmonik tebranish tenglamasini yozing?
4. So‘nuvchi va majburiy tebranishlar to‘g‘ri sida nimalarni bilasiz?
5. Matematik, fizik va prujinali mayatniklar to‘g‘ri sida nimalarni bilasiz?
6. To‘lqin tenglamasi tushuntiring.
7. To‘lqin uzunligi λ nima?
8. To‘lqin tezligi nima?

§5. Akustika. Hidrodinamika qonunlari.

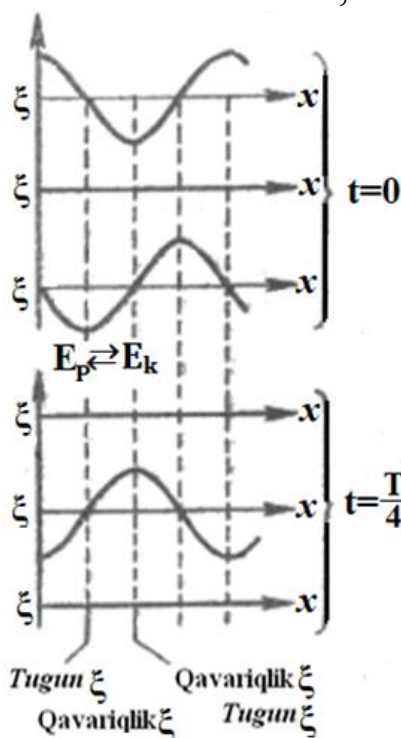
Ikki uchi mahkamlangan tarang torda ko‘ndalang to‘lqinlar uyg‘otilsa, tur-g‘un to‘lqinlar yuzaga keladi. Bunda tor mahkamlangan uchlarida tugunlar butun son marta nisbatda bo‘lgan to‘lqinlargina sezilarli intensivlik bilan yuzaga keladi (-rasm), bundan quyidagi shart kelib chiqadi:

bu yerda l -torning uzunligi. (5.1) to‘lqin uzunliklariga quyidagi chastotalar mos keladi:

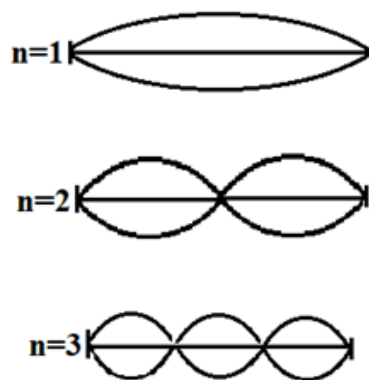
$$v_n = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{2l} n, \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

$$l = n \frac{\lambda}{2} \quad \text{yoki} \quad \lambda_n = \frac{2l}{n} \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (5.1)$$

(v -to‘lqinning faza tezligi, u torning taranglik kuchiga va tor uzunlik birligining massasiga, ya’ni torning chiziqli zichligiga bog‘liq). v_n chastotalar torning xususiy tebranish chastotalari deyiladi. Xususiy chastotalar, ma’lum bo‘lishicha, asosiy



5.1 rasm



5.2 rasam

chastota deb ataluvchi quyidagi chastotaga karrali nisbatda bo‘lar ekan. $n = 2, 3 \dots$ larga mos keluvchi chastotalar obertonlar (birinchi oberton $n = 2$ ga, ikkinchi oberton $n = 3$ ga va hokazo, mos keladi) deb ataladi. Umumiy holda torning tebranishi har xil xususiy chastotali bir necha turg‘un to‘lqinlarning qo‘sxilishidan iborat.

Doppler effekti.

To‘lqin tarqatuvchi manbaa bilan to‘lqin qabul qiluvchi (priyomnik) bir biriga nisbatan vaziyatini o‘zgartirilganda (bir-biriga nisbatan uzoqlashtirilganda yoki yaqinlashtirilganda) manbaadan chiqayotgan chastota bilan priyomnik qabul qilayotgan chastotalar o‘zgarish hodisasi Doppler effekti deb ataladi. Masalan, tajribalardan ma’lumki, poyezd

qo'ng'irog'i ovozinig balandligi platformaga yaqinlashgan sari ortadi, uzoqlashgan sari kamayadi, ya'ni manbaaning (ovoz chiqarayotgan muhitning) priyomnikka nisbatan (quloqqa nisbatan) harakarlani-shida chastotasi o'zgarib boradi.

Faraz qilaylik, elastik muhitda to'liqin manбайдan biror masofada muhitning tebranishlarini sezuvchi (uni biz priyomnik qabul qiluvchi deb ataymiz) qurilma joylashgan bo'lsin. To'liqin manбайдan chiqayotgan to'liqin chastotasi ν_0 ga teng.

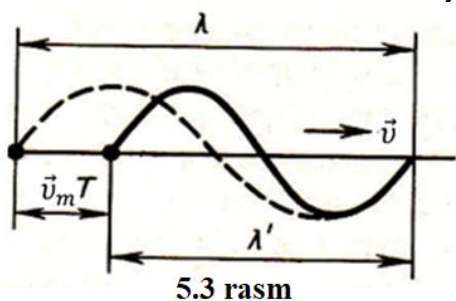
1. Manbaa va priyomnik muhitga nisbatan tinch turgan holatda, ya'ni $\nu_m - \nu_p = 0$ bo'lsin. Agar biz ko'rayotgan muhitda tovush to'liqinining tarqalish tezligi ν bo'tsa, u holda to'liqin uzunligi $\lambda = \nu t = \nu/\nu_0$. Muhitda tarqalayotib, to'liqin priyomnikka yetib boradi va uning ovoz sezuvchi elementida quyidagi chastotaga ega bo'lgan tebranishlarni uyg'otadi:

$$\nu = \frac{\nu}{\lambda} = \frac{\nu}{\nu T} = \nu_0$$

Demak, manbaadan chiqayotgan tovush chastotasi ν bilan priyomnik qabul qilyotgan chastota ν_0 bir xil bo'lar ekan.

2. Priyomnik manbaaga qarab harakatlanayotganda manbaa tinch turgan holat, ya'ni $\nu_p > 0$, $\nu_m = 0$. Bu holda priyomnikka nisbatan to'liqinning tarqalish tezligi $\nu + \nu_p$ bo'ladi. Bunda to'liqin uzunligi o'zgarmaganligi uchun:

$$\nu = \frac{\nu + x_p}{\lambda} = \frac{\nu + \nu_p}{\lambda T} = \frac{(\nu + \nu_p)\nu_0}{\nu}$$



Ya'ni, priyomnik qabul qilayotgan chastota manbaadan chiqayotgan chstotaga nisbatan $\frac{(\nu + \nu_p)}{\nu}$ marta katta bo'lar ekan.

3. Manbaa priyomnikka nisbatan harakatlana-yotgan, priyomnik tinch turgan holat, ya'ni, $\nu_m > 0$, $\nu_p = 0$ bo'lgan holat.

To'liqinning tarqalish tezligi faqat muhitga bog'liq bo'ladi, shuning uchun manbaadan chiqayotgan tebranish) davriga teng bo'lgan vaqtda, manbaa harakatdami yoki yo'qmi priyomnikka qarab νT masofani o'taydi (bu masofa to'liqin uzunligi λ ga teng bu vaqtda manbaa to'liqin yo'nalishida qisqaradi va quyidagiga teng

$$\lambda' = \lambda - v_m T = (v - v_m) T$$

bo‘ladi u holda

$$v = \frac{v}{\lambda'} = \frac{v}{(v - v_m) T} = v_0 \frac{v}{v - v_m}$$

ya’ni priyomnik qabul qilayotgan chastota v , $\frac{v}{(v-v_m)}$ marta ortadi.

Biz ko‘rib chiqqan 2 va 3 vaziyatlarda, agar $v_m < 0$, va $v_p < 0$ bo‘lsa, ishora manfiy bo‘ladi.

4. Manbaa ham priyomnik ham bir-biriga nisbatan harakatlanayotgan holat. 2 va 3 holatlardagi natijalardan foydalangan holda manbaaning tebranish chastotasini umumiy holda yozaylik

$$v = \frac{(v \pm v_p)v_0}{(v \mp v_p)} \quad (5.2)$$

bu yerda surratdagi musbat “+” ishora priyomnikni manbaaga qarab yaqinlashishiga to‘g‘ri keladi, manfiy “-” ishora esa priyomnik manbaadan uzoqlashishiga to‘g‘ri keladi. Mahrajdagi “+” ishora manbaaning priyomnikdan uzoqlashishiga to‘g‘ri keladi, mahrajdagi “-” ishora esa manbaani priyomnikka yaqinlashishiga to‘g‘ri keladi.

Yuqorida keltirilgan formulalardan ko‘rinadiki, Doppler effekti manbaani yoki priyomnikni siljishiga qarab turlicha bo‘ladi.

(5.1) formuladagi v_m va v_m manbaa bilan priyomnikni birlashtiruvchi to‘g‘ri chiziqda yotmasa, u holda tezliklarning shu chiziqqa proyeksiyalarini olish kerak bo‘ladi.

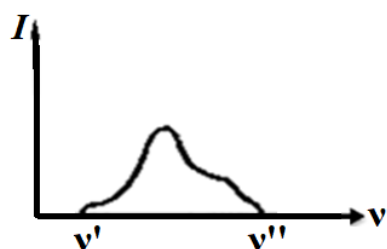
Tovush to‘lqinlari.

Agar havoda tarqalayotgan elastik to‘lqinlarning chastotasi taxminan 16 dan 20000 Hz oralig‘ida bo‘lsa, u holda ular inson qulog‘ida tovush sezgisini uyg‘otadi. Shuning uchun chastotasi ana shu ko‘rsatilgan chegarada yotgan istalgan muhitdagi elastik to‘lqinlar tovush to‘lqinlari yoki to‘g‘ridan-to‘g‘ri tovush deb ataladi. Chastotasi 16 Hz da kichik bo‘lgan elastik to‘lqinlar infratovush deb ataladi; chastotasi 20000 Hz dan katta bo‘lgan to‘lqinlar ultratovush deyiladi. Infra va ultratovushlarni inson qulog‘i eshitmaydi.

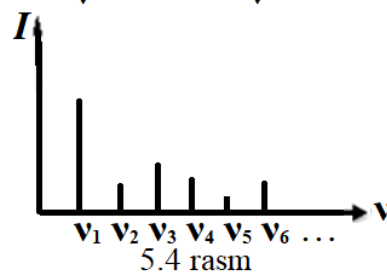
Gaz va suyuqliklardagi tovush to‘lqini faqat bo‘ylama to‘lqin bo‘lishi mumkin va galma-gal keluvchi siqilish va siyraklanishlardan iborat bo‘ladi. Qattiq jismlarda tarqalayotgan to‘lqinlar ham bo‘ylama ham ko‘ndalang bo‘lishi mumkin.

Odamlar qabul qilgan tovushlarni ular-ning yuksakligi, tembri va qattiqligiga qarab bir-biridan farq qiladi. Ana shu har bir subektiv bahoga tovush to‘lqinining aniq fizikaviy karakteristikasi mos keladi.

Har qanday real tovush oddiy garmonik tebranish emas, balki ma’lum chastota-lar to‘plamiga ega bo‘lgan garmonik tebranishlarning yig‘indisidan iborat. Berilgan tovushda ishtirok etuvchi tebranishlar chastotalari to‘plami tovushning akustik spektri deb ataladi. Agar tovush ν' dan ν'' gacha intervaldagi chastotaga ega bo‘lgan tebranishlardan iborat bo‘lsa, u holda spektr tutash spektr deyiladi. Agar tovush ν_1, ν_2, ν_3 va hokazo diskret (yani bir-biridan chekli intervallar bilan ajralgan) chastotali tebranishlardan tashkil topgan bo‘lsa, spektr deyiladi. 4



rasmda tutash (yuqorida) chiziq (pastda) spektrlar tasvirlangan. Abstsissa o‘qi bo‘yicha ν tebranish chastotasi, ordinata o‘qi bo‘yicha uning intensivligi I qo‘yilgan.



Shovqinlar tutash akustik spektrga ega. Chiziq spektrli tebranishlar u yoki bu darajada yuksaklikdagi tovush sezgisini uyg‘otadi. Bunday tovush ohangdor tovush deyiladi.

Ohangdor tovushning yuksakligi asosiy (eng kichik) chastota (5.4 rasmdagi ν_1 chastotaga qarang) bilan belgilanadi. Obertonlarning (yani ν_2, ν_3 va hokazo chastotali tebranishlarning) nisbiy intensivligi tovushning rang-barang-ligini yoki tembrini belgilaydi.

Har xil muzika asboblari uyg‘otadigan tovush-lar turli spektral tarkibga egaligi, masalan, nayni skripka yoki royaldan farqlashga imkon beradi.

Tovush to‘lqinlarining gazlarda tarqalish tezligi

Gazdagi elastik to‘lqin gazning fazoda galma-gal keluvchi siqilish va siyraklashish sohalaridan iborat. Demak, bosim fazoning har bir nuqtasida o‘rtacha p qiymatidan (u to‘lqin yo‘q bo‘lgan sharoitdagi gazning bosimiga teng) davriy ravishda Δp ga og‘ib turadi. Shunday qilib fazoning biror nuqtasidan bosimning oniy qiymatini quyidagi ko‘rinishda yozamiz:

$$p' = p + \Delta p$$

Binobarin bu formuladan tasavvur qilsak tovush to‘lqini zichlikka bog‘liq bo‘larkan. To‘lqin tenglamasi bilan solishtirsak, tovush to‘lqinlarining gazdagi tezligi uchun quyidagi ifodani topamiz:

$$v = \sqrt{\gamma \frac{p}{\rho}} \quad (5.3)$$

(bu yerdagi p va ρ -to‘lqinlanmagan gazning bosimi bilan zichligi ekanligini eslatib o‘tamiz).

Demak, tovushning tezligi gaz bosimi va zichligiga bog‘liq bo‘lar ekan. Odatdagi bosimlarda gazlarning xossalarini ideal gaz holati tenglamasi yaxshi ifodalaydi:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \quad (5.4)$$

bu yerda m – V hajmdagi gazning massasi; μ -gazning molyar massasi. Zichlik $\rho = \frac{m}{V}$ ni (5.4) ga qo‘ysak

$$\rho = \frac{p\mu}{RT}$$

bo‘ladi bu zichlikning ifodasini (5.3) ga qo‘ysak, tovushning gazdagi tezligi uchun quyidagi formulani topamiz:

$$v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{\mu}} \quad (5.5)$$

bu ifodadan tovushning gazdagi tezligi temperaturaga va gazni karakterlovchi γ va μ kattaliklarning qiymatiga bog‘liq bo‘lishini ko‘rish mumkin. Tovushning gazdagi tezligi bosimga bog‘liq emas.

Molekulalar issiqlik harakatining o‘rtacha tezligi quyidagicha ifodalanadi:

$$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}$$

Bu formulani (5.5) bilan taqqoslasak, tovushning gazdagi v tezligi molekulalarning o‘rtacha tezligiga quyidagicha bog‘langanligini ko‘ramiz:

$$v = \langle v_{mol} \rangle = \sqrt{\frac{\gamma\pi}{8}} \quad (5.6)$$

Bu yerda havo uchun $\gamma = 1,4$, xona temperaturasi 290 K, havo uchun $\mu = 29$, universal gaz doimiysi $R = 8,31 J/(kmol \cdot K)$ bo'lsa, (5.5) ga asosan

$$v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{\mu}} = \sqrt{\frac{1,4 \cdot 8,31 \cdot 10^3 \cdot 290}{29}} = 340 \frac{m}{s}$$

v ning biz topgan qiymati tajriba yo'li bilan (334 m/s) topilgan qiymatiga yaqin.

Ultratovush

Bir tomonga yo'nalgan, ya'ni yassi to'lqinga yaqin to'lqin hosil qilish uchun manbaaning (to'lqin tarqatayotgan muhit) o'lchamlari to'lqin uzunligidan ko'ra marta katta bo'lishi kerak. Havoda tovush to'lqinlarining uzunligi taxminan 15m dan 15 mm gacha oraliqda yotadi. Suyuq va qattiq muhitlarda to'lqin uzunligi yana ham katta (bu muhitlarda tovush to'lqinlarining tarqalish tezligi havodagiga qaraganda kattaroq). Amalda ana shunday uzunlikdagi bir tomonga yo'nalgan to'lqin yarata oladigan muhit hosil qilish imkoniyati yo'q. Uzunliklari ancha kichikroq bo'lgan ultratovush to'lqinlarni yaratishga kelsak, ahvol boshqacha. To'lqin uzunligi kichraygan sari to'lqinning tarqalish prosesida difraksiyaning roli ham susaya boradi. Shuning uchun ultratovush to'lqinlarining bir tomonga yo'nalgan dastasini (yorug'lik dastasi kabi) hosil qilish mumkin.

Hozirgi vaqtda ultratovush to'lqinlarini yaratish uchun asosan ikkita hodisa:

teskari piezoelektrik effekt hamda magnitostriksiya hodisalaridan foydalaniladi. Teskari piezoelektrik effekt shundan iboratki, ba'zi bir kristallardan (masalan, kvars, signet tuzi, bariy titanati va boshqalardan) ma'lum usul bilan kesib olingan plastinka elektr maydoni ta'sirida bir oz deformatsiyalanadi (maydon bir tomonga yo'nalganda esa siqiladi). Ana shunday plastinka o'zgaruvchan kuchlanish berilgan metal qoplamlari o'rtasiga joylashtirsak, plastinkaning majburiy mexanik tebranishlarini uyg'otishimiz mumkin. Agar elektr kuchlanishning o'zgarish chastotasi plastinkaning xususiy tebranishlari chastotasiga teng kelsa yuqoridagidek tebranishlar ayniqsa intensivlashadi. Plastinkaning

tebranishlari uni o‘rab turgan suyuq yoki gazsimon muhitga berilib unda ultratovush to‘lqin hosil qiladi.

Magnetostriksiya hodisasi shundan iboratki, ferromagnit moddalar (temir, nikel, ba’zi bir qotishmalar va boshqalar) ularga magnit maydoni ta’sir qilganda bir oz deformatsiyalanadi. Shuning uchun ferromagnit sterjenni o‘zgaruvchan magnit maydoniga (masalan, o‘zgaruvchan to‘k oqayotgan g‘altak ichiga) joylashtirib unda mexanik tebranishlar uyg‘otish mumkin. Bu tebranishlar rezonans sharoitida ayniqsa intensiv bo‘ladi.

Bir tomonga yo‘nalgan ultratovush dastalari suvda lokatsiya (predmetlarni topish va ulargacha bo‘lgan masofalarni aniqlash) ishlari olib borishda keng qo‘llaniladi. Ultratovush lokatsiyasi haqidagi fikrni birinchi bo‘lib fransuz fizigi P.Lanjeven (1872-1946) o‘rtaga tashlagan va birinchi jahon urushi vaqtida suv osti kemalarini payqash uchun asbob ishlab chiqqan edi. Hozirgi vaqtda ultratovush lokatorlari aysberglarni, baliq galalarini va hokazolarni payqay oladi.

Shu narsa ma’lumki, qichqirgandan so‘ng aks sadoning, ya’ni to‘siqdan, qoyadan, o‘rmondan, quduqdagi suvning sathidan va hokazolardan qaytgan tovushning qaytib kelishi uchun ketgan vaqtni aniqlab va bu vaqtning yarmini tovush tezligiga ko‘oaytirib to‘siqqacha bo‘lgan masofani topish mumkin. Yuqorida eslatilgan lokator, shuningdek chuqurlikni o‘lchash va dengiz ostining relefini aniqlash uchun ishlatiladigan exolot ana shu prinsipga asoslanib tuzilgan. Kemaga o‘rnatilgan nurlatkich vertikal yo‘nalishda qisqa ultratovush to‘lqinlari yuboradi. Dengiz ostidan qaytgan impulslar priyomnik tomonidan qayd qilinadi. Impuls jo‘natilgan payt bilan uni qaytib qabul qilish payti orasida o‘tgan vaqtga asosan chuqurlik hisoblab topiladi.

Ultratovush lokatsiyasi usuli ko‘rshapalakka qorong‘uda uchgan vaqtda to‘g‘ri yo‘l topishga imkon beradi. Ko‘rshapalak davriy ravishda ultratovush chastotali impulslar chiqarib turadi va eshitish organi yordamida qabul qilib katta aniqlik bilan o‘zini o‘rab turgan predmetlarga bo‘lgan masofani aniqlaydi.

1928-yilda Rus olimi S.Y.Sokolov ultratovushni defektoskopiya, ya’ni buyumlarning nuqsonlarini (defektlarini) topish uchun qo‘llash usulini taklif etgan. Agar nuqsonning o‘lchamlari to‘lqin uzunligidan katta bo‘lsa, u vaqtda ultratovush impuls nuqsondan orqaga qaytib keladi. Buyumga ultratovush impulslarini yuborish va qaytgan

impulslarni qayd qilish orqali faqat buyumlarda nuqsonlar borligini bilibgina qolmasdan, bu nuqsonlarning o'lchamlarini va ular qayerda joylashganligini ham aniqlash mumkin. Sokolov va boshqa olimlar ishlab chiqqan ultratovush defektoskopiyasi usuli tobora keng qo'llanilmoqda.

Ultratovush to'liqlar katta intensivlikka ega bo'lganligi va o'zi o'tayotgan muhitda bosimni kuchli tebrantirganligi tufayli qator o'ziga xos hodisalarni yuzaga keltiradi. Bularga: suyuqlikda suzib yurgan zarralarning maydalanishi, emulsiyalar hosil bo'lishi (bir suyuqlik ichida u bilan aralashmaydigan ikkinchi suyuqlikning mayda tomchilarining suzib yurishi), diffuziya, erish proseslarining tezlashishi, kimyoviy reaksiyalarning faollashishi va hokazolar kiradi.

Tovush.

Barcha tirik jonzot uchun tovushning ahamiyati katta. Ba'zi jonzotlar uchun

Bu aloqa vositasi bo'tsa, boshqa jonzotlarning rivojlanishiga ahamiyati kattadir. Tovush deganda chastotasi 16Hz dan 20kHz gacha bo'lgan elastik to'liqlar tushuniladi. Tovush xossalari fizikaning akustika bo'limida o'rganiladi.

Akustika - eng past chastotali tebranishlardan boshlab, o'ta yuqori ($10^{12} - 10^{13}$ Hz) chastotali elastik to'liqlarni o'rganuvchi fizikaning bir bo'limidir. Umuman olganda akustika tovush haqidagi ta'limot bo'lib, odam qulog'i qabul qila oladigan gazlar, suyuqliklar va qattiq jismlardagi elastik tebranishlar va to'liqlarni o'rganadi. Gaz va suyuqliklarda bo'ylama, qattiq jismlarda esa ham bo'ylama, ham ko'ndalang to'liqlar tarqaladi.



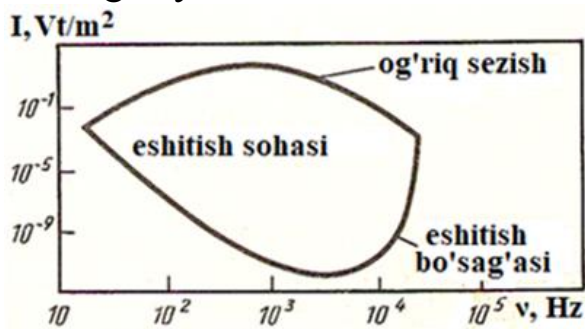
Tovush intensivligi deb, tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar birlik yuzadan birlik vaqt ichida olib o'tilgan energiyaga aytiladi.

$$I = \frac{W}{St} \left(\frac{Vt}{m^2} \right) \quad (5.7)$$

Har bir inson qulog'ining eshitish qobiliyati har xildir. Har bir tovush tebra-nish chastotasi uchun eng kichik intensivlik (eshitish

chegarasi) va ogʻriq sezish chegarasi mavjud (5.5-rasm). Tovushlarni quyidagicha ajratish qabul qilingan. Tonlar va musiqiy tovushlar, shovqinlar, tovushiy zarbalar. Ton deb - davriy jarayondan iborat tovushga aytiladi. Shovqin deb - vaqt davomida

takrorlanmaydigan murakkab munosabatlar bilan ajraluvchi tovushga aytiladi. Tovushiy zarba deb, tovushning qisqa vaqtdagi taʼsiriga aytiladi.



5.5 rasm. Odam qulogʻi eshitish soxasi

Normal odam qulogʻi ancha keng diapazondagi tovush intensivligini qabul qiladi. M: 1kHz chastotada $I_0 = 10^{-12} \text{ Vt/m}^2$ dan $I_m = 10 \text{ Vt/m}^2$ gacha. Bunda I_0 - eshitish chegarasidagi intensivlik, I_m -ogʻriq sezish chegarasidagi tovush intensivligi. Bu intensivliklar

nisbati 10 ga teng. Har qanday tovush oddiy garmonik tebranishlar toʻplami emas, balki maʼlum chastotalar toʻplamiga ega boʻlgan garmonik tebranishlarning yigʻindisidan iboratdir.

Berilgan tovushda ishtirok etuvchi tebranishlar chastotalari toʻplami tovush-ning akustik spektri deyiladi. Tembr-tovushning boshlanishi va oxiridagi amplituda oʻzgarishini xarakterlaydi.

Tovushning fiziologik xossalari

Tovushning fiziologik xossalaridan biri bu tovushning quloqqa beradigan bosimidir va bu bosim quyidagi formula bilan aniqlanadi

$$P = \sqrt{2I \cdot \rho \cdot v} \quad (5.8)$$

bunda I -tovush intensivligi, ρ - muhit zichligi, v -tovush tezligi. Yuqorida aytib oʻtilganidek, tovush intensivligi juda keng diapazonga ega. Shu sababli logarifmik shkaladan foydalaniladi. I_0 ning qiymatini shkalaning boshlangʻich darajasi qilib olib, boshqa istalgan intensivlikni uning I_0 ga nisbatan oʻnli logarifmi orqali ifodalash mumkin. Bu ishni Veber-Fexner amalga oshirgan sababli unga Veber-Fexnerning psixofizik qonuni deyiladi.

$$L = K \lg \frac{I}{I_0} \quad (5.9)$$

Bunda L - tovush qattiqligi deyiladi, K -proporsionallik koeffisienti. Bu qonunga binoan tovush intensivligi 1000ga o'zgarsa, uning qattiqligi ($\lg 1000=3$) 3 marta o'zgaradi. Ikki intensivliklar nisbati Bellarda o'lchanadi. Masalan: intensivliklar nisbati $4B$ bo'lganda qattiqlik $\lg \frac{I}{I_0} = 4$ yoki $I = I_0 \cdot 10^4 = 10^8 \text{ Vt/m}^2$ bo'ladi. Amalda tovush qattiqligi Bellarda emas, balki undan kichikroq bo'lgan desibellarda (dB) o'lchanadi. U holda (5.9) quyidagi ko'rinishda yoziladi

$$L_{dB} = 10 \lg \frac{I}{I_0} \quad (5.10)$$

Demak, 1 dB , $\frac{I}{I_0} = 10^{dB/10} = 1,26$, 20 dB -intensivlik 100 marta kamayishini

ko'rsatadi. Intensivlik $10 \frac{J}{m^2s}$ bo'lsa, u tovush sifatida eshitilmaydi va quloqda og'riq seziladi. Desibellarga asoslanib eshitish sohasini 0 dan 120 DB oralig'igacha bo'ladi deb aytish mumkin. 120 dB dan yuqorisi shovqin hisoblanadi.

Tovush ovoz chiqarish apparati ovoz bo'ylamlari, yumshoq tanglay, lablar tebranishlari tufayli hosil bo'ladi. Tovush hosil qilishda havo yo'llari (yutqim, og'iz va burun bo'shliqlari, o'pka, bronx, traxeya) ishtirok qiladi. Ovozni qabul qiluvchi organ quloqdir. Quloqda membrana mavjud bo'lib, uning asosiy qismi har xil uzunlik va qalinlikda bo'lgan elastik tolalardan iborat, ularning soni 20 mingdan ortiq bo'ladi. Tovushni sezish qattiqlikdan tashqari yuksaklik bilan ham xarakterlanadi.

Tovush yuksakligi - tovush sifatini aniqlovchi harakteristika bo'lib, odamning eshitish organi orqali subyektiv ravishda aniqlanadi va u chastotaga bog'liqdir.

Chastota oshishi bilan yuksaklik oshadi, ya'ni tovush «yuqori» bo'ladi.

Gidrodinamika qonunlari

Gidrodinamika-bu uzluksiz muhit mexanikasi bo'lib, siqilmaydigan suyuqlik-lar va siqilmaydigan suyuqliklarning qattiq jismlar bilan ta'sirini o'rganadigan fizikaning bo'limidir.

Gidrodinamikaning asosiy vazifasi berilgan tashqi kuch ta'sirida harakatlana-yotgan suyuqlik tezligi, bosimi va zichligini aniqlashdir.

Suyuqlik harakatini tavsiflash uchun uning har bir zarrasi holatini vaqt fraksiyasi sifatida qarash kerakligi haqidagi nazariyani dastlab Lagranj va asosiy gidrodinamik usulni Eyler ishlab chiqqan.

Suyuqlik va gazlarning qattiq jismlardan farqi qiladigan asosiy tomoni ularning oquvchanligidir. Suyuqlik zichligini bosimga bogʻliqligini eʼtiborga olmasa ham boʻladigan suyuqlik siqilmaydigan suyuqlik deb qabul qilish mumkin, aks holda yaʼni zichligini bosimga bogʻliqligini eʼtiborga olmaslik mumkin boʻlmagan suyuqlik siqiladigan suyuqlik deyiladi.

Suyuqlik zichligi faqat bosimga bogʻliq boʻlgan suyuqlik barotrop suyuqlik deyiladi.

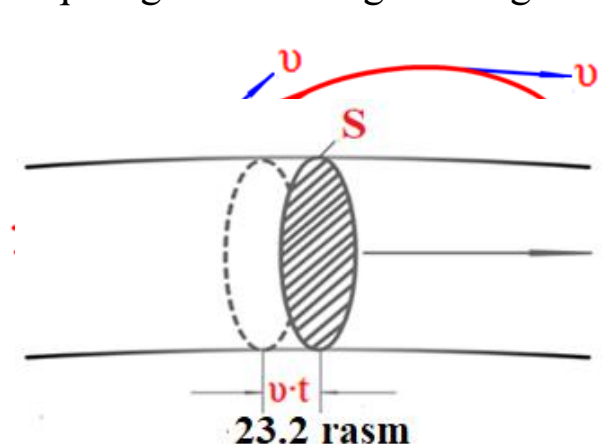
Ichki ishqalanishi boʻlmagan xayoliy suyuqlik ideal suyuqlik deyiladi.

Uzluksiz muhitni zarrachalari hajmga nisbatan juda kichik, ammo molekulalar orasidagi masofadan bir necha barobar kattadir. Shuning uchun suyuqlik zarrachalarini nuqtaviy deb qabul qilish mumkin.

Haroratdagi biror siqilmaydigan suyuqlik ichidagi hajmdan fikran bir qancha nuqtalar belgilab, ayni shu nuqtada boʻlgan suyuqlik zarralarining harakat tezligini vektorlar bilan tasvirlaymiz. Bu chiziqlarning har bir nuqtasidagi oʻrinma suyuqlik zarralarining harakat tezligi vektori bilan ustma-ust tushsin. Bunday chiziqlar oqim chiziqlari deyiladi. Agarda suyuqlikning tezligi qaralayotgan hajmining har bir nuqtasida vaqt toʻgʻri bilan oʻzgarmasa, bu suyuqlikning harakati barqaror harakat deyiladi.

Barqaror harakatda suyuqlik zarralarining trayektoriyasi oqim chiziqlari bilan mos keladi.

Suyuqlik barqaror harakatlani-shi uchun uni harakatga kelti-ruvchi kuch vaqt toʻgʻri bilan oʻzgarmasligi kerak.



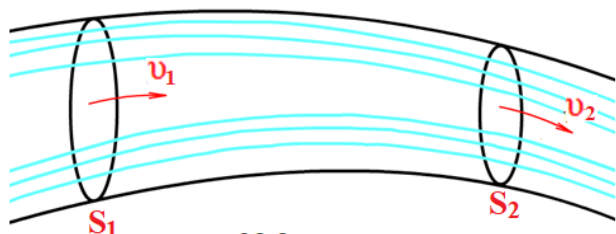
Harakatlanayotgan suyuqlikda oqim chiziqlari kesishmaydi. Oqim chiziqlari bilan chegaralangan hajmning yon sirtlaridan suyuqlik oʻta olmaydi va bu hajm gʻuyoki suyuqlik oʻta olmaydigan devorli nayga oʻxshab qoladi. Shuning uchun oqim chiziqlari bilan chegaralangan suyuqlik hajmi oqim

nayi deyiladi.

Ko'ndalang kesim yuzasi qisqarib beruvchi oqim nayini olib ko'raylik.

Suyuqlik oqish tezligi v_1 bo'lgan S_1 va suyuqlikning oqish tezligi v_2 bo'lgan S_2 kesimli holatlariga ko'rib chiqaylik.

Suyuqlik uzulmagan yon tomonlarga o'tmagani va siqilmagani uchun Δt vaqt oralig'ida bu kesimlardan bir xil hajmdagi, bir xil massali Δm suyuqlik o'tadi. Keng kesimdan oqib o'tayotgan suyuqlik hajmining shakli asosan S_1 va balandligi $v_1 \Delta t$ bo'lgan silindr shaklida bo'ladi va



23.3 rasm

$S_1 v_1 \Delta t$ ga tengdir.

Xuddi shuningdek tor kesimidan oqib o'tayotgan suyuqlikning hajmi $S_2 v_2 \Delta t$ ga tengdir. U holda

$$S_1 v_1 = S_2 v_2 \quad \text{binobarin} \quad \frac{v_1}{v_2} = \frac{S_1}{S_2}$$

kesimlar ixtiyoriy tanlangani

uchun

$$Sv = const \quad (23.1)$$

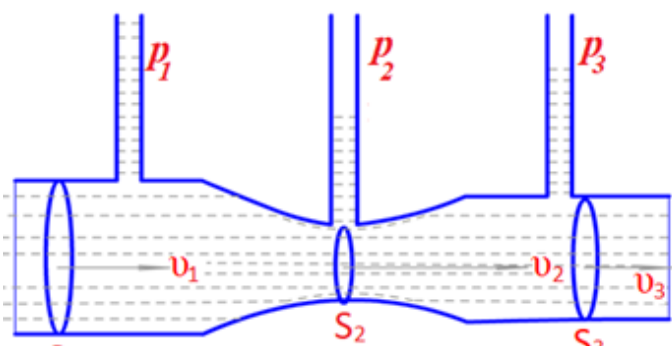
deb yozish mumkin va bu munosabat oqimning uzluksizlik tenglamasi deyiladi.

Uzluksizlik tenglamasi gidrodinamikada massa saqlanish qonunining matematik ifodasidir.

Berilgan oqim nayi uchun, nay ko'ndalang kesim yuzining suyuqlikning oqish tezligiga ko'oytmasi o'zgarmas kattalikdir.

$vS = Q$ kattalik, birlik vaqt ichida oqim nayi ko'ndalang kesim yuzasidan oqim

chiquvchi suyuqlik miqdori suyuqlik sarfi ham deb yuritiladi hamda o'zgaruvchan kesimli hududlarda oqim tezligini ham aniqlash imkonini



23.4 rasm

beradi.

Suyuqlik oqimining uzluksizlik tenglamasi suyuqlik siqilishini e'tiborga olmagan hollar uchun o'rinlidir.

Bu tenglama faqat oqim nayi uchungina emas har qanday real quvur, daryo yoki

ariqlar o'zani uchun ham o'rinlidir. Ushbu tenglamaga muvofiq daryo

o‘zanining mayda va tor qismlarida oqim tezligi keng va chuqur qismlaridagidan katta bo‘ladi.

Oqim nayining tor joylarida oqim tezligi katta bo‘ladi va rasmda ifodalanishida oqim chiziqlari zich bo‘ladi.

Bernulli tenglamasi.

Faraz qilaylik o‘zgaruvchan kesimli qiya oqim nayi (yoki real quvur) bo‘ylab

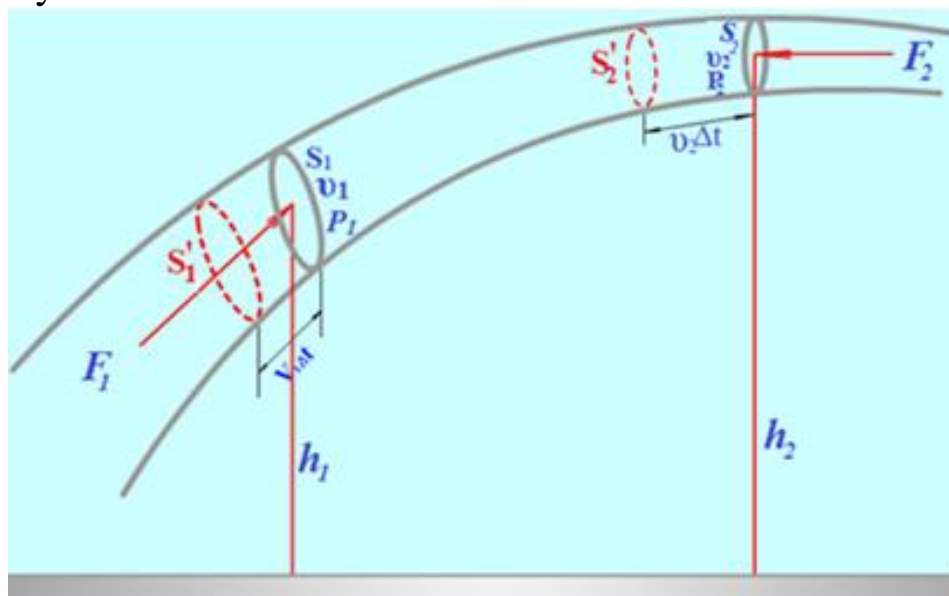
ΔV hajmli va Δm massali suyuqlik A holatdan B holatga oqib o‘tayotgan bo‘lsin. Hajmning kichikligini e‘tiborga olib suyuqlik zarralari bir xil sharoitda deb qabul qilish mumkin.

A holatda suyuqlik bosimi p_1 va tezligi v_1 hamda boshlang‘ich holatdan h_1 balandlikda bo‘lsin.

B-holatda esa mos ravishda $p_2 v_2 h_2$ bo‘lsin. Ushbu holatlarda oqim nayining ko‘ndalang kesim yuzasi mos holda S_1 va S_2 bo‘lsin.

Suyuqlik hajmi $\Delta V = S_1 l_1 = S_2 l_2$ ga teng bo‘ladi. Suyuqlik hajmining kichikligi tufayli quvur ko‘ndalang kesimi yuzalari S_1 va S_2 ni l_1 va l_2 kesimlarda o‘zgarishsiz deb qabul qilish mumkin.

Δm massali suyuqlikning quvur bo‘ylab harakati tashqi bosim kuchi tufayli



24.1 rasm

ro‘y beradi. Tashqi bosim kuchi F_1 oqib kiruvchi massani $v_1 \Delta t$ yo‘lda siljitishda ΔA_1 ishni bajaradi, ayni shu vaqtda oqib chiquvchi massa tashqi F_2 bosim kuchiga qarshi $v_2 \Delta t$ yo‘lda ΔA_2 ish bajaradi. Shuning

uchun $\Delta A_1 = F_1 v_1 \Delta t$, $\Delta A_2 = F_2 v_2 \Delta t$ izlanayotgan ish esa $\Delta A = \Delta A_1 + \Delta A_2 = F_1 v_1 \Delta t - F_2 v_2 \Delta t$.

Bu ish A holatda B holatga o'tuvchi Δm massaning kinetik va potensial energiyalarining o'zgarishiga sarf bo'ladi.

$$\Delta W = \frac{mv_2^2}{2} + mgh_2 - \frac{mv_1^2}{2} + mgh_1$$

Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra, energiyaning o'zgarishi Δm massa-ning siljitishda tashqi kuchlar bajargan ΔA ishga teng bo'lishi kerak.

$$\Delta W = \Delta A$$

Quyidagini nazarga olib $F_1=p_1 \cdot S_1$ va $F_2=p_2 \cdot S_2$ quyidagicha yozish mumkin.

$$\Delta A = p_1 S_1 v_1 \Delta t - p_2 S_2 v_2 \Delta t$$

Bundagi $S_1 v_1 \Delta t = S_2 v_2 \Delta t = p_1 S_1 v_1 \Delta t = \Delta V$ bu yerda ΔV – ko'rilayotgan massalarning har birining hajmi. Shuning uchun $\Delta A = p_1 \cdot \Delta V - p_2 \cdot \Delta V$ va

$$p_1 \cdot \Delta V - p_2 \cdot \Delta V - \left(\frac{mv_2^2}{2} + mgh_2 \right) - \left(\frac{mv_1^2}{2} + mgh_1 \right)$$

Binobarin, ushbu tenglama hadlarini qayta guruhlaganimizdan keyin quyida-gini hosil qilamiz;

$$\frac{mv_2^2}{2} + mgh_2 + p_2 \cdot \Delta V = \frac{mv_1^2}{2} + mgh_1 + p_1 \cdot \Delta V$$

Bu tenglikni ikkala tomonini ΔV ga bo'lib va $m/\Delta V = \rho$ suyuqlik zichligi ekanligini nazarga olib quyidagicha yozish mumkin.

$$\frac{\rho v_2^2}{2} + \rho gh_2 + p_2 = \frac{\rho v_1^2}{2} + \rho gh_1 + p_1$$

A va B holatlar ixtiyoriy olingani uchun oqim nayining har qanday joyida quyidagi shart saqlanib qoladi.

$$\frac{\rho v^2}{2} + \rho gh + p = const$$

D.Bernulli 1738 yilda aniqlagan bu munosabat **Bernulli tenglamasi** deb yuritiladi.

Tenglamaning chap qismini bosim kattaliklari deb qarash mumkin. p statik bosim, $\frac{\rho v^2}{2}$ dinamik bosim, ρgh gidravlik bosim deyiladi. Binobarin, Bernulli tenglamasini quyidagicha ta'riflash mumkin.

Siqilmaydigan ideal suyuqlikning barqaror oqimida dinamik, gidravlik va statik bosimlarning yig'indisidan iborat to'liq bosim oqimning har qanday kesimida ham o'zgarmasdir.

Suyuqliklar uchun yopishqoqlik keffisientning birligi $Pa \cdot s$

$$\frac{N}{m^2} \cdot s = \frac{kg \cdot m/s^2}{m^2} s$$

= $\frac{kg}{m \cdot s}$ ga teng yoki Puzlar $\left((Puaz) P = \frac{g}{cm \cdot s} \right)$ da o'lchanadi.

$$1Pa \cdot s = 10P (Puaz).$$

xalqaro birliklar tizimi «SI» dagi birligi sifatida shunday suyuqlikning yopishqoqligi qabul qilinishi kerakki, tezlik gradienti bo'lgan holda mazkur suyuqlikning ikki bir-biriga tegib turgan qatlami orasidagi $S = 1m^2$ sirtida $1N$ ga teng ichki ishqalanish kuchi vujudga keladi. Bu birlik paskal-sekund ($Pa \cdot s$) deb ataladi.

Tayanch iboralar: tovush manbalari va uni qabul qilgichlar, tovushning turli muhitlarda tarqalishi, tovush tavsifi, qattiqligi, balandligi, tembri, tovushning qaytishi, aks-sado, musiqiy tovushlar, shovqinlar, ultratovush tebranishlari, ultratovushning manbalari, fizikaviy xossalari, infratovush va uning xossalari, tovush va salomatlik, gazlarda ko'chish, ideal suyuqlik oqimi, qovushqoq suyuqlik oqimi, Nyuton formulasi, ichki ishqalanish koefitsienti va uni aniqlash usullari, Puazeyl va Stoks qonunlari, Bernulli tenglamasi.

Nazorat savollari.

1. Akustika nimani o'rganadi?
2. Tovush deganda nimani tushunasiz?
3. Tovush manbalari necha xil bo'ladi?
4. Tovushning qanday ob'yektiv va sub'yektiv xarakteristikalarini bo'ladi?
6. Ultratovush va infratovush qanday xususiyatlarga ega?
7. Yopishqoqlik kuchi qanday sodir bo'ladi?
8. Yopishqoqlik koefitsientiga ta'rif bering.
9. Nyuton formulasini tushuntirib bering.
10. Kinematik yopishqoqlik nimani ifodalaydi?
11. Reaksiya kuchlari qanday hosil bo'ladi?

3-BOB

§6. Molekulyar kinetik nazariya asoslari. Ko‘chish hodisalari. Diffuziya.

Barcha jismlarning eng mayda zarralar-atomlardan iborat ekanligi haqidagi tasavvur eng qadim zamonlardayoq paydo bo‘lgan va grek faylasufi Demokrit tomonidan yetarlicha aniq aytilgan edi (eramizdan oldingi V asr). Biroq keyinchalik bunday atomistik dunyoqarash unutilib yuborilgan edi, faqat XVII asrning ikkinchi yarmida Boyl uni qayta tikladi va keyinchalik esa XVIII-XIX asrlarda Lomonosov, Dalton, Krening, Bo‘lsman, Maksvell va boshqalar tomonidan ilmiy nazariya sifatida ishlab chiqilib, klassik molekulyar-kinetik nazariya deb nomlandi. Bu nazariya quyidagi qoidalarga asoslangan.

1. Barcha moddalar juda mayda alohida zarralar – molekulalardan iborat. Ayni moddani tashkil qiluvchi molekulalari mutlaqo bir xildir. Turli moddalar esa turli molekulalardan iborat. Tabiatda moddalarning haddan tashqari ko‘p turlari mavjud bo‘lganligi uchun molekulalar turlarining soni ham juda ko‘pdir. (Molekula massani anglatuvchi lotincha so‘zning qisqartirish ma’nosini anglatadi.)

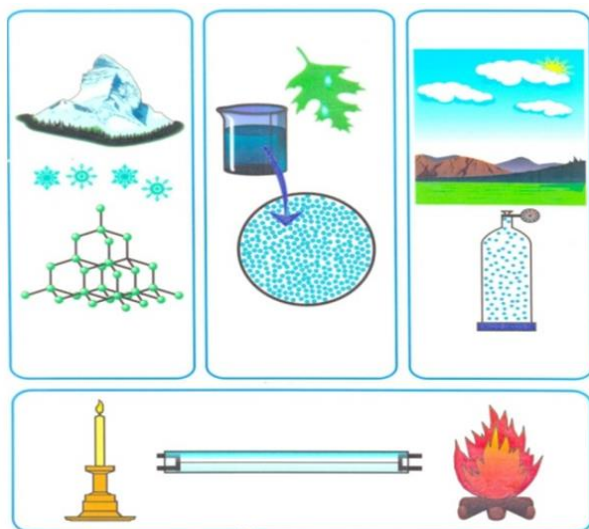
Molekulalar o‘z navbatida yana ham mayda zarralar – atomlardan tashkil topgan. Turli atomlarning soni unchalik ko‘p emas va kimyoviy elementlar hamda ularning izotoplari soniga teng. Uncha ko‘p bo‘lmagan sondagi bu atomlarning turli kombinatsiyalari barcha tur molekulalar to‘plamini hosil qiladi. Molekula- moddaning barcha kimyoviy xossalarini o‘zida mujassamlashtirgan eng kichik zarradir.

Atomlarning o‘zi ham modda bo‘linishining chegarasi emas, ularning o‘zi elektr jihatdan musbat zaryadlangan yadro va bu yadroni o‘rab olgan manfiy zaryadli elektron qobig‘idan iborat juda murakkab birikmalardir. Biroq klassik molekulyar – kinetik nazariya atomlarning tuzilishi haqidagi masalaga tegishli emas, bu nazariya atomlarni sferik shakldagi qattiq zarralar deb soddalashtiradi.

Atomlar va molekulalarning o‘lchamlari (diametrlari) o‘rtacha ($10^{-8} \div 10^{-7}$)cm ga yaqin. Buni tasavvur qilish uchun, 10 millionlab molekulani to‘g‘ri chiziq bo‘ylab bir-biriga taqab qo‘yilsa uzunligi 1–10 mm gagina bo‘lgan molekulyar zanjir ya’ni optikaviy mikroskopda

ko‘rinadigan zarradan yuz million marta kichik. Atom va molekularlar o‘lchamlari shunchalik kichik bo‘lgani uchun fizik jismda ularning soni nihoyatda ko‘p bo‘ladi. Haqiqatan ham, masalan, bir tomchi suvda $3 \cdot 10^{19}$ ga yaqin molekula bo‘ladi.

2. Jism molekulari orasida bir vaqtda o‘zaro tortishish (tutinish) kuchlari va o‘zaro itarishish kuchlari ta‘sir qiladi. Bunda itarishish kuchlari masofaning ortishi bilan tortishish kuchlariga qaraganda tezroq kamayadi. Faqat ana shu holdagina bir-biridan ma‘lum masofada turgan molekular turg‘un muvozanatda tura oladi (muvozanat vaziyatida tutinish kuchlari itarishish kuchlariga teng bo‘ladi). Agar biror sababga ko‘ra molekular muvozanat masofasida (ya‘ni turg‘un muvozanatga to‘g‘ri keluvchi masofadan) kichik masofaga yaqinlashsa, u holda itarishish kuchlari tortishish kuchlaridan zo‘r keladi va molekular orasida muvozanat masofasini tiklaydi.



6.1 rasm

Aksincha, masalan, biror tashqi sabab tufayli molekular muvozanat masofasidan uzoqlashib qolsa, tortishish kuchlari zo‘r kela boshlaydi va molekularni muvozanat masofasiga keltiradi. Eksperimental va nazariy tadqiqotlarga muvofiq molekulararo f o‘zaro ta‘sir kuchlari molekular orasida r masofaning n -darajasiga teskari proporsionaldir:

$$f = \frac{1}{r^n}$$

Bu formulada tortishish kuchlari uchun $n = 7$, itarishish kuchlari uchun esa uning qiymati 9 dan 15 gacha boradi. Haqiqatdan ham, bu kuchlar molekular orasidagi masofaning ortishi bilan kamayadi, unda itarishish kuchlari ayniqsa tez kamayadi. 2-rasmda molekular orasidagi masofaga bog‘liq holda o‘zaro ta‘sirining taxminiy xarakteri tasvirlangan. Absissalar o‘qi bo‘ylab r masofa, ordinatalar o‘qi bo‘ylab molekular orasidagi itarishish kuchlari f_0 va tortishish kuchlari m shuningdek, ularning natijaviy kuchi F qo‘yilgan. Bunda itarishish kuchlari musbat deb, tortishish kuchlari esa manfiy deb olingan.

Shunday qilib, har bir r masofa uchun natijaviy kuch $F = f_o - f_m$ va uning musbat qiymatlari molekulalarning itarishishiga, manfiy qiymatlari esa tortishishiga mos keladi.

Molekulalar orasidagi muvozanat masofasi $r_o = 3 \cdot 10^{-8} cm$ ga yaqin bo'lishi ma'lum, chunki shu masofada $F = 0$, $r \leq 3 \cdot 10^{-8} cm$ bo'lganda itarishish kuchlari katta bo'ladi $F > 0$, $r \geq 3 \cdot 10^{-8} cm$ bo'lganda esa tortishish kuchlari katta bo'ladi ($F < 0$). Agar molekulalar orasidagi masofa $r \approx 1,5 \cdot 10^{-7} cm$ bo'tsa, molekulalararo kuchlar amalda ta'sir qilmay qo'yadi ($F \rightarrow 0$). Shunday qilib, molekulalararo o'zaro ta'sir ularning markazlari orasidagi masofa molekulalarning xususiy o'lchamlariga teng masofalarda namoyon bo'lar ekan.

Endi molekulalarining o'zaro ta'sir potensial energiyasi W_p ning ular orasidagi masofaga bog'liqlik xarakterini aniqlaylik. Bir - biridan cheksiz masofada turgan molekulalarning tortishish kuchlarning potensial energiyasini nolga teng deb olishni shartlashib olamiz. Shuning uchun $r \rightarrow 0$ da $W_p \rightarrow 0$ bo'ladi. Agar molekulalar bir - biridan $1,5 \cdot 10^{-7} cm$ masofada bo'tsa, tortishish kuchlarining ishi hisobiga ular o'zaro yaqinlashadi, bunda molekulalarning potensial energiyasi kamayadi va $r = r_o$ bo'lganda ($F = 0$) da (W_p) min minimal qiymatiga erishadi. Molekulalarning yanada yaqinlashishi faqat itarishish kuchlariga qarshi bajarilgan ish hisobigagina bo'ladi. Bunda molekulalarning potensial energiyasi keskin orta boshlaydi. Natijada molekulalarning o'zaro ta'sir potensial egri chizig'i $r = r_o$ da minumumga ega bo'ladi. Demak, molekulalarning turg'un muvozanat vaziyati ularning potensial energiyasi minimumiga to'g'ri keladi.

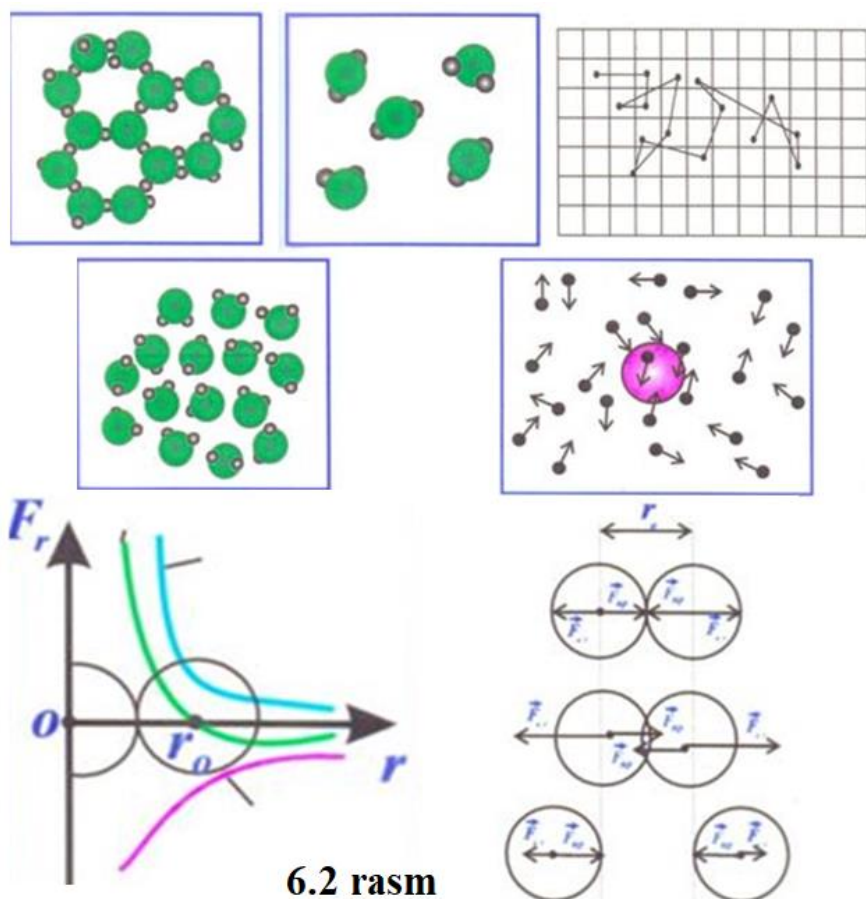
Molekulalar harakatining realligini eng ishonchli tasdiqlaridan biri Broun harakati deb atalgan hodisa bo'lib, uni ingliz botanigi Broun 1827 yilda suvdagi eng kichik muallaq sporalarni o'rganishda kashf qilgan.

3. Jismni tashkil qilgan molekulalar uzluksiz tartibsiz harakat holatida bo'ladi. Bunday harakatda molekulalar bir-biri bilan to'qnashib o'z tezliklarini yo'nalish jihatidan ham, katta jihatidan ham o'zgartiradi. Albatta to'qnashish so'zini bevosita to'qnashish deb tushunmaslik kerak, chunki molekulalarning o'zaro yaqinlashishida itarishish kuchlari keskin ortishi to'sqinlik qiladi. Biroq bu kuchlarning ta'siri xuddi odatdagi to'qnashish singari natijaga olib keladi, ya'ni yaqinlashgan molekulalar

bir-biridan sapchib orqaga qaytadi. Molekulaning xaotik harakati issiqlik harakati deb ataladi.

Molekulalarning jismdagi harakat tezligi uning temperaturasi bogʻliq: bu tezlik qancha katta boʻlsa, jismning temperaturasi shuncha yuqori boʻladi. Shunday qilib, molekulalarning harakat tezligi jismning issiqlik holatini, uning ichki energiyasini kattaligini belgilaydi, shuning uchun molekulalarning xaotik (tartibsiz) harakatini issiqlik harakati deb ham yuritiladi. Jismni tashkil qilgan molekulalar va atomlarning kinetik energiyasi va ularning oʻzaro taʼsir potensial energiyalari jismning ichki energiyasini tashkil qiladi.

Issiqlik harakati intensivligi ortgan sari molekulalar orasidagi oʻrtacha masofa



6.2 rasm

ortadi, tortishish kuchlari kamayadi. Jismning qattiq holatidan suyuq holatga toʻgʻri shu jarayonga mos keladi. Ancha intensiv issiqlik harakatida molekulalar orasidagi oʻrtacha masofa shuncha katta $> 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ cm}$ boʻlishi mumkinki, itarishish kuchlari amalda taʼsir qilmay qoʻyadi. Bunda jism gazsimon holatga oʻtadi. Shunday qilib, moddaning mumkin boʻlgan uch agregat holatdan qaysi birida: qattiq

holatda, suyuq holatda yoki gazsimon holatda bo'lishi molekulalar issiqlik harakatining intensivligiga va tashqi sharoitlarga bog'liq bo'ladi.

Bu formulani statistik usul yordamida chiqardik: mikroskopik tizim (gaz) ni sondagi tartibsiz harakat qilayotgan molekulalar yig'indisi deb oldik, tizimning makroskopik xarakteristikasi – gazning bosimini – mikroprosess xarakteristikasi o'rtacha qiymati orqali, ya'ni gaz molekulalarining ilgarilanma harakati kvadratik tezliklarining o'rtachasi yoki o'rtacha kinetik energiyasi bilan ifodaladik.

Ideal gaz molekulalari bir-biri bilan o'zaro ta'sirlashmaydi, binobarin, ularning potensial energiyasi bo'lmaydi. Shuning uchun ideal gaz molekulalarining butun energiyasi faqat ilgarilanma harakat va aylanma harakat kinetik energiyalaridan iboratdir.

Ko'p sonli zarrachalardan tashkil topgan sistemalar xolatini statistik qonuni-yatlar bilan aniqlanadi. Buning uchun fizik kattaliklarni o'rtacha qiymati olinadi. Aloxida zarralar xarakterini tavsiflaydigan qonuniyat (dinamik qonuniyatlar) lar bilan statistik qonuniyatlar orasidagi bog'lanish shundan iboratki, statistik fizika o'rganadigan makroskopik sistemalar xossalari aloxida zarralar xarakter qonunlariga bog'liq.

Molekulyar-kinetik nazariya modda holatining eng sodda holi bo'lgan gaz holatini talqin qilishda katta yutuqlarga erishdi. Bu nazariya soddalashtiruvchi bir qator farazlar kiritilgan sharoitdagi o'zining eng elementar ko'rinishida ham gaz holatining asosiy xossalari va gazlarda bo'ladigan hodisalarni sifat jihatidan emas, balki miqdor jihatidan ham izohlab bera oladi.

Biz yechmoqchi bo'lgan birinchi masala gazning idish devorlariga beradigan bosimining kattaligini hisoblash masalasidir. Bu masalaning yechilishi absolyut temperaturaning fizik tabiatini yechib beradi. Masalani yechish uchun gazlarning eng sodda molekulyar-kinetik modelidan foydalanamiz. U quyidagichadir:

1. Gaz molekulalari olisdan bir-biriga ta'sir ko'rsatmaydi, va ular tartibsiz xaotik harakatda bo'ladi;

2. Gaz molekulasi o'lchami juda kichik, shuning uchun gaz molekulalarining xususiy hajmi idishda egallangan hajmidan juda kichik va ular shar shaklida. Molekulalarning o'lchamlari:

Moddalar uzluksiz harakatda bo'lgan atom va molekulalardan tuzilgan degan fikri asoslangan modda tuzilishi haqidagi nazariyaga molekulalar-kinetik nazariya (MKN) deyiladi.

MKN uchta qoidaga asoslangan:

1. Modda zarralaridan tuzilgan:
2. Bu zarralar tartibsiz harakat qiladi:
3. Zarralar o‘zaro ta’sirlashadi:

MKN asoslarini XVI asarda M.V.Lomonosov Aniq bayon qilib berdi va tajribada tasdiqladi. Molekulalar-kinetik nazariyasini (MKN) Braun harakati, diffuziya va boshqa hodisalar to‘la tasdiqlaydi. Braun harakati deb, suyuqlik yoki gazlar muallaq holatdagi qattiq va erimaydigan zarrachalarning uzluksiz xaotik harakatiga aytiladi.

Diffuziya deb, bir biri bilan chegaralash ikki moda molekulalarining xaotik harakati natijasida o‘zaro aralashib ketish hodisasiga aytiladi. Gazlarda diffuziya hodisasini tajribada birinchi bo‘lib avstryalik fizik Loshmidat kuzatgan. Diffuziya xodisasi tabiatda va texnikada katta ro‘l o‘ynaydi.

Texnikada diffuziya har xil modalarni masalan, lavlagidan qandni, ximiya sanoatida xilma-xil moddalarni, tabiiy uran rudasidan yadro yoqilg‘isi « U_{92}^{235} » ajratib olishda va shu kabilardan foydalanadi».

MKN uchta qonunning asoslarida.

Bu Braun harakati qonunlaridir, ya’ni:

1. Braun harakati tashqi sabablarga bog‘liq bo‘lmasdan, to‘xtovsiz sodir bo‘lib turadi.

2. Braun xarakatining inteksivlgi zarralarining o‘lchamiga va shakliga bog‘liq bo‘lib, zarra materialiga bog‘liq emas Braun harakati zarralarning o‘lchami 1 mm (10^{-3}) bo‘lganda kuzatiladi.

3. Suyuqlik temperaturasi ko‘tarilishi bilan Braun harakatini intensivligi ortadi.

Molekulalar (atomlar) massasi va moddasi miqdori quyidagi tartibda aniqlashi mumkin. Atom va molekulalarning nisbiy massasi m_o –berilgan molekula (yoki atom) massasi.

$$M_H = \frac{m_o}{\frac{1}{12} C_{OC}}$$

$\frac{1}{12} C_{OC}$ -uglerod molekulasini (yoki atom) massasini qismi. Bunda:

$m_o = \frac{1}{12} M_H m_{OC}$ bunda m_o -xisoblanayotga molekulaning massasi.

Masalan: Kaliy (${}_{19}^{39}K$) ning atom massasi 39 ga teng: Geliy (${}_{2}^4He$) atomining massasi 4 ga teng.

Modda miqdori (ν) deb, jismdagi atomlar soni N ning 0,012 kg massali uglerodda mavjud bo'lgan atomlar soni N_A ga bo'lingan nisbatiga aytiladi: $\nu = \frac{N}{N_A}$, (1mol) 0,012 kg ugleroddagi atomlar soniga teng bo'lgan molekular soni. Molyar massa (μ) bilan belgilanadi va $\mu = \frac{m}{\nu} \left(\frac{kg}{mol} \right)$ dan hisoblanib topiladi.

Molyar massa deb, 1 mol modda miqdoriga mos kelgan massaga miqdor jixatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi: ya'ni $\mu = m_o N_A$ bo'ladi. Mol ta'rifiga binoan, har qanday moddaning bir mol miqdoridagi molekula yoki atomlar soni bir xil bo'ladi. Bu songa Avagadro soni deb, ataladi, ya'ni.

$$N_A = \frac{\mu}{m_o} = 6,023 \cdot 10^{23} mol^{-1} \text{ ga teng}$$

Moddalardagi molekular soni:

$$N = \nu \cdot N_A = \frac{m}{\mu} N_A$$

Avagadro qonuni quyidagicha ta'riflanadi: «Bir xil temperatura va bir xil bosimdagi istalgan gazlarning teng xajmlaridagi molekular soni bir xil bo'ladi».

Normal sharoitda, ya'ni 0°C atom 1 mol gazning xajmi, ya'ni molyar xajmi: $V_M = 22,4 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{mol} = 22,4 \frac{m^3}{kmol}$ bo'ladi. Shuningdek, molekular konsentra-tsiya:

$$N_L = \frac{N_A}{V_M} = \frac{6,023 \cdot 10^{23}}{22,4 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{1}{\frac{m^3}{mol}} = 2,69 \cdot 10^{25} \frac{1}{m^3} \text{ bo'ladi}$$

Bu Loshmid soni deyiladi.

$V = S \cdot d$ (S -qatlam yuzi, d -qatlam qalinligi) yordamida molekularning o'lchamlarini aniqlash mumkin. Zaytun moyi molekularning o'lchami quyidagiga teng.

$$V = 1mm^2, S = 0,6m^3, d = \frac{V}{S} = \frac{0,001cm^2}{6000cm^2} \approx 1,7 \cdot 10^{-7}cm$$

Massasi 1% ya'ni xajmi $1cm^3$ bo'lgan suv tomchisida tahminan qancha mole-kular borligini hisoblaymiz. Suv molekulasining diametri $d_{suv} = 3 \cdot 10^{-8}cm$, $V = (3 \cdot 10^{-8})^3 cm^3$ ni egallasa $1cm^3$ da

$$N = \frac{1\text{cm}^3}{(3 \cdot 10^{-8})^3} \approx 3,7 \cdot 10^{22} \text{ ta molekula bo'ladi}$$

Demak, atomning o'lchami: $d = 10^{-8}\text{cm} = 10^{-10}\text{m}$ bo'lgan suv molekula-sining massasi: $m_o(H_2O) = \frac{1\text{g}}{3,7 \cdot 10^{22}} \approx 2,7 \cdot 10^{-23}\text{g}$ bo'ladi

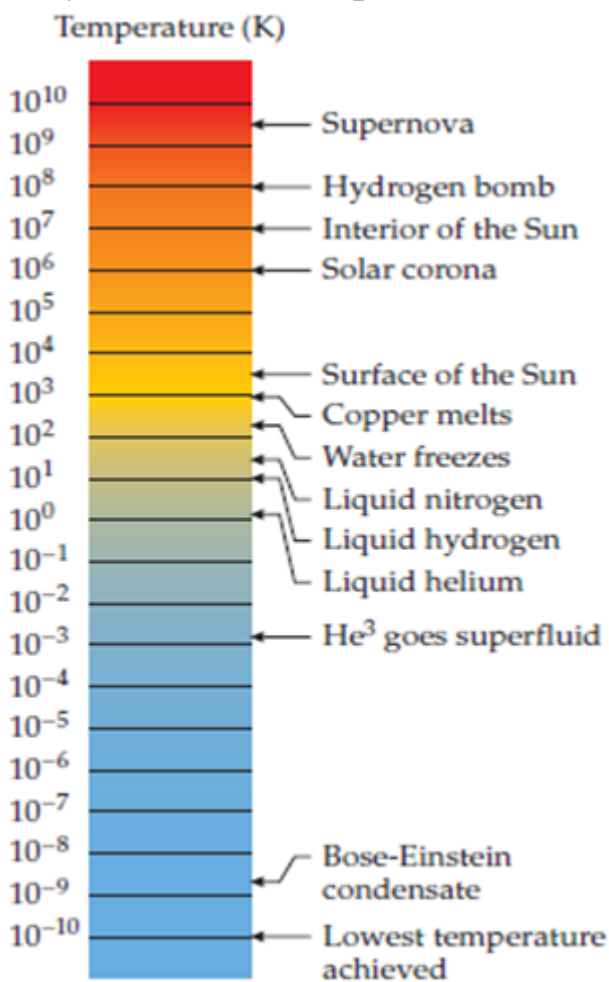
Temperatura-jismlarning issiqlik darajasini xarakterlash uchun temperatura tushunchasidan foydalaniladi. Agar qizitilgan jism qizitilmagan jismga tekkizilsa, ular orasida issiqlik almashuvi ro'y beradi. Energiya temperaturasi yuqoriroq jismdan temperaturasi pastroq jismga o'tadi. Bu jarayon jismlarning temperaturalarini tenglashguncha davom etadi. Demak, issiqlik muvozanatidagi jismlarning temperaturalarini bir xil bo'ladi. Shuning uchun ham temperatura sistemaning issiqlik muvozanatini xarakterlovchi kattalik deyiladi.

Temperaturalarni o'lchash. Temperaturani o'lchash uchun etalon sifatida gaz yoki suyuqliklarning issiqlikdan hajmining o'zgarishidan foydalaniladi. Temperaturani

o'lchaydigan asbobga termometr deyiladi.

Temperatura shkalasi. 1968-yildan ikkita shkaladan foydalaniladi. Temperatura shkalasida (T) temperatura kelvinlarda (K) va xalqaro amaliy temperatura shkalasida (t) temperatura tselsiy graduslarida o'lchanadi. Termodinamik temperatura va xalqaro amaliy temperatura shkalalar quyidagi munosabat yordamida bog'langan: $T = 273,16 + t$.

Temperaturaning termodinamik shkalasi ingliz olimi Kelvin tomonidan qabul qilingan. Bu shkalaning boshlanish nuqtasi sifatida nol gradus Kelvin $0K = -273,16^\circ\text{C}$ qabul qilingan. Bu temperaturalarda ideal gazning



6.3 rasm

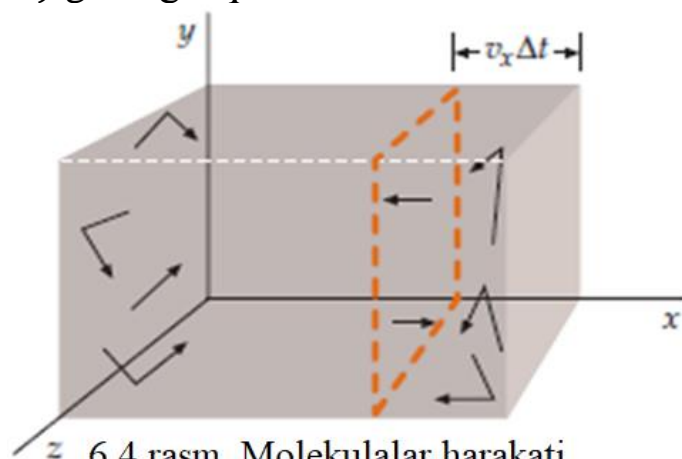
bosimi nolga teng bo‘ladi, ya’ni molekullari harakatdan to‘xtaydi. 0K dan pastki temperatura bo‘lishi mumkin emas va shu bilan birga bu temperaturaga yetishib ham bo‘lmaydi. 0K absolyut nol temperatura deyiladi.

Ideal gaz deb quyidagi shartlarni bajaradi-gan gazga aytiladi:

- 1) gaz molekullarining xususiy hajmi gaz egallab turgan idishning hajmiga nisbatan e’tiborga olmasa bo‘ladigan darajada kichik;
- 2) gaz molekullari orasida o‘zaro ta’sir kuchlari mavjud emas;
- 3) gaz molekullarining o‘zaro va idish devorlari bilan urilishi absolyut elastik.

Gaz parametrlari. Gaz holati bir-biriga bog‘liq bo‘lgan va holat parametrlari deyiladigan quyidagi kattaliklar bilan xarakterlanadi, bular: hajm V , bosim P va temperatura T . gazning hajmi V u egallab turgan idishning hajmi bilan mos keladi. Hajmning xalqaro birliklar tizimi (SI) dagi birligi m^3 .

Ideal gaz bosimining molekulyar kinetik nazariyasi. Gazning idish devorlariga beradigan bosimi molekullarning xaotik harakati bilan bog‘liq va ularning uzluksiz ravishda devorga urilib turishining natijasidir. Molekullarning devorga urilish kuchi, albatta, uning tezligiga (yoki kinetik energiyasiga) bog‘liq. Shuning uchun gazning bosim molekullarning ilgari harakati o‘rtacha kinetik energiyasi (E) ga bog‘liq bo‘lishi kerak:



6.4 rasm. Molekullar harakati

$$p = \varphi(\bar{E}) \quad (6.1)$$

Ana shu munosabat ideal gazning kinetik nazariyasida chiqariladi. Va u kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi deb ataladi. Bu tenglamani 1850 yillarda nemis fizigi Klauzius topgan. Klauzius tenglamasini keltirib chiqarishdan oldin

molekulalarni moddiy nuqta deb qarashga kelishib olamiz. Ideal gazda bosim katta bo‘lmaydi, shuning uchun molekullar o‘rtasidagi masofa molekullarning diametriga qaraganda ancha katta bo‘ladi. Shuning uchun ular o‘rtasidagi tortishish va itarishish kuchlarini hisobga olmasa

ham bo'ladi. Lekin ular to'qnashganda (o'zaro yoki devor bilan) absolyut elastik sharlarga o'xshab to'qnashadi, deb hisoblaymiz.

Bunday toqnashuvda tezliklarning yo'nalishi o'zgaradi, qiymati esa o'zgar-maydi. Molekulalarning o'rtasidagi masofa katta bo'lganligi uchun ular asosan devor bilan to'qnashadilar. Ana shunday talablarga javob beradigan gaz ideal gaz deyiladi. Demak, ideal gaz molekulalari elastik moddiy nuqta kabi bo'lib, ular orasida tortishish kuchlari bo'lmaydi.

Faraz qilaylik, tomonlari a ga teng kubda n molekuladan iborat ideal gaz joylashgan, har bir molekulaning massasi m . Dekart koordinatalar sistemasini kub markaziga joylashtiramiz. Shunda molekulalar xaotik ravishda harakat qilayotganligi uchun ularning $\frac{1}{3}$ qismi y o'qi, $\frac{1}{3}$ qismi z o'qi bo'ylab harakat qiladi. Demak, har bir o'qqa parallel, \pm yo'nalishda $n' = \frac{1}{3}n$ ta molekula harakatlanadi.

Shu molekulalarning v tezlik o'ng devorga qarab ketayotganlarining harakatlarini kuzatamiz. Molekula devorga urilganda Δf kuch bilan Δt vaqt ichida ta'sir ko'rsatsin. Unda molekulaning devoriga berilgan kuch impulsi teng bo'ladi $\Delta f \Delta t$ ga. Bu esa o'z navbatida teng:

$$\Delta f \Delta t = mv - (-mv) = 2mv \quad (6.2)$$

Δf juda qisqa vaqt davom etadi. Shuning molekulasi 1 sekund ichida devorga ko'rsatgan ta'sir kuchining o'rtacha qiymati $\Delta \bar{f}$, Δf dan ancha kichik bo'ladi.

Albatta o'rtacha $\Delta \bar{f}$ kuchning impulsi devorga 1 sekund ichida ta'sir qiluvchi Δf kuchlar impulslarining yig'indisiga teng bo'ladi.

$$\Delta \bar{f} \cdot 1s = \Delta f \cdot \Delta t \cdot k$$

k -molekulaning 1 sekund ichida o'ng devorga urilishlar soni. Ma'nosi bo'yicha k soni molekulaning 1 sekundda bosib o'tgan yo'lining $2a$ ga bo'linganligiga teng. $2a$ -molekulaning devorga ikki marta ketma-ket urilishlar o'rtasida bosib o'tgan yo'li. 1 sekund ichida molekula v ga teng uzunlikni bosib o'tadi., shuning uchun $k = \frac{v}{2a}$, u holda;

$$\Delta \bar{f} = \Delta f \cdot \Delta t \frac{v}{2a} = 2mv \frac{v}{2a} = \frac{mv^2}{a} \quad (6.3)$$

Bu ifoda bitta molekula uchun yozildi, lekin o'ng devorga n' ta molekula kelib uriladi. Shuning uchun o'ng devorga ta'sir qilayotgan O'ta kuch n' ta molekula-larning ta'sir kuchlarining yig'indisiga teng bo'ladi:

$$f = \sum_i^{n'} \Delta f = \sum_i^{n'} \frac{mv_i^2}{a} = \frac{m}{a} \sum_i^{n'} v_i^2 \quad (6.4)$$

bu erda $v_i = v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$ - molekular tezliklari. Bu ifodaning o'ng tarafini n' ga ko'paytiramiz va bulamiz:

$$f = \frac{m}{a} n' \frac{1}{n'} \sum_i^{n'} v_i^2 \quad (6.5)$$

hosil bo'lgan $\frac{1}{n'} \sum_i^{n'} v_i^2$ ifoda ta'rif buyicha o'rtacha kvadratik tezlik u ning kvadratini bildiradi:

$$u = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \dots + v_n^2}{n'}}$$

o'rtacha kvadratik tezlik.

Demak, $f = \frac{mn'u^2}{a}$; f ni a^2 ga bo'lamiz va n' ning o'rniga $\frac{1}{3}n$ ni qo'yamiz:

$$\frac{f}{a^2} = \frac{mu^2}{a^3} \cdot \frac{1}{3}n \quad (6.6)$$

bu yerda $a^2 = S$ devor yuzi va $a^3 = V$ - kub hajmi bularni (6.6) ga qo'yib quyidagini olamiz:

$$\frac{f}{S} = \frac{1}{3} \frac{mnu^2}{V} \quad (6.7)$$

Bilamizki kuchni yuzaga nisbati $\frac{f}{S} = p$ - gaz molekularining devorga bosimi, $\frac{n}{V} = n_o$ - xajm birligidagi molekular soni-molekular zichligi. U holda:

$$p = \frac{1}{3} mn_o u^2 \quad (6.8)$$

Bilamizki, kinetik energiya $\frac{mu^2}{2} = \bar{E}$ - molekulaning o'rtacha kinetik energiyasidir.

Shuning uchun,

$$p = \frac{2}{3} n_o \bar{E} \quad (6.9)$$

Bu ifoda ideal gaz kinetik nazariyasining asosiy tenglamasidir: gazning bosimi molekullarning ilgarilama harakati o'rtacha kinetik energiyasiga proporsional ekan. Asosiy tenglamani bir mol gazning hajmi V_μ ga ko'paytiramiz:

$$pV_\mu = \frac{2}{3} n_o \bar{E} V_\mu \quad (6.10)$$

$n_o V_\mu = N_A$ -Avogadro soni bo'lganligi uchun (6.10) quyidagiga teng bo'ladi:

$$pV_\mu = \frac{2}{3} N_A \bar{E} \quad (6.11)$$

Mendeleev-Klapeyron tenglamasi asosan :

$$pV_\mu = RT$$

Shuning uchun $\frac{2}{3} N_A \bar{E} = RT$, dan $\bar{E} = \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} T = \frac{3}{2} kT$ va $k = \frac{R}{N_A} = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{grad}$ - Bo'ltzman doimiysi.

Istalgan miqdordagi gaz uchun

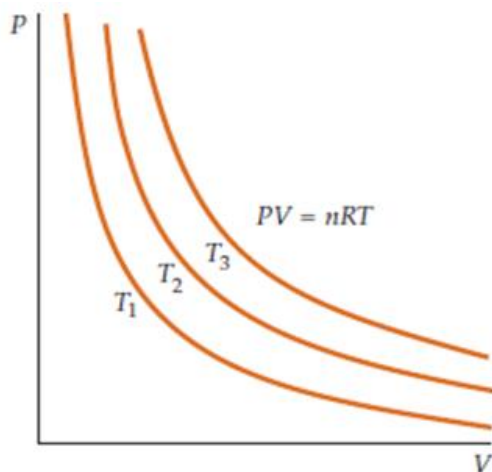
$$p = n_o kT \quad (6.12)$$

Bo'ladi. Bu molekulyar kinetik nazariyasi asosiy tenglamasining boshqacha ko'rinishidir.

Berilgan massali gazni holatini xarakterlash uchun bosim p , hajm va temperatura kabi parametrlardan foydalaniladi. Agar gazning holati o'zgarmasa bu parametrlarning hammasi yoki bir qismi o'zgaradi.

O'zgarmas temperaturada hajmning o'zgarishi bilan gazning bosimi o'zgarsa, bunday jarayonga izotermik jarayon deb ataladi. O'zgarmas bosimda temperatura ta'sirida hajm o'zgarsa. Bunday jarayonga izobarik jarayon deb ataladi.

O'zgarmas hajmda temperatura ta'sirida bosim o'zgarsa, bunday jarayonga izoxorik jarayon deyiladi. Ideal gazning holat tenglamasini o'rganishdan oldin, molekulyar-kinetik



6.5-rasm Temperaturaning grafigi

nazariya yaratilguncha topilgan bir necha gaz qonunlarini o‘rganib chiqamiz.

Boyl-Mariott qonuni. Izotermik gaz jarayonlarini o‘rganib turib ingliz olimi Boyl (1662y.) va frantsuz olimi Mariott (1667y.) quyidagi gaz qonunini yaratdilar: gazning berilgan massasi uchun o‘zgarmas temperaturada gazning bosmi hajmiga teskari propartsionaldir (6.5-rasm).

$$pV = const$$

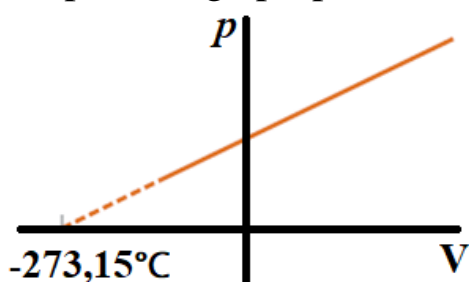
Gey-Lyussak qonuni:

a) Gazning berilgan massasi uchun o‘zgarmas bosimda uning hajmi temperatu-raga propartsional ravishda o‘zgaradi:

$$V = V_0(1 + \alpha t) \quad (6.12)$$

V_0 -gazning 0°C dagi hajmi, α -gazning hajmiy kengayish koeffitsienti, $\alpha = \frac{1}{273} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

b) gazning berilgan massasi uchun uning bosimi o‘zgarmas hajmda temperaturaga propartsional ravishda o‘zgaradi (6.6-rasm):



6.6-rasm

$$p = p_0(1 + \gamma t) \quad (6.13)$$

p_0 -gazning 0°C dagi bosimi, γ -bosimning termik koeffitsienti,

$$\gamma = \alpha = \frac{1}{273^\circ\text{C}}$$

Absolyut temperatura va Selsiy shkalasi o‘rtasida quyidagi munosabat

mavjud: $T = t + 273^\circ\text{C}$

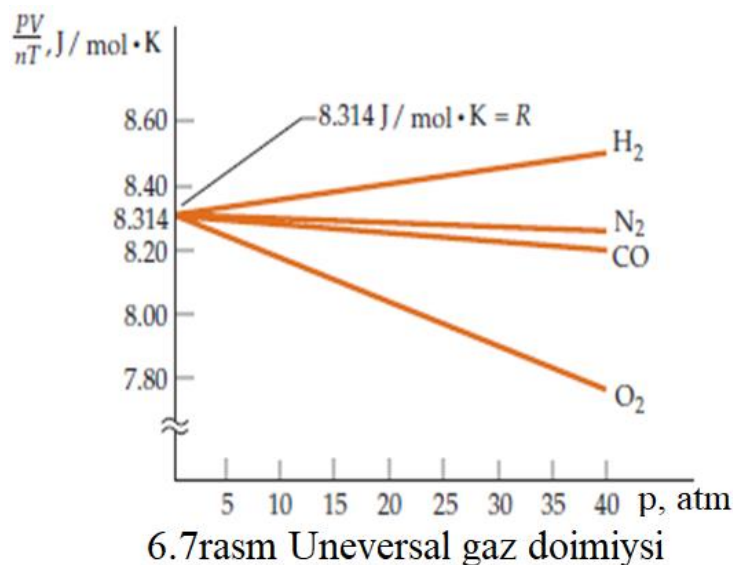
Dalton qonuni. 1801 yilda ingliz fizigi va ximigi Dalton gaz aralashmasining bosimi bilan shu aralashmadagi gazlarning parsial bosimlari o‘rtasidagi munosa-batni topdi: p_i gaz aralashmasining bosimi p shu aralashmadagi gazlar partsial bosimlarining yig‘indisiga teng.

$$p = p_1 + p_2 + \dots + p_n = \sum_i^n p_i$$

Ideal gazning holat tenglamasini Klapeyron (1834y) va Mendeleyevlar (1875y) yaratgan. Avval bu tenglamani Klapeyron

$$\frac{pV}{T} = B = const$$

ko‘rinishda berdi. Bu erda p gazning bosimi, V -uning hajmi, T -



6.7-rasm Uneversal gaz doimiysi

bosimi, V -uning hajmi, T - temperaturasi, V esa o‘zgarmas parametr. Lekin tenglamani bir kamchiligi bor edi. Undagi o‘zgarmas parametr har xil gaz uchun har xil qiymatga ega edi. Ana shu kamchilikni yo‘qotish uchun Mendeleyev bu tenglamaga o‘zgartirishlar kiritdi va har qanday ideal gaz uchun ishlaydigan shaklda yozdi:

$$pV = \frac{m}{\mu}RT \quad (6.14)$$

Bu yerda, m - ideal gazning massasi, $\mu = 1$ kilomol gazning massasi, R - universal gaz doimiysi (6.7-rasm). Uning qiymati:

$$R = \frac{1,013 \cdot 10^5 \cdot 22,42}{273} \cong 8,32 \cdot 10^3 \frac{J}{grad \cdot kmol} \text{ ga teng.}$$

Keyinchalik (6.14) formula Klapeyron-Mendeleyev degan nom oldi. **Gazlarda ko‘chish.** Hozirgacha biz termodinamik muvozanat holatdagi gazlarni ko‘rib o‘tdik. Muvozanat xolatda gaz egallab turgan hajmining hamma nuqtalarida temperatura, bosim, turli molekullarning nisbiy soni va shu kabi kattaliklarning bir xil bo‘lishi bilan harakterlanadi. Endi termodinamik muvozanat holatdan chetlashgan, ya’ni muvozanatsiz hollarda qaytmas jaroyonlar sodir bo‘lib, ular natijasida ko‘chish hodisalari deb ataluvchi hodisa yuz beradi.

Ko‘chish hodisalariga issiqlik o‘tkazuvchanligi (energiya ko‘chishi), diffuziya (massani ko‘chishi), ichki ishqalanish (harakat miqdorini ko‘chishidan kelib chiqadi) kabilar kiradi. Ko‘chish hodisasida energiya, massa, harakat miqdori ko‘chishi har doim ularning gradientiga qarshi yon‘alishda sodir bo‘ladi, ya’ni sistema muvozanat holatiga yaqinlashadi.

Issiqlik o‘tkazuvchasilik. Agar gazning biror muhitida molekullarning o‘rtacha kinetik energiyasi boshqasidagiga qaraganda ko‘oroq bo‘lsa, vaqt o‘tish bilan molekullar o‘rtacha kinetik

energiyalarning tenglashuvi, ya'ni boshqacha qilib aytganda temperaturalarning tenglashuvi sodir bo'ladi.

Energiyani issiqlik tarzida uzatilishi jaroyoni Fur'ening issiqlik o'tkazuvchanlik qonuni asosida yuz beradi: vaqt birligi ichida yuza birligi orqali o'tadigan issiqlik miqdori q temperatura gradient $\frac{dT}{dx}$ ga to'g'ri proporsional bo'lib bu gradient temperaturaning uzunlik birligi x ga normal bo'lgan yuza orqali o'zgarish tezligiga teng:

$$q = -\lambda \frac{dT}{dx} \quad (6.15)$$

bu yerda λ – issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsenti bo'lib, u muhitning hossaloriga bog'liq. Minus ishora issiqlik ko'chishida energiya temperaturaning kamayishi tomon o'zgarishini ko'rsatadi. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsenti λ birlik vaqtda birlik yuzadan issiqlik miqdori o'tganda temperatura bir gradusga o'zgaradi.

Ma'lumki, issiqlik o'tkazuvchanlik hodisasi tufayli τ vaqtda S yuza orqali o'tadigan issiqlik miqdori Q , S yuza, τ vaqt va temperatura gradient $\frac{dT}{dx}$ ga to'g'ri proporsionaldir:

$$Q = -\lambda \frac{dT}{dx} St \quad (6.15)$$

bundan

$$\lambda = \frac{1}{3} c_V \rho \langle v \rangle \langle l \rangle \quad (6.16)$$

ekanligini ko'rish mumkin, bu yerda c_V —o'zgarmas hajmdagi gazning solishtirma issiqlik sig'imi (o'zgarmas hajmda $1kg$ gazni $1K$ ga isitish uchun kerak bo'ladigan issiqlik miqdori), ρ - gazning zichligi $\langle v \rangle$ - molekulalar issiqlik harakatining o'rtacha arifmrtik tezligi $\langle l \rangle$ -erkin yugurish yo'lining o'rtacha uzunligi.

Diffuziya. Diffuziya hodisasi gazlar, suyuqliklar va hatto qattiq jismlarning ikkita bir-biriga tegib turuvchi zarralarining o'zaro bir-biriga singib ketishi va aralashishi sodir bo'lishidan iborat; diffuziya bu jismlar zarralari massalarining almashishiga asoslanadi, zichlik gradienti mavjud bo'lgan paytda yuzaga keladi va davom etadi.

Molekulyar-kinetik nazariyasi ommaviylashib ketgunga qadar diffuziya masalasida olimlar orasida qarama-qarshiliklar paydo bo'lgan. Molekulalar katta tezliklar bilan hakatlanganda diffuziya jaroyoni

tezlashishi kerak. Agar xonada hidi bor idishning qopqog‘i ochilsa, hid juda sekin tarqaladi.

Modda massasining ko‘chishi Fik qonuniga asosan topiladi: birlik vaqtda birlik yuzadan o‘tuvchi modda massasi m zichlik gradientiga to‘g‘ri proporsional:

$$m = -D \frac{d\rho}{dx} \quad (6.17)$$

bu yerda D —diffuziya koeffitsenti. Minus ishora moddaning zichligi yoki molekulalarining konsentratsiyasini kamayishini (modda egallagan boshqa joyda zichlik kam bo‘lgan yon‘alishda yuz berishini) bildiradi.

Diffuziya D birlik yuza orqali birlik vaqtda zichlik gradienti birga teng bo‘lgan ko‘chuvchi modda massasiga teng. Gazlarning kinetik nazariyasiga asosan

$$D = \frac{1}{3} \langle v \rangle \langle l \rangle \quad (6.18)$$

t vaqtda S yuzadan o‘tayotgan modda massasi quyidagiga teng:

$$M = -D \frac{d\rho}{dx} S t$$

4-BOB

§7. Termodinamika qonunlari. Real gazlar. Kapillyarlik hodisasi. Molekulalarning erkinlik darajalari. Molekulalarning erkinlik darajalari bo'yicha energiyani teng taqsimoti

Termodinamik sistemani eng muhim karakteristikalaridan biri uni ichki energiyasi U – sistema mikrozarralarining (molekulalar, atomlar, elektronlar, yadrolar va h.k.) tartibsiz harakat (issiqlik) energiyasi va ushbu zarralarning o'zaro ta'sir energiyasi. Bu ta'rifdan ichki energiyaga to'liq sistemaning kinetik energiyasi va tashqi maydondagi potensial energiyalari kirmaydi.

Ichki energiya-moddani tashkil qilgan barcha molekulalar va atomlar harakatining kinetik energiyasi hamda ularning o'zaro ta'sir potensial energiyalari yig'indisiga teng.

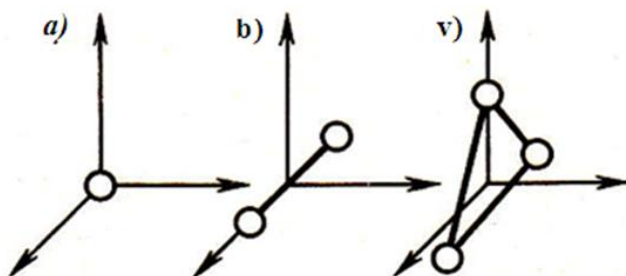
$U = 0$ bo'lganda, sistema holati, ahamiyatga ega emas, termodinamikada ichki energiya U ning qiymati emas, balki sistema holati o'zgarishida ichki energiyani o'zgarishi ΔU muhim ahamiyatga ega.

Yuqorida ko'rib o'tganlarimizdan bilamizki, erkinlik darajalari soni deb sistema vaziyatini fazoda O^3 ta ifodalay oladigan erkinlik kattaliklar soniga aytiladi. Masalan, moddiy nuqtaning fazodagi vaziyati uning uchta koordinatasining (masalan, x, y, z dekart koordinatalari yoki r, θ, φ sferik koordinatalar va hokazo) qiymatlari bilan to'liq aniqlanadi (108a rasm). Shunga muvofiq ravishda moddiy nuqtaning ilgarilanma harakatida erkinlik darajalari soni uchga teng. Bunda aylanma harakat energiyasini hisobga olinmaydi ($r \rightarrow 0, j = mr^2 \rightarrow 0,$

$$T_{ayl} = \frac{J\omega^2}{2} \rightarrow 0)$$

Klassik mexanikada ikki atomli gaz molekulasini ikkita qo'shilgan moddiy nuqtalarni-deformatsiyalarsiz qattiq bog'langan atomlar tushuniladi (108b-rasm). Ikki atomli gazdan iborat sistema ilgarilanma harakatidagi uchta erkinlik darajalari sonidan tashqari yana ikkita aylanma harakat erkinlik darajalari soniga ham ega. Shunday qilib, ikki atomli gaz beshta erkinlik darajasiga ega ($i = 5$). Uch va undan ko'proq

atomga ega bo'lgan gaz (108v-rasm) molekularining oltita erkinlik darajasiga ega ($i = 6$). Biz yuqorida qattiq bog'langan atomlarni tasavvuri haqida misolni ko'rdik, ammo aslida atomlar orasida deformatsiyasiz qattiq bog'lanish mavjud emas. Demak, real gazlar uchun tebranma erkinlik darajalari sonini ham inobatga olish kerak bo'ladi.



7.1 rasm

Molekulalarning erkinlik darajalari sonini nechaga teng bo'lishidan qat'iy nazar uchta ilgarilanma harakatiga tegishli. Birorta ilgarilanma erkinlik darajalari soni boshqasiga nisbatan afzallikka ega

bo'lmaganligi uchun, ularning har biriga o'rtacha bir xil $1/3$ qiymatga teng energiya to'g'ri keladi (64.7):

$$\langle \varepsilon_1 \rangle = \frac{\langle \varepsilon_0 \rangle}{3} = \frac{1}{2} kT$$

Termodinamik muvozanat holatda bo'lgan statistik sistema uchun ilgarilanma va aylanma erkinlik darajalari soniga o'rtacha $kT/2$, kinetik energiya, har bir tebranma harakat erkinlik darajalariga o'rtacha kT energiya to'g'ri keladi. Tebranma harakat erkinlik darajalari soni ikki marta ko'proq energiyaga ega, bunda u kinetik energiyadan tashqari potensial energiyaga ham ega bo'lib, kinetik va potensial energiyalarning o'rtacha qiymatlari tengdir.

Shunday qilib, molekularning o'rtacha kinetik energiyasi quyidagiga teng:

$$\langle \varepsilon \rangle = \frac{i}{2} kT$$

bu yerda i – ilgarilanma, aylanma va ikkilangan (ilgarilanma, aylanma erkinlik darajalariga to'g'ri kelgan energiyadan ikki marta katta bo'lgan) tebranma erkinlik darajalari sonlarini yig'indisidan iborat

$$i = i_{ilg} + i_{ayl} + 2i_{tebr}$$

Ideal gazda molekularning o'zaro potensial energiyasi nolga teng (molekulalar o'zaro ta'sirlashmaydi), u holda bir mol gazning ichki

energiyasi N_A sonli molekulalarning kinetik energiyalari yig'indisiga teng:

$$U_m = \frac{i}{2} k T N_A = \frac{i}{2} R T \quad (7.1)$$

Istalgan massali gaz uchun ($\nu = m / \mu$) u holda ichki energiya

$$U = \frac{i}{2} \nu R T = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R T \quad (7.2)$$

bo'ladi, bu yerda m –gazning massasi, μ –gazning molyar massasi.

Termodinamikaning birinchi qonuni.

Mexanik energiyasi o'zgaras, faqat ichki energiyasi o'zgaradigan termodi-namik sistemani ko'rib chiqamiz. Sistemaning ichki energiyasi turlicha bo'lgan jaroyonlar hisobiga o'zgarishi mumkin, masalan sistema ustida bajarilgan ish A va sistemaga berilgan issiqlik miqdori Q hisobiga o'zgarishi mumkin. Masalan, ichida gaz bo'lgan silindr porshenini uni ichi tomon siljatilganda gaz siqiladi, natijada gazning temperaturasi ko'tariladi, shuning uchun gazning ichki energiyasi o'zgaradi (ortadi). Boshqa tomondan, sistemaning ichki energiyasini unga issiqlik miqdori berish hisobiga o'zgartirish (orttirish) mumkin.

Shunday qilib, bir jismdan ikkinchisiga issiqlik uzatishni ikki xil yo'li mavjudligi haqida gapirish mumkin: ish yoki issiqlik miqdori ko'rinishda. Mexanik siljiganda energiyasi issiqlik harakat energiyasiga (yoki teskarisiga) aylanishi mumkin. Bu energiyalarni biridan boshqasiga aylanishini ko'rib chiqishda energiyani saqlanish va aylanish qonunlaridan chetga chiqmasligimiz kerak. Energiyani saqlanish va aylanish qonunini yuqoridagi jaroyonga qo'llanilsa termodinamikaning birinchi qonuni kelib chiqadi.

Faraz qilaylik, U_1 ichki energiyaga ega bo'lgan sistema, qandaydir Q issiqlik miqdori qabul qildi va U_2 energiyaga ega bo'lgan yangi holatga o'tib, tashqi kuchlarga qarshi ish bajardi. Bunda sistema issiqlik miqdori olsa, bajarilgan ish tashqi kuchlarga qarshi bajarilganda musbat bo'ladi. Tajribalardan ko'rinadiki, energiyaning saqlanish qonuniga asosan sistema har qanday bir holatdan boshqa holatga to'g'rida uning ichki energiyasining o'zgarishi $\Delta U_1 = U_2 - U_1$ bir xil bo'ladi va u sistemaning olgan issiqlik miqdori Q va tashqi kuchlarga qarshi bajarilgan ish A larning farqiga teng:

$$\Delta U = Q - A$$

yoki

$$Q = \Delta U + A \quad (7.3)$$

Bu tenglama termodinamikaning birinchi qonunini matematik ifodasidir: sistemaga berilgan issiqlik miqdori uning ichki energiyasini o'zgartirishga va tashqi kuchlarga qarshi ish bajarishiga sarflanadi.

Agar sistema holati juda kichik qiymatga o'zgarsa (7.3) ifoda quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$dQ = dU + dA \quad (7.4)$$

yoki yana ham aniq ifodasi

$$\delta Q = dU + \delta A$$

bu yerda dU – sistemaning ichki energiyasini cheksiz kichik o'zgarishi, δQ – issiqlik miqdorini cheksiz kichik qiymati, δA -bajarilgan ishni cheksiz kichik qiymati. Bu ifodada dU to'liq differentsial, δQ , va δA lar esa to'liq differentsial emas. Keyinchalik asosan (7.4) ifodadan foydalanib ish yuritimiz. (7.3) formuladan ko'rinadiki, issiqlik miqdori energiya va ishlar birligi kabi *Joulda* o'lchanar ekan.

Agar sistema davriy ravishda avvalgi holatiga qaytaversa uning ichki energiyasi $dU=0$ bo'ladi.

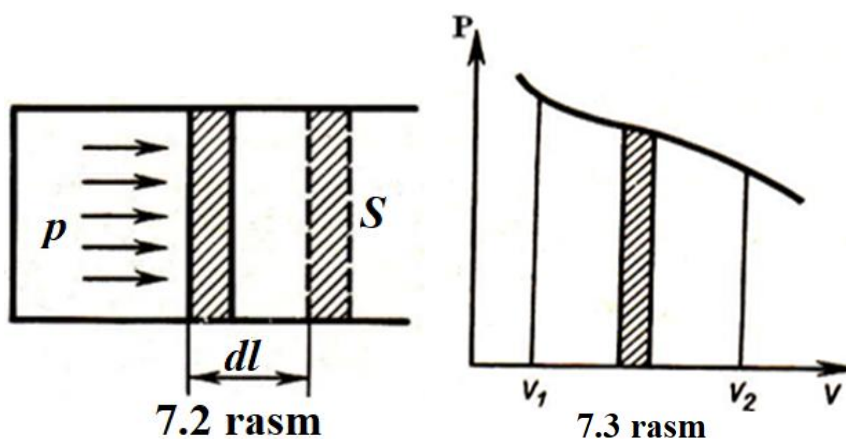
U holda termodinamikaning birinchi qonuni quyidagicha bo'ladi:

$$A = Q$$

ya'ni sistemaga unga tashqaridan berilgan issiqlik miqdori qiymatidan ko'proq qiymatli ish bajara olmaydi, demak, abadiy ishlaydigan dvigatel yaratish mumkin emas (bu termodinamikaning birinchi qonunini ta'riflaridan biridir). Boshqacha aytganda birinchi turdagi abadiy dvigatel yaratib bo'lmaydi.

Gazning hajmi o'zgargandagi bajargan ishi

Real jarayonlarni ko'rib chiqishdan avval gazning hajmi o'zgargandagi tashqi kuchlarga qarshi bajargan ishini ko'rib chiqaylik. Buning uchun porshenli



silindr idishdagi gazni ko‘raylik (7.2-rasm).

Agar gaz, kengaya borib porshenni cheksiz kichik dl masofaga siljitsa, u holda uni ustida quyidagicha ish bajaradi:

$$dA = Fdl = pSdl = pdV$$

bu yerda S porshenning yuzasi, $Sdl = dV$ sistema hajmining o‘zgarishi. Demak,

$$dA = pdV \quad (7.5)$$

To‘liq ishni gaz hajmini o‘zgarishidagi (7.5) ni V_1 dan V_2 gacha integrallasak:

$$A = \int_{V_1}^{V_2} pdV \quad (7.6)$$

Integrallash natijasi bosim va hajmni bir-biriga bog‘liqligini harakterlaydi. Bajarilgan ishni bu ifodasi qattiq jismdami, suyuqlikdami yoki gazdami hajmning har qanday o‘zgarishi uchun to‘g‘ri bo‘ladi.

U yoki bu jaroyonda keltirib chiqarilgan ifodadagi ishni grafik ravishda egri chiziq ko‘rinishda tasvirlash mumkin (7.3-rasm). Hajm dV ga ortganda bajarilgan ish pdV ni rasmdagi shtrixlangan yuzacha orqali tasvirlangan. Shuning uchun hajmni V_1 dan V_2 gacha ortganda bajarilgan to‘liq ish p, V egri chiziq va absissa o‘qi bilan chegaralangan yuzaga teng.

Sistemaning holati juda sekin o‘zgargandagi faqat muvozanat xolatdagi jaroyonlarni grafik ravishda tasvirlash mumkin. Hamma real jaroyonlar muvozanatsizdir, lekin ba’zi hollarda muvozanatsiz holatlarni hisobga olmasak ham bo‘ladi (jaroyon qancha sekin borsa shunchalik muvozanat holatga yaqin bo‘ladi). Bundan keyingi ko‘riladigan jaroyonlarni muvozanat holatda deb qaraymiz.

Issiqlik sig'imi. Moddalarning solishtirma issiqlik sig'implari – bu 1kg moddani temperaturasini 1K ga ko'tarish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori Q :

$$c = \frac{dQ}{mdT}$$

Birligi – $\frac{joul}{kg \cdot kelvin}$, $\frac{J}{kg \cdot K}$

Molyar issiqlik sig'imi-bu 1mol moddani temperaturasini 1K ga o'zgartirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori Q :

$$C_{\mu} = \frac{dQ}{\nu dT} \quad (7.7)$$

Bu yerda $\nu = m/\mu$ mollar soni $\frac{joul}{kg \cdot kelvin}$, $\frac{J}{kg \cdot K}$. Solishtirma issiqlik sig'imi c

molyar issiqlik sig'imi C_{μ} bilan quyidagi ifoda orqali bog'langan

$$C_{\mu} = c\mu \quad (7.8)$$

μ – moddaning molyar massasi.

Jismni isitish jaroyonida o'zgarmas bosim va o'zgarmas hajmdagi issiqlik sig'implarini bir – biridan farqlaydilar. Bir mol gaz uchun (7.5) va (7.7) larni inobatga olib termodinamikaning birinchi qonuni ifodasi (7.8) ni quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$C_{\mu} dT = dU_{\mu} + pdU_{\mu} \quad (7.9)$$

gar gaz o'zgarmas bosimda qizdirilayotgan bo'tsa, tashqi kuchlarga qarshi bajarilgan ish nolga teng ((7.7) ga qarang) va tashqaridan berilgan energiya uning ichki energiyasini ortishiga sarflanadi.

$$C_V = \frac{dU_{\mu}}{dT} \quad (7.10)$$

ya'ni hajm o'zgarmas bo'lganda molyar issiqlik sig'imi 1mol gazning temperaturasini 1K ga o'zgartirishdagi sistemaning ichki energiyasini o'zgarishiga teng. (7.7) formulaga asosan

$$dU_{\mu} = \frac{i}{2} RT$$

u holda

$$C_V = \frac{i}{2} R \quad (7.11)$$

Agar gaz o‘zgarmas bosimda qizdirilayotgan bo‘lsa, (7.9) ifodani quyidagi ko‘rinishda yoziladi:

$$C_p = \frac{dU_\mu}{dT} + \frac{pdV}{dT}$$

$\frac{dU_\mu}{dT}$ jarayonni qaysi holda kechishiga bog‘liqligini hisobga olsak (ideal gazning ichki energiyasi bosim p ga ham, hajm V ga ham bog‘liq emas faqatgina temperatura T ga bog‘liq) va har doim C_V ga teng desak va Klapeyron–Mendeleev $pV_\mu = RT$ tenglamasini T ($p = const$) bo‘yicha differentsiallab quyidagiga ega bo‘lamiz

$$C_p = C_V + R \quad \text{yoki} \quad C_p - C_V = R \quad (7.12)$$

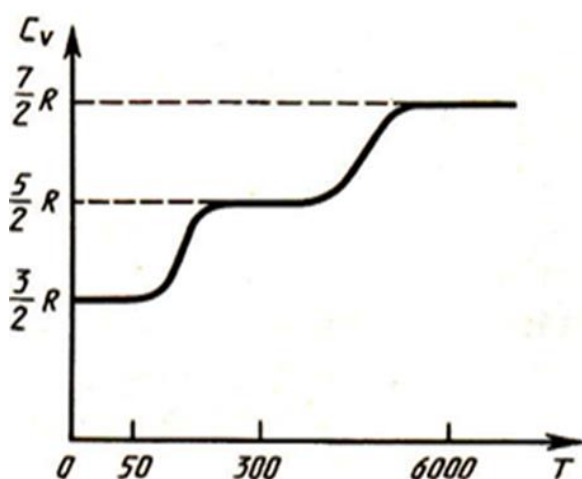
(7.12) ifoda Mayer tenglamasi deyiladi: bundan ko‘rinadiki, C_p har doim C_V dan universal gaz doimiysi R ning qiymaticha katta bo‘ladi va R ning fizik ma‘nosi kelib chiqadi: 1mol gaz temperaturasini 1K ga ko‘tarish yoki tushurish uchun kerak bo‘lgan yoki olingan issiqlik miqdoriga (8,31 Joulga) teng. Buni quyidagicha tushuntirish mumkin, bosimi o‘zgarmas bo‘lgan gazni qizdirilganda gazning kengayishi hisobiga ish bajarish uchun yana qo‘shimcha issiqlik miqdori lozim bo‘ladiki, o‘zgarmas bosimda gazning kengayishini ta‘minlaydi.

(7.11) ni (7.12) ga qo‘yib quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$C_p = \frac{i + 2}{2} R \quad (7.13)$$

Termodinamik jarayonlarni ko‘rishda har bir gaz uchun C_p ni C_V ga nisbati muhim ahamiyatga ega:

$$\gamma = \frac{C_p}{C_V} = \frac{i + 2}{2} \quad (7.14)$$



7.4 rasm

(7.11) ni (7.13) formulalardan ko‘rinadiki, molyar issiqlik sig‘imlari erkinlik darajalari soni orqali aniqlanadi, temperaturaga esa bog‘liq emas. Bu molekulyar-kinetik nazariy tasdiq, temperaturaning juda katta intervalida faqat bir atomli gazlar uchun tog‘ri bo‘ladi. Ikki atomli gazlarga o‘tilishi bilanoq issiqlik sig‘imini ifodalovchi erkinlik

darajalari soni temperaturaga bogʻliq boʻladi. Ikki atomli gaz molekulasi uchta ilgarilanma, ikkita aylanma va bitta tebranma erkinlik darajalari soniga ega boʻladi.

Energiyaning erkinlik darajalari soni boʻyicha teng taqsimoti qonuniga asosan xona temperatura-sida $C_V = 7R/2$. Vodorod atomini molyar issiqlik sigʻimi C_V ni tajribada olingan temperaturaga bogʻlanish grafigidan xulosa shuki, C_V ni temperaturaga bogʻliqligini koʻrish mumkin boʻladi: past temperaturada ($\approx 50K$) $C_V = 3R/2$ xona temperaturasida $5R/2$ (nazariy hisoblangan $7R/2$ dan farqli) va juda katta temperaturalarda $5R/2$. Buni shunday tushuntirish mumkin, past temperaturalarda molekulalarning ilgarilanma harakati koʻzga tashlanadi, xona temperaturasida esa bunga aylanma harakat, yuqorilarida esa bu ikkala harakatga yana molekulalarning tebranma harakati ham qoʻshiladi.

Nazariya bilan tajriba oʻrtasidagi tafovutni quyidagicha tushuntirish mumkin. Gap shundaki, issiqlik sigʻimini hisoblashda molekulalarni aylanish va tebranish kvant energiyalarini (bunda hamma aylanma va tebranma energiyalar emas, balki maʼlum bir qator diskret energiyalar qatnashishi mumkin) eʼtiborga olish kerak. Agar issiqlik harakat energiyasi yetarli boʻlmasa, masalan, tebranishni vujudga keltirilganda bu tebranishlar issiqlik miqdoriga hissasini qoʻshmaydi (tegishli erkinlik darajasi “muzlaydi” bunga energiyani teng taqsimlanishi qoʻllanilmaydi). Bu bilan biz ikki atomli gaz vodorodning xona temperaturasida $7R/2$ oʻrniga $5R/2$ ekanligini tushunishimiz mumkin. Shu tarzda past temperaturada issiqlik sigʻimni pasayishini (aylanma erkinlik darajasi “muzlaydi”) va yuqori temperaturalarda (tebranma erkinlik darajasini vujudga kelishi “uygʻonishi”) oʻshishini tushunishimiz mumkin.

Termodinamikaning birinchi qonunini izoprotsesslarga tadbiiq qilinishi

Termodinamik muvozanat holatdagi jaroyonlar oʻrtasida asosiy parametr-laridan biri oʻzgarmas boʻladigan izojaroyonlar alohida ajralib turadi.

Izohorik jaroyon ($V = const$) Bu jaroyonning (izohoraning) p , V koordinatalardagi diagrammasi (7.5-rasm) ordinata oʻqiga parallel

ko‘rinishda bo‘lib, bunda 1-2 to‘g‘ri chiziq izohorik qizdirilganda, 1-3 to‘g‘ri chiziq, izohorik sovutilganda ko‘rinishlarga egadir. Izohorik jaroyonda qizdirilgan gaz, tashqi kuchlarga qarshi ish bajarmaydi, ya’ni

$$dA = pdV = 0$$

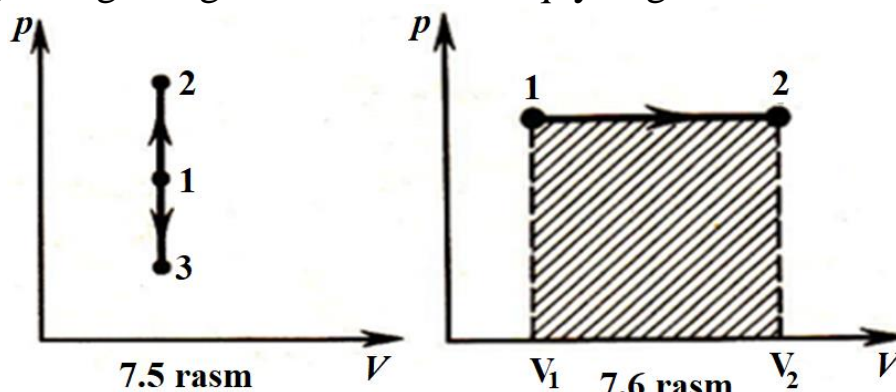
Ma’lumki, termodinamikaning birinchi qonuni ($dQ = dU + dA$) bo‘ladi, shuning uchun izohorik jaroyonlardagi sistemaga tashqaridan berilgan issiqlik miqdorining hammasi uning ichki energiyasini o‘zgarishiga sarflanadi:

$$dQ = dU$$

(7.10) formulaga asosan,

$$dU_{\mu} = C_V dT$$

U holda gazning istalgan massasi uchun quyidagini olamiz:



$$dQ = dU + \frac{m}{\mu} C_V dT \quad (7.15)$$

Izobarik jaroyon ($p = const$) Bu jaroyonning (izobaraning) p, V koordinatalardagi diagrammasi 1-2 to‘g‘ri chiziq V o‘qiga parallel korinishga ega. Izobarik jaroyonda gaz V_1 dan V_2 ga kengaygandagi bajarilgan ish quyidagiga teng:

$$A = \int_{V_1}^{V_2} pdV = p(V_2 - V_1) \quad (7.16)$$

va 7.6-rasmdagi shtrixlangan to‘g‘ri burchakli yuzadan iborat. Agar Klapeyron–Mendeleev tenglamasini ikkala holat uchun qo‘llasak, u holda

$$pV_1 = \frac{m}{\mu} RT_1, \quad pV_2 = \frac{m}{\mu} RT_2$$

bulardan

$$V_2 - V_1 = \frac{mR}{\mu p} (T_2 - T_1)$$

va (7.16) gazning izobarik kengayishida quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi.

$$A = \frac{m}{\mu} R(T_2 - T_1) \quad (7.17)$$

Bu ifodadan molyar gaz doimiysi R ning fizik ma’nosi kelib chiqadi: agar $T_2 - T_1 = 1K$, bo‘lsa bir mol gaz uchun $R = A$ bo‘ladi, ya’ni R son jihatdan bir mol gazni $1K$ ga qizdirilgandagi bajarilgan ishga teng bo‘ladi.

Izobarik jaroyonda m massali gazga berilgan issiqlik miqdori

$$dQ = \frac{m}{\mu} C_p dT \quad (7.18)$$

(7.18) formulaga asosan gazning ichki energiyasi quyidagi kattalikka ortib

$$dU = \frac{m}{\mu} C_v dT$$

(7.17) ko‘rinishda ish bajaradi.

Izotermik jaroyon ($T = \text{const}$). Ilgari ko‘rib o‘tganimizdek izotermik jaroyon uchun Boyle-Mariott qonunini tenlamasidan foydalaniladi:

$$pV = \text{const}$$

(7.16) va $p = \frac{2}{3} nE$ ifodalarga asosan izotermik jaroyonda bajarilgan ishni topaylik:

$$A = \int_{V_1}^{V_2} pV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{m}{\mu} RT \frac{dV}{dT} = \frac{m}{\mu} RT \ln \frac{V_2}{V_1} = \frac{m}{\mu} RT \ln \frac{p_1}{p_2}$$

Termodinamikaning birinchi qonuniga ($dQ = dU + dA$) asosan izotermik jaroyonda ($dU = 0$) bajarilgan ish

$$dQ = dA$$

$T = \text{const}$ bo‘lgani uchun ideal gazning ichki energiyasi o‘zgarmaydi.

$$dU = \frac{m}{\mu} C_v dT = 0$$

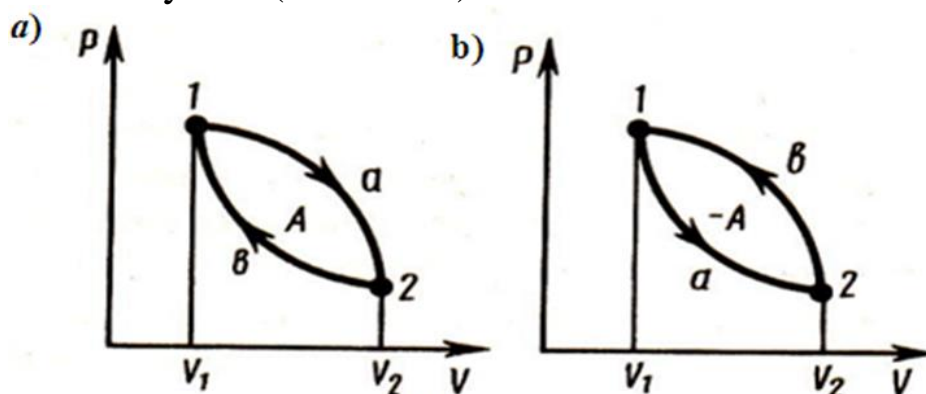
gazga berilayotgan issiqlik miqdorining hammasi tashqi kuchlar ustida bajarilgan ishga teng bo‘ladi:

$$Q = A = \frac{m}{\mu} RT \ln \frac{p_1}{p_2} = \frac{m}{\mu} RT \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (7.19)$$

Hajm kengayganda ish bajarilayotganda temperatura pasaymasligi uchun gazga izotermik jaroyonda ishga ekvivalent bo‘lgan issiqlik miqdori berish kerak bo‘ladi.

Aylanma jarayon (yoki sikl). Qaytar va qaytmas jarayonlar.

Aylanma jarayon (sikl) deb bir necha holatlarni o‘tab yana ilgari holatiga qaytadigan jarayonlarga aytiladi. 115 rasmdagi diagrammada yopiq sikllar tasvirlangan. Ideal gaz o‘tagan siklini ikkiga gazning (1-2) kengayishiga (2-1) torayishiga bo‘lishimiz mumkin. Gazning kengaygandagi ($1 \rightarrow 2$) bajarilgan ishi musbat $dV > 0$ siqilishidagisi esa manfiydir $dV < 0$, demak, sikldagi bajarilgan ish, egri chiziq bilan o‘ralgan yuzaga teng. Agar sikl davomida musbat ish bajarilsa, $A = \oint p dV$ (sikl soat strelkasi yo‘nalishida kechadi) u holda to‘g‘ri deb ataladi (7.8a-rasm), agar sikl manfiy ish bajarsa $A = \oint p dV < 0$ (sikl soat strelkasi yo‘nalishiga teskari yo‘nalishda boradi), u holda uni teskari protsess deyiladi (7.8b-rasm).



To‘g‘ri sikl issiqlik dvigatellari ya’ni tashqaridan berilgan issiqlik miqdori hisobiga ish bajaruvchi davriy dvigatellarda qo‘llaniladi. Teskari sikl sovutish mashinalarida ya’ni tashqi kuchlarni ish bajarishi hisobiga temperaturasi kattaroq bo‘lgan jismga issiqlik o‘tish hisobiga ishlaydigan davriy mashinalarda qo‘llaniladi. Aylanma jarayon tufayli sistema yana ilgari holatiga qaytadi va bunda gazning to‘liq ichki

energiyasining o'zgarishi nolga teng. Shuning uchun termodinamikaning birinchi qonuni aylanma jarayon uchun

$$Q = \Delta U + A \quad (7.28)$$

ya'ni sikl davomida bajarilgan ish tashqaridan berilgan issiqlik miqdoriga teng bo'ladi. Chunonchi aylanma protsess tufayli sistema issiqlik miqdori olishi ham, berishi ham mumkin, shuning uchun

$$Q = Q_1 - Q_2$$

bu yerda Q_1 —sistema olgan issiqlik miqdori, Q_2 —sistema bergan issiqlik miqdori. Demak aylanma protsessni termik foydali ish koeffitsienti

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \quad (7.29)$$

Termodinamik qaytar jaroyon deyiladi qachonki, u avval to'g'ri yo'nalishda keyin teskari yo'nalishda ham sodir bo'lib, avvalgi holatiga qaytuvchi va bunda sistema tashqarisida ham ichida ham hech qanday o'zgarish yuz bermaydi. Mana shu shartlarni bajarmaydigan har qanday jaroyon qaytmas jaroyon deyiladi.

Barcha muvozanat jaroyon qaytar jaroyon bo'ladi. Muvozanat jaroyonni qaytarligini quyidagilardan bilish mumkin bo'ladi, uning har qanday oraliqdagi holatlari termodinamik muvozanat holati deb yuritiladi, faqat uning uchun jarayon to'g'rimi yoki teskarimi farqi yo'q. Qaytar jarayonlar – bu qaysidir ma'noda real jaroyonlarni ideallashtirishimizdan iborat. Ularni ikkita zarur sabab tufayli ko'rib chiqiladi: 1) tabiatda va texnikada juda ko'p jarayonlar qaytar; 2) Qator jarayonlar tejamli bo'ladi va issiqlik dvigatellarini foydali ish koeffitsientini maksimum qiymatiga erishish tomon olib borishi bilan, real holdagi issiqlik dvigatellarini F.I.K. ni orttirish yo'lini ko'rsatib beradi.

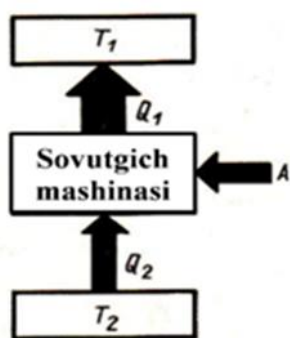
Termodinamikaning ikkinchi qonuni

Termodinamik jaroyonlarni to'liq ifodalash uchun termodinamikaning birinchi qonuni yetarli emas. Energiyaning saqlanish va bir turdan boshqasiga o'tish qonunini ifodalovchi termodinamikaning birinchi qonuni tabiatdagi jaroyonlarni qay tarzda borishini to'liq tarzda ochib berolmaydi.

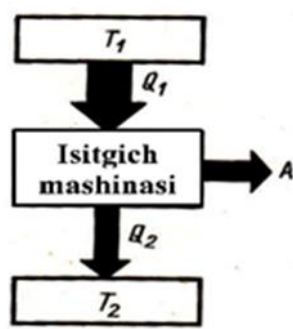
Fizika tarixidan ma'lumki termodinamikaning ikkinchi qonuni issiqlik dvigatellarini tahlil qilish tufayli yaratilgan. Buni bilish maqsadida issiqlik dvigateli tuzilishini ko'rib chiqamiz (7.9-rasm).

Isitgich deb ataluvchi, temperaturasi ancha yuqori boʻlgan termostatdan sikl davomida Q_1 issiqlik miqdori olinadi, sovutgich deb ataluvchi temperaturasi ancha past boʻlgan termostatga Q_2 issiqlik miqdori beriladi va $A = Q_1 - Q_2$ ga teng ish bajariladi.

Issiqlik dvigatelinini F.I.K. (7.29) $\eta = 1$ boʻlishi uchun $Q_2 = 0$, shart bajarilishi kerak boʻladi, yaʼni issiqlik dvigateli bitta issiqlik manbaasiga ega boʻlishi kerak, bu esa mumkin emas. Buni fransuz



7.9 rasm



7.10 rasm

muhandisi S.Karno issiqlik dvigatelinini ishlashi uchun albatta ikkita turli temperaturaga ega boʻlgan issiqlik manbaalari boʻlishi shart ekanligini isbotladi. Bitta issiqlik manbaasiga ega boʻlgan issiqlik dvigatelinini yaratish mumkin emas (ikkinchi turdagi abadiy

dvigateli deb nom olgan), bu termodinamikaning ikkinchi qonunini beradi va Kelvin–Plank taʼrifiga mosdir: 1) ikkinchi turdagi abadiy dvigatelni yaratishni ilojisi yoʻq; 2) Yagona isitgichdan olingan issiqlikni toʻliq ravishda ishga aylantiruvchi jaroyon mavjud emas. Ikkinchi turdagi dvigatelni yaratib boʻlmasada, abadiy qilish mumkin edi, chunki atrofimizda shunchalik katta cheksiz energiya mavjud. Masalan, barcha okenlardagi suvni temperaturasini 1° ga sovutishda juda katta energiya ajralib chiqqan boʻlard, chunki dunyo okeanlaridagi suvning massasi taxminan 10^{18} tonna 1° ga sovutilsa, 10^{24} Joule issiqlik miqdori ajralish mumkin edi, bu esa 10^{14} tonna koʻmirni yoqqanda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori bilan barobar boʻlar edi. Bunchalik koʻp koʻmirni temir yoʻl poyezdlariga yuklansa 10^{10} km uzunlikka choʻzilishi mumkin boʻlar edi.

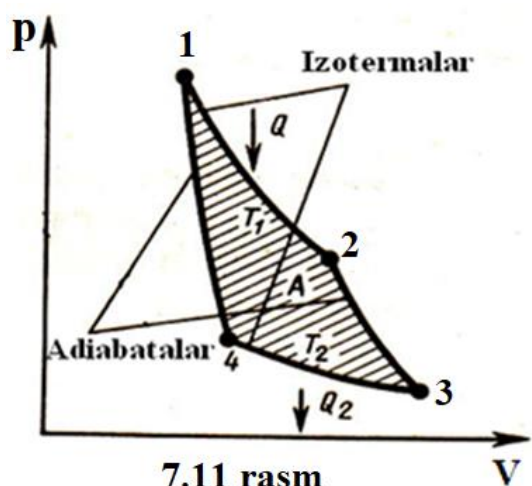
Issiqlik dvigatellarida koʻrib oʻtilgan teskari jarayon, (7.10-rasm)da koʻrsatilgandek asosda ishlaydigan sovutgich mashinalarida qoʻllaniladi. Sikl davomida temperaturasi past T_2 boʻlgan sistema tomonidan Q_2 boʻlgan energiya yutiladi va bu Q_1 energiya yuqoriroq boʻlgan T_1 temperaturalisiga beriladi. Aylanma jaroyonda $Q = A$ lekin, shartga koʻra $Q = Q_1 - Q_2 < 0$, shuning uchun $A < 0$ va $Q_1 - Q_2 = -A$ yoki $Q_1 = Q_2 + A$ yaʼni temperaturasi yuqoriroq T_1 boʻlgan issiqlik

manbaasiga sistema tomonidan berilgan issiqlik miqdori Q_1 temperaturasi pastroq T_2 bo‘lgan manbaadan olingan issiqlik miqdori Q_2 dan sistema ustida bajarilgan A ish miqdoriga kattaroq bo‘ladi. Bu yuqorida aytilgan tasdiq termodinamikani ikkinchi qonuni ta’rifini ifodalaydi: temperaturasi past bo‘lgan jismdan, temperaturasi katta bo‘lgan jismga o‘z-o‘zidan issiqlik miqdori uzatilmaydi. Yana bir ta’rifi: biror manbaadan issiqlik olib uni to‘liq ishga aylantira oladigan birorta abadiy dvigatel yo‘q.

Karno sikli va uning foydali ish koeffisenti.

Termodinamikaning ikkinchi qonuniga tayanib S.Karno quyidagi o‘zini nomi bilan ataluvchi teoremasini yaratdi: mos ravishda isitgich va sovutgichlarining temperaturalarini bir xil bo‘lgan barcha davriy ishlaydigan issiqlik mashinalaridan F.I.K. qaytar jaroyon bo‘yicha ishlaydigan mashinalarda eng katta bo‘ladi, bunda mos ravishda isitgich va sovutgichlarining temperaturalarini bir xil bo‘lgan sharoitda ishlaydigan mashinalarning F.I.K. lari o‘zaro teng bo‘ladi va F.I.K. mashinalarni tuzilishiga qanday yig‘ilganligiga bog‘liq emas.

Karno sikli, ikkita izoterma va ikkita adiabatadan iborat aylanma jaroyondan iborat bo‘lib u iqtisodiy jihatdan o‘ta tejamkor hisoblanadi. Karno siklini ifodalovchi ichiga ishchi jism sifatida ishlatiluvchi gaz to‘ldirilgan harakatlanadigan porshenli rezervuarni ko‘rib chiqamiz va uni F.I.K. ni hisoblab topamiz.



Karno sikli (7.11-rasm) da tasvirlangan bo‘lib, bunda gazning izotermik kengayishi va siqilishi 1-2 va 3-4 egri chiziqlar orqali, hamda adiabatik kengayishi va siqilishi 2-3, va 4-1 egri chiziqlar orqali berilgan. Izotermik jarayonda $U = const$, bo‘lgani uchun (7.19) ga asosan gazning isitkichdan olgan issiqlik miqdori Q_1 gazning kengayib 1 xolatdan 2 holatga to‘g‘ridagi bajarilgan ish A_{12} ga teng:

$$A_{12} = \frac{m}{\mu} RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} = Q_1 \quad (7.30)$$

2-3 adiabatik kengayishda tashqi muhit bilan issiqlik almashish bo‘lmaydi va kengayishda ichki energiyani o‘zgarishi hisobiga A_{23} , ish bajariladi ((7.20 va (7.27) larga qaralsin):

$$A_{23} = -\frac{m}{\mu} C_V(T_2 - T_1)$$

Izotermik siqilganda gazning sovutgichga bergan issiqlik miqdori Q_2 , siqilish ishi A_{34} ga teng bo‘ladi:

$$A_{34} = \frac{m}{\mu} RT_2 \ln \frac{V_4}{V_3} = -Q_2 \quad (7.31)$$

Adiabatik siqilishdagi ish

$$A_{41} = \frac{m}{\mu} C_V(T_1 - T_2) = A_{23}$$

Aylanma jarayon natijasida bajarilgan ish

$A = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41} = Q_1 + A_{23} - Q_2 - A_{23} = Q_1 - Q_2$ va buni (7.11-rasm) dan ko‘rinadiki, shtrixlangan yuza bilan ifodalangan.

Karno siklini F.I.K. (76.2) ga asosan,

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

(7.24) tenglamani 2-3 va 4-1 adiabatik jaroyonlarga tadbiiq qilib quyidagini olamiz

$$T_1 V_2^{\gamma-1} = T_2 V_3^{\gamma-1}, \quad T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_4^{\gamma-1}$$

bundan

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_4} \quad (7.31)$$

(7.30) va (7.31) larni (7.29) ga qo‘yib, (7.31) ni hisobga olgan holda quyidagini olamiz:

$$\eta = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_1} = \frac{\frac{M}{\mu} RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} - \frac{M}{\mu} RT_2 \ln \frac{V_3}{V_4}}{\frac{M}{\mu} RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (7.32)$$

demak, Karno sikli uchun F.I.K isitgich va sovutgichlar temperaturalarini orqali ifodalanadi. F.I.K ni orttirish uchun isitgich va sovutgichlar temperaturalar orasidagi farqni ko‘tarish kerak bo‘ladi. Masalan, $T_1 = 400K$ va $T_2 = 300K$ bo‘lganda $\eta = 0.25$ bo‘ladi. Agarda isitgich temperaturasi 100K ga orttirilsa va sovutgich temperaturasi 50K ga

pasaytirilsa $\eta = 0.50$ Real holda issiqlik mashinalarining F.I.K, ishqalanishlar va ilojisiz issiqlik yo‘qotishdan tashqari ham aslida Karno sikli uchun topilgan qiymatidan ancha kichik.

Karno teoremasi termodinamik temperatura shkalasining paydo bo‘lishiga asos bo‘ldi. (7.33) formulani o‘ng va chap tomonlarini tenglab quyidagiga ega bo‘lamiz:

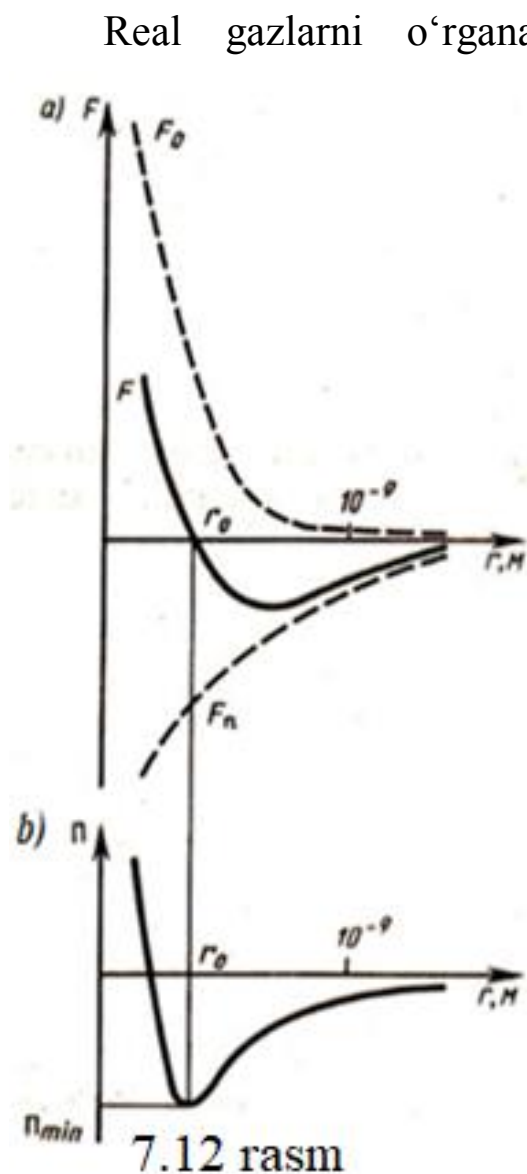
$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{Q_2}{Q_1} \quad (7.33)$$

ya’ni biri isitkich, ikkinchisi sovutkich sifatida foydalaniluvchi ikkita jismni T_1 va T_2 temperaturalarini solishtirish uchun qaytar jaroyon bo‘lmish Karno siklini amalga oshirishimizga to‘g‘ri keladi. (7.33) tenglikdan ko‘rinadiki, bunda sikldagi temperaturalar farqi, ushbu sikldagi berilgan va olingan issiqlik miqdorlari nisbatiga teng bo‘ladi. Karno teoremasiga binoan, temperaturalarni solishtirish natijalari ishchi jismni kimyoviy tarkibiga bog‘liq emas, shuning uchun bunday termodinamik shkalasi bilan moddalarni qandaydir termometrik hossalari orasida bog‘liqlik yo‘q.

Molekulararo ta’sir kuchlari va potensial energiyasi

Gazlar molekulyar – kinetik nazariyasida ideal gazlarning modeli siyraklashgan real gazlarni izohlagan bo‘lib, asosan kichik bosim va temperatura yetarli yuqori bo‘lgan hollardagina ideal gaz holat tenglamasi $pV = \frac{m}{\mu}RT$ bilan harakterlanadi. Ideal gaz holatini keltirib chiqarishda molekulalar o‘lchamlarini va ular orasidagi o‘zaro ta’sirni hisobga olinmaydi.

Bosimni orttirilganda molekulalar orasidagi masofa kamayadi, shuning uchun molekulalarning hajmi va ular orasidagi ta’sir kuchini hisobga olmaslikni ilojisi yo‘q. Agar normal sharoitda $1m^3$ gazda $2,69 \cdot 10^{25}$ ta molekula bor desak, taxminan $10^{-4}m^3$ hajmni egallaydi (molekulaning radiusi $10^{-10}m$ bo‘lgani uchun $1m^3$ ga nisbatan bu o‘lchamni hisobga olmasa ham bo‘ladi. Gaz bosimi $500MPa$ ($1atm=101,3kPa$) bo‘lganda esa molekulalarning hajmi umumiy hajmning yarmiga teng bo‘ladi. Demak, yuqori bosim va past temperaturalarda biz bilgan ideal gaz modeli ish bermaydi.



Real gazlarni o‘rganayotganimizda molekula-lararo ta’sirga bog‘liq bo‘lgan molekularning orasidagi ta’sir kuchlarini hisobga olish kerak bo‘ladi. Bu ta’sir $\leq 10^{-9}m$ da paydo bo‘ladi boshlaydi, ammo molekular orasidagi masofa ortishi bilan yo‘qolib boradi. Bunday ta’sir kuchlarini qisqa ta’sirlashuvchilar deyiladi.

XX-asrda atom tuzilishi haqidagi fikrlar yanada takomillashishi va kvant mexanikasini rivojlanishi tufayli molekular orasida tortishish kuchidan tashqari itarishish kuchlari ham mavjudligi aniqlandi. (8.1-rasm) da molekular orasidagi ta’sir kuchlari ular orasidagi masofa r ga bog‘liqligi tasvirlangan, bu yerda F_1 va F_T lar itarishish va tortishish kuchlari, F esa ularning natijaviysi. Itarishish kuchlari musbat, tortishish kuchlari manfiy hisoblanadi. $r = r_0$ masofada hatijaviy kuch $F = 0$, ya’ni itarishish va tortishish kuchlari bir-birini muvozanatlaydi. Shunday qilib, issiqlik

harakati mavjud bo‘lmagan holda molekular orasidagi r_0 masofa muvozanatlovchi masofa hisoblanadi. Demak shunday r_0 masofa mavjudki, bunda F_1 va F_T lar bir-birini kompensatsiyalaydi, ya’ni $r < r_0$ bo‘lganda itarishish kuchlari ustun keladi $F > 0$, $r > r_0$ bo‘lganda tortishish kuchlari ustun keladi $F < 0$ $r < 10^{-9}m$ bo‘lganda molekulararo o‘zaro ta’sir yo‘qoladi $F \rightarrow 0$. Molekular orasidagi masofa dr ga ortsa F kuchning bajargan ishi dA o‘zaro potensial energiyani kamayishi hisobiga kechadi, ya’ni

$$dA = Fdr = -dE_p \quad (7.34)$$

potensial energiyani r ga bog‘liqlik grafigini (7.12b-rasm) analiz qilinsa (izohla-sak), agar molekular bir-biridan o‘zaro ta’sir yo‘q bo‘lgan

masofada turgan bo'tsa ($r \rightarrow \infty$), potensial energiya $E_p = 0$ bo'ladi. Molekulalarni asta-sekinlik bilan yaqinlashtirib kelinsa, ular orasida tortishish kuchlari ($F < 0$) paydo bo'ta boshlaydi va ular musbat ($A = Fdr < 0$) U holda ta'sir potensial energiyasi kamayib boradi va ($r = r_0$) da minimum qiymatiga erishadi. ($r = r_0$) bo'lganda r kamayishiga qarab itarishish kuchi ($F > 0$) tezda ortib ketadi, bajarilgan ish esa manfiy ($dA = Fdr < 0$) Potensial energiya ham tezda ortib boradi va musbat ko'rinishga o'tadi. Grafikdagi potensial egri chizig'idan ko'rinadiki, barqaror muvozanat holatda turgan ikkita molekuladan iborat sistema ($r = r_0$) da eng kichik (minimal) qiymatiga erishadi.

Moddalarni har xill agregat holatlarida bo'lishini asosiy sababi p_{min} va kT lar orasidagi munosabatga bog'liq p_{min} –molekulalar ta'sir potensial energiyasining eng kichik qiymati bo'lib u ($r = r_0$) muvozanatda turgan molekulalarni ajaratish uchun tortishish kuchlariga qarshi ish bajaradi; kT molekulalarni issiqlik haotik o'rtacha kinetik energiyasi tartibini belgilaydi.

Agar $p_{min} \ll kT$ bo'tsa, u holda modda gaz holatida bo'ladi, chunki molekula-

larning shiddatli harakati ularning bir-biriga r_0 masofagacha yaqinlashishiga imkon bermaydi, shuning uchun agregat holat paydo bo'lish imkoniyati juda kam. Agar $p_{min} \approx kT$ bo'lganda esa moddalar suyuq holatda bo'ladi, bunda issiqlik harakati natijasida molekulalar ko'chib o'rin almashishadi ular orasidagi masofa r_0 dan katta bo'lmaydi.

Shunday qilib, har qanday modda temperaturaga bog'liq holda gaz holatida, suyuq holatida va qattiq agregat holatlarida bo'lishi mumkin va bu bog'liqlik har bir modda uchun tegishli p_{min} ning qiymatiga bog'liq bo'ladi. Masalan inert gazlar uchun p_{min} kichik, metallarda esa juda katta, shuning uchun ular xona temperaturasida gaz va qattiq holatda bo'lishadi.

Van-der-Vaals tenglamasi

Real gazlarda molekulararo o'zaro ta'sirlarni va molekulalarni o'lchamlarini hisobga olish kerak bo'ladi, shuning uchun ideal gaz uchun chiqarilgan Klapeyron–Mendeleev $pV = \frac{m}{\mu}RT$ tenglamasi real gazlar uchun yaroqsiz bo'ladi.

Gollandiyalik fizik Van-der-Vaals molekulalar hajmini va molekulalar orasidagi ta'sir kuchini hisobga olgan holda real gazlar uchun holat tenglamasini keltirib chiqardi. Van-der-Vaals tenglamasida Klapeyron-Mendeleev tenglamasiga ikkita o'zgartirish kiritildi.

1. Molekulalarning hususiy hajmini hisobga olish. Itarishish kuchlarini mavjudligi tufayli bir molekula tomonidan boshqa molekula egallagan hajmga suqilib kirishiga halaqit qiladi, bu esa real gaz molekulalarining harakat qilishi mumkin bo'lgan haqiqiy erkin hajm V_m emas $V_m - b$ bo'lib, bu yerda b molekulalarning hususiy hajmlari, b molekula hajmining to'rtlanganiga teng. Agar, masalan, idishda ikkita molekula mavjud bo'tsa bu molekulalardan istalgan birining markazi ikkinchi molekulaning d diametridan kichik masofaga yaqin kela olmaydi (7.13-rasm). Shunday qilib, ikkala molekulaning markazlari radiusi d bo'lgan sferik hajmga, ya'ni molekulaning sakkizta hajmiga teng hajmga kirolmaydi, buni bitta molekulaga nisbatan hisoblaganda unga molekulaning to'rtlangan hajmiga teng hajm to'g'ri keladi.

2. Molekulalarni o'zaro tortishishini hisobga olinishi. Real gaz molekulalarining o'zaro tortishishi tufayli qo'shimcha ichki bosim hosil bo'ladi.

Van-der-Vaals hisoblariga asosan ichki bosim hajmning kvadratiga teskari proporsional bo'ladi, ya'ni

$$p' = \frac{a}{V^2} \quad (7.35)$$

bu yerda a -Van-der-Vaals doimiysi bo'lib, molekulararo ta'sir kuchini harakterlaydi, V_m - molyar hajm. Bu kiritilgan o'zgartirishlarni holat tenglamasiga kiritib bir mol real gaz uchun Van-der-Vaals tenglamasini olamiz

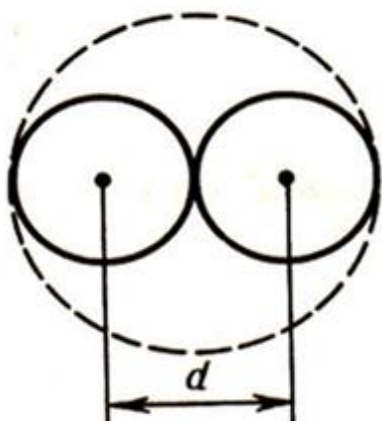
$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V_m - b) = RT \quad (7.36)$$

Gazning istalgan v moliga tegishli m massasi uchun Van-der-Vaals tenglamasi quyidagiga teng:

$$\left(p + \frac{v^2 a}{V^2}\right)\left(\frac{V}{v} - b\right) = RT$$

yoki

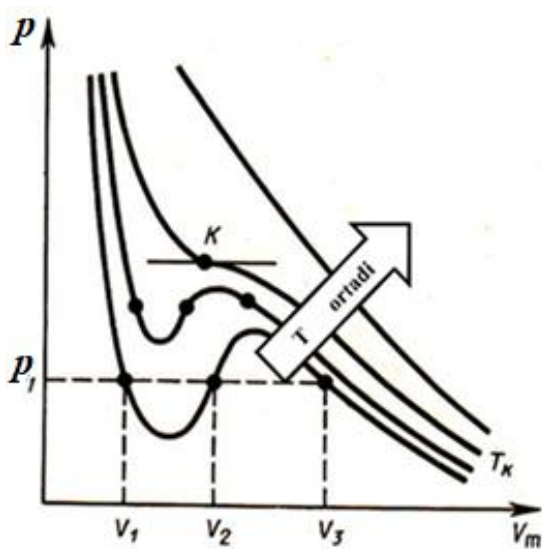
$$\left(p + \frac{v^2 a}{V^2}\right)(V - vb) = vRT$$



7.13 rasm

bu yerda a va b Van-der-Vaals doimiylari bo‘lib, har bir muayyan gazlar uchun tegishli har xil qiymatga ega va bu qiymatlar tajriba yo‘li bilan topiladi.

Van-der-Vaals tenglamasini keltirib chiqarishda qator soddalashtirishlarni amalga oshirilganligi uchun garchi u tajriba natijalariga mos kelsada, yaqinlashgan hisoblanadi. Kichik bosimlarda va katta temperaturalarda hajm V_m kattalashadi, shuning uchun $b \ll V_m$, $p' \ll p$ va bu holda Van-der-Vaals tenglamasi Klapeyron–Mendelev tenglamasiga mos tushadi.



7.14 rasm

Van-der-Vaals izotermalari va ularni analizi

Real gazlarni tahlil qilishda Van-der-Vaals izotermalidagi Van-der-Vaals tenglamasidan topiladigan T ni berilgan qiymatlarida p ni V_m ga bog‘liqligini bir mol gaz uchun ko‘rib

chiqamiz. Bu to‘rtta har xil temperaturalar uchun olingan egri chiziqlar (7.14-rasm), o‘ziga hos harakterga ega: yuqori temperaturalarda ($T > T_k$) real gaz izotermalari ideal gaz izotermalaridan faqat ozgina burilganligi bilan farq qiladi, lekin bir xil davom etib tushadigan egri chiziq ko‘rinishda bo‘ladi. Aynan berilgan T_k temperaturada izotermada egri chiziq bittagina nuqtaga ega; past temperaturalarda ($T < T_k$) esa izotermalar to‘lqinsimon qismga ega bo‘ladi.

Real gaz izotermalarni harakterini tushuntirish uchun Van-der-Vaals tenglamasini quyidagi ko‘rinishda o‘zgartiramiz:

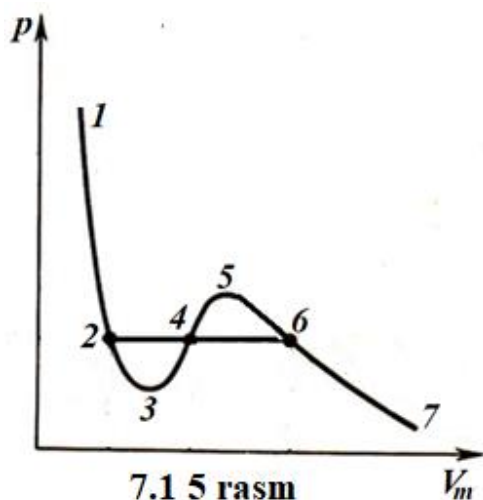
$$pV_m^3 - (RT + pb) \cdot V_m^2 + aV_m - ab = 0 \quad (7.36)$$

(7.36) tenglama V_m ga nisbatan yechilsa uchinchi darajali bo'lgani uchun uchta ildizga ega bo'ladi, bunda quyidagi uchta hol amalga oshishi mumkin:

- 1). Ildizlarning biri haqiqiy, ikkitasi mavhum;
- 2). Uchchala ildizlar haqiqiy va ular turli qiymat-larga ega;
- 3). Uchchala ildizlar haqiqiy va ularning qiymatlari birday (bir nuqtada yotadi) bo'ladi. $T < T_k$ da izotermani turli qismlarini qaraganimizda 1-3 va 5-7 qismlarida hajmni kichrayishiga qarab tabiiy ravishda bosim p ortib boradi. 3-5 modda siqilganda bosim p ni kamayishiga olib keladi; tajribalar ko'rsatadiki, bunday holatlar tabiatda kuzatilmagan ekan. 3-5 qismni mavjudligi shuni anglatadiki, bunda moddani asta sekin hajmini o'zgartirilganda doimiy ravishda bir jinsli muhitda qolmasdan, bir payt keladiki, sakrab boshqa holatga o'tadi va ikki xil fazaga ajraladi. Shunday qilib haqiqiy izoterma 7-6-2-1 siniq chiziq ko'rinishga ega bo'ladi. 7-6 qismi gaz holatiga to'g'ri keladi, 2-1 qismi esa suyuq holatga to'g'ri keladi. Gorizonttal 6-2 qismidagi to'g'ri chiziq moddaning gaz va suyuq holatlari o'zaro muvozanatda bo'ladi. Kritik temperaturadan pastda gaz holdagi modda bug'ni beradi, o'z suyuqligi bilan muvozanat holatda bo'lgan gaz *to'yingan bug'* deb ataladi.

Irlandiyalik olim T.Endryus tomonidan Van-der-Vaals tenglamasidan kelib

chiquvchi natijalarni tajribalarda korbonat angidrid gazi (CO_2) uchun tekshirilib to'g'riligi tasdiqlangan. Tajribalardan (Endryus) va nazariyadan (Van-der-Vaals) olingan izoterma natijalarining farqi shundaki, tajribada gorizonttal to'g'ri chiziq, nazariyada esa to'liqsimon



ko'rinishga ega (7.15-rasm).

7.15-rasmdan ko'rinadiki, izotermalar temperaturasini ortishi bilan to'liqsimon qismlari bilan birga to'liqsiz izoterma ham paydo bo'lishi tasvirlangan. Bu izotermaga taalluqli temperatura T_k kritik temperatura deyiladi. Bu kritik izoterma faqat bitta K nuqtadan iborat bo'lgan egri chiziqqa ega. K nuqta kritik nuqta deyiladi va bu nuqtadagi

urinma absissa o‘qiga parallel bo‘ladi. Bu nuqtaga tegishli bo‘lgan hajm V_m va bosim p_k lar ham kritik bo‘ladi. Kritik holatni belgilovchi parametrlar kritik parametr deyiladi.

Kritik parametrlarni topish uchun ularni qiymatlarini (7.36) ga qo‘yib quyidagicha yozamiz:

$$p_k V^3 - (RT + p_k b)V^2 + aV - ab = 0 \quad (7.37)$$

Binobarin, kritik nuqtada uchchala ildiz ustma-ust tushganligi va V_k ga teng bo‘lganligi sababli, (7.37) quyidagicha o‘zgaradi

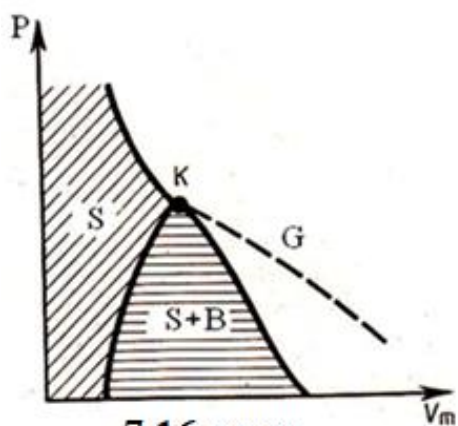
$$p_k(V - V_k)^3 = 0$$

yoki

$$p_k V^3 - 3p_k V_k V^2 + 3p_2 V_k^2 V - p_k V_k^3 = 0 \quad (7.38)$$

(7.37) va (7.38) tenglamalarni o‘xshashligidan foydalanib quyidagilarni yozish mumkin

$$V_k = 3b, \quad p_k = \frac{a}{27b^2}, \quad T_k = \frac{8a}{27Rb} \quad (7.39)$$



7.16 rasm

Shunday qilib, T_k dan past temperaturalardagi izotermalardagina to‘yinish sohalari mavjud (7.16-rasmda qo‘ng‘iroqsimon soha). Bu qo‘ngiroqsimon soha esa moddaning suyuq ($S + B$)

holatlariga mos keladi. Gazsimon holat esa rasmda alohida tasvirlangan. Bu sohada (G) modda ikki fazali holatda bo‘lmaydi. Binobarin, kritik temperatura–gazni suyuqlikka aylantirish mumkin bo‘ladigan eng yuqori temperaturadir. Temperaturasi T_k dan yuqori bo‘lgan gaz har qanday bosim ostida ham suyuqlikka aylanmaydi. Kritik holatdagi modda uchun suyuqlik va bug‘ orasidagi farq yo‘qoladi. Kritik holatda bug‘ning suyuqlikka, suyuqlikning esa bug‘ga aylanishi uzluksiz ravishda sodir bo‘lib turadi.

Kritik temperatura suyuqlikning solishtirma bug‘lanish issiqligi va sirt taranglik koeffitsienti nolga teng bo‘ladi.

Real gazning ichki energiyasi

Real gazning ichki energiyasini hisoblashda molekularlarning o‘zaro ta’sirlashish potensial energiyasini ham e’tiborga olish kerak. Tortishish kuchlarini mavjudligi tufayli gazda ichki bosim yuzaga keladi:

$$p' = \frac{a}{V_m^2}$$

molekulalar orasidagi tortishish kuchlarini yengishga sarflanadigan kuchlarni bajargan ishi sistemani potensial energiyasini ortishiga teng bo'ladi,

$$dA = pdV = dE_p$$

yoki

$$dE_p = \frac{adV}{V_m^2}$$

bundan

$$dE_p = \frac{a}{V_m}$$

manfiy belgi ichki bosim p' ni vujudga keltiruvchi molekulyar ta'sir kuchlari tortishish kuchlari ekanligini bildiradi.

Bularni hisobga olgan holda bir mol real gazning ichki energiyasi

$$U_m = C_V - \frac{a}{V_m} \quad (7.40)$$

u temperaturaning ko'tarilishi va hajmni ortishi bilan ortib boradi.

Agar gaz tashqi muhit bilan issiqlik almashmasa (adiabatik jaroyon, ya'ni $dQ = 0$ va tashqi ish bajarish yo'q (gaz vakuumda kengaymoqda, ya'ni $dA = 0$, u holda termodinamikaning birinchi qonuniga asosan ($dQ = (U_2 - U_1) + dA$) quyidagini olamiz:

$$U_2 - U_1 = 0 \quad (7.41)$$

Demak, gazni adiabatik kengayishida uning ichki energiyasi o'zgarmaydi.

Ko'rinishdan (7.39) tenglik real gazlar uchun ham, ideal gazlar uchun ham to'g'riga o'xshagani bilan fizik ma'no jihatdan turlicha bo'ladi. Ideal gazlar uchun $U_2 - U_1 = 0$ temperaturalarni tengligini bildiradi $T_1 - T_2$ ya'ni ideal gaz vakuumda adiabatik kengayganda uni temperaturasi o'zgarmaydi. Real gazlarda bo'tsa (7.39) dagi U_1 hamda U_2 bir mol gaz uchun quyidagicha bo'ladi

$$U_1 = C_V T_1 - \frac{a}{V_1}, \quad U_2 = C_V T_2 - \frac{a}{V_2}, \quad (7.42)$$

ekanligini hisobga olsak quyidagi formulaga ega bo'lamiz:

$$T_1 - T_2 = \frac{a}{C_V} \left(\frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_2} \right) \quad (7.43)$$

Bu yerda $V_2 > V_1$ bo'lsa $T_1 > T_2$ bo'ladi, ya'ni real gaz vakuumda adiabatik kengayganda soviydi. Real gaz adiabatik siqilganda qiziydi.

Suyuqliklar xossalari. Sirt tarangligi

Suyuqlik moddaning agregat holatini ifodalab, gaz bilan kristallar o'rtasida bo'lgani uchun ham gaz, ham kristall holatlarning ba'zi xususiyatlarini o'zida mujassamlashtirgan. Masalan, qattiq jism kabi ma'lum bir hajmga ega, gazga o'xshab o'zi joylashgan idishni shaklini oladi. Gaz molekulalari bir-biri bilan molekulararo ta'sir kuchlari orqali bog'lanmagan va issiqlik harakatining o'rtacha kinetik energiyasi ular orasidagi tortishish orqali yuzaga keladigan o'rtacha potensial energiyasidan ancha katta. Shuning uchun gaz molekulalari bir-biridan idish o'lchamlari imkon beradigan darajada uzoqlashaveradi va idish hajmini butunlay egallaydi. Suyuqliklar va qattiq jismlarda esa aksincha, molekulalar orasidagi tortishish kuchlari gazdagiga qaraganda ancha yuqori bo'lib, molekulalar bir-birini ma'lum bir masofada ushlab turishga qodirdir. Bu holda issiqlik harakatining o'rtacha kinetik energiyasi molekulararo tortishish kuchlari tufayli yuzaga keluvchi o'rtacha potensial energiyadan kichik bo'lgani uchun ular orasidagi tortishishni yengishga kamlik qiladi. Shuning uchun qattiq jismlar va suyuqliklar ma'lum hajmga ega bo'ladi.

Rentgen orqali modda tuzilishlarini o'rganish uchun olib borilgan tadqiqotlar tahliliga ko'ra, suyuqliklar zarralarining joylashish tartibi jihatdan qaralganda ular qattiq jism bilan gazlar o'rtasida, ya'ni oraliq o'rin egallaydi. Gazlarda molekulalar tartibsiz harakatda bo'ladi, ya'ni gaz molekulalari orasida o'zaro joylashishda biror-bir qonuniyat yo'q. Qattiq jismlar uchun zarralarning joylashish tartibi uzoq tartib deb ataladigan tartib harakteriga ega, ya'ni zarralar tartibi uzoq masofalarda ham birday qaytariladi. Suyuqliklarda esa yaqin tartib deb ataladigan tartib harakteriga ega, ya'ni ular orasida atom o'lchamiga teng masofalarda joylashishlarni qaytarilishi tushuniladi.

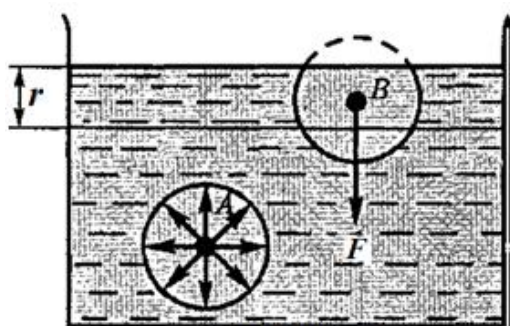
Suyuqliklar nazariyasi shu vaqtgacha yaxshi rivojlanmagan. Hozirgacha suyuqlik-larning butunlay tugallangan va dunyo olimlari tomonidan e'tirof etilgan nazariyasi yaratilgan emas. Suyuqliklarning murakkab nazariyasining qator masalalarini yechishda rus olimi Frenkelning hizmatlari kattadir. U suyuqliklardagi issiqlik harakatini quyudagicha tushuntirdi: bunda har bir molekula ma'lum bir muvozanat

holat atrofida tebranib turadida soʻngra oldingi holatiga nisbatan atom oʻlchamicha keladigan masofadagi yangi holatga sakrab oʻtadi. Shuning uchun suyuqlik molekulasini butun suyuqlik massasi boʻyicha oladigan boʻtsak sekin harakatlanadi va shuning uchun suyuqliklarda diffuziya gazlardagiga nisbatan ancha sekin kechadi.

Temperaturaning ortishi bilan tebranma harakat chastotasi tez ortib ketadi, molekular harakatchanligi ortgan holda suyuqlik qovushqoqligini kamayib ketishiga sabab boʻladi.

Suyuqlikning har bir molekulasiga uni oʻrab turgan molekular tomonidan tortishish kuchlari taʻsir qiladi va molekular orasidagi masofa ortishi bilan bu kuch tezda soʻnadi, shuning uchun maʼlum bir masofadan keyin molekular orasidagi tortishish kuchlarini hisobga olmasa ham boʻladi. Bu masofa (chamasi 10^{-9}) molekulyar taʻsir radiusi r deyiladi, bu radiusning sirtini r -molekulyar taʻsir sirti deyiladi.

Suyuqlikni ichida birorta A molekulani ajratib olaylik (7.17-rasm)



7.17 rasm

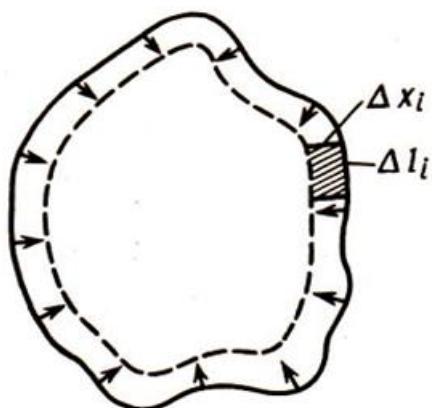
va uning atrofida r sirtini chizamiz. Ushbu molekulaga molekulyar taʻsir sferasi ichidagi barcha qoʻshni molekular taʻsirini olishning oʻzi yetarlidir. Bu A molekulaga qoʻshni molekular tomonidan taʻsir etuvchi kuchlar har tomonga yoʻnalgan boʻlganligi uchun ularni teng taʻsir etuvchisi nolga teng boʻladi. Endi suyuqlik sirtidan r dan kichikroq masofada joylashgan birorta B molekulani olsak, ahvol boshqacha koʻrinishga ega boʻladi. Bu holda molekulyar taʻsir sirtini bir qismigina suyuqlik ichida joylashgan. Suyuqlik chegarasidagi gazda molekular konsentratsiyasi suyuqliklardagiga qaraganda kamroq boʻlganligi uchun, r -molekulyar taʻsir sirtga yaqin qatlamdagi har bir molekulaga suyuqlikning ichiga qarab yoʻnalgan kuch taʻsir qiladi. Shuning uchun hamma molekularning teng taʻsir etuvchisi suyuqlikka molekulyar yoki ichki deb ataluvchi bosim koʻrsatadi. Bu molekulyar bosim suyuqlikka tushirilgan jismga taʻsir qilmaydi, chunki bu taʻsir faqatgina suyuqlik molekulari orasidagina mavjuddir.

Suyuqlik zarralarining toʻliq energiyasi ularni issiqlik harakatidagi kinetik energiyasi bilan, molekular orasidagi tortishish tufayli yuzaga keladigan potensial energiyalari yigʻindisidan iborat boʻladi.

Molekulani suyuqlik tubidan sirt qatlamiga ko‘chirish uchun sirt qatlamida ta’sir qiluvchi kuchlarga nisbatan ish bajarish kerak bo‘ladi. Bu ish molekula kinetik energiyasining zahirasi hisobidan uni potensial energiyasini oshirish hisobiga bajariladi. Shuning uchun sirt qatlamidagi molekula suyuqlik ichidagi molekulaga nisbatan kattaroq potensial energiyaga ega bo‘ladi. Sirt energiyasi deb ataluvchi suyuqlikning sirt qatlamidagi molekulalarning bu qo‘shimcha energiyagasi sirt yuzasi ΔS ga to‘g‘ri proporsional:

$$\Delta E = \sigma \Delta S \quad (7.44)$$

Bu yerda γ –sirt tarangligi bo‘lib, sirt birligidagi qo‘shimcha energiyani bildiradi. Muvozanat holatda potensial energiya minimum qiymatga ega bo‘lgani uchun, tashqi kuchlar ta’siri mavjud bo‘lmaganda suyuqlik sirti ma’lum berilgan hajmda minimum bo‘lgan shar shakliga ega bo‘ladi. Havoda osilib turgan suyuqlik tomchilarini kuzatish davomida, Haqiqatdan tomchilar shar shaklida, ammo yerni tortishish kuchlari tufayli ozgina yalpaygan ko‘rinishga ega ekanligini ko‘ramiz.



7.18 rasm

Vaznsizlik holatda har qanday suyuqlikning tomchisi (o‘lchamiga bog‘liq bo‘lmagan holda) sfera shaklini olishligi kosmik kemalarda o‘tkazilgan tajribalarda tasdiqlangan. Shunday qilib, sirt energiyasining mavjudligi tufayli suyuqlik o‘z sirtini qisqartirishga intiladi. Bunda suyuqlik o‘zini qisqarishga intiladigan elastik cho‘zilgan parda ichiga solib qo‘yilgandek tutadi. Haqiqatda esa suyuqlikni tashqaridan chegaralab turadigan hech qanday parda mavjud emas, bunda sirt qatlami ham suyuqlikning boshqa molekulalariga o‘xshash molekulalardan iborat ekanligini bildiradi. Faqat sirt qatlamidagi molekulalar suyuqlikning ichkarisidagi molekulalarga nisbatan qo‘shimcha energiyaga ega.

L berk kontur bilan chegaralangan (7.18-rasm) suyuqlik sirtini ko‘rib chiqamiz. Sirt taranglik kuchi tufayli (bu kuch suyuqlik sirtiga o‘tkazilgan urinma bo‘ylab o‘zi ta’sir qilayotgan molekula joylashgan kontur qismiga perpendikulyar ravishda (yo‘nalgan) suyuqlik sirti punktir chiziq bilan belgilangan sirtga qisqarsin. Ajratilgan qismdan

yondosh chegarasidagi qo‘shni qismga ta‘sir qilayotgan kuch quyidagicha ish bajaradi

$$A = F \sum_i \Delta l_i \cdot \Delta x_i$$

bu yerda F -konturning birlik uzunligiga ta‘sir qiluvchi sirt taranglik kuchi deyiladi. 8.6-rasmdan ko‘rinadiki $\sum_i \Delta l_i \cdot \Delta x_i = \Delta S$ bo‘lgani uchun

$$A = F \Delta S \tag{7.45}$$

Bu ish sirt energiyasini kamayishi hisobiga bajariladi, shuning uchun

$$A = \Delta E \tag{7.46}$$

(7.44) va (7.46) formulalarni taqqoslasak

$$\sigma = F \tag{7.47}$$

Sirt tarangligi σ konturning birlik uzunligiga to‘g‘ri keladigan sirt taranglik kuchiga teng bo‘lgan kattalik. Bu kattalik metrga nyuton $\frac{N}{m}$, santimetrda $\frac{Dn}{sm}$, yoki kvadrat metrda joul $\frac{J}{m^2}$ hisobida o‘lchanadi. 300K temperaturada ko‘p suyuqliklarda sirt tarangligi $10^{-2} \div 10^{-1} \frac{N}{m}$ bo‘ladi. Suyuqlikning temperaturasi ortganda molekulalar orasidagi o‘rtacha masofa ortganligi uchun sirt taranglik kuchi kamayib boradi. Sirt tarangligi suyuqliklarda turli aralashmalar mavjudligiga bog‘liq bo‘ladi. Suyuqliklarni sirt tarangligini susaytiradigan moddalarni sirt faol moddalar deyiladi. Ko‘pchilikka ma‘lum bo‘lgan suvga nisbatan sirt faol modda bu sovundur. Sovun sirt tarangligini tez susaytiradi (taxminan $7,5 \cdot 10^{-2} \frac{N}{m}$ dan $4,5 \cdot 10^{-2} \frac{N}{m}$ gacha), shuning uchun sovundan pufakchalar (suvda bo‘lmaydigan) hosil bo‘ladi. Bunga sabab suyuqlikning o‘zini molekulalari orasidagi tortishish kuchi suyuqlik molekulasi bilan aralashma molekulasi orasidagi tortishish kuchidan katta bo‘lganligi. Shunday qilib suyuqlik molekulasi sirdan suyuqlikning ichkarisiga kirib joylashadi va bunda u sirt-faol modda molekulasini sirtga siqib chiqaradi. Sirt tarangligini kamaytiruvchi sirt-faol moddalarga spirtlar, efirlar, heft va boshqalar kiradi.

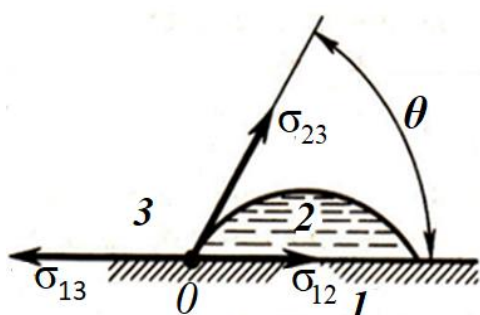
Suyuqlik molekulalari orasidagi tortishish kuchlariga qaraganda, suyuqlik molekulasi bilan ular molekulalari orasidagi tortishish kuchlari katta bo‘lgani sababli sirt tarangligini orttiradigan moddalar ham mavjud. Bularga qand, tuz va x.k. lar kiradi. Misol uchun suvdagi

sovunli aralashmasini tuzlanganda toza suvdagiga nisbatan suyuqlik sirt tarangligi sovun molekulasini ko'proq siqib chiqaradi. Sovun olishda tuzlash usulidan shu yo'sinda foydalaniladi.

Ho'llash hodisasi

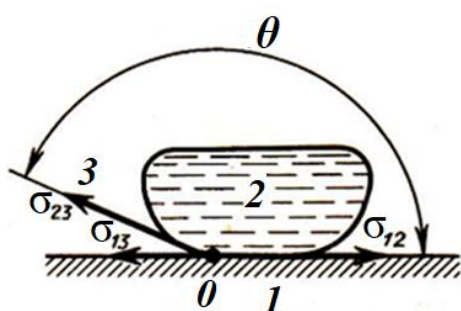
Tajribalardan ma'lumki, suv tomchisi oynada yoyilb ketadi va 8.8-rasmdagi ko'rinishdagidek shaklni oladi, lekin simobning tomchisi yoyilmasdan 8.9-rasm

ko'rinishga ega bo'ladi. Birinchi misolda ho'llanish yuz beradi, ikkinchi holatda hollanish yo'q. Ho'llanish sirt qatlamdagi molekular bilan



8.8 rasm

molekulalari orasidagi tortishish kuchlari suyuqlik bilan qattiq jism



8.9 rasm

tegib turgan muhit molekulari orasidagi ta'sir kuchiga bog'liq bo'ladi. Suyuqlik molekulari orasidagi tortishish kuchlariga qaraganda, suyuqlik molekulasini bilan qattiq jism orasidagi tortishish kuchlari katta bo'lganda ho'llanish hodisasi yuz beradi va bunda suyuqlik qattiq jismni ko'proq sirtini (yuzasini) egallashga intiladi. Agar suyuqlik molekulari orasidagi tortishish kuchlari suyuqlik bilan qattiq jism molekulasini orasidagi tortishish kuchidan katta bo'tsa ho'llanish hodisasi yuz bermaydi va bunda suyuqlik mumkin qadar qattiq jismga tegib turgan yuzasini qisqartirishga harakat qiladi.

Agar bir chiziqda birdaniga uchta modda: qattiq, suyuq va gaz holatidagi modda bir-biri bilan chegaradosh bo'tsa

(8.8-rasm), chiziqqa urinma bo'ylab ichkariga yo'nalgan uchta sirt taranglik kuchi mavjud (8.8 va 8.9-rasmlar). Bu kuchlar birlik uzunlikka qo'yilgan bo'lib, tegishli $\sigma_{12}, \sigma_{13}, \sigma_{23}$, sirt tarangliklariga ega bo'ladi. Qattiq jism va suyuqlik chegarasidagi θ burchak chegaraviy burchak deyiladi. Suyuqlik tomchisining muvozanat sharti $\sigma_{12}, \sigma_{13}, \sigma_{23}$, larga tegishli sirt taranglik kuchlarining qattiq jism sirtiga proeksiyalarining yig'indisi nolga teng bo'lishi bilan ifodalanadi.

$$-\sigma_{13} + \sigma_{12} + \sigma_{23} \cos \theta = 0$$

Bundan

$$\cos\theta = \frac{(\sigma_{13} - \sigma_{12})}{\sigma_{23}} \quad (78.48)$$

(7.48) dan σ_{12} va σ_{13} chegaraviy burchak o'tkir yoki o'tmas bo'lishi mumkin. Agar $\sigma_{13} > \sigma_{12}$ bo'tsa, $\cos\theta > 0$ va θ burchak o'tkir bo'ladi (8.8-rasm), ya'ni, suyuqlik qattiq muhit yuzasini ho'llaydi. Agar $\sigma_{13} < \sigma_{12}$ bo'tsa, $\cos\theta < 0$ va θ burchak o'tmas bo'ladi (8.9-rasm), bunda suyuqlik qattiq muhitni ho'llamaydi.

Quyudagi shart bajarilgan xoldagina chegaraviy burchak (7.48) ifoda bilan aniqlanadi:

$$\frac{(\sigma_{13} - \sigma_{12})}{\sigma_{23}} \leq 1 \quad (7.49)$$

Agar (8.16) shart bajarilmasa, u holda 2 suyuqlik θ burchakning hech qanday qiymatida muvozanat yuz bermaydi. $\sigma_{13} > \sigma_{12} + \sigma_{23}$ bo'lganda suyuqlik qattiq jism sirti bo'ylab cheksiz yoyilib ketadi (masalan kerosin oynani sirtini qoplagandek) bu hol to'liq ho'llanish deyiladi (ushbu holda $\theta = 0$). $\sigma_{12} > \sigma_{13} + \sigma_{23}$ bo'lganda suyuqlik sharga o'xshash tomchi ko'rinishga ega bo'lib, qattiq jism sirtiga bitta nuqtada tegib turadi (masalan, parafin yuzasidagi suv tomchisi kabi), to'liq ho'llanmaslik deyiladi (bu holda $\theta = \pi$).

Ho'llanish va ho'llanmaslik nisbiy tushunchadir, chunki biror-bir qattiq jism sirtini ho'llagan suyuqlik boshqa qattiq jism yuzasini ho'llamasligi mumkin. Masalan, suv oynani ho'llaydi, lekin parafinni ho'llamaydi; simob oynani ho'llamasligi mumkin, lekin toza metallar yuzasini hollaydi.

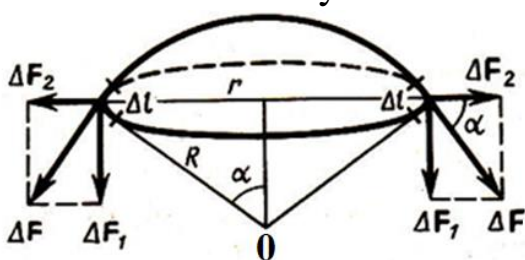
Ho'llash va ho'llmaslik hodisasi texnikada juda katta ahamiyat kasb etadi. Masalan, flotatsion metod bilan rudani tozalashda (rudani puch jinslardan tozalab, sifatini oshirishda), maydalangan rudani suyuqlikda chayqaganda ruda hollanmaydi, puch jinslar ho'llanadi va shu yo'l bilan ruda tozalanadi. Bu aralashmada ruda zarralari cho'kadi, minerallar zarralari esa cho'kmay suyuqlik yuzasida qoladi. Metallarga mexanik ishlov berishda, hamda tog' jinslarini kovlab olishda ularni mahsus suyuqliklar bilan ho'llaniladi, bunda ularga ishlov berishni ham osonlashiradi ham tezlashtiradi.

Suyuqlikni egrilangan sirti ostidagi bosimi.

Agar suyuqlik sirti yassi bo‘lmasdan egri bo‘lsa, u holda sirt tarangligi suyuqlikka qo‘shimcha bosim bilan ta’sir qiladi. Bu qo‘shimcha bosim, sirt taranglik kuchi ta’sirida yuzaga keladi va qavariq sirtlar uchun musbat bo‘lib, suyuqlik ichiga yo‘nalgan, botiq sirtlar uchun esa manfiy va tashqariga yo‘nalgan. Ortiqcha bosimni hisoblab chiqarishda suyuqlikning erkin sirtini R radiusli shar shaklidan iborat deb faraz qilamiz, aylanaga qadalgan sharli segment radiusi $r = R \sin \alpha$ (8.10-rasm). Konturning har bir cheksiz kichik elementi Δl ga sferik sirtga urinma ko‘rinishdagi $\Delta F = \sigma \Delta l$ sirt taranglik kuchi ta’sir qiladi. ΔF ni ikkita (ΔF_1 va ΔF_2) va komponentalarga ajratsak ΔF_2 larni geometrik yig‘indisiga teng, chunki bu kuchlar o‘zaro tengdir. Shuning uchun sirt taranglik kuchlarini teng ta’sir etuvchisi suyuqlik ichiga kesim yuzasiga perpendikulyar yo‘nalgan va u quyidagiga teng.

$$F = \sum \Delta F_1 = \sum \Delta F \sin \alpha = \sum \sigma \Delta l \frac{r}{R} = \frac{\sigma r}{R} \sum \Delta l = \frac{\sigma r}{R} 2\pi r$$

Bu kuchni asos yuzasi πr^2 ga bo‘tsak suyuqlik qavariq egri chiziq sababli yuzaga kelgan sirt taranglik kuchlari hosil qilgan bosimni topamiz:



8.10 rasm

$$\Delta p = \frac{F}{S} = \frac{2\sigma \pi r^2}{R \pi r^2} = \frac{2\sigma}{R} \tag{7.50}$$

Agar sirt botiq bo‘lsa, sirt taranglik kuchlarini teng ta’sir etuvchisi suyuqlik tashqarisiga yo‘nalgan va quyidagiga teng bo‘ladi:

$$\Delta p = -\frac{2\sigma}{R} \tag{7.51}$$

Shunday qilib, qavariq sirt ostidagi suyuqlik ichida bosim gazdagiga nisbatan Δp ga kam bo‘ladi.

(7.50) va (7.51) formulalar Laplas formulasini xususiy ko‘rinishidir. Istalgan ikki xil egri chiziq sirtlar uchun qo‘shimcha bosimni quyidagi Laplas formulasidan topiladi:

$$\Delta p = \sigma \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \tag{7.52}$$

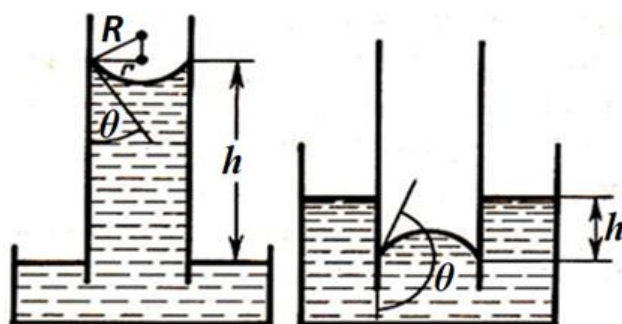
bu yerda R_1 va R_2 lar istalgan ikkita o‘zaro perpendikulyar bo‘lgan suyuqlikning egrilangan sirtlari radiuslari. Egrilangan radiusi musbat bo‘ladi qachonki egrilik markazi suyuqlik ichida bo‘lsa, manfiy bo‘ladi agar egrilik markazi suyuqlik tashqarisida joylashgan bo‘lsa. $R_1 = R_2 = R$ sferik egrilangan sirt uchun (7.52) ifoda (7.50) ifoda ko‘rinishga ega bo‘ladi, silindrik ko‘rinishdagi sirtlar uchun ($R_1 = R$ va $R_2 = \infty$) qoshimcha bosim

$$\Delta p = \sigma \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{\infty} \right) = \frac{\sigma}{R}$$

ga teng bo‘ladi. Yassi sirtlarda ($R_1 = R_2 = \infty$) bo‘lgani uchun sirt taranglik kuchlari qo‘shimcha bosim hosil qilmaydi.

Kapillyarlik hodisasi

Agar ingichka nayni (kapillyar nayni) bir tomonini keng idishga quyilgan suyuqlikka tushirsak, u holda suyuqlik nay devorlarini ho‘llashi yoki ho‘llamasligi oqibatida nayda egrilangan sirt kattalshadi. Agar suyuqlik nayni devorini ho‘llasa nay ichida suyuqlik sirti botiq shaklda bo‘ladi, agar ho‘llamasa qavariq shaklda bo‘ladi (8.11-rasm). Suyuqlikni botiq sirti ostida (7.51) formula bilan aniqlanadigan manfiy qo‘shimcha bosim hosil bo‘ladi. Ushbu bosimni mavjudligi suyuqlikni



8.11 rasm

kapillyarda ko‘tarilayotga-nini anglatadi. Keng idishdagi suyuqlikni yassi sirti ostida esa qo‘shimcha bosim mavjud emas.

Agar suyuqlik nay devorlarini ho‘llamasa musbat qo‘shimcha bosim suyuqlikni kapillyar nayda pastlashishiga olib keladi.

Kapillyar nayda sath balandligini o‘zgarishiga kapillyarlik hodisasi deyiladi. Suyuqlik kapillyar naychada shunday h balandlikka ko‘tariladi yoki tushadi qachonki suyuqlikning gidrostatik bosimi ρgh bilan qo‘shimcha bosimi Δp muvozanatlashadi, ya’ni

$$\frac{2\sigma}{R} = \rho gh$$

Bu yerda ρ —suyuqlik zichligi, g —erkin tushish tezlanishi.

Agar kapillyarning radiusi r chegaraviy burchagi θ bo'tsa, 6.8-rasmdan $\frac{2\sigma\cos\theta}{r} = \rho gh$ (kapillyar bosim bilan gidrostatik bosim orasidagi bog'lanish) ekanligi kelib chiqadi, bundan

$$\frac{2\sigma\cos\theta}{\rho gr} = h \quad (7.53)$$

Suyuqlik ho'llaganda kapillyar bo'yicha ko'tariladi, ho'llamaganda – pastlaydi, (8.20) dan $\theta < \frac{\pi}{2}$ ($\cos\theta > 0$) bo'lsa, h musbat bo'ladi, $\theta > \frac{\pi}{2}$ ($\cos\theta < 0$) bo'tsa, h manfiy bo'ladi. (7.53) dan ko'rinadiki, h balandlik kapillyar radiusiga teskari proportsional. Demak, ingichka kapillyar naychalarda suyuqlik mumkin qadar balandroqqa ko'tariladi. To'liq ho'llanganda $\theta = 0$ suv $\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$, $\sigma = 0,073 \frac{N}{m}$ diametri $10mk$ bo'lgan kapillyarda $h=3m$ balandlikka ko'tariladi.

Kapillyarlik hodisasi texnikada muhim o'rin egallaydi. Tuproqda namlik almashinishida, ingichka kapillyarlardan suv ko'tarilishi hisobiga o'simliklarni namligini ushlab turiladi.

Tayanch iboralar: bosim, qo'shimcha bosim, temperatura, o'rtacha kvadratik tezlik, kush impulsi, molekula, atom, xaotik harakat, Avagadro soni, mol, ideal gaz, izojarayonlar, holat tenglamasi, gaz qonunlari, erkinlik darajasi, kapillyarlik, ho'llash, sirt tarangligi, .

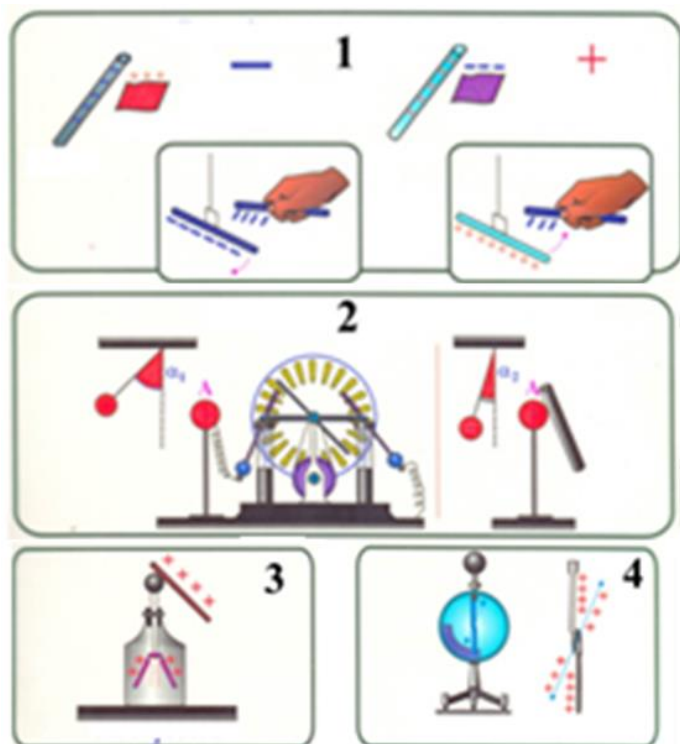
Nazorat savollari.

1. Qattiq, suyuq va gaz xolatdagi moddani tashkil etuvchi molekulalar qanday issiqlik harakatlarda qatnashadi?
2. XBT (SI) sistemasida modda miqdori qanday?
3. Termodinamikaning ikkinchi qonunini Klauzius, Tomson tomonidan talqinlari qanday?
4. S. Karnoning termodinamikaning ikkinchi qonuniga bergan g'oyasi qanday edi?
5. Termodinamik ehtimollik, Bo'lsman formulasi, entropiya va tartibsizlik nima?
6. Qanday sharoitlarda qaytaruvchan jarayonlarni kuzatish mumkin?
7. Issiqlik mashinasining ishlashini tushuntiring.
8. Sovitkich mashinasining ishlash printsiptini izohlang.
9. Kapillyarlik qanday hodisasi
10. Sirt tarangligi qanday jarayon?
11. Ho'llash, ho'llamaslik hodisasini tushuntiring

5-BOB

§8. Elektrostatika.

Eramizgacha VII asrdayoq qadimgi grek olimi Fales ipakka ishqalangan qaxraboning o'ziga yengil buyumlarni tortish qobiliyati bor



8.1 rasm

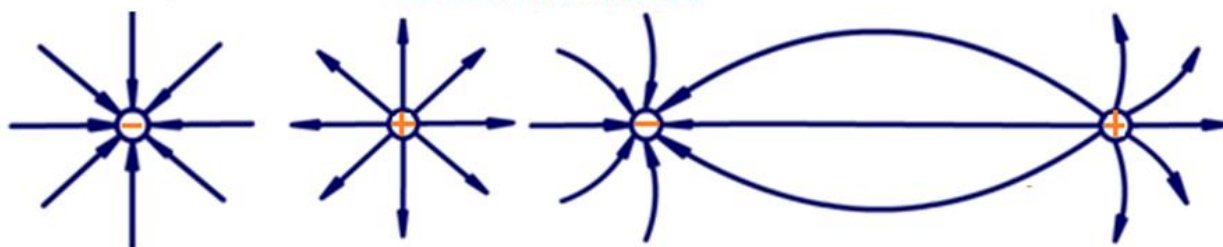
ekanini ko'rsatib o'tgan edi. Biroq faqat XVI asrning oxiridagina angliyalik vrach va fizik Gilbert Fales bayon qilgan hodisa bilan qiziqib qoldi. Gilbert shunga doir tajribalar o'tkazib, faqat ipakka ishqalangan qaxrabogina emas, balki oldindan mo'ynaga, movutga va shunga o'xshash boshqa yumshoq matoxlarga ishqalangan shisha, chinni va boshqa ko'p jismlarning ham yengil buyumlarni o'ziga tortish xossasi bor ekanligini payqadi. Gilbert bu hodisani

elektrlanish deb atadi.

Faqat ikki tur elektrlanish bo'lar ekan: musbat (masalan, mo'ynaga ishqalangan shishaning elektrlanishi) va manfiy (masalan, shishaga ishqalangan mo'ynaning elektrlanishi). Shuningdek, turli ishorali elektrlangan jismlarning o'zaro tortishishi va bir xil ishorali elektrlangan jismlarning o'zaro itarishi-shi ham aniqlandi.

Elektrlanishni uzoq vaqtlargacha jismlarning ichida harakatlanuvchi yoki bir jismdan ikkinchi jismga oqib o'tuvchi alohida (musbat va manfiy) elektrik suyuqliklarning mavjudligi bilan tushuntirib keldilar. Faqat 1881 yildagina nemis fizigi va fiziologi Gelmgols elektr hodisalarni elektrik zaryadlangan elementar zarralarning mavjudligi bilan bilan tushuntiruvchi gipotezani aytdi.

Kuchlanganlik chiziqlari shartli ravishda musbat zaryaddan chiquvchi va manfiy zaryadga kiruvchi deb qabul qilingan



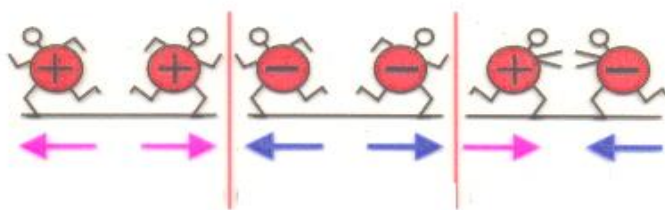
8.2 rasm

Keyinchalik elektronning (1897 yilda ingliz fizigi J.J.Tomson tomonidan) va protonning (1919 yilda ingliz fizigi Rezerford tomonidan) kashf etilishi munosabati bilan bu gipoteza isbotlandi. Elektronning massasi $m = 9,1082 \cdot 10^{-31} kg$, uning zaryadi $e = 1,60091 \cdot 10^{-19} C$ (kulon). Proton musbat zaryadga ega bo'lib, kattaligi elektron zaryadiga teng; protonning massasi elektron massasidan 1836 marta katta. Boshqa elementar zarralar (pozitronlar, mezonlar, neytronlar, neutrino va hokazo) ham mavjud bo'lib, ularning orasida zaryadlilari ham, neytrallari ham bor.

Barcha elementar zarralarning zaryadi kattalik jihatdan bir xil bo'lib, elektron zaryadiga teng va elementar elektr zaryadi deb ataladi. Elementar zaryad (ma'lum bo'lgan) elektr zaryadlar ichida eng kichigidir; u o'ziga xos "elektr atomi" dir.

Elektrlangan (zaryadlangan) jismda musbat va manfiy elementar zaryadlar soni turlicha; zaryadlanmagan jismda ularning soni o'zaro teng bo'ladi.

Elektr zaryadlari erkin harakatlana oladigan jismlar o'tkazgichlar deyiladi. Ikki xil o'tkazgichlar mavjud. Barcha metallar *birinchi tur* o'tkazgichlarga kiradi.



Metallarda harakatlanuvchi zar-yadlar *erkin elektronlardir*; erkin elektronlar-ning ko'chishi bu

o'tkazgichlarda hech qanday ximiyaviy o'zgarishlar hosil qilmaydi. *Ikkinchi tur* o'tkazgichlarga elektrolitlar (tuzlarning eritmalari) kislotalar, ishqorlarning eritmalari kiradi, bularda musbat va manfiy *ionlar* harakatlanadi va bu harakat o'tkazgichlarda ximiyaviy o'zgarishlar bo'lishiga olib keladi.

Zaryadlarning ko'chishi (harakati) juda ham cheklangan jismlar (erkin elektronlar kam bo'lgan yoki ionlar deyarli bo'lmagan) *dielektriklar* yoki *izolyatorlar* deyiladi. Masalan, qahrabo, shisha, distillangan suv, spirt dielektrikdir. *Yarim o'tkazgichlar* (selen, germaniy, kremniy, grafit va shunga o'xshashlar) oraliq holatda bo'ladilar. Ularning *elektr o'tkazuvchanligi* asosan tashqi sharoitlar, jumladan, temperaturaga bog'liq.

Izolyasiyalangan tizimda elektr zaryadlarning algebraik yig'indisi o'zgarmaydi.

$$q = \sum_i^n q_i$$

Bu qoida elektr zaryadlarning saqlanish qonuni deyiladi.

Elektr zaryadning (elektr miqdorining) o'lchov birligi, qayd qilib o'tilganidek, kulon (C) dir. Bu birlik o'tkazgichdagi (I) tok kuchini o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan o'tgan (q) elektr zaryadi va uning o'tish vaqti (t) bilan bog'lovchi (maktab fizika kursidan ma'lum) munosabatdan aniqlanadi.

$$q = It \quad (8,1)$$

(8.1) ga ko'ra, $1C \cdot 1A$ tok oqayotgan o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan 1 sekunda o'tgan elektr zaryadiga teng:

$$1C = 1A \cdot 1s$$

Tok kuchining birligi – amper SI asosiy birlikdir. Bu birlik tokli parallel ikki o'tkazgichning o'zaro ta'siridan aniqlanadi va shuning uchun uning aniq ta'rifi keyinroq beriladi.

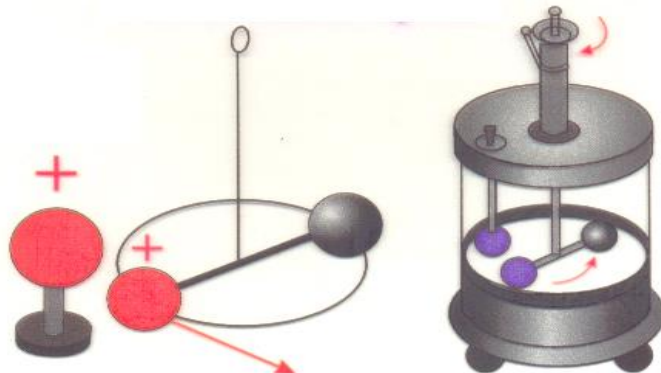
Elektrostatika elektr jihatidan zaryadlangan tinch turgan jismlarning elektr va muvozanat shartlarini, shuningdek, bu jismlarning elektr zaryadlariga bog'liq bo'lgan xossalarini o'rganadi.

Elektrostatikaga doir birinchi miqdoriy tadqiqotlarni 1785 yilda fransuz fizigi Kulon o'tkazgan edi. Kulon tajriba yo'li bilan (buralma tarozilar yordamida) quyidagi qonunni aniqladi:

Ikkita nuqtaviy zaryad vakuumda zaryadlarning q_1 va q_2 kattaliklariga proporsional, ular orasidagi masofa kvadrati r ga teskari proporsional bo'lgan va bu zaryadlarni birlashtiruvchi chiziq bo'ylab yo'nalgan F kuch bilan o'zaro ta'sirlashadi (Kulon qonuni):

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (8.2)$$

bu yerda k -proporsionallik koeffitsiyenti. (8.2) formula faqat nuqtaviy zaryadlar uchungina emas, balki chekli o'lchamdagi zaryadlangan sharlar uchun ham o'rin-



lidir. Bunday holda r sharlarning markazlari orasidagi masofa bo'ladi. Boshqa shakldagi jismlarning o'zaro ta'sir kuchi bu jismlarning zaryadlarini tashkil qilgan barcha nuqtaviy zaryadlarning o'zaro ta'sir kuchlarini vektor qo'shish yo'li bilan hisoblanadi.

(8.2) formuladagi proporsionallik koeffitsiyentini quyidagi ko'rinishda ifodalash maqsadga muvofiq (qulay):

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad (8.3)$$

Bu yerda ϵ_0 -kattalik elektr doimiysi deyiladi, k -koeffitsientning birga teng deb olish mumkin emasligini (va demak, ϵ_0 ning qiymatini ixtiyoriy tanlab bo'lmasligini) qayd qilaylik, chunki (8.2) formulaga kirgan barcha fizik kattaliklarining o'lchov birliklari avval aniqlab bo'lingan. Shuning uchun k ning qiymatini va demak, ϵ_0 ning qiymatini tajriba yo'li bilan aniqlash lozim.

(8.3) formulani nazarga olib, endi vakuumda zaryadlarning o'zaro ta'siri uchun Kulon (8.2) ni uzil-kesil ko'rinishda yozamiz:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (8.4)$$

Tajribalarda $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$ SI birlik ekanligi aniqlandi. ϵ_0 ning o'lchamini Kulon qonuni (8.4) dan aniqlash oson:

$$[\epsilon_0] = \frac{[q_1][q_2]}{[F][r^2]} = \frac{C^2}{N \cdot m^2} = \frac{F}{m}$$

Bu yerda farada elektr sig‘imining o‘lchov birligi). Shuning uchun elektr doimiysi ϵ_0 ning o‘lchov birligi metrda farada (f/m) deb ataladi. Shunday qilib,

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} f/m$$

Bir-biridan biror masofada turgan elektr zaryadlari fazo orqali o‘zaro ta’sirlashadi. Bunday o‘zaro ta’sirning fanqat maydon oralgina amalga oshishini avvaldan bilamiz, biz tekshirayotgan holda esa u elektr maydoni orqali amalga oshadi. Elektr zaryadlarning o‘zaro ta’sir qilishiga vosita bo‘lgan materiya turi elektr maydoni deyiladi. Zaryadlangan har bir jismni elektr maydoni o‘rab olgan bo‘ladi. Bu maydonga qo‘yilgan har bir zaryad (8.4) formulaga muvofiq kuch ta’siriga uchraydi.

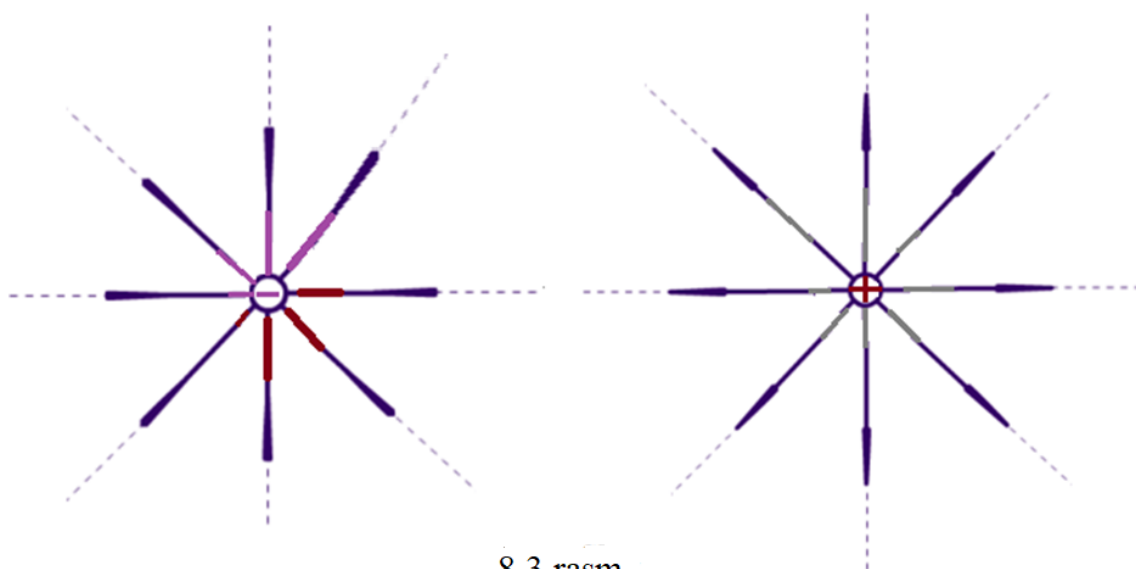
Q zaryad maydonining biror nuqtasida kichik musbat q_0 zaryad – “sinish zaryadi” turgan bo‘lsin. Unga F_0 kuch ta’sir qiladi. $\frac{F_0}{q_0}$ nisbat birlik musbat zaryadgsha ta’sir qiluvchi kuchni bildiradi; bu kuch sinash zaryadi kattaligiga bog‘liq bo‘lmaydi va elektr maydonining xarakteristikasi bo‘lib xizmat qilishi mumkin. quyidagi vektor kattalik elektr maydonning kuchlanganligi deyiladi.

$$E = \frac{F_0}{q_0} \tag{8.5}$$

Kuchlanganlik F_0 kuch singari yo‘nalgan bo‘ladi (chunki q_0 skalyar kattalik). Shunday qilib, muayyan nuqtadagi elektr maydoni kuchlanganligi kattaligi jihatidan shu nuqtaga qo‘yilgan musbat birlik zaryadga ta’sir qiluvchi kuchga teng va bu kuch bilan bir xil yo‘nalgan. (8.5) formuladan elektr maydonning kuchlanganliginining birligi uchun $1C$ zaryadga $1N$ kuch bilan ta’sir qiluvchi maydonning kuchlanganligi qabul qilinishi ko‘rinib turibdi. Kuchlanganlikning o‘lchamlari:

$$[E] = \left[\frac{F}{q} \right] = \left[\frac{N}{C} \right] =$$

Elektr maydonini kuch chiziqlari yordamida juda ayon tasvirlash mumkin.



8.3 rasm

elektr maydonining kuch chiziqlari deb uning har bir nuqtasiga o'tkazilgan urinma kuchlanganlik vektori bilan ustma-ust tushadigan chiziqqa aytiladi.

Kuch chiziqlari shunday quyuklikda chiziladiki, maydonga perpendikulyar

bo'lgan tasavvur qilingan $1m^2$ yuz orqali o'tayotgan chiziqlar soni maydonning shu yerdagi kuchlanganlik kattaligiga teng bo'lsin.

Agar elektr maydonining hamma nuqtalarida E kuchlanganlik bir xil bo'tsa, elektr maydoni bir jinsli deyiladi. Aks holda esa maydon bir jinslimas deyiladi.

8.3a, va 8.3 b-rasmlarda musbat va manfiy nuqtaviy zaryadlarning elektr maydoni tasvirlangan. Kuch chiziqlari nazariy jihatdan musbat zaryaddan chiqib (yoki manfiy zaryadga kirib) cheksizlikkacha yoyilib ketadi.

Nuqtaviy zaryad (yoki shar zaryadi) q hosil qilgan elektr maydoni kuchlanganligi kattaligi (8.1) va (8.5) formulalar orqali quyidagicha aniqlanadi:

$$E = \frac{F_o}{q_o} = \frac{qq_o}{4\pi\epsilon_o r^2 q_o}$$

Bundan

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_o r^2} \quad (8.6)$$

Bu yerda r -maydonni hosil qilgan zaryaddan kuchlanganlik aniqlanayotgan nuqtachaga bo'lgan masofa. Shunday qilib, nuqtaviy

zaryadning kuchlanganligi bu zaryadgacha bo‘lgan masofa kvadratiga teskari proporsional ekan.

Elektr maydonida joylashgan biror (real yoki xayoliy) sirtni kesib o‘tayotgan kuch chiziqlari soni maydonning shu sirt orqali o‘tayotgan kuchlanganlik oqimi N deyiladi. Agar sirt kuch chiziqlariga perpendikulyar va maydon kuchlanganligi E butun sirtida bir xil bo‘lsa,

$$N = ES \tag{8.7}$$

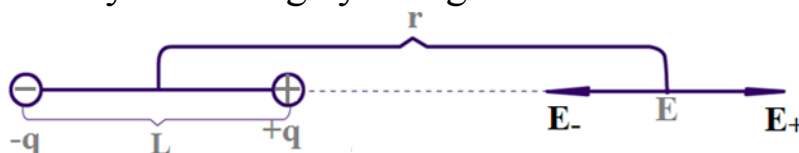
Bo‘lishi ravshan, bu yerda S -sirtning yuzi.

(8.7) formulaga muvofiq, elektr maydoni kuchlanganligi oqimining o‘lchov birligi $\frac{N}{C} = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1} \cdot \text{s}^{-3}$ bo‘ladi.

Bir-biridan biror l masofada joylashgan, kattaligi jihatidan teng bo‘lgan ikki nutaviy q zaryadlarning yig‘indisi elektr dipol deyiladi. qo‘yidagi

$$q\vec{l} = \vec{p}$$

ko‘paytma dipolning momenti deyiladi: zaryadlarni birlashtiruvchi, to‘g‘ri chiziq dipolning o‘qi deyiladi. Odatda dipol momenti uning o‘qi bo‘ylab musbat zaryad tomonga yo‘nalgan deb olinadi.



8.4 rasm

Dipol o‘qining davomidagi va dipol o‘qining yarmiga o‘tkazilgan perpendi-kulyardagi maydon kuchlanganligi kattaligini aniqlaymiz.

1. Dipol o‘qi davomida maydon kuchlanganligi. 13-rasmga muvofiq, dipol maydoning A nuqtadagi E kuchlanganligi dipol o‘qi bo‘ylab yo‘nalgan hamda musbat va manfiy zaryadlarning hosil qilgan E_+ va E_- kuchlanganliklari ayirmasiga teng:

$$E = E_+ - E_-$$

A dan dipol yarmigacha bo‘lgan masofani r bilan (8.6) formula asosida shunday yozish mumkin:

$$E_+ = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \left(r^2 - \frac{1}{2}\right)^2} \quad \text{va} \quad E_- = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \left(r^2 + \frac{1}{2}\right)^2}$$

2. Dipol o‘qining o‘rtasiga o‘tkazilgan perpendikulyardagi maydon kuchlanganligi. 8.4-rasmga muvofiq A nuqtadagi E maydon

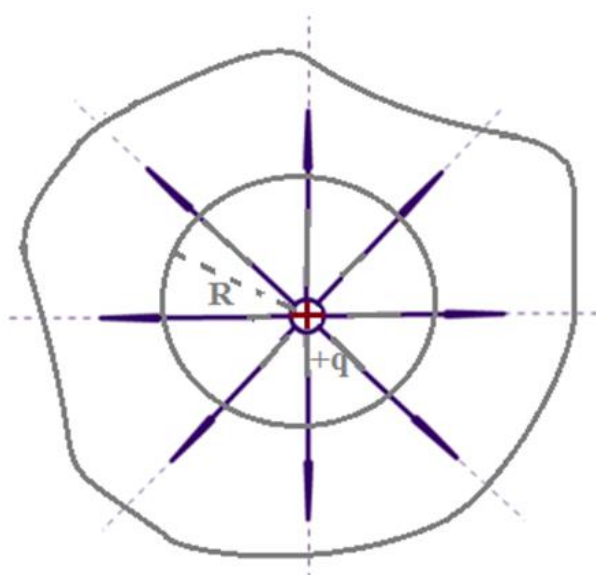
kuchlanganligi musbat va manfiy zaryadlarning hosil qilgan E_+ va E_- kuchlanganliklarining vektor yig'indisiga teng:

$$E = E_+ + E_-$$

Zaryadlar kattaliklari jihatidan bir xil va $r_+ = r$ bo'lgani uchun kattalik jihatidan $E_+ = E_-$ U holda E rombning diagonali bo'ladi, shuning uchun

$$E_- = 2E_+ \cdot \cos\alpha$$

$q_1 \cdot q_2 \cdot \dots \cdot q_n$ elektr zaryadlar maydonining shu zaryadlarni o'rab turgan yopiq sirt orqali kuchlanganlik oqimini aniqlaylik. Bunda, agar oqim sirtning ichiga yo'nalgan bo'tsa, uni manfiy deb va aksincha yo'nalgan bo'tsa, musbat deb olamiz.



8.5 rasm

Dastlab R radiusli sferik sirt uning markazi-da turgan bitta q zaryadni o'rab turgan holni ko'raylik. (8.6) formula muvofiq butun sferada maydonning kuchlanganligi bir xil bo'ladi:

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$$

Kuch chiziqlari radiuslar bo'ylab, ya'ni sfera sirtiga perpendikulyar yo'nalgan. Bu kuchlanganlik oqimi N ni hisoblashda (8.7) formulani qo'llash imkonini beradi:

$$N = ES = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2} 4\pi R^2 = \frac{q}{\epsilon_0} \quad (8.8)$$

Bu yerda $S = 4\pi R^2$ - sferik sirtning yuzi.

Endi sferani ixtiyoriy yopiq sirt bilan o'raymiz. 8.5-rasmdan ko'rinib turganidek, sferani yorib kirayotgan har bir kuch chizig'i bu sirtni ham yorib kiradi. Binobarin, (8.8) formula faqat sfera uchungina emas, balki har qanday yopiq sirt uchun o'rinli ekan.

Endi n zaryadni o'rab turgan ixtiyoriy sirt bo'lgan umumiy holga qaytaylik. Bu sirt orqali kuchlanganlik oqimi zaryadlardan har birining hosil qilgan oqimlari yig'indisiga teng bo'lishi ravshan:

$$N = \sum_i^n \frac{q_i}{\varepsilon_0} \text{ yoki } \frac{1}{\varepsilon_0} \sum_i^n q_i$$

Shunday qilib, elektr zaryadlarni o‘rab turgan ixtiyoriy yopiq sirtni yorib o‘tuvchi kuchlanganlik oqimi o‘rab turilgan zaryadlarning algebraik yig‘indisiga proporsional bo‘ladi.

Bu qoida Ostrogradskiy – Gauss teoremasi deyiladi.

Ostrogradskiy-Gauss teoremasining katta amaliy ahamiyati bor: uning yordamida zaryadlangan turli shakldagi jismlar hosil qilgan maydonlarning kuchlanganligini aniqlash juda oson.

Bir jinsli elektr maydoniga neytral o‘tkazgich, masalan, metall shar joylashtiraylik. Maydon ta’sirida o‘tkazgichning erkin elektronlari maydonga qarshi harakat qila boshlaydi. Natijada shar sirtining chap qismi manfiy zaryadlanadi, elektronlar yetishmagan o‘ng qismi esa musbat zaryadlanadi. Bu hodisa elektrostatik induksiya deyiladi. Induksiyalangan zaryadlar o‘tkazgich ichida o‘zining xususiy maydonini hosil qiladi, bu maydonning o‘tkazgichni dastlab kesib o‘tgan tashqi maydonga qarama-qarshi yo‘nalganligi ravshan. Tashqi maydon o‘tkazgich ichida zaryadlarning xususiy maydoni bilan kompensasiya qilmaguncha o‘tkazgichda zaryadlar qayta taqsimlanaveradi. Shunday bo‘lganda zaryadlarning qayta taqsimlanishi to‘xtaydi va o‘tkazgich ichida maydon nolga teng bo‘lib qoladi. Shunday qilib, elektr maydoniga joylashtirilgan o‘tkazgich ichida maydon bo‘lmaydi. Bu degan so‘z, o‘tkazgichning barcha nuqtalarining potentsiali bir xil bo‘ladi, ya’ni o‘tkazgich ekvipotensial jism bo‘ladi va o‘tkazgichning sirti ekvipotensial sirt bo‘ladi. Biroq bu holda tashqi maydonning kuch chiziqlari o‘tkazgich yaqinida o‘tkazgich sirtiga perpendikulyar joylashishi kerak. Shunday qilib, elektr maydoniga kiritilgan o‘tkazgich, garchi u zaryadlangan bo‘lmasa ham, bu maydonni buzadi: o‘tkazgich yaqinida bu maydon bir jinsli bo‘lmay qoladi.

Ravshanki, elektr maydoni faqat yaxlit o‘tkazgichning ichidagina emas, balki o‘tkazgichda bo‘lgan kovaklar ichida ham, masalan, kovak shar ichida ham bo‘lmaydi. O‘tkazgichlarning bu xossasidan elektrostatik himoyada foydalaniladi: tashqi elektr maydonidan himoya qilinishi kerak bo‘lgan asbobni hamma tomondan o‘tkazgich bilan, masalan, qalin metall to‘r bilan o‘rab qo‘yiladi.

Agar o‘tkazgich zaryadlangan bo‘lsa, u holda unga berilgan zaryadlar kulon itarishish kuchlari ta’sirida iloji boricha katta masofaga uzoqlashadi. Shuning uchun elektr zaryadlari o‘tkazgichning faqat tashqi sirtida joylashadi. O‘tkazgich ichida esa erkin zaryadlar bo‘lmaydi. O‘tkazgichning do‘ng joylari: qirralari, uchlari va shunga o‘xshash joylarida zaryad eng zich joylashadi. Bunday qismlar yaqinida zaryadlangan o‘tkazgich maydonining kuchlanganligi eng katta bo‘ladi.

O‘tkazgichning sirti ekvipotensial sirt bo‘lgani uchun zaryadlangan o‘tkazgichni potensial bilan xarakterlash mumkin. tajriba shuni ko‘rsatadiki, o‘tkazgichning zaryadi ortgan sari uning potentsiali ham ortadi: zaryad dq kattalikka ortganda potensial $d\varphi$ kattalikka ortadi, biroq zaryad ortishining potensial ortishiga bo‘lgan nisbati

$$C = \frac{dq}{q\varphi} = \frac{q}{\varphi} \quad (8.9)$$

doimiy qoladi, bu yerda q – zaryad, φ - o‘tkazgichning potentsiali. C kattalik o‘tkazgichning elektr sig‘imi deyiladi. O‘tkazgichning elektr sig‘imi uning o‘lchamlari va shakliga bog‘liq bo‘lgan muhim elektr kattalikdir. Biroq shuni ta’kidlash kerakki, bunday deyish faqat yagona turgan o‘tkazgichlar uchungina o‘rinli bo‘ladi. Agar o‘tkazgich yaqinida boshqa jismlar turgan bo‘lsa, ularning zaryadlarining (o‘zlarining zaryadi yoki induksiyalangan zaryadlari) maydoni potentsialni o‘zgartiradi, binobarin, bunda o‘tkazgichning sig‘imi ham o‘zgaradi. Shunday qilib, (8.9) formulaga muvofiq yakka o‘tkazgichning elektr sig‘imi son jihatidan shu o‘tkazgichning potentsialini bir-birlikka o‘zgartiruvchi zaryadga teng.

Elektr sig‘imining birligi farada shunday yakka o‘tkazgichning sig‘imiki, bunday o‘tkazgichga $1C$ zaryad $1V$ potentsial beradi:

(8.9) formulaga muvofiq, elektr sig‘imining o‘lchamligi

$$[C] = \frac{[q]}{[\varphi]} = m^{-2}kg^{-1}s^4A^2$$

8.5-rasmda kuch chiziqlari yordamida yakka o‘tkazgichning nuqtaviy q zaryadning va yakka o‘tkazgich q zaryadli R radiusli sharning elektr maydonlari tasvirlangan. Nuqtaviy zaryaddan va sharning markazidan $\geq R$ masofada bu maydonlar mutlaqo bir xil ekan.

Shuning uchun radiusli R va sig‘imi C bo‘lgan shar sirtining potentsiali nuqtaviy zaryaddan r masofada bo‘lgan ekvipotensial sirtning potentsialiga teng ekan. (rasmning (a) sida bu sirt shtrix chiziqlari bilan tasvirlangan). U holda (8.9) ga muvofiq,

$$\varphi = \frac{q}{C} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r} \quad (8.10)$$

bundan

$$C = 4\pi\varepsilon_0 r \quad (8.11)$$

$$\varepsilon_0 = \frac{C}{4\pi r} \quad (8.12)$$

ε_0 - elektr doimiysining farada taxsim metr (f/m) bilan o‘lchanishi kerak ekanligi (8.12) formuladan bevosita kelib chiqadi.

(8.12) formuladan sharning r radiusi qanday ifodalanishini topaylik:

$$r = \frac{C}{4\pi\varepsilon_0}$$

Agar $C = 1f$ bo‘lsa, u holda $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{f}{m}$ ekanligini hisobga olib, radiusni topamiz:

$$r = \frac{1f}{4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} f/m} = 9 \cdot 10^6 km$$

Binobarin, radiusi $9 \cdot 10^6 km$ bo‘lgan yakkalangan o‘tkazgich sharning sig‘imi $1f$ bo‘lar ekan. Bu sig‘imning haddan tashqari katta birligidir. Shuning uchun texnikada ko‘pincha sistemaga kirmaydigan birliklar – mikrofarada va pikofaradadan foydalaniladi: $1mkf = 10^{-6}f$, $1pf = 10^{-9}f$, bu sig‘imlar radiusi $9 km$ va $0,9 cm$ bo‘lgan yakkalangan o‘tkazgich sharlarning sig‘imlari bo‘ladi.

Zaryadlangan bo‘lgani uchun kondensatorlar energiyaga ega va u:

$$W = \frac{C(\varphi_1 - \varphi_2)^2}{2} \quad (8.13)$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = Ed \quad \text{va} \quad C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon \cdot S}{d}$$

bo‘lgani uchun

$$W = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon \cdot E^2 Sd}{2} \quad (8.14)$$

Lekin $Sd = V$ -kondensator plastinkalari o‘rtasidagi xajm. Shuning uchun kondensatorlarning elektr energiyasi quyidagiga teng:

$$W = \frac{\epsilon_0 \epsilon \cdot E^2}{2} V \tag{8.15}$$

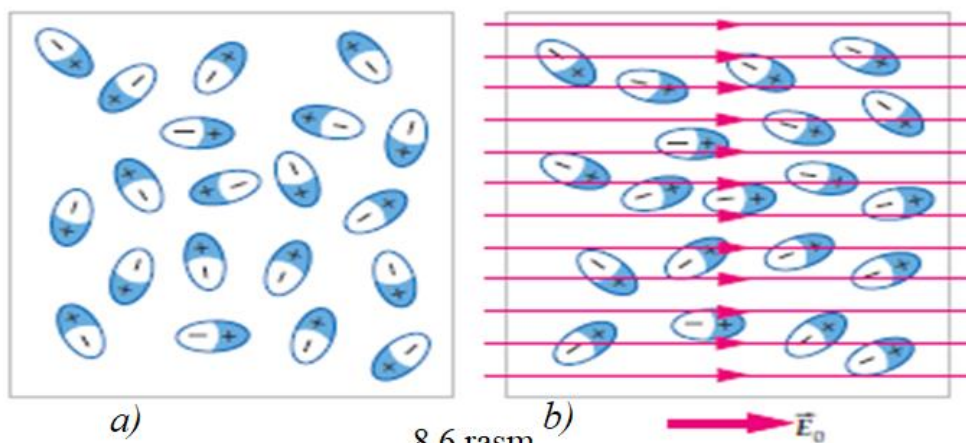
bu yerda (8.15) ni V ga bo‘tsak

$$w = \frac{\epsilon_0 \epsilon \cdot E^2}{2}$$

xajm birligidagi elektr energiyasiga teng, boshqacha aytganda u elektr energiya-sining zichligidir.

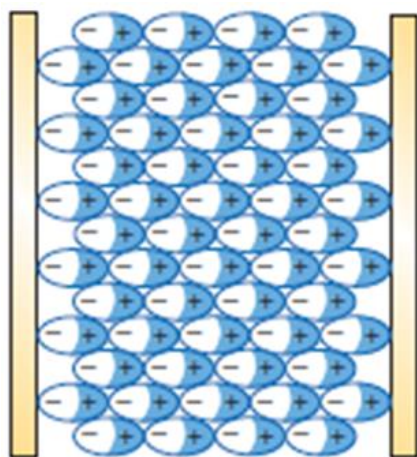
Agar dielektrik elektr maydoniga kiritilsa, u qublanadi (polyarizatsiyala-nadi). Dielektrikka kuch chiziqlari kirgan tomon manfiy zaryadlanadi., teskari tomoni-musbat zaryadlanadi. Lekin bu elektrostatik induksiya emas, chunki metalldagı eletronlar erkin, ular maydon ta'sirida harakatlanadilar. Dielektrikda esa erkin eletronlar yo‘q, ular bog‘langan. Shuning uchun dielektrikdagi polyarizatsiya elektronlarning molekula (yoki atom) ichida siljishi bilan bog‘langan bo‘ladi. Agar dielektrik polyar molekulalardan tuzilgan bo‘tsa, u holda polyarizatsiya molekularning burilishi tufayli yuz beradi.

1. *Nopolyar molekulalardan iborat dielektrik polyarizatsiyasi.*
 Nopolyar molekula (yoki atom) elektr maydoniga kiritilsa uning elektron buluti bir tomonga, yadrosi qarama-qarshi tomonga siljiydi, natijada molekula dipol momentga ega bo‘lib qoladi. Dielektrik esa bir tarafi manfiy, ikkinchi tarafi esa musbat zaryadga ega bo‘lib qoladi. Bunday polyarizatsiya elektron polyarizatsiya deb ataladi.



8.6 rasm

Umumiy holda $p = \alpha E$



8.7 rasm

2. *Polyar molekulalardan tuzilgan dielektrik polyarizatsiyasi.* Ba'zi molekular elektr nuqtai nazardan nosimmetrikdir, shuning uchun ularda doimiy dipol momenti bo'ladi. Misol sifatida suv, ammiak, efir, atseton va boshqalarni keltirish mumkin. Issiqlik harakati tufayli bu molekular haotik harakatda bo'ladi, bu esa molekularning dipol momentlari har xil yo'nalishda bo'lishiga olib keladi (rasm). Shuning uchun dielektrik 8.7-rasm polyarizatsiyalanmagan

bo'ladi. Endi bu dielektrikni elektr maydoniga olib kirsak, polyar molekular maydon yo'nalishiga qarab burila boshlaydi, natijada u polyarizatsiyalanib qoladi. Elektr maydon o'chirilsa, polyarizatsiya ham yo'qoladi, chunki polyar molekular xaotik issiqlik harakatini davom ettiradilar. Bunda dipol momentlar har xil yo'nalishga qaragan bo'lib qoladi va dipol momentlari yig'indisi nolga teng bo'ladi. Bunday polyarizatsiya orentatsion polyarizatsiya deb ataladi. Lekin shunday dielektriklar borki, ularda polyarizatsiya elektr maydon o'chirilgandan so'ng ham saqlanadi. Bunday dielektriklar segnetoelektriklar deb ataladi. Segnetoelektriklarda kichik hajmli sohalar bo'lib, ularda dipol momentli molekular bir xil yo'nalishda "o'z-o'zidan" terilib qoladi. Bu mikroskopik hajmlardagi molekular elektr maydon ta'sirida hammasi birgalikda buriladilar. Shuning uchun elektr maydon o'chirilganda oddiy haotik harakat molekularning orentatsiyasini buza olmaydi. Bunga ko'proq energiya kerak bo'ladi. Bu ishni yuqori temperaturada bajarish mumkin. Segnetoelektriklarga misol: segnet tuzi ($\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) va bariy titanati (BaTiO_3).

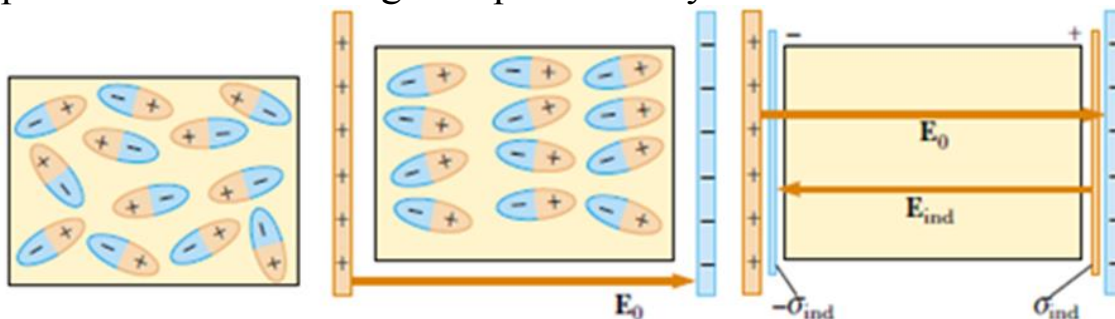
3. *Dielektrik singdiruvchanlik.* Dielektrikning elektr maydonidagi polyarizatsiyasi uning ichidagi maydonning kamayishiga olib keladi. Kondensator ichiga joylashtirilgan dielektrikni ko'rib chiqamiz. Kondensatorning maydonini E_0 , polyarizatsiya maydonini E' bilan belgilasak, bu ikki maydon qo'shilib. Dielektrik ichidagi maydonni hosil qiladi (8.8-rasm)

$$E = E_0 - E'$$

Vakuumdagi elektr maydon kuchlanganligining izotrop dielektrik ichidagi maydon kuchlanganligiga bo'lgan nisbati dielektrik singdiruvchanlik deb ataladi:

$$E = \frac{E_0}{\epsilon} \tag{8.17}$$

Bu parametr dielektrikning tashqi elektr maydoni ta'sirida



8.8 rasm

polyarizatsiyalanish xususiyatini belgilaydi. Gazlarda ϵ ning qiymati birga yaqin ($1,0001 \div 1,01$). Nopolyar dielektrik suyuqliklarda uning qiymati $2 \div 2,5$ lar atrofida bo'ladi, qattiq dielektriklarda - $2,5 \div 8$, polyar suyuqliklarda - $10 \div 81$ atrofida bo'ladi. Segnetoelektriklarda $\epsilon = 10^4$ largacha yetishi mumkin, vakuum uchun esa $\epsilon = 1$.

Ikki zaryad o'rtasidagi ta'sir kuchi, Kulon qonuniga binoan, quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0\epsilon \cdot r^2} = \frac{F_0}{\epsilon} \tag{8.18}$$

bu erda F_0 -zaryadlarning vakuumdagi o'zaro ta'sir kuchi. Demak, ϵ biror muhit ichidagi ikki zaryad o'rtasidagi ta'sir kuchi vakuumdagiga qaraganda necha marta kamayishini anglatadi.

Tayanch iboralar: elektrlanish, elektron, zaryad, dielektrik, kuchlanganlik, superpozitsiya, kuch chiziqlari, elektr maydon, nuqtaviy zaryad, Kulon qonuni, plastinka, sirt, zaryad, dipol, oqimi, elektr doimiysi, zaryadning chiziqli zichligi, zaryadning sirt zichligi, ish, maydon, energiya, potentsial, Volt, kuchlanganlik, potentsial maydon, elektr maydon kuchlanganligi, gradient, kuch chiziqlari, ekvipotentsial sirt, elektr zaryadi, elektr maydoni, o'tkazgich, birinchi va ikkinchi tur o'tkazgich, dielektrik singdiruvchanlik, dipol, dipol momenti, kondensatorlar, elektr sig'imi.

Nazorat savollari.

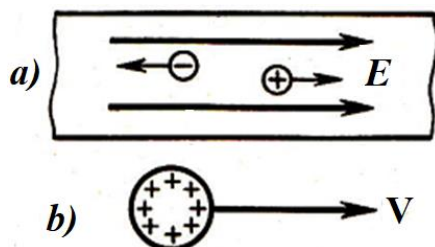
1. Elektr maydonida oʻtkazgich qanday qutublanadi?
2. Elektr sigʻimi deb nimaga aytiladi?
3. Sigʻim birligi qanday?
4. Yassi kondensator energiyasi nimaga teng?
5. Parallel va ketma – ket ulangan kondensatorlar sigʻimi ifodalari qanday?
6. Elektr maydon Energiyasi qanday aniqlanadi, formulasini keltirib chiqaring?
7. Elektr maydoniga qoʻyilgan oʻtkazgich qanday taʼsirlanadi?
8. Elektr sigʻim qanday fizik kattalik?
9. Kondensator qanday elektr qurilma, u qanday vazifani bajaradi?
10. Elektr maydon Energiyasi ifodasini yozing?
11. Elektr maydonda dielektrik qanday qutblanadi?
12. Dielektrik singdiruvchanlikning fizik maʼnosi qanday?

6-BOB

§9. O'zgarmas tok qonunlari.

O'zgarmas elektr toki va u haqida tushuncha. O'zgarmas elektr toki qonunlari. Tok kuchi. Kuchlanish. Qarshilik. O'zgarmas tokning bajargan ishi va quvvati

Zaryadli zarrachalarning ko'chishi elektr tokini ni vujudga keltiradi. Elektr toki deb har qanday zaryadli zarralarning tartibli harakatiga aytiladi. Agar o'tkazgichga tashqi elektr maydoni E ta'siri qo'yilsa, otkazgichdagi erkin elektr zaryadlari harakatini kuzatiladi va bunda musbat zaryadlar maydon yo'nalishi bo'yicha manfiy zaryadlar



9.1 rasm

maydon yo'nalishiga teskari yo'nalishda harakat qiladi (9.1a rasm), ya'ni o'tkazgichda elektr toki hosil bo'ladi. Agar elektr zaryad fazoda ko'chishini makroskopik jismni ko'chish orqali amalga oshirilsa, u holda konveksion deb nomlanuvchi tok hosil bo'ladi (9.1 b rasm). Elektr toki hosil

bo'lishligi uchun, bir tomondan tok tashuvchi erkin zaryadlangan zarrachalarni mavjudligi, ikkinchi tomondan shu zarrachalarni harakatga keltiradigan elektr maydoni (zarralarni tartibli harakatini—ko'chirishni ta'minlovchi energiya) mavjud bo'lishi kerak bo'ladi. Tokni yo'nalishini shartli ravishda musbat zaryadlar yo'nalishi qabul qilingan. Demak tokning yo'nalishi elektronlar yo'nalishiga teskari yo'nalgan bo'ladi.

Elektr tokini tok kuchi deb ataluvchi kattalik bilan harakterlanadi. O'tkazgichning biror yuzasidan vaqt birligida o'tuvchi elektr miqdori-zaryad bilan o'lchanadigan fizik kattalikdir. Agar dt vaqt ichida o'tkazgich yuzasidan dq elektr miqdori bo'lmish-zaryad o'tgan bo'tsa, tok kuchi I quyidagicha aniqlanadi:

$$I = \frac{dq}{dt}$$

Vaqt to'g'ri bilan tok kuchi hamda yonalisi o'zgarmasa o'zgarmas tok deb ataladi. O'zgarmas toklarda

$$I = \frac{q}{t}$$

bo'ladi. Bu yerda q, t vaqt ichida o'tkazgichning S yuzasidan o'tuvchi elektr

zaryadi. Tok kuchining birligi amper (A).

Elektr tokining miqdoriy karakteristikasi bo'lib-ikki asosi kattalik: tok kuchi va tok zichligi hismat qiladi

Tok zichligi tok chiziqlariga perpendikulyar bo'lgan otkazgich ko'ndalang kesimidan o'tayotgan tok kuchiga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi va quyidagicha ifodalanadi:

$$J = \frac{I}{S}$$

Tok kuchi skalyar kattalik bo'tsa, tok zichligi J vector kattalikdir va uning yo'nalishi musbat zaryadlarning tartibli harakati yo'nalishi bilan mos tushadi. Birligi metr kvadratga amper (A/m^2) hisoblanadi.

Tok kuchini o'tkazgichda tartibli harakat qilayotgan zarralarning tezligi $\langle v \rangle$ orqali ifodalaylik. Agar tok tashuvchilarni konsentrasiyasini n desak, va harbir tok tashuvchi e elementar zaryadga ega bo'tsa, u holda dt vaqtda o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan $dq = ne\langle v \rangle S dt$ zaryad o'tadi. Tok kuchi esa

$$I = \frac{dq}{dt} = ne\langle v \rangle S$$

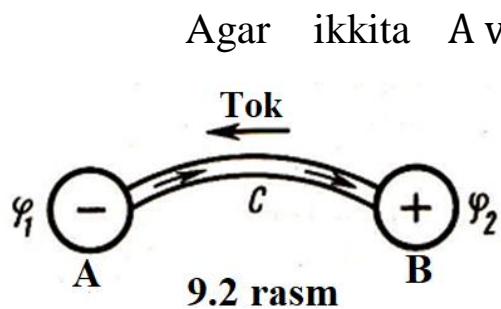
bo'ladi, S ga bo'linsa, tok zichligi o'z navbatida

$$J = ne\langle v \rangle \tag{9.1}$$

bo'ladi. Tok kuchi S sirdan o'tayotgan vector oqimi J orqali ifodalanadi:

$$I = \int_S j dS$$

Chet kuchlar. Elektr yurituvchi kuch va kuchlanish.



Agar ikkita A va B qarama-qrshi zaryadlangan φ_1, φ_2 potentsialli o'tkaz-gichlarni C o'tkazgich orqali ulansa (9.2 rasm), u holda elektr maydon ta'sirida elektronlarni ACB yo'nalishda tartibli harakati yuzaga keladi va BCA yo'nalishda tok vujudga keladi. Bunda o'tkazgich orqali tok

o'tganligi natijasida potentsiallar asta sekin tenglashib elektr maydon kuchlanganligi nolga teng bo'lganda tok to'g'ri to'htaydi. Shunday qilib, elektr maydon kuchlangan-ligi o'tkazgichda qisqa vaqtda tok impulsini hosil qilar ekan va yana qandaydir maksimumga erishib asta sekin yana pasayib ohiri nolga tenglashar ekan. Bu zanjirda (9.2 rasm) doimiy ravishda tok, yani elektronlarni tartibli harakatda ushlab turish uchun tashqaridan birorta

1

2

$$1 \text{ Om} = \frac{1 \text{ Volt}}{1 \text{ Amper}} \quad 1 \text{ Om} = \frac{1 \text{ V}}{1 \text{ A}}$$

$$1 \text{ kOm} = 1000 \text{ Om} \quad 1 \text{ MOm} = 10^6 \text{ Om}$$

3

$$\rho = \frac{R \cdot S}{l} \quad R = \rho \frac{l}{S}$$

$$1 \frac{\text{Om} \cdot \text{mm}^2}{\text{mm}} = 1 \frac{\text{Om} \cdot \text{m}^2}{\text{m}} = 1 \text{ Om} \cdot \text{m}$$

4

doimiy ravishda zaryadlarni ikki turga ajratib turuvchi uskuna bo‘lishi kerak ekan. Bunday uskuna tok manbai hisoblanib (yoki generator), elektronlarga (yoki zaryadli zarraga) elektrostatik maydonsiz ta’sir qilish kerak. Tashqaridan bo‘ladigan elektrostatik maydon kuchlaridan farq qiladigan zaryadlarga ta’sir qiluvchi kuchlar-tok manbaalari–chet kuchlar deyiladi.

Chet kuchlarni tabiati turlicha bo‘ladi. Masalan, galvanik elementlarda bu kuchlar elektrod bilan elektrolit orasida bo‘ladigan kimyoviy jarayonlar hisobiga, ozgarmas tok generatorlarida-magnit maydon energiyasi va mehanik energiya hisobiga yakorni aylanishi va h.k. Elektr zanjirdagi tok manbaini gidravlik sistemadagi suyuqlikni damlaydigan nasoslar orqali uzoqqa uzatishiga o‘hshatsa bo‘ladi. Chet kuchlar hosil qilgan maydon hisobiga elektr zaryadlari tok manbai ichida elektrostatik maydon kuchlariga qarshi harakatlanadi va bunda zanjirda potentsiallar farqi paydo bo‘lib, zanjirda doimiy ravishda o‘zgarmas tok hosil bo‘lishini ta’minlaydi.

Chet kuchlar elektr zaryadini ko‘chirishda ish bajaradi. Birlik musbat zaryadni ko‘chirishda bajarilgan ish bilan o‘lchanadigan va zanjirda doimiy ta’sir qiluvchi fizik kattalik elektr yurituvchi kuch deyiladi ξ :

$$\xi = \frac{A}{q_0} \tag{9.2}$$

Ushbu ish elektr toki manbaida sarflangan energiya hisobiga bajariladi, shuning uchun ξ ni zanjirga qo‘yilgan tok manbaini elektr yurituvchi kuchi deyish mumkin bo‘ladi. Ko‘pincha zanjirda chet kuchlar ta’sir etadi degan termin o‘rniga, zanjirda elektr yurituvchi kuch deb ataluvchi chet kuchlarni harakterlovchi termin ishlatiladi. Elektr yurituvchi kuch (E.y.k) potentsialdek voltlarda o‘lchanadi, yani birligi volt.

Q_0 zaryadga ta’sir qiluvchi chet kuchlari F_{chet}

$$F_{chet} = E_{chet}q_0$$

Ko‘rinishda ifodalanishi mumkin. Bu erda F_{chet} chet kuchlarni elektr maydon kuchlanganligi. Zanjirning berk qismida q_0 zaryad ustidan chet kuchlarni bajargan ishi quyidagiga teng:

$$A = \oint F_{chet} dl = q_0 \oint E_{chet} dl \tag{9.3}$$

(9.3) ni q_0 ga bo‘lib zanjirdagi e.y.k.ni ifodasini olamiz:

$$\xi = \oint E_{chet} dl \quad (9.4)$$

Bundan ko‘rinadiki, berk zanjirda ta’sir etuvchi e.y.k., chet kuchlarining maydon kuchlanganligi tsirkulyatsiasi bilan aniqlanadi. Zanjirning 1-2 qismlaridagi E.Y.Y. quyidagiga teng:

$$\xi_{12} = \int_1^2 E_{chet} dl \quad (9.5)$$

q_o zaryadga chet kuchlardan boshqa yana elektrostatik maydon kuchlari $F_e = q_o E$ ham ta’sir qiladi. Demak, q_o zaryadga ta’sir qiluvchi natijaviy kuch quyidagiga teng:

$$F = F_{chet} + q_o(E_{chet} + E)$$

Zanjirning 1-2 qismida q_o zaryad ustida natijaviy kuchnlarning ishi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$A_{12} = q_o \int_1^2 E_{chet} dl + q_o \int_1^2 E dl$$

(9.5) ifodani $\varphi_1 - \varphi_2 = \int_1^2 E dl$ ga qo‘ysak u holda

$$A_{12} = q_o \xi + q_o(\varphi_1 - \varphi_2) \quad \text{yoki} \quad A_{12} = q_o[\xi + (\varphi_1 - \varphi_2)] \quad (9.6)$$

Berk zanjir uchun elektrostatik kuchlarning ishi nolga teng, shuning uchun

$$A_{12} = q_o \xi$$

bo‘ladi. (9.6) dagi $\xi + (\varphi_1 - \varphi_2)$ kattalik kuchlanish deyiladi va U harfi bilan belgilanadi, u holda

$$U_{12} = \xi + (\varphi_1 - \varphi_2)$$

E.Y.K. bo‘lmagan holda kuchlanishni zanjirdagi potentsiallar farqi orqali ifodalsh mumkin.

Om qonuni. O‘tkazgichlar qarshiligi

Nemis fizigi Georg Om (1787-1854) tajriba orqali bir jinsli o‘tkazgichda oqayotgan tok kuchi kattaligi o‘tkazgich uchlaridagi kuchlanishga to‘g‘ri proporsional ekanligini aniqladi:

$$I = \frac{U}{R} \quad (9.7)$$

bu erda R –o‘tkazgichning elektr qarshiligi. (9.7) ifoda (tok manbai bo‘lmagan holda) zanjirning bir qismi uchun Om qonunini ifodalaydi, bunda tok kuchi kuchlanishga to‘g‘ri proporsional o‘tkazgich qarshiligiga teskari proporsional bo‘ladi. (9.5) formuladan qarshilikning o‘lchov birligini aniqlash mumkin bo‘ladi:

$10m = 1V/1A$. Bunga teskari kattalik G o‘tkazgichning elektr o‘tkazuvchanligi deyiladi:

$$G = \frac{1}{R}$$

O‘tkazuvchanlik birligi simems (Sm): $1Sm$ o‘tkazgich qarshiligi $10m$ bo‘lgandagi o‘tkazuvchanlik.

O‘tkazgichlar qarshiligi ularni tashkil qilgan moddaga, o‘lchamligiga, va shakliga bog‘liq bo‘ladi. O‘tkazgichlar qarshiligi ularning uzunligi l ga to‘g‘ri proporsional, ko‘ndalang kesim yuzasi S ga teskari proporsional:

$$R = \frac{\rho l}{S} \quad (9.8)$$

bu erda ρ –propoetsionallik koeffitsenti, o‘tkazgichning tashkil qilgan moddani harakterlaydi. Uni solishtirma elektr qarshilik deyiladi. Solishtirma elektr qarshilikning birligi – Om-metr ($Om \cdot m$). Eng kichik solishtirma qarshilik kumushda ($1,6 \cdot 10^{-8} Om \cdot m$) va misda ($1,7 \cdot 10^{-8} Om \cdot m$) . Amalda solishtirma qarshiligi katta bo‘lishiga ($2,6 \cdot 10^{-8} Om \cdot m$) qaramasdan mis bilan birga alyuminiy ham ko‘p qo‘llaniladi, chunki alyumining zichlik jihatdan ancha kichik. Om qonunini differensial ko‘rinishda isodalash mumkin. (9.8) ni (9.7) ga qo‘ysak

$$\frac{I}{S} = \frac{1}{\rho} \frac{U}{l} \quad (9.9)$$

Bu erda

$$\gamma = \frac{1}{\rho}$$

solishtirma elektr qarshilikka teskari bo‘lgan kattalik-solishtirma elektr o‘tkazuvchanlik deyiladi. Uni birligi-metrga simenc (Sm/m). (86.3) dagi $\frac{U}{l} = E$ –elektr maydon kuchlanganligi, $\frac{I}{S} = j$ – tok zichligi bo‘lgani uchun (86.3) quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$\gamma = \frac{1}{\rho} \tag{9.10}$$

Har bir nuqtada zaryad tashuvchilar E vector yo‘nalishda harakat qilgani uchun, j va E larning yo‘nalishlari ham mos tushadi. Shuning uchun (9.10) ni quyidagicha yozamiz:

$$j = \gamma E \tag{9.11}$$

(9.11) ifoda Om qonunini differentsial ko‘rinishi bo‘lib, u o‘zgaruvchan elektr toklari uchun ham o‘rinli bo‘ladi.

O‘tkazgichlarni ketma – ket ulanganda ularning qarshiliklari qo‘shiladi:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

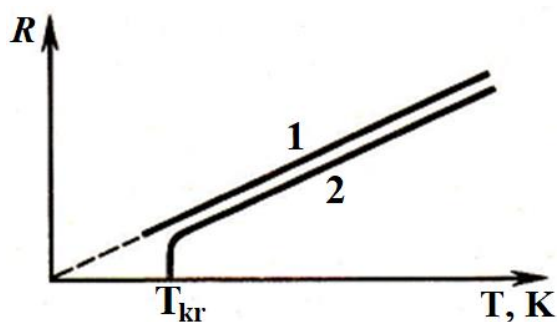
Parallel ulanganda esa qarshiliklarning teskari olingan qiymatlari qo‘shiladi:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Tajribalardan solishtirma qarshilik ham, qarshilikham temperaturaga chiziqli qonuniyat orqali bog‘langan:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$$

$$R = R_0(1 + \alpha t)$$



9.3 rasm

Bu erda ρ va ρ_0 R va R_0 – mos ravishda otkazgichning temperaturasi t va $0^\circ C$ ga to‘g‘ri keluvchi o‘tkazgichning solishtirma qarshiligi va qarshiligi. α qarshilikning temperaturaviy koeffitsenti, haqiqiy toza metallar

uchun (judayam past temperaturalarda) $\frac{1}{273} \text{ grad}^{-1}$ ga teng bo‘ladi. Demak, qarshilikning temperaturaga bog‘liqligini quyidagicha ifodalanadi:

$$R = \alpha R_0 T$$

Bu yerda T – gradus Kelvinda o‘lchanadigan termodinamik temperatura.

Metallarning temperaturaga bog‘lanish grafigini 9.3 rasmda ko‘ramiz (rasmdagi 1). Metallarni temperaturaga bog‘liqligini o‘rganishlar natijasida (masalan, Al, Pb, Zn, va h.k.) metallar va ularning qotishmalarida hamma moddalar uchun harakterli bo‘lgan, juda past kritik deb yuritiluvchi temperaturalarda (0,14 – 20 K) qarshilik

fazaviy sakrash yo‘li bilan nolgacha kamayib boradi, ya’ni metall absolyut o‘tkazuvchan bo‘lib qoladi (rasmdagi 2). Bu hodisa o‘ta o‘tkazuvchanlik deyilib, uni birinchi bo‘lib G. Kamerling-Onnes simob uchun topgan. O‘ta o‘tkazuvchanlikni kvant nazariyasida to‘liq tushuntiriladi.

Metallar qarshiligining temperaturaga bog‘liqligidan foydalaniladi turli o‘lchash asboblari va avtomatik qurilmalar yasaladi.. Ulardan eng muhimi qarshiliklar termometridir. U platina simdan qilingan qarshilikdan iborat bo‘lib, ko‘prik shemasiga yelkalarining biri sifatida ulanadi. Platinaning qarshiligi vaqt bo‘yicha o‘zgarishi doimiy bo‘lib, keng temperaturalar intervalida yahshi o‘rganilgan. Shuning uchun platina simning qarshiligini o‘lchab temperaturani ham juda aniq o‘lchash mumkin (0,003K aniqlikda). Qarshiliklar termometrining afzalligi shundaki, suyuqlikli oddiy termometrlardan foydalanish mumkin bo‘lmagan juda past, shuningdek, juda yuqori temperaturalarda ulardan foydalanish mumkin.

Tokning ishi va quvvati. Joul – Lents qonuni

U kuchlanish berilgan bir jinsli o‘tkazgichni ko‘rib chiqamiz. dt vaqt ichida o‘tkazgichning ko‘ndalang kesim yuzasidan $q = Idt$ zaryad o‘tadi. Tok q zaryadni elektr maydon kuchlanganligi yordamida ko‘chorishi hisobiga mavjud bo‘ladi. (74.6) formulaga binoan tokning ishi quyidagiga teng:

$$dA = qU = IUdt \quad (9.12)$$

bu ifodani (85.1) dagi Om qonuniga asosan qarshilik orqali ifodalasak u holda

$$dA = I^2 R dt = U^2 \frac{dt}{R} \quad (9.13)$$

(9.12) (9.13) lardan elektr tokining quvvati,

$$P = \frac{dA}{dt} = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R} \quad (9.14)$$

(9.14) ifoda o‘zgaruvchan toklar uchun ham o‘rinli bo‘lib, bu formula bilan quvvatning oniy qiymati topiladi.

Agar tok kuchi–amperda, kuchlanish–voltlarda, qarshilik–omm-larda o‘lchansa, u holda tokning ishi–joullarda, quvvat esa–vattlarda o‘lchanadi. Ishlab–chiqarishda tok ishining vatt-soat ($Vt \cdot s$), va kilovatt–soat ($kVt \cdot s$) lardan foydalanadi.

Agar tok harakatsiz metall o'tkazgich orqali o'tayotgan bo'tsa, u holda tokning ishi butunlay o'tkazgichni qizdirishga sarf bo'ladi. Energiyaning saqlanish qonuniga asosan quyidagiga teng:

$$dQ = dA \tag{9.15}$$

(9.12), (9.13) larni (9.15) ga qo'ysak u holda

$$dQ = IUdt = I^2Rdt = \frac{U^2}{R} dt \tag{9.16}$$

(9.16) ifoda Joule-Lents qonunini ifodalab, Joule hamda Lents tomonidan mustaqil ravishda tajribalardan topilgan.

Qarshiligi $R = \rho \frac{dl}{dS}$ bo'lgan o'tkazgichda biror-bir silindrik $dV = dSdl$ hajm ajratib olsak. U holda dt vaqt ichida Joule-Lents qonuniga asosan ajraladigan issiqlik miqdori quyidagicha bo'ladi:

$$dQ = IUdt = I^2Rdt = \frac{\rho dl}{dS} (jdS)^2 dt = \rho j^2 dV dt$$

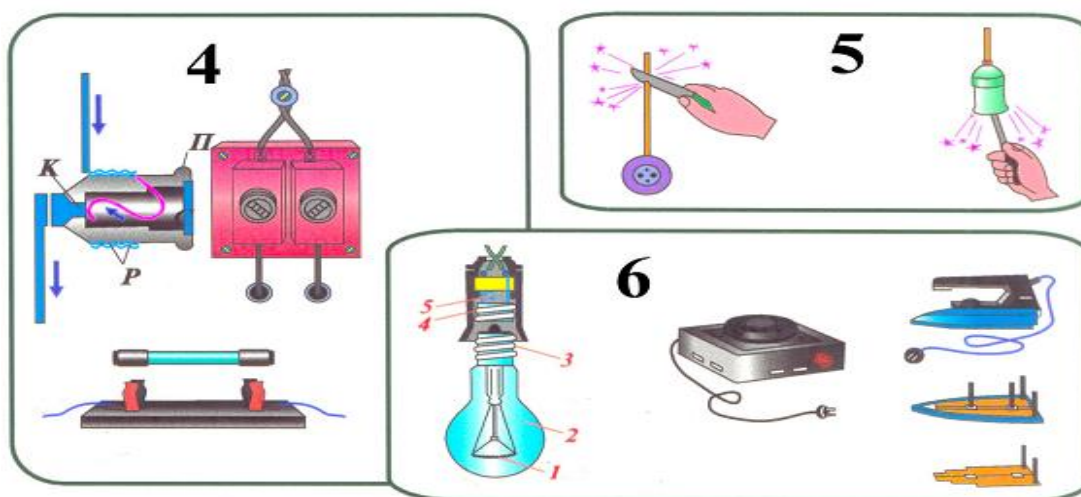
Birlik vaqt ichida, birlik hajmdagi ajralayotgan issiqlik miqdori – tokning solishtirma issiqlik quvvati deyiladi va quyidagiga teng bo'ladi:

$$w = \rho j^2 \tag{9.17}$$

Om qonunini differensial ifodasi $j = \gamma E$ va $\rho = \frac{1}{\gamma}$ larni hisobga olsak,

$$w = \frac{1}{\gamma} \gamma^2 E^2 = \gamma E^2 \tag{9.18}$$

(9.17) va (9.18) lar Joule-Lents qonunini differentsial ko'rinishi bo'lib, u o'zgarmas



hamda o'zgaruvchan tokli o'tkazgichlar uchun ham o'rinli. Shuni qayd qilib o'tamizki, tokli o'tkazgichlarning qizish hossasidan texnikada keng foydalaniladi. Ulardan eng muhimi-cho'g'lanma yoritish lampalaridir.

Zamonaviy cho'g'lanma lampalar qator olimlarning qunt bilan va uzoq muddatli ishlarining natijasidir. Hozirgi paytda o'tkazgichlarni qizishidan–isitish uskunalarida, mufel pechlarda, kontaktli elektrosvarkalarda keng foydalaniladi.

Tayanch iboralar: o'zgarmas elektr toki, tok kuchi, elektr zanjiri, elektr qarshilik, elektr tokining bajargan ishi, quvvat, qarshilik, kuchlanish, tarmoqlangan zanjir, zanjirning bir kismi uchun Om qonuni, berk zanjir uchun Om qonuni, Joul-Lens qonuni, tugun, tugunlar va tarmoqlar uchun Kirxgof qoidalari.

Nazorat savollari

1. Tok kuchi deb nimaga aytiladi?
2. Zanjirning bir kismi uchun Om qonuni kanday ifodalanadi?
3. Berk zanjir uchun Om qonuni qanday ifodalanadi?
4. Elektr yurituvchi kuch deb nimaga aytiladi?
5. Kirxgofning birinchi va ikkinchi qonunlarini tushuntirib bering.
6. Joul-Lens qonuni nimani bildiradi?
7. Qanday zaryadlar elektr tokini vujudga kelishida asosiy rol uynaydi?
8. Elektr qarshilik qanday kattaliklarga bo'liq?
9. E.Y.K. va tok kuchi, qarshilik birliklari qanday aniqlanadi?

§10. Turli muhitlarda elektr toki. Suyuqliklarda elektr toki.

Elektrolitlar. Kationlar va anionlar. Ionlarning rekombinasiyalanishi. Elektrolitik dissasiyasiya. Elektroliz hodisasi. Elektroliz uchun Faradey qonunlari.

Elektrolitik o'tkazuvchanlik. Toza suyuqliklarning ko'pchiligi elektrni yomon o'tkazadi. Masalan, mutlaq toza suv, kerosin, mineral yog'lar va hokazolar juda yomon o'tkazuvchilardir. Biroq tuzlar, kislotalar hamda ishqorlarning suvdagi va ba'zi boshqa suyuqliklardagi eritmaları tokni yaxshi o'tkazadi. Masalan, avval elektrolarda shu moddalar tarkibiy qismlarining ajralib chiqishini aytib o'tgan edik. Tok o'tganda qismlarga ajraladigan o'tkazgichlar yuqorida distillangan suvga ozgina osh tuzi ($NaCl$) solinsa yoki bir necha tomchi sulfat kislota (H_2SO_4) tomizilsa, suv yaxshi o'tkazgich bo'lib q'ladi.

Kursning turli qismlarida tuz va kislota eritmalaridan elektr tok o'tkazadi va ikkinchi jins o'tkazgichlar yoki *elektrolitlar*

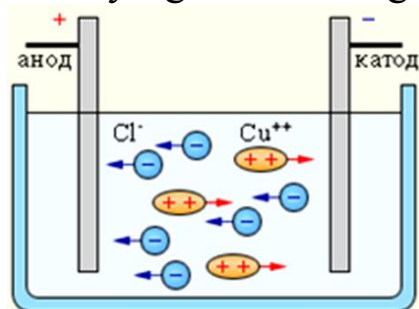
deyiladi, ularning o‘tkazuvchanligi esa *elektrolitik o‘tkazuvchanlik* deyiladi. Elektrolitik o‘tkazuvchanlik eritmada ionlar, ya’ni zaryadlangan atom va molekula-larning borligi tufayli vujudga keladi. Birinchi jins o‘tkazgichlar (metallar) da tok erkin elektronlarning harakatidan vujudga keladi, *elektrolitda ionlarning tashqi elektr maydon ta’sirida harakati tok hosil qiladi.*

Aytaylik, *C* idishga (1-rasm) $CuSO_4$ mis kuporosining eritmasi quyilgan va unga ikkita $-K$ ko‘mir hamda *A* mis elektrod tushirilgan bo‘lsin. *B* batareyaning manfiy qutbi *K* ko‘mir elektrodga, musbat qutbi *A* mis elektrodga ulangan.

1 rasm. Mis kuporosi eritmasining elektrolitik o‘tkazuvchanligida Cu^{++} va SO_4^{--} ionlarning harakati.

Bunda elektrodlar zaryadlanib qoladi va ular orasida eritmada elektr maydon hosil bo‘ladi. Mis kuporosi molekularining dissotsiatsiyala-nishidan hosil bo‘lgan ionlar bu maydon ta’sirida harakat qila boshlaydi, eritmada tok o‘tadi. Musbat zaryadli ionlar *K* katodga keladi, unga o‘z zaryadlarini berib, katodda neytrallangan zarra holida ajraladi. Manfiy ionlar *A* anodga qarab harakat qila boshlaydi va unda ajraladi.

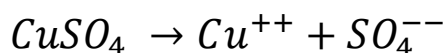
Mis kuporosi eritmasi orqali biror vaqt davomida tok o‘tkazib ko‘mir katodning qora sirtida qizg‘ish metall mis qatlami o‘tirayotganini osongina kuzatish mumkin. Bundan eritmada mis



10.1 rasm

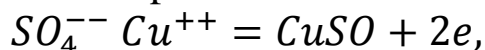
musbat ionlar ko‘rinishida bo‘lganiga ishonish mumkin. Dissotsiatsiyalangan $CuSO_4$ molekulasining qolgan qismi, ya’ni SO_4 manfiy ionlar hosil qilishi kerak. Shunday qilib, mis kuporosi molekulari eriyotganda misning musbat ionlariga va SO_4 manfiy ionlarga dissotsiatsiyalanadi, degan hulosaga kelamiz va uni quyidagicha

yozamiz:



Cu^{++} va SO^{--} qo‘sh ishoralar mazkur holda ionlarning ikki zaryadli ekanini, ya’ni mos ravishda ikkita elektron yo‘qotishi yoki ikkita ortiqcha elektron qo‘shib olishi natijasida hosil bo‘lganini bildiradi.

Misning Cu^{++} musbat ionlari katodga keladi va u yerda mis atomlari sifatida ajraladi. SO_4^{--} manfiy ionlar anodga keladi. Agar anod mis bo'tsa (ko'rilayotgan misolda biz jo'rttaga mis oldik), SO_4^{--} ionlar anodda neytrallanib, u bilan kimyoviy reaksiyaga kirishadi va qaytadan mis kuporosi molekulasini hosil qiladi:



bunda e - anodga o'tgan elektronni bildiradi.

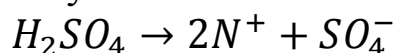
Hosil bo'lgan mis kuporosi molekullari yana eritmaga o'tadi. Natijada mis kuporosining eritmadagi miqdori o'zgarmay qoladi; katodda mis ajralib chiqadi, anodning misini SO_4 ioni bilan kimyoviy reaksiyaga kirishib, eritmaga o'tadi.

Bu misol xarakterlidir: u bir tomondan elektrolitning o'tkazuvchanligi erigan modda molekullarining dissotsiatsiyalangan ionlari harakatiga bog'liqligini ko'rsatadi, ikkinchi tomondan, erigan moddaning tarkibiy qismlari elektrodlarda hamma vaqt ham ajrala bermasligini ko'rsatadi. Elektrolizning pirovard natijasi ionlar ajraladigan joylarda bo'ladigan kimyoviy reaksiyalarga bog'liqdir. Bu reaksiyalar *ikkilamchi reaksiyalar*

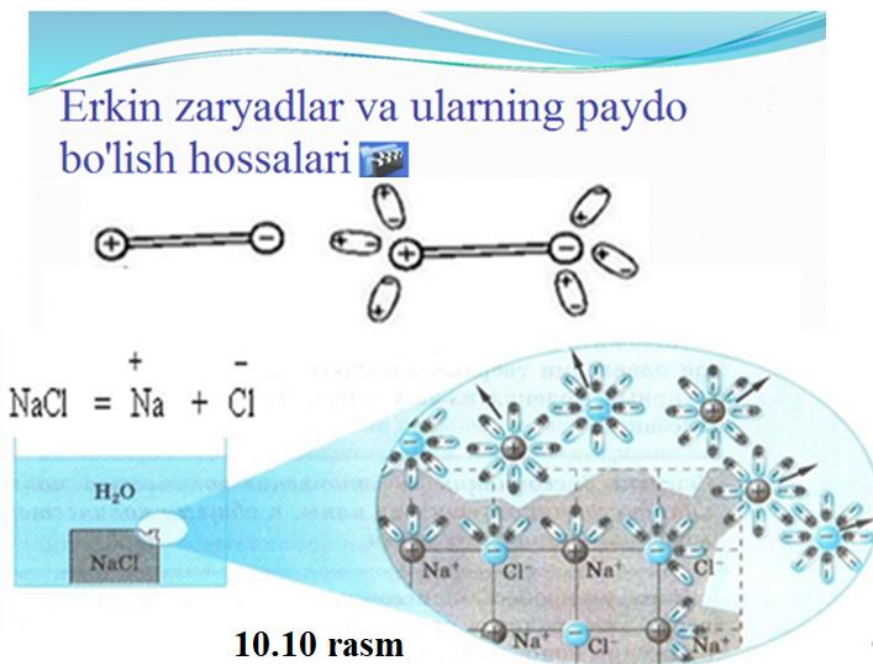
deyiladi, ularni hisobga olmasdan turib elektrolitik dissotsiatsiya jarayonini

to'g'ri o'rganib bo'lmaydi. Malumki, ikkilamchi reaksiyalarning xarakteri faqat eritma tabiatigagina emas, elektrodlarning materialiga ham bog'liq bo'ladi.

Birgina eritma elektrolizining natijalari qanday elektrod tanlanishiga qarab turlicha bo'lishi mumkin. Misol tariqasida H_2SO_4 sulfat kislotaning suvdagi eritmasi elektrolizi bilan tanishaylik. Sulfat kislota molekullari H^+ musbat vodorod ionlariga va SO_4^{--} manfiy ionlarga dissotsiatsiyalanadi, shu bilan birga, H_2SO_4 molekulaning dissotsiatsiyalanishida ikkita vodorod ioni hamda zaryadining son qiymati har bir vodorod ionining zaryadidan ikki marta katta bo'lgan bitta SO_4^{--} ion hosil bo'ladi; buni quyidagi ko'rinishda yozamiz:

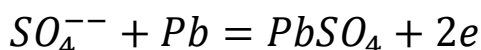


Dastlab, sulfat kislota eritmasiga qoʻrgoʻshin elektrodlar tushirilgan, deylik. U holda katod vazifasini bajarayotgan elektrodda gazsimon vodorod



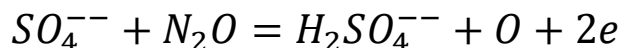
10.10 rasm

ajralib chiqadi. Anodda esa SO_4^- ion ajrala boshlab, anod materiali bilan kimyoviy reaksiyaga kirishadi va qoʻrgoʻshin sulfat hosil qiladi:



Eritmadagi sulfat kislota miqdori kamaya boradi, elektroliz natijasida sulfat kislota parchalanishi roʻy beradi.

Endi xuddi shu sulfat kislota eritmasini platina elektrodlar bilan elektroliz qilaylik. Bu holda katodda avvalgidek gazsimon vodorod ajralib chiqadi. Anodda ajralgan SO_4^- ion esa latina bilan reaksiyaga kirishmay, suv bilan reaksiyaga kirishadi; bu reaksiya quyidagi koʻrinishda boradi:



yaʼni qaytadan sulfat kislota hosil boʻladi, anodda esa gazsimon kislorod ajralib chiqadi. Pirovardida quyidagicha boʻladi: eritmada sulfat kislota miqdori oʻzgarmaydi; elektrodlarda gazsimon vodorod va kislorod ajraladi, shu bilan birga, anodda ajralgan har bir kislorod atomiga katodda ikkita vodorod atomi ajralishi toʻgʻri keladi, yaʼni bitta suv molekulasini archalangan boʻladi. Shunday qilib, sulfat kislota elektrolizi bilan bir vaqtda boʻladigan

ikkilamchi reaksiyalar natijasida suv archalanadi, sulfat kislota esa qayta tiklanadi.

Bu va bundan boshqa elektroliz hodisalarning analizi ko'rsatishicha *metallar* va *vodorod hamma vaqt musbat ionlar* hosil qiladi, bu ionlarni odatda *kationlar* deb yuritiladi. Molekulalarning qolgan qismlari (radikallar, galogenlar va hokazolar) manfiy ionlar (*anionlar*) hosil qiladi.

Faradey qonunlari.

Elektrolitik o'tkazuvchanlik qonunlari Faradey tomonidan tajribada ravishda 1836 yili topilgan edi. Bu qonunlar ikkita.

Faradyoyning birinchi qonuni elektrodda ajralgan modda miqdori, tok kuchi va tokning elektrolit orqali o'tish vaqti orasidagi bog'lanishni ifodalaydi. Bu qonunning ma'nosi quyidagicha soddadir: elektrodda ajralib chiqqan moddaning M massasi I tok kuchiga va tokning t o'tish vaqtiga proporsionaldir:

$$M = kIt \quad (10.1)$$

bu erda k -proporsionallik koeffitsienti, bu koeffitsient faqat ajralib chiqqan moddaning tabiatiga va elektrolit tarkibiga bog'liq bo'ladi. I tok kuchining t vaqtga ko'paytmasi elektrolitdan o'tgan elektr miqdoridan iboratdir:

$$Q = It$$

bundan Faradeyning birinchi qonunini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$M = kQ \quad (1a)$$

ya'ni *ajralib chiqqan moddaning M massasi elektrolitdan o'tgan Q elektr miqdoriga proporsionaldir.* k koeffitsientni ajralayotgan moddaning *elektrokimyoviy ekvivalenti* deyiladi.

$Q = 1$ bo'lganda son jihatdan

$$M = k$$

bo'ladi, demak, elektrokimyoviy ekvivalent son jihatdan elektrolitdan birlik elektr miqdori oqib o'tganda ajralgan modda massasiga tengdir.

Faradeyning ikkinchi qonuni elektrokimyoviy ekvivalent kattaligini aniqlaydi.

Faradeyning ikkinchi qonunini ifodalashdan avval moddaning ba'zi bir kimyoviy xarakteristikalarini eslatib o'taylik.

Elementning *kimiyoviy ekvivalenti* deb shunday o'lcamsiz kattalikka aytiladiki, bu kattalik moddaning kimiyoviy birikmalarda 1,0078g vodorod o'rnini bosadigan grammlarda olingan massasiga teng bo'ladi.

Kimyoviy birikmada elementning bitta atomi o'rnini oladigan vodorod atomlari soni elementning *valentligi* deyiladi. Elementning atom og'irligini A bilan, uning valentligini n bilan belgilasak, kimiyoviy ekvivalent A/n ga teng bo'ladi. Agar biz A/n gramm element olsak, bu elementning bunday miqdori *gramm-ekvivalent* bo'ladi.

Faradeyning ikkinchi qonuni elementlarning k elektrokimiyoviy ekvivalentlari ularning kimiyoviy ekvivalentlariga ro'rtsional ekanligini ifodalaydi:

$$k = C \frac{A}{n} \quad (10.2)$$

bunda C -ro'rtsionallik koeffitsienti bo'lib, barcha elementlar uchun bir xil.

'datda C koeffitsient o'rniga unga teskari kattalik kiritiladi:

$$\frac{1}{F} = C,$$

bunda Faradeyning ikkinchi qonuni quyidagi ko'rinishga keladi:

$$k = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n} \quad (10.2a)$$

F kattalik *Faradey soni* deyiladi. (10.2a) ifodadank elektrokimiyoviy ekvivalentning qiymatini Faradeyning birinchi qonuni (10.1) ifodasiga qo'yib, Faradeyning ikkala qonunini birlashtiruvchi formulani hosil qilamiz:

$$M = \frac{1}{F} \frac{A}{n} Q \quad (10.3)$$

Bundan, moddaning bir gramm-ekvivalenti, ya'ni son jihatdan A/n ga teng bo'lgan M massasi ajralganda, Q son jihatdan F ga teng bo'ladi.

Demak, F Faradey soni shunday Q elektr miqd'riga tengki, bu elektr miqd'ri elektrolit orqali o'tganda elektrodda bir gramm-ekvivalent modda ajratib chiqaradi.

Elektrokimiyoviy ekvivalentlarni o'lchash natijasida Faradey soni uchun quyidagi qiymat olingan:

$$F = 96494 \cdot \frac{\text{kulon}}{\text{gramm} - \text{ekvivalent}}$$

Elektron nazariyaning yaratilishida Faradey qonunlari muhim rol o'ynadi.(3) formuladan shu narsa kelib chiqadiki, har qanday moddaning bir gramm-ekvivalenti ajralishi uchun elektrolit orqali juda muayyan elektr miqd'ri, ya'ni son jihatdan F Faradey soniga teng bo'lgan elektr miqd'ri to'g'ri kerak. Gramm-ekvivalentdagi N_0 atomlar soni elementning valentligi n ga bogliq va

$$N_0 = \frac{N}{n}$$

ekanligi ravshan, bunda N_0 -Avagadro soni. Shunday qilib, har bir atomning ajralishi elektrolit orqali

$$q = \frac{F}{N'} = \frac{F}{N} \cdot n \quad (10.4)$$

elektr miqdori to'g'ri bilan bog'liq.

Elektrolitlar o'tkazuvchanligining ion nazariyasiga ko'ra, tokning elektrolit orqali to'g'ri ionlarning kuchishidan iboratdir, bundan esa (10.4) formulaga ko'ra *har bir element ioni elementning n valentligiga ro'rtsional bo'lgan q zaryad olib to'g'ri kelib chiqadi.*

Ionning eng kichik e zaryadi bir valentli ionning ($n = 1$) zaryadiga mos keladi, demak,

$$e = \frac{F}{N} \quad (10.5)$$

Elementning valentligi n butun son bilan ifodalanadi, shu sababli har qanday ion tashib o'tadigan q zaryad

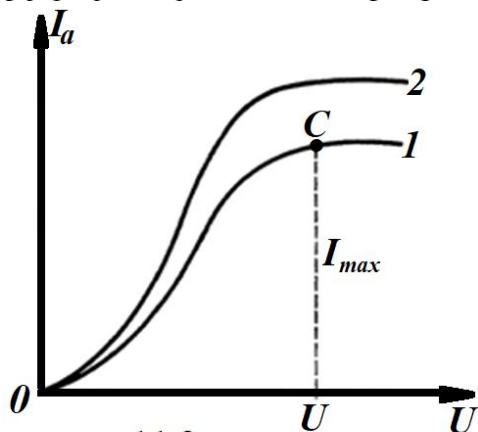
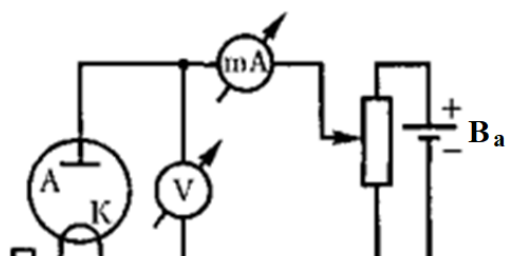
$$q = ne$$

ya'ni *eng kichik e zaryadga butun karrali bo'ladi.* Shunday qilib, Faradey qonuni moddaning atom nazariyasi bilan birgalikda elektrning atom tuzilishi haqidagi tasavvurga olib keladi. Gelmgolts va Stoney 1881 yili bir vaqtda va bir - biridan mustaqil ravishda shunday xulosaga keldilar. Moddaning har bir atomi e elementar zaryadga karrali zaryadni yo'qotishi yoki qabul qilishi mumkin. Bu e elementar zaryad elektron zaryadi ekanligi ravshandir. Agar atom (yoki molekula) bitta yoki bir nechta ortiqcha elektron qabul qilsa, manfiy ion hosil bo'ladi.

§ 11. Vakuumdagi elektr toki. Elektron dastasi. Elektronlar emissiyasi. Termoelektron emissiya. Elektron lampalar.

Diod va triod.

Metallda hamma vaqt yuqori kinetik energiyaga ega bo'lgan va



11.2 rasm

shuning uchun undan tashqariga chiqqan biror miqdordagi erkin elektronlar bo'ladi. Agar metalldagi elektronlarga energiya berilsa, bir qism elektronlar metalldan uchib chiqib ketishi mumkin, so'ngra bu uchib chiqqan elektronlarni yana metallga tortib olish mumkin, biroq ularning o'rniga boshqa erkin elektronlar uchib chiqadi. Metalldan uchib chiqayotgan va unga uchib kirayotgan elektronlar orasida harakatchan muvozanat qaror topadi, buning natijasida metall sirtida o'ziga xos *electron buluti* hosil bo'ladi. metallning electron chiqarishi *electron emissiya* deyiladi. Bu hodisa qisman suyuqlikning bug'lanishiga

o'xshaydi. Elektronlarga energiya berish turiga qarab, termoelektron, fotoelektron, ikkilamchi electron va avto-elaektron emissiyalarga bo'linadi.

1. Termoelektron emissiya. Metallar qizdirilganda ulardan elektronlarni uchib chiqishiga termoelektron emissiya deb ataladi (Emissiya hodisasi – bu qattiq va suyuq jismlarni tashqi tazyiq natijasida electron chiqarishi bilan bog'liq bo'lgan hodisalar). Metallarda erkin elektronlar konsentratsiyasi kerakli darajada yuqori bo'ladi, shuning uchun o'rtacha temperaturalardayam elektronlar bo'yicha tezliklar taqsimotiga (energiya taqsimotiga) ko'ra ba'zi elektronlar metall sirtidagi potensialni yengib chiqib ketadigan energiya oladilar. Temperatura ortgan sari chiqish ishidan kattaroq kinetik energiyaga ega bo'lgan elektronlar soni ko'paya borib, termoelektron emissiya jarayon sezilarli darajada ko'zga ko'rinadi. Termoelektron emissiya qonunlarini organishda vakuumli dioddan foydalanish qulay. Chunki vakuumli diod-bu katod va anoddan iborat oddiy havosi so'rib olingan ballondan iborat.

Oddiy katod bo‘lib erish temperaturasi katta bo‘lgan elektr toki berilganda cho‘g‘lanadigan metall (masalan, volfram) hizmat qila oladi. Anod esa katodni o‘rab turgan silindr shaklidagi metallan iborat. Agar 1 rasmdagi ko‘rinishdagidek diodni elektr zanjirga ulanganda, katod cho‘g‘lanadi va anodga musbat kuchlanish berilsa, zanjirda tok hosil bo‘ladi. Agar batareyani qutblari o‘zgartirilsa katodni qanchalik qizdirilmasin zanjirda tok to‘xtaydi.

Demak, katod manfiy zarracha bo‘lgan-elektronlarni chiqaradi. Agar cho‘g‘langan katod temperaturasini ozgartirmasdan anod toki I ni kuchlanish U ga bog‘liqligini, yani volt-amper harakteristikasini olinsa (2 rasm), uni chiziqli emasligini ko‘rish mumkin, yani vakuumli dioddan tok o‘tganda Om qonuniga bo‘ysunmas ekan. Termoelektron tokini anod kuchlanishiga bog‘liqligi kuchlanish-ning past qiymatlarida quyidagi (rus fizigi S.A. Blaguslavskiy hamda amerikalik fizik I. Lengmyurlar tomonidan yaratilgan) formula orqali ifodalanadi:

$$I = BU^{3/2}$$

bu erda B -elektrodning kattaligiga va shakliga hamda ularni o‘zaro qanday joylashishiga bog‘liq bo‘lgan koeffisient. Anod kuchlanishini orttira borsak, tok ham ma‘lum bir to‘yinish nuqtasigacha ortib boradi. Bu katoddan chiqayotgan elektronlarning hammasi anodga yetib boradi, shuning uchun kuchlanishni orttirishni davom ettirilsa ham termoelektron tokni ortishini ta‘minlay olmaydi. Demak, to‘yinish to‘kini zichligi moddaning qanchalik emissiyaga qodirligini ifodalaydi.

To‘yinish tokining zichligini Richardson-Deshman kvant statistika nazariyadan foydalanib topishgan formulasi orqali aniqlanadi:

$$J_{\text{toriy}} = CT^2 e^{-\frac{A}{kT}}$$

bu yerda A -elektronlarni katoddan chiqish ishi, T -termodinamik temperature, C -barcha metallar uchun bir hil bo‘lgan o‘zgarmas kattalik. Shunday qilib, chiqish ishini kamaytirish orqali toyinish tokini tezda ortishiga ta‘sir qiladi. Shuning uchun chiqish ishi 1-1,5 eV ga teng bo‘lgan oksidli katodlardan ko‘proq foydalaniladi (masalan, ishqoriy oksid bilan qoplangan nikeldan). 2 rasmda katodning ikki hil T_1 va T_2 temperaturalarda olingan volt-amper harakteristikasi tasvirlangan bo‘lib $T_1 > T_2$. Katodni temperaturani orttirganimizda katoddan uchib chiqayotgan elektronlar soni ortadi, demak to‘yinish toki ham ortib boradi. $U = 0$ bo‘lganda ham anod toki mavjudligi aniqlangan, yani

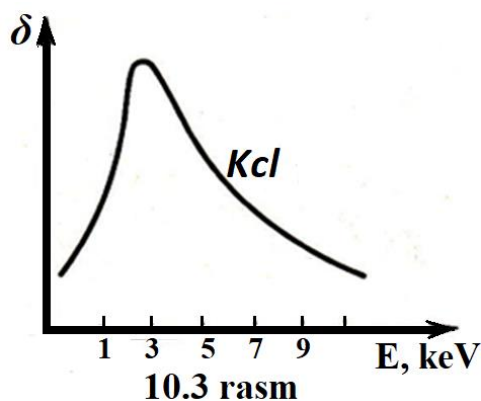
katoddan chiqayotgan ayrim elektronlar chiqish ishini yenga oladigan darajadagi energiya ega bo'lib, tashqi elektr maydonisiz anodga yetib boradi va yuqorida keltirilgan anod tokini hosil qiladi.

Elektron emissiya hodisasini vakuumda elektronlar oqimini hosil qilishda qo'llaniladi, masalan, elektron lampalarda, rentgen naylarida, elektron mikroskop-larda va h.k.. Elektron lampalar elektr- va radiotexnikada, avtomatika va telemexanikalarda o'zgaruvchan toklarni to'g'rilagich sifatida, elektr signallarni va o'zgaruvchan toklarni kuchaytirgich sifatida, elektrmagnit to'lqinlarni generatsiya (generator–mexanik quvvatni elektr quvvatga aylantiruvchi qurilma) qilishlarda foydalaniladi.

2. Fotoelektron emissiya. Fotoelektron emissiya deb yorug'lik hamda qisqa to'lqinli elektromagnit nurlar (masalan, rentgen nurlari) ta'sirida metallar sirtidan elektronlarni uchib chiqish hodisasiga aytiladi. Bu hodisani asosan Fotoeffekt hodisani o'rganishda chuqurroq ko'rib chiqamiz.

3. Ikkilamchi electron emissiya. Ikkilamchi electron emissiya hodisasi deb -elektronlar dastasi bilan bombardimon qilinganda metallar, yarim o'tkazgichlar, dielektriklar sirtidan elektronlarning uchib chiqish hodisasiga aytiladi. Ikkilamchi electron oqimi birlamchi elektronlar borib emitterdan urib chiqarayotgan elektronlardan iboratdir.

Ikkilamchi elektronlar conini n_2 ni emissiyani yuzaga keltiruvchi birlamchi elektronlar conini n_1 ga nisbatiga ikkilamchi elektronlar emissiyasi koeffitsienti deyiladi.



$$\delta = \frac{n_2}{n_1}$$

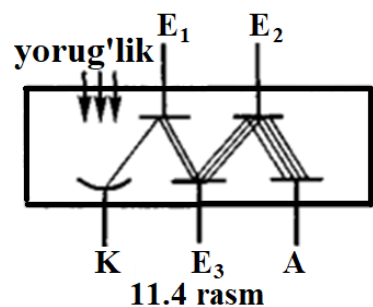
bunda δ -sirtning (materialning) tabiatiga, bombardimon qilayotgan zarralarning energiyasiga xamda sirtga tushish burchagiga bog'liq bo'ladi. Yarim o'tkazgichlar va dielektriklarda metallarnikiga qaraganda δ -katta bo'ladi.

Buni quyidagicha tushuntirish mumkin, metallarda ikkilamchi elektronlar konsentratsiyasi katta bo'lgan erkin elektronlar bilan to'qnashib o'z energiyalarini yo'qotishadi, shuning uchun metallardan uchib chiqib ketisha olishmaydi.

Yarim o'tkazgichlar va dielektriklarda o'tkazgich bo'lib hizmat qiluvchi elektronlar konsentrasiyasi kichik bo'lgani uchun ikkilamchi elektronlarni ular bilan toqnashishi kam yuz beradi, shuning uchun emitterdan uchib chiqayotgan ikkilamchi elektronlarning soni bir necha marotaba ortib ketishiga (10.3 rasm) sabab bo'ladi.

Misol tariqasida (10.3 rasmda) KCl uchun ikkilamchi electron emissiya koeffitsien-tini tushayotgan elektronlarni energiyasi E ga bog'liq bo'ladi. Elektronlarni energiyasini ortishiga qarab δ ortib boradi, chunki tushayotgan birlamchi elektronlar kristall panjaralarga yan ham chuqurroq kirib boradi va buning oqibatida ko'proq ikkilamchi electronlarni ko'proq urib chiqaradi. Ammo birlamchi elektronlarni energiyasi ma'lum bir qiymatga yetgandan so'ng δ kamayib boradi. Buning sababi birlamchi elektronlar metallning ichiga chuqurroq kirib boradi va ikkilamchi elektronlar (chuqurlik uzunligi) masofa kattalshganligi uchun chiqib ketishi qiyinlashqdi. δ_{max} ning qiymati KCl uchun 12 gacha yetadi (toza metallar uchun u 2 dan ortmaydi).

Ikkilamchi electron emissiya hodisasini kuchsiz elektr tokini kuchaytirishda foydalaniladigan fotoelektron kopaytirgichlarda (FK) qo'llaniladi (ruschasiga FEU). Fotoelektron kopaytirgich (FK) ichiga



fotokatod va anod orasiga bir nechta emitter – elektrodlar joylashgan vakuum naydan iborat (11.4 rasm). Bunda yorug'lik ta'sirida fotokatoddan chiqayotgan elektronlar emitter E_1 bilan katod orasida potentsiallar farqi ta'sirida tezlanish olib emitter E_1 ga tushadi. E_2 emitterdan fotoelektron kopaytirgichlarda δ

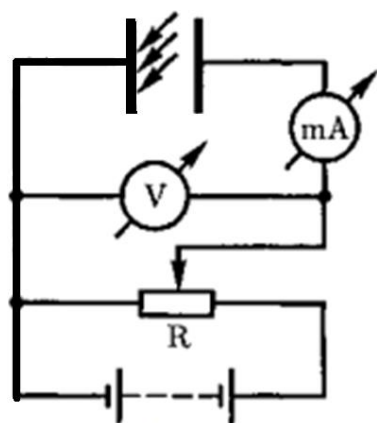
elektronlar urib chiqariladi. Shu yo'l bilan kuchaytirilgan elektronlar oqimi emitter E_3 ga kelib tushadi va shu tariqa ko'paytirish keyingi emitterlarda davom etadi. Agar fotoelektron kopaytirgichlarda (FK) n ta emitterdan iborat bo'tsa kollektor deb nomlanuvchi anod A da δ^n marta kuchaytirilgan fotoelektron tok hosil bo'ladi.

4. Avtoelektron emissiya. Avtoelektron emissiya deb kuchli tashqi elektr maydoni ta'sirida metallarning sirtidan naydagi elektronlarning emissiyalanishiga aytiladi. Bu hodisani havosi so'rib olingan nayni elektrodlariga (bunda katod ninaga o'hshash uchli anod sifatida esa nayning ichki sirti hizmat qiladi) tahminan 1000 Volt

kuchlanish berilganda $10^7 V/m$ elektr maydon kuchlanishi hosil bo'lishida kuzatishimiz mumkin. Kuchlanishni asta sekin orttira borsak maydon kuchlanganligi $10^5 \div 10^6 V/m$ ga yetganda katoddan elektronlarning uchib chiqishi boshlanadi va oz-moz tok hosil bo'ta boshlaydi. Trubkadagi kuchlanish ortgan sari tok kuchi ham ortib boradi. Bu tok sovuq katodda vujudga kelganligi uchun uni yana sovuq emissiya deb ham yuritiladi. Bu hodisani mohiyatini fizikaning kvant mehanikasi bo'limida to'liq yoritiladi.

Gazlarning ionlanishi. Gazlarning mustaqil bo'lmagan elektrsizlanishi (rus-chada-razryad deyiladi).

Normal atmosfera bosimiga yaqin bosimlarda va past temperaturelarda yahshigina izolyator bo'la olishadi. Agar zaryadlangan elektrometrni atmosfera havosi quruq bo'lgan joyga qoyilsa u uning zaryadi uzoq vaqt saqlanadi. Buni quyidagicha tushuntirishimiz mumkin: normal sharoitda



11.5 rasm

gazlar neytral atomlar va molekular-dan iborat bo'lib, ularda erkin zaryadlar (electron va ionlar) mavjud emas. Gazni atom va molekulari ionlashganda ya'ni ionlarga hamda erkin elektronlarga bo'linganda ular elektr tokini o'tkazgichga aylanadi.

Buning uchun gazga biron-bir ionizator ta'siri qo'yilsa, (masalan, elektrometr-ga yonib turgan alangani yaqinlash-tirilsa, undagi zaryadni kamayganini kuzatish mumkin; bu yerda gazni o'tkazgich holatga o'tish, issiqlik olishi bilan bog'langan). Ionizator ta'sirida gazlarni 11.6- rasm ionlashtirilganda atom va molekularning electron qobiqlaridan bitta yoki bir necha elektronlarni yulib chiqariladi va erkin electron yoki musbat ionlarni vujudga kelishiga sabab bo'ladi. Elektronlar neytral atom va molekularlarga qo'shib ularni manfiy ionlarga aylantirishi mumkin. Natijada, ionlashgan gazda musbat va manfiy hamda erkin elektronlar ham vujudga keladi.

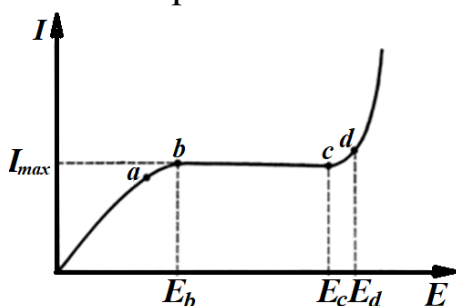
Gazlarni ionlashtirish turli ionizator deb ataluvchi uskunalar ta'sirida yuzaga kelishi mumkin: -qattiq qizdirish (tezlashgan molekular to'qnashishi shunchalik kuchli bo'ladiki, ular ionlarga ajraladi), qisqa elktromagnit nurlanishlar ultrabinafsha va rentgen

nurlanishi, γ -kvantlar), korpuskulyar nurlanish (elektronlar, protonlar, α -zarralar oqimi) va boshqalar.

Molekula (atom)dan bitta elektronni urib chiqarish uchun yetarli bo'lgan energiya sarflanishi kerak. Bu energiyani ionizatsiyalash energiyasi deb ataladi. Uning qiymati atomlarning turiga qarab $4 \div 25eV$ ($1eV = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Joul) oraliqda bo'ladi.

Bir vaqtning o'zida gazlarni ionlanishi bilan unga teskari bo'lgan rekombina-

tsiya jaroyoni yuz beradi. Bu jaroyonda musbat va manfiy ionlar o'zaro uchrashib qaytadan neytral atom va molekullarni hosil qiladi. Ionizator ta'sirida qanchalik



11.6 rasm

ko'p ionlar hosil bo'lsa, rekombinatsiya jaroyoni shunchalik jadal boradi.

Qat'iy aytadigan bo'lsak, gazning o'tkazuvchanligi hech qachon nolga teng bo'lmaydi. Chunki gazga tushayotgan kosmik nurlar, radiofaol moddalardan chiqayotgan zarralarni ta'sirida albatta gazda

erkin zaryadlar mavjud bo'ladi. Havoning bunday arzimagan otkazuvchanligi ham elektrlangan jismlar qanchalik yaxshi izolyatsiyalangan bo'lmasin bu jismlardan zaryadlarni olib chiqib ketishga, ya'ni zaryadlarni tashishga hizmat qiladi.

Gaz razryadning harakteri quyidagilarga bog'liq bo'ladi: gazning tarkibiga, temperaturasiga va bosimiga, o'lchamiga, elektrodni tashkil qilgan moddaga va konfiguratsiyasiga, berilgan kuchlanishga, tokning zichligiga va h.k.

Oraliqda gaz bo'lgan zanjirni ko'rib chiqaylik (11.5-rasm). Zanjirga doimiy ravishda ionizator ta'sir qilayotgan bo'lsin (masalan, ultrabinafsha nurlarning tushishi natijasida manfiy plastinadan fotoelektronlar chiqishi). Ionizator ta'sirida gaz qanchadir o'tkazuvchanlik hususiyatiga ega bo'ladi va zanjirda tok oqa boshlaydi. Zanjirda oqayotgan tok kuchini kuchlanishga bog'liqligi 6 rasmda tasvirlangan.

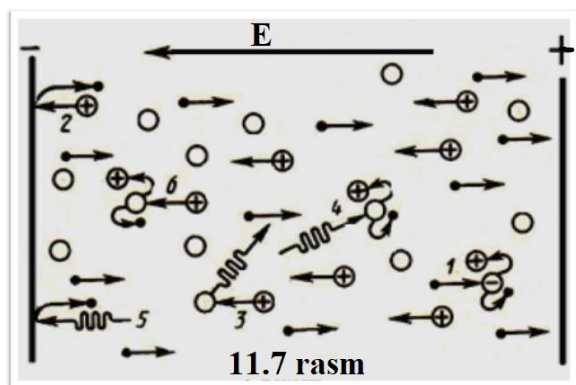
oa oraliqda egri chiziqda tok kuchlanishga mutanosib (proprSIONAL) ravishda ortib boradi, demak, Ohm qonuni bajariladi. Kuchlanishni yanada orttirib borilsa, Ohm qonuniga bo'ysunmaslik yuzaga keladi: tok kuchini ortishi sekinlashadi (ob oraliq) va nihoyat

ortish to'xtaydi (bc oraliq). Bunga tashqi ionizator ta'sirida vaqt birligida chiqayotgan elektronlar va ionlar o'sha vaqtning o'zidayoq elektrodga etib borganda erishiladi. Natijada ionizatorning quvvati bilan o'lchanadigan to'yinish tokiga ($I_{to'y}$) ega bo'lamiz. Shuning uchun to'yinish toki ionizatorni ionlash qobiliyatini belgilar ekan. Agar *oc* rejimda ionizatorni ta'siri to'xtatilsa, razryad ham to'xtaydi. Tashqi ionizator ta'sirida yuzaga keladigan razryadlar mustaqil bo'lmagan razryadlar deyiladi. Bundan keyin elektrodlar orasidagi kuchlanish yana orttirib borilsa, tok kuchi avvaliga sekin (*cd* oraliq), songra birdan (dE_c oraliq) ortib ketadi. Bu jaroyonni mohiyatini keyingi paragrafda korib chiqamiz.

Mustaqil gaz razryadi va uning turlari.

Tashqi ionizator ta'siri to'xtatilgandan so'ng ham davom etadigan gaz razryadi mustaqil deb ataladi.

Mustaqil razryad hosil bo'lish shartini ko'rib chiqaylik. Oldingi paragrafda ko'rganimizdek, oraliq gaz hosil qilgan elektrodni (11.7 rasm) orasidagi kuchlanish katta bo'lganda tok kuchi jadal ortib boradi (11.7 rasmdagi *cd* va dE_c oraliqlar).



Tashqi ionizator ta'sirida yuzaga kelgan katta kuchlanishlarda elektr maydon ta'sirida juda kuchli tezlashtirilgan elektronlar, gazning neytral molekullari bilan to'qnashib, ionlashtiradi, natijada ikkilamchi elektronlar va musbat ionlar hosil bo'ladi (11.7 rasmda 1 jarayon).

Musbat ionlar katodga tomon harakatlanadi, manfiy elektronlar esa anodga tomon. Ikkilamchi elektronlar yana gaz molekullarini ionlantiradi, va, natijada elektronlarni anodga tomon yopirilgan ko'rinishdagi harakati tufayli elektronlar va ionlarni umumiy soni ortib boradi. Bu esa *cd* oraliqda elektr tokini ortishiga sabab bo'ladi (11.7 rasmda qaralsin). Yuqorida yozilgan jaroyonni zarbali ionizatsiyalash deyiladi.

Chynonchi, tashqi ionizator olib tashlanganda elektronlar ta'sirida zarbali ionizatsiyalashning o'zi gaz razryadini ushlab turishga yetarli emas. Buning uchun, elektronlarni yoppasiga anodga harakatini yana

tiklanishi kerak bo'ldi, ya'ni, gazda qandaydir jaroyonlar tufayli yangi elektronlarni vujudga kelib turishini ta'minlasin. Bunday jaroyonlar 11.7 rasmda shema ko'rinishda tasvirlangan: 1) maydon ta'sirida tezlatilgan musbat ionlarning katodga urilishi tufayli undan elektronlarni urib chiqaradi (2 jarayon); 2) musbat ionlar gaz molekullari bilan to'qnashib ularni qozg'algan holatiga otishiga sabab bo'ldi, bunday molekullarni normal holatiga to'g'ri fotonlar chiqishi bilan kuzatiladi (3 holat); 3) foton neytral holatdagi molekulada yutilib, uni ionga aylantiradi-bu fotonli ionizatsiya deyiladi (4 jarayon); 4) foton ta'sirida katoddan elektronlarni urib chiqarish (5 jarayon). Va ohiri, orasida gaz bo'lgan elektrodlar orasidagi kuchlanish haddan tashqari katta bo'lganda shunday payt keladiki, bunda erkin yugurish yo'li elektronnikidan kichik bo'lgan musbat ionlar, gazni ionlashtirishga yetarli miqdordagi energiyaga ega bo'ldi (6 jarayon) va manfiy plastinkaga ionli yoppasiga yog'ilib tushishi kuzatiladi. Elektronlar yog'inidan tashqari yana ionlar yog'ini ham qo'shilganda, kuchlanishni oshirmasak ham tok kuchi ortaveradi (11.7 rasmda dE_c oraliq).

Yuqorida keltirilgan (1-6) jaroyonlar uchun gaz hajmidagi ionlar va elektronlar soni yopirilishga o'hshash ortib boradi va tashqi ionizatorni olib tashlaganda ham davom etuvchi mustaqil razryad ko'rinishga o'tadi. Mustaqil razryadni vujudga keltiruvchi kuchlanishni-qo'zg'atuvchi kuchlanish deb ataladi.

Gazning bosimiga, elektrodlarni konfiguratsiyasiga, tashqi zanjirni parameterlariga qarab, to'rt hil razryadlarga ajraladi: so'nuvchi, uchqun, yoyli, tojli.

Plazma va uning hossalari. Ionlanish va rekombinatsiya. Gaz razryadi.

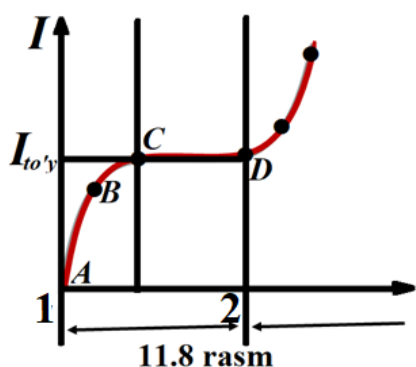
Oddiy sharoitlardagi gazda turli sabablar tufayli vujudga kelgan elektronlar va ionlar mavjud. Lekin ularning soni nihoyat darajada kam bo'lganligi uchun oddiy sharoitlardagi gaz amalda elektr tokni o'tkazmaydi, deyish mumkin. Lekin gazlardan ham elektr tok o'tadigan sharoitlarni yaratish mumkin.

I. Gazlar orqali elektr tokning to'g'ri tekshirish uchun 9.17-rasmda tasvirlangan sxema asosida elektr zanjir tuzaylik. Bu zanjirning bir qismi, ya'ni M va N plastinalar (elektrodlar) orasidagi qismi biror gazdan iborat bo'lsin. Sxemadagi galvanometr zanjir bo'ylab elektr tok oqmayotganligini ko'rsatadi, chunki oddiy sharoitlarda gazda zaryad

tashuvchilar bo'lmaydi. Demak, zanjir M va N elektrodlar orasida uzilgan bo'ladi. Shuning uchun zanjir orqali elektr tok oqishini ta'minlamoqchi bo'lsak, elektrodlar oralig'iga zaryad tashuvchilar kiritish yoki biror usul bilan elektrodlar orasidagi gazda zaryad tashuvchilar vujudga keltirish kerak. Gazda zaryad tashuvchilar vujudga keltirishning barcha usullarini ikki gruppaga ajratish mumkin:

- a) gazdagi zaryad tashuvchilar tashqi faktorlar tufayli vujudga kelishi natijasida kuzatiladigan elektr tokni nomustaqil gaz razryad deyiladi;
- b) M va N elektrodlar orasidagi elektr maydon ta'sirida vujudga kelgan zaryad tashuvchilar tufayli kuzatiladigan elektr tokni mustaqil gaz razryad deyiladi.

Nomustaqil gaz razryad. Agar M va N elektrodlar orasidagi gazni qizdirsak yoki, rentgen, ultrabinafsha nurlar bilan nurlantirsak, gaz



11.8 rasm

molekulalarining ionlashuvi sodir bo'ladi. Ionlashuv jarayonining mohiyati quyidagidan iborat. Tashqi faktorlardan olgan energiya tufayli gaz molekulasidagi bir yoki bir necha elektron molekuladan ajralib chiqadi. Natijada molekula musbat zaryadlangan ionga aylanib qoladi. Ajralib chiqqan elektronlarning bir qismi neytral molekulalar bilan birlashib manfiy zaryadlangan ionlarni vujudga

keltiradi. Shuning uchun ham gazdagi ionlashish jarayoniga sababchi bo'lgan tashqi faktorni ionizator (ionlashtiruvchi) deb ataladi. Ionlanish jarayoni bilan bir qatorda gazda rekombinasiya jarayoni ham sodir bo'ladi. Rekombinasiya ionlanishga teskari jarayon bo'lib, bunda musbat va manfiy ionlarning yoki elektron va musbat ionning to'qnashuvi natijasida neytral molekulalar hosil bo'ladi.

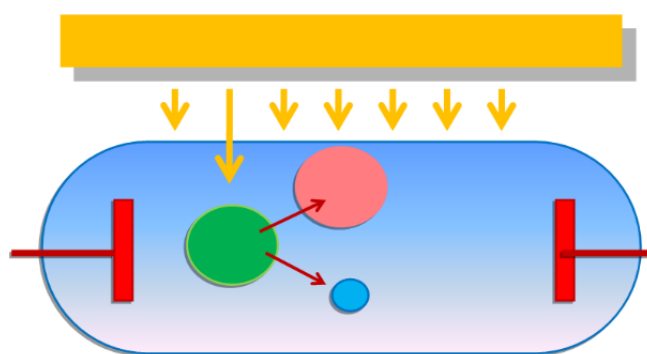
Shunday qilib, gazlarda ionlanish jarayonida manfiy zaryad tashuvchilar (elektronlar va manfiy ionlar) hamda musbat zaryad tashuvchilar (musbat ionlar) teng miqdorda hosil bo'ladi, rekombinatsiya jarayonida esa teng miqdorda yo'qoladi.

Ionizator ta'sirida gazning birlik hajmida birlik vaqtda n dona musbat va n dona manfiy zaryad tashuvchilar vujudga kelayotgan bo'lsin. Odatda $n_+ = n_-$ bo'lganli uchun, oddiygina qilib, nuft zaryad tashuvchilar vujudga kelyapti, deylik. Rekombinasiya jarayoni tufayli $\Delta n'$ juft ion kamayayotgan bo'lsin. Elektr maydon tufayli musbat zaryad

tashuvchilar manfiy zaryadlangan N elektrodga, manfiy zaryad tashuvchilar esa musbat zaryadlangan M elektrodga tortiladi va ularda neytrallanadi. Buning natijasida $\Delta n''$ juft ionlar kamayotgan bo'lsin. U holda gazning birlik hajmida birlik vaqtda kamayayotgan ionlarning umumiy soni

$$\Delta n = \Delta n' + \Delta n'' \tag{11.1}$$

ifoda bilan aniqlanadi. Bu ifodadagi qo'shiluvchilarning hissalarini elektr maydonga bog'liq. Ikki chegaraviy holni ko'raylik.



11.9 rasm

1. Elektrodga berilgan kuchlanish U ning ancha kichik qiymatlarida, ya'ni kuchsiz elektr maydonlarda ionlar asosan rekombinatsiya tufayli kamayadi ($\Delta n' \gg \Delta n''$). Lekin bir qism ionlar elektr maydon tufayli qarama - qarshi zaryadlangan elektrodga yetib boradi va

kuchsiz elektr tokini vujudga kelishiga sababchi bo'ladi. Elektr maydon ta'sirida musbat va manfiy zaryad tashuvchilar mos ravishda 11.10 rasm quyidagi tezliklar bilan harakat qiladi:

$$\begin{cases} v_+ = u_+ E \\ v_- = u_- E \end{cases} \tag{11.2}$$

bu ifodalarda E - elektr maydon kuchlanganligi, u_+ va u_- lar esa mos ravishda musbat va manfiy zaryad tashuvchilarning harakatchanliklari. Ionning harakatchanligi kuchlanganligi $1V$ bo'lgan elektr maydon ta'sirida ion erishgan tezlik bilan xarakterlanib, turli gazlar uchun u turlicha qiymatlarga ega bo'ladi.

(11.2) ifoda bilan aniqlanuvchi tezliklar bilan tartibli harakat qiluvchi ionlar Δt vaqt ichida plastinalarga quyidagi zaryadlarni yetkazadi:

$$Q_+ = qnv_+ S \Delta t = qnu_+ S \Delta t \tag{11.3}$$

$$Q_- = qnv_- S \Delta t = qnu_- S \Delta t \tag{11.4}$$

bunda Q_+ va Q_- - mos ravishda manfiy va musbat zaryadlangan elektrodga ionlar tashib yetkazayotgan zaryad miqdorlari, q - ionning zaryadi, S - elektrodning yuzi. Elektr maydon tomonidan ko'chirilgan umumiy zaryad miqdori

$$Q = |Q_+| + |Q_-| = qn(u_+ + u_-)ES \Delta t \tag{11.5}$$

ifoda bilan aniqlanadi. Birlik yuz orqali birlik vaqtda ko`chirilgan 11.10-rasm zaryad tok zichligi j ni ifodalar edi. Shuning uchun

$$j = \frac{Q}{S\Delta t} = qn(u_+ + u_-)E \tag{11.6}$$

u ifodadagi $u_+; u_-$ - lar ayni tajribada doimiy kattaliklardir. E esa unchalik katta bo`lmagan elektr maydonlar uchun o`zgarmas hisoblanadi. Demak, kuchsiz elektr maydonlarda (5) ifodadagi $qn(u_+ + u_-) = \sigma$ ko`paytuvchini o`zgarmas kattalik deb hisoblash mumkin. U holda (11.6) ifoda gazlar orqali o`tuvchi elektr tok uchun Om qonunini ifodalaydi:

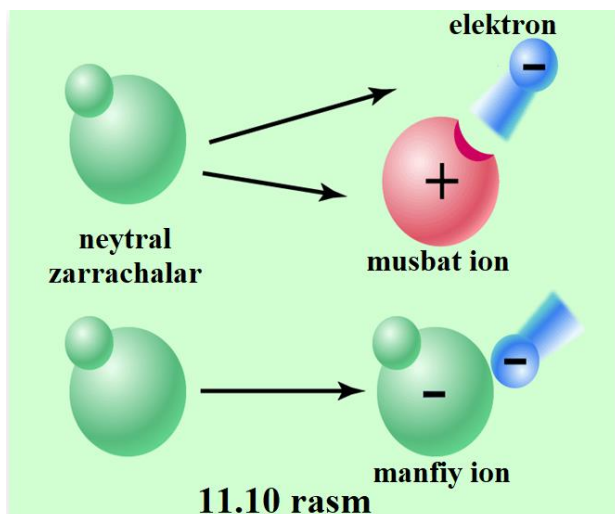
$$j = \sigma E \tag{11.7}$$

2. Endi M va N elektrodlarga berilgan kuchlanish yetarlicha katta bo`lgan holni ko`raylik. Bu holda elektr maydon ta`sirida ionlar ancha katta tezliklarga erishadi. Shuning uchun ionizator ta`sirida vujudga kelayotgan ionlarning deyarli hammasi rekombinasiyalashishga ulgurmasdanoq elektrodlarga yetib oladi.

Ionizator ta`sirida gazning birlik hajmida birlik vaqtda njuft ion vujudga keladi, deb hisoblangan edi. U holda bir-biridan l uzoqlikda joylashgan S yuzli ikki elektrod orasidagi hajm Sl ga teng bo`lganligi uchun, bu ikki elektrod oralig`ida M vaqt ichida umumiy zaryadi

$$Q = qnSl\Delta t \tag{11.8}$$

bo`lgan ionlar vujudga keladi. Bu ionlarning hammasi tok tashishda



qatnashayotganligi uchun gaz orqali o`tayotgan elektr tokning qiymati to`yinish toki deyiladi va bu to`yinish tokining zichligi uchun quyidagi ifoda o`rinlidir:

$$j_{to'ry} = \frac{Q}{S\Delta t} = qnl \tag{11.9}$$

11.10-rasmda nomustaqil gazrasyadda elektr maydon kuchlanganligi qiymatiga bog`liq ravishda tok zichligining o`zgarishini tasvirlovchi grafik

chizilgan. Grafikning Oa qismi kuchsiz elektr maydonga mos keladi. Bunday maydonlarda zaryad tushuvchilar kichik tezliklar bilan harakatlannb, rekombinasiya susaygan sari ionlar tezligi ortib ularning

rekombinasiyalashuv ehtimolligi kamayib boradi. Bu esa tokning ortishiga sabab bo'ladi. Bu sohada j va Eorasidagi bog'lanish Om qonuniga bo'ysunadi. ab qismda esa j ning E ga chiziqli bog'liqligi buziladi. Grafikning bu qismini oraliq soha yoki o'tish sohasi deyiladi. bsqismi to'yinish tokiga mos keladi. Maydon kuchlanganligi $E_b < E < E_s$ bo'lganda ionizator ta'sirida vujudga kelgan ionlarning hammasi tok tashishda qatnashadi. Lekin maydon kuchlanganligi E dan ortganda zarbdan ionlanish tufayli tok keskin ortib ketadi.

Mustaqil gaz razryad.

Tashqi ionizator ta'sir qilmasa ham, nihoyat kuchli elektr maydonlar ta'sirida zaryad tashuvchilar vujudga kelishi mumkin. Zaryad tashuvchilarning vujudga kelishini ta'minlovchi asosiy jarayonlar quyidagilardan iborat

1. Zarbdan ionlanish. Oddiy sharoitlardagi gazda turli sabablar tufayli vujudga kelgan elektronlar va ionlar mavjud. Lekin ularning soni nihoyat darajada kam bo'lganligi uchun oddiy sharoitlardagi gaz amalda elektr tokni o'tkazmaydi, deyish mumkin. Kuchlanganligi E bo'lgan elektr maydonga q zaryadli tok tashuvchi (ion yoki elektron) ga qE kuch ta'sir etadi. Bu kuch ta'sirida tok tashuvchi ikki ketma-ket to'qnashuv orasida erkin bosib o'tilgan l yo'lda

$$W_k = qEl \tag{11.10}$$

kinetik energiyaga erishadi. Agar bu energiya gaz molekulasining ionlanishi uchun bajarilishi lozim bo'lgan A_n ishdan katta bo'lsa, ya'ni

$$W_k \geq A_n \tag{11.11}$$

shart bajarilsa, tok tashuvchining neytral molekula bilan to'qnashishi natijasida molekula ikki qismga-erkin elektronga va musbat zaryadlangan ionga ajraladi. Bu jarayonni zarbdan ionlanish deyiladi. Yangi vujudga kelgan tok tashuvchilar ham o'z navbatida elektr maydon tomonidan tezlatiladi. Shuning uchun ular yana ionlanishiga sababchi bo'lishi mumkin. Shu tariqa gazda ionlanish nihoyat katta qiymatlarga erishadi. Bu hodisa tog'lardagi qor ko'chkisini eslatadi. Ma'lumki, qor ko'chkisining vujudga kelishiga bir siqimgina qor sababchi bo'la oladi. Shuning uchun yuqorida bayon etilgan jarayon ionlar ko'chkisi deyiladi.

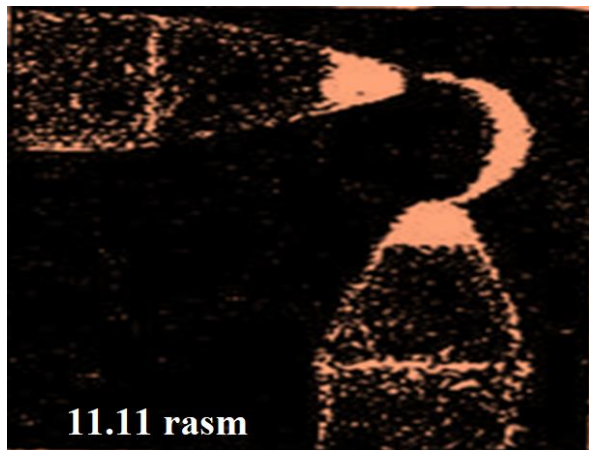
2. Ikkilamchi elektron emissiya. Gazdagi musbat zaryadli ionlar elektr maydon ta'sirida ancha katta energiyalarga erishgach, manfiy elektrodga urilishi natijasida elektroddan elektronlar ajralib chiqadi. Bu hodisani ikkilamchi elektron emissiya deyiladi.

3. Avtoelektron missiya. Bu hodisa nihoyat kuchli elektr maydonlarda ($E \sim 10^8 \text{ V/m}$) sodir bo'ladi. Bunda nihoyat kuchli elektr maydon metallardan elektronlarni yulib (tortib) oladi, deyish mumkin.

4. Fotoionlanishi. Zarbdan ionlanish natijasida vujudga kelgan ion uyg'otilgan holatda bo'lishi mumkin (uyg'otilgan holatdagi sistemaning energiyasi asosiy holatdagiga qaraganda kattaroq bo'ladi). Bu ion uyg'otilgan holatdan asosiy holatga o'tayotganda qisqa to'lqin uzunlikli nur chiqaradi. Bunday nur energiyasi molekulaning ionlanishiga yetarli bo'lib qolganda fotoionlanish hodisasi ro'y beradi.

5. Termoelektron emissiya. Manfiy elektrod temperaturasi yetarlicha yuqori bo'lgan hollarda termoelektron emissiya tufayli anchagina elektronlar vujudga keladi. Mustaqil gaz razryadlarning ba'zi turlari bilan tanishaylik. Oldin oddiy atmosfera bosimlaridagi gazlarda ro'y beradigan razryadlarni tekshiramiz.

1. Toj razryad. Razryadning bu turi vujudga kelganda elektrodlar yaqinida xuddi quyosh tojiga o'xshagan nurlanish kuzatiladi. Toj razryad vujudga kelishi uchun nihoyat kuchli notekis elektr maydon mavjud bo'lishi shart. Masalan, katta kuchlanishli elektr toklarni o'tkazuvchi simlarni ko'ray-lik. Sim va yerni kondensatorning ikki qoplamasi deb qarash mumkin. Bu kondensator-dagi elektr maydon notekis bo'lib, maydon kuchlanganligi sim yaqinida juda katta qiymatga erishadi. Bu sohada gaz elektr maydon ta'sirida nihoyat intensiv ravishda ionlashadi. Shuning uchun bu sohada simni har tomondan o'rab olgan nurlanish, ya'ni mustaqil gaya razryad kuzatiladi. Bu esa elektr energiyaning isrof bo'lishiga sabab bo'ladi. Toj razryad faqat simlar atrofida emas, balki kuchli va notekis elektr maydon vujudga kelgan elektrodlar atrofida ham vujudga keladi. Masalan, elektrodning biror qismi egrilik radiusi kichik bo'lgan uchlikka ega bo'lsa, bu sohada (uchlikda) elektr zaryadning konsentratsiyasi juda ortib ketadi. Shuning uchun bu uchlik atrofida nurlanish (11.11 rasm) kuzatiladi. Toj razryad kema machtalarining, daraxtlarning uchlarida



11.11 rasm

ham kuzatiladi. Qadim vaqtlarda bu hodisalarni «avliyo Elma chiroqlari» deb atashgan.

2. Uchqunli razryad (uchqun). Kondensator qoplamalari yoki induksion g'altak chulg'aming ikki uchi orasidagi kuchlanish nihoyat katta bo'lganda gazning turtki ravishda zarbdan ionlanishi natijasida qisqa vaqtli razryad - uchqun vujudga keladi. Eng ulkan uchqun razryad - yashindir. Yashin bulutlar orasida yoki bulut bilan Yer oralig'ida katta potentsiallar farqi vujudga kelishi natijasida paydo bo'ladi. Uchqun yaqinidagi gaz yuqori temperaturalargacha qiziydi va keskin kengayadi. Bu esa o'z navbatida tovush to'lqinlarining vujudga kelishiga sababchi bo'ladi. Yashinning uzunligi 50 kilometr gacha, tok kuchi 20000A gacha yetadi. Shuning uchun ham yashin tufayli vujudga keladigan tovush, ya'ni momaqaldiroq juda kuchli bo'ladi.

3. Yoy razryad (elektr yoyi). Agar ikkita elektrodni bir-biriga tegizsak va elektr tok o'tkazsak, elektrodning bir-biriga tegib turgan uchlari qiziydi. So'ng ularni bir-biridan bir oz uzoqlashtiraylik. Katod bo'lib xizmat qiluvchi elektrod juda ko'p termoelektronlar chiqaradi. Bu termoelektronlar elektrodlar oralig'idagi gazni ionlashtiradi. Natijada elektrodlar orasida yoy shaklidagi kuchli ko'zni qamashtiradigan darajada yorug' shu'la paydo bo'ladi. Buni elektr yoyi yoki Petrov yoyi deyiladi. Elektr yoyi uchqundan farqli o'laroq, uzluksiz tyajpibalr asosida yoy razryad unchalik katta bo'lmagan kuchlanishlarda sodir bo'lishi aniqlandi. Lekin tok kuchi katta (3000A) bo'lishi mumkin. Elektrodning temperaturalari (2500—4000)°C gacha ko'tariladi. Temperaturaning bu qadar ko'tarilishi metallarni elektr payvandlashda, kuchli yorug'lik tarqatilishi zsa yoy lampalarda foydalaniladi. Endi siyraklashtirilgan gazlarda kuzatiladigan razryad bilan tanishaylik snaychanning ikki tomoniga metall elektrodlar kavsharlangan. Bu naycha ichidagi gaz bosimi 0,1mm. simob ustuniga, elektrodarga berilgan kuchlanish bir necha yuz voltga teng bo'lganda naychadagi gazda mustaqil razryad kuzatiladi. Razryad tuzilishining mayda tafsilotlari bilan qiziqmay, uni ikki qismdan iborat deb ko'rishimiz mumkin. Katodga yaqin joylashgan nurlanish sodir bo'lmayotgan sohani katod qorong'i fazosi deyiladi. Razryadning qolgan (anodgacha davom etgan) qismida miltillagan nurlanish kuzatiladi.

Razryadning bu qismini nurlanuvchi anod ustuni deyiladi. Yolqin razryadda katod hamma vaqt sovuqligicha qoladi. U holda ionlar qanday vujudga keladi? Katod va naycha ichidagi tekshirilayotgan nuqta orasidagi kuchlanish U ni katoddan ushbu nuqtagacha bo'lgan masofa l ga bog'liqlik grafigi tasvirlangan. Bu grafikdan ko'rinishicha, potensialning asosiy tushuvi katod qorong'i fazosiga to'g'ri keladi. Shuning uchun ham uni katod potentsial tushuvi deb ataladi. Katod tomon tortilayotgan musbat ionlar bu sohada katta energiyalarga erishadi va katodga urilgach, undan bir necha elektron ajralib chiqishiga sababchi bo'ladi. Bu elektronlar o'z navbatida katod potentsiali ta'sirida tezlashib gaz molekulalari bilan to'qnashganda zarbdan ionlanishni vujudga keltiradi. Vujudga kelgan yangi ionlar yana katod tomon intiladi, katod potentsiali ta'sirida yana tezlashadi, katoddan elektronlarni urib chiqaradi va hokazo. Demak, elektrodlar oralig'ida kuchlanish mavjud bo'lsa, razryad uzluksiz davom etaveradi.

Naychadagi gazni o'zgartirganda nurlanishning rangi ham o'zgaradi. Masalan, neon-qizil, argon-ko'kish, geliy-sariq rangdagi nurlanish beradi. Yolqin razryadning bu xususiyatlaridan kunduzgi yorug'lik lampalarida, vitrinalarni yoritish, bezash maqsadlarida foydalaniladi. Yuqori darajada ionlashgan, lekin kichik makroskopik hajmda elektroneytral bo'lgan gaz plazma deb ataladi. Agar gazning barcha molekulalari ionlashgan bo'lsa, ya'ni ionlashganlik darajasi birga teng bo'lsa, to'liq ionlashgan plazma deyiladi. Boshqa hollarda qisman ionlashgan plazma bilan ish ko'rilayotgan bo'ladi. Plazmani ikki usul bilan hosil qilish mumkin:

1. O'ta yuqori temperaturalargacha qizdirilgan gaz molekulalari ($W \sim T$ edi) o'zaro to'qnashuvi tufayli ionlanish sodir bo'ladi. Masalan, $T > 10000 K$ da har qanday jism plazma holatida bo'ladi. Barcha yulduzlar, xususan Quyosh ham, ana shunday yuqori temperaturali plazmadan iboratdir.

Gazdan elektr tok to'g'ri (elektr razryad) jarayonidg ham plazma hosil bo'ladi. Gaz razryadli plazma elektronlar va ionlar gaz razryadni vujudga keltirayotgan elektr toi manбайдan doimo energiya olib turadi. Natijada ionlar va elektronlarning temperaturalari keskin farq qiladi chunki elektronlar elektr maydonda ko'proq tezlashadi. Masalan, yolqin razryadda elektronlar temperaturasi $\sim 10000K$ bo'lsa, ionlar temperaturasi $\sim 2000K$ dan ortmaydi. Yerning ionosferasidagi

plazma Quyosh nurlanishi tufayli atmosferadagi gaz molekulalari-rining fotoionlashuvi natijasida vujudga keladi. Shuning uchun plazmaning bu turi gaz razryadli plazmadan farq qiladi.

Plazma zarralari, xuddi oddiy gaz molekulalariga o‘xshash betartib harakatda bo‘ladi. Lekin neytral molekulalardan tashkil topgan oddiy gazdan farqli ravishda plazma radioto‘lqinlarni qaytaradi. Buning sababi plazmaning‘ elektromagnit maydon bilan tasirlashuvidir. Plazmaning eng asosiy xususiyatiuning kvazineyt-ralligidir. Kvazineytrallik tushunchasi bilan elektronlar va bir xil ionlardan iborat bo‘lgan plazma misolida tanishaylik. Bunday plazmada elektronlarning issiqlik harakat tezliklari ionlarnikidan kattaroq bo‘ladi. Shuning uchun elektronlar plazmadan tezroq chiqib ketishi va natijada plazmada ionlar miqdorining ortib ketishi tufayli elektr maydon vujudga kelishi lozim edi. Lekin plazmada katta elektr maydonlar vujudga kelmas ekan. Buning sababi quyidagicha: plazmaning biror qismida ionlarning to‘planib qolishi natijasida vujudga kelgan elektr maydon chiqib ketayotgan elektronlarga tormozlovchi ta’sir ko‘rsatadi, so‘ng ularni orqasiga qaytaradi. Shu tarzda elektronlarning tebranma harakati vujudga keladi. Bu tebranishlarning chastotasi va amplitudasini topaylik.

Zichligi ρ_e bo‘lgan elektronlarning x masofaga siljishi natijasida vujudga kelgan elektr maydon (bu maydonni birinchi yaqinlashuvda yassi kondensator plastinkalari oralig‘idagi elektr maydonga o‘xshatsa bo‘ladi) kuchlanganligi

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = -\frac{en_e x}{\epsilon_0} \tag{11.12}$$

ga teng bo‘ladi. Bu maydonda elektronga

$$F = eE = -\frac{e^2 n_e}{\epsilon_0} x \tag{11.13}$$

kuch ta’sir etadi. Bu kuch miqdoran siljishga proporsional va siljish yo‘nalishiga qarama-qarshi yo‘nalgan. U garmonik tebranishlarni vujudga keltiruvchi kvazielas-tik kuch ($F = -kx$) ga o‘xshashdir. Shuning uchun bu kuch ta’sirida elektron oldinga va orqaga chastota bilan harakat qiladi. Bu harakatni plazma tebranishlari, ω_{pl} ni esa plazma chastotasi yoki lengmyur chastotasi deyiladi. Albatta, elektronlar bilan ionlar

$$\omega_{pl} = \sqrt{\frac{e^2 n_e}{\epsilon_0 m_e}}$$

to‘qnashuvi natijasida elektronlarning tebranma harakati so‘nadi. Plazma tebranishlari sodir bo‘ladigan masofani quyidagi mulohazalar asosida topamiz: elektr maydonda x masofaga siljigan elektron

$$A = Fx = \frac{e^2 n_e}{\epsilon^2} x^2 \quad (11.14)$$

ish bajaradi. Bu ish shu elektron kinetik energiyasining o‘rtacha o‘zgarshli (taxminan kT_e ga teng) hisobiga bajariladi. Shuning uchun

$$\frac{e^2 n_e}{\epsilon^2} x^2 = kT_e$$

bundan

$$x^2 = \frac{\epsilon_0 kT_e}{e^2 n_e} \quad (11.15)$$

bu ifoda issiqlik harakati tufayli plazmada zaryadlar fazoviy ajraladigan masofaning maksimal qiymatini aniqlaydi. Odatda, uni debay radiusi deb ataladi:

$$\lambda_D = \sqrt{\frac{\epsilon_0 kT_e}{e^2 n_e}} \quad (11.16)$$

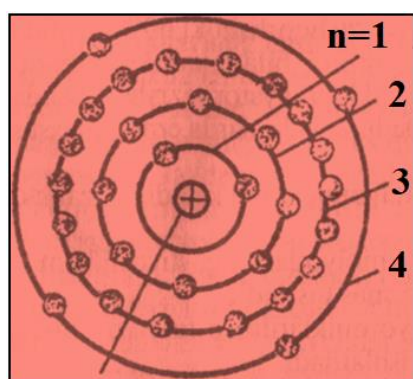
Shunday qilib, debay radiusi zaryadlarning fazoviy ajralish masshtabini, plazma chastotasi esa zaryadlarning ajralmagan holatga qaytish davrini, ya’ni plazmaning zaryad jihatdan neytralligini tiklash davrini xarakterlaydi. Bu ikki kattalik plazmaning asosiy xarakteristikalari hisoblanadi. Xulosa qilib aytganda, elektronlar va ionlardan iborat gazni, bu gaz egallagan hajmning chiziqli o‘lchamlari debay radiusidan katta bo‘lgandagina (faqat shu holdagina kvazineytrallik sharti bajariladi) plazma deb atash mumkin.

Hozirgi vaqtda plazmadan ikki yo‘nalishda foydalanillanyapti: 1) boshqa-riluvchi termoyadro reaksiyalarida; 2) magnitogidrodinamik generatorlarda (MGDG).

Yarim o'tkazgichlar. Yarim o'tkazgichlardagi xususiy va aralashmali elektr o'tkazuvchanligi

Elektr o'tkazuvchanlik qobiliyatiga qarab, qattiq jismlar o'tkazuvchilarga, yarim o'tkazuvchilarga va izolyatorlarga bo'linadi. Ular bir-biridan farq qilishiga sabab atom elektron qobiqlarining turlichaligidir.

Ma'lumki, istalgan elementning atomi musbat zaryadlangan yadro va yadro atrofida harakatlanadigan elektronlardan tashkil topgan. Yadro musbat zaryadlangan proton va elektroneytralneytronlardan iborat. Yadro zaryadi Z



11.12 rasm

undagi protonlar soni bilan aniqlanadi va shu elementning Mendeleyev davriy sistemasidagi tartib nomiyeri bilan mos keladi. Atom yadrosi atrofida yopiq orbitalar bo'ylab harakatlanadigan elektronlar soni ham Z ga teng va shuning uchun ham atom elektroneytral. Atomdagi elektronlar ma'lum $\ll n = 1, n = 2, n = 3 \gg$ orbitalar (qobiqlar) bo'ylab joylashadi. Har bir orbitada $2n^2$ ta elektron joylashishi mumkin va ularning energiyalari ham bir xil. Har bir qobiqdagi

elektronlarning energiyalari mos ravishda E_1, E_2, \dots , deb belgilanadi.

Orbitalar orasida man qilingan energetik sath ΔE mavjud bo'lib, uning kengligi elektron orbitalarda ega bo'lishi mumkin bo'lgan energiyalar farqi bilan aniqlanadi:

11.12-rasm.

Energetik sathlar. Kvant mexanikasi qonunlariga muvofiq atomdagi har bir elektron ma'lum bir energiyaga ega bo'lishi, ya'ni ruxsat etilgan ma'lum energetik sathdagina turishi mumkin. Elektron boshqa energetik sathlarda bo'lishi mumkin emas, chunki bu sath ular uchun man qilingan deyiladi. Bordinyu, biror atomga ikkinchisini 1 nm dan kichikroq masofaga yaqinlashtir-sak, energetik sathlar o'zgarib ketishi mumkin. Kristall hosil bo'lishida enyer-getik sathlarning keskin o'zgarishi ro'y berib, alohida atomlarning sathlari ancha suriladi.

Energetik zonalar. Kristallda ko'p miqdorda energetik sathlar avjudligi va oralaridagi farq kichikligi sababli ular qo'shilishib, ancha keng energetik zonalarni hosil qilishadi. Bu ruxsat etilgan zonalarni bir-birlaridan man qilingan zonalari ajratib turadi (11.12rasm). Sathlarning yoyilishi atom elektronlarining barchasiga xos bo'lgan xususiyatdir. Lekin yoyilish qiymati hamma sath uchun har xil.

Masalan, ichki elektronlar uchun juda kam, keyingilari uchun kattalasha boradi. Zonalar tuzilishini asosan valent elektronlarning yoyilgan sathlari aniqlaydi.

Energetik zonaning kengligi kristallning o'lchamlariga bog'liq bo'lmay, kristallning tuzilishiga, ya'ni uni hosil qiyuvchi atomlarning tabiatiga bog'liqdir.

Yuqorida qayd etilganidek, germaniyning eng tashqi qobig'idagi elektronlar eng ionlashtiruvchi energiyaga ega bo'ladi. Aynan shu elektronlar toza germaniyning elektr o'tkazuvchanligini aniqlaydi. Tashqi valent elektronlarning energetik sathlari valent yoki to'ldirilgan zonani tashkil qiladi. Bu zonadagi biror elektronni yerkin qilish uchun ma'lum energiya sarflash kerak. Demak, yerkin holatdagi elektronlar yanada yuqoriroq energetik sathni egallar ekan. Valent zonadan yuqoriroqda joylashgan va undan man qilingan zona bilan ajratilgan bo'sh yoki elektronlar bilan qisman to'ldirilgan yuqori energetik sathlar o'tkazish zonasi deyiladi. o'tkazgichlar, yarim o'tkazgichlar, izolyatorlar. Elektronni valent zonadan o'tkazish zonasiga o'tkazish uchun tashqaridan ma'lum energiya berish kerak. Elektron turg'un holatdan (to'ldirilgan holatdan) yerkin holatga (o'tkazish zonasiga) o'tishda yengish kerak bo'lgan man qilingan zonaning kengligi qattiq jismlarni metallar, yarim o'tkazgichlar va izolyatorlarga ajratishning asosiy mezonlaridan biridir. Bunga 3- rasmda keltirilgan sxemalardan osongina ishonch hosil qilish mumkin.

Zonalarning elektronlar bilan to'ldirilganligi va man qilingan zonaning kengligiga qarab to'rtta hol bo'lishi mumkin.

1. Eng yuqori zona elektronlar bilan qisman to'ldirilgan, ya'ni unda bo'sh sathlar mavjud. Bu holda elektron juda kam energiya olganda ham shu zonaning yuqoriroq energetik sathiga to'g'ri, ya'ni yerkin bo'lib, tok o'tkazishda ishtirok etishi mumkin. Demak qattiq jismda qisman to'ldirilgan zona mavjud bo'tsa, bu jism elektr tokini o'tkazadi. Aynan shu xususiyat metallarga xosdir.

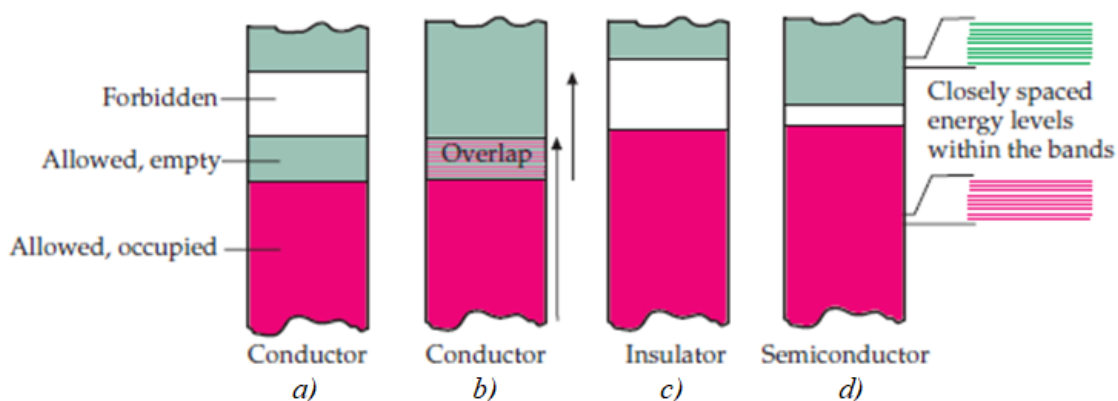
2. Agar valent zona va o'tkazish (erkin) zonasi bilan qisman ustma-ust tushsa ham, qattiq jism elektr tokini o'tkazuvchi bo'ladi. Bu Mendeleev elementlar davriy sistemasidagi II guruh elementlari Be, Mg, Ca, Zn ...larga xos xususiyatdir.

Energetik sathlari faqat valent zona va o'tkazish zonasidan iborat qattiq jismlar, man qilingan zonasining kengligiga qarab dielektriklar va yarim o'tkazgichlarga ajratiladi.

Agar kristallning man qilingan zonasining kengligi bir necha elektron-volt bo'tsa, issiqlik harakati elektronni valent zonadan o'tkazish zonasiga sakrata olmaydi va bunday kristallaiga dielektriklar deyiladi. Agar man qilingan zona uncha katta bo'lmasa ($\Delta E = 1$), elektronni valent zonadan o'tkazish zonasiga issiqlik yoki biror boshqa ta'sir bilan ko'chirish mumkin. Bunday kristallarga yarim o'tkazgichlar deyiladi. Masalan, gyermaniy uchun $\Delta E = 0,72 eV$, kremniy uchun $\Delta E = 1,11 eV$ ni tashkil qiladi.

Shunday qilib, o'tkazgichlar uchun man qilingan zonaning kengligi nolga teng, yarim o'tkazgichlar uchun $2eV$ dan oshmaydi, dielektriklar uchun esa $2 eV$ dan katta bo'ladi.

Yarim o'tkazgichlarning tuzilishi. Misol uchun yarim o'tkazgichning tipikvakili bo'lgan gyermaniyini qaraylik. Uning tartib nomyeri 32 va to'rtta elektron qobig'i mavjud: 1-qobiqda 2 ta; 2-qobiqda 8ta, 3-qobiqda 18 ta, 4- qobiqda esa 4 ta elektron joylashgan (25-rasm). Uchta ichki qobiqdagi elektronlar turg'un bo'lib, kimyoviy reaksiyalarda ishtirok etmaydi. Oxiigi to'rtinchi qobiqdagi elektronlar esa atom yadrosi bilan juda kuchsiz bog'langan.



11.13 rasm

Aynan shu elektronlar elementning boshqa atomlarining nechitasi bilan kimyoviy bog'lanishga kira olish qobiliyatini ko'rsatib, mazkur elementning valentligini aniqlaydi. Shuning uchun ham oxirgi qobiqdagi elektronlarga tashqi yoki valentli elektronlar deyiladi. Tashqi qobig'ida to'rtta elektroni mavjud bo'lgan germaniyning valentligi to'rtga teng. Mazkur atomga boshqa atomlar yaqinlashganida valent elektronlar boshqa atomning valent elektronlari bilan oson ta'sirlashadi va kimyoviy bog'lanish hosil qiladi. Atom qobig'iga ma'lum energiya berilganda atomning ionlashuvi ro'y berishi mumkin. Aynan so'nggi qobiqdagi elektronni

ozod qilish uchun eng kam energiya taqozo qilinadi. Xususiy o'tkazuvchanlik. Yuqorida qayd etilganidek, yarim o'tkazuvchilarning elektr o'tkazuvchanligi metallarning elektr o'tkazuvchanligi-dan yomon, dielektriklarnikidan esa yaxshiroqdir. Tabiatda yarim o'tkazgich elementlar va yarim o'tkazgich kimyoviy birikmalar mavjuddir. Shuning uchun harn ularni xususiy va aralashmali yarim o'tkazgichlarga ajratishadi. Kimyoviy toza yarim o'tkazgichlarga xususiy yarim o'tkazgichlar, o'tkazuvchanligiga esa xususiy o'tkazuvchanlik deyiladi. Ularga gyermaniy - Ge, selen - Se va ba'zi kimyoviy birikmalar kiradi.

Boshqa tashqi sabablar bo'lmaganda xususiy yarim o'tkazgichlar o'zlarini dielektriklardek tutishadi.

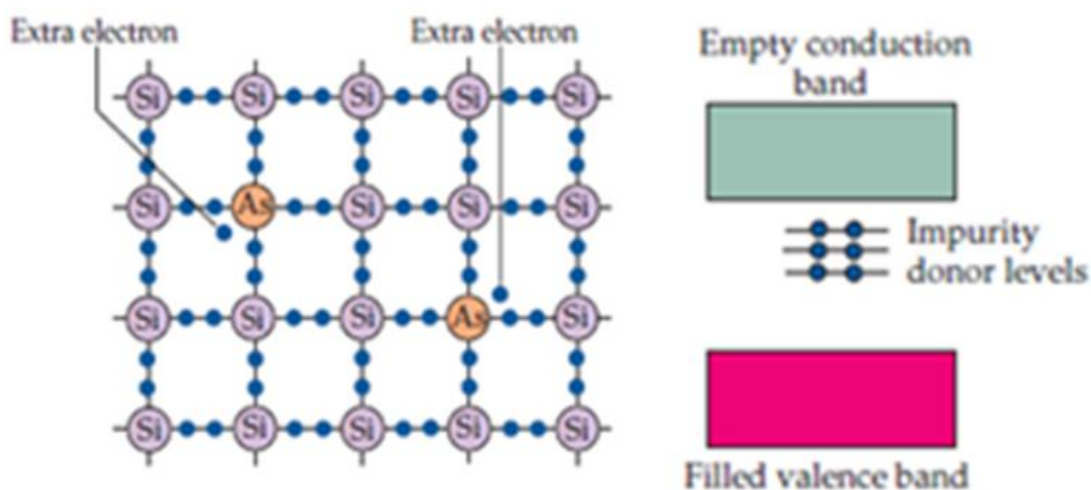
n-tip o'tkazuvchanlik. Tempyeratura ortishi bilan valent zonasining yuqori sathidagi elektronlar o'tkazish zonasining quyi sathlariga sakrab o'tadi. Kristallga elektr maydoni qo'yilganda esa ular maydonga qarshi harakatga kelib elektr toki hosil qildi. Xususiy yarim o'tkazgichlarning elektron bilan bog'liq o'tkazuvchanligi elektron o'tkazuvchanlik yoki (yunoncha negate ne — manfiy so'ziga asosan) n-tip o'tkazuvchanlik deyiladi.

p-tip o'tkazuvchanlik. Elektronlar sakrab o'tkazish zonasiga o'tib ketgandan so'ng, valent zonada bo'sh o'rinlari qolib, ularga teshiklar deyiladi. Tashqi elektr maydoni ta'sirida elektronning bo'sh o'rni - teshikni qo'shni sathdagi boshqa elektron egallashi mumkin. Bunda teshik ham ko'chgan elektronning o'rniga o'tadi. Bu jarayon davom etsa go'yoki teshik elektronlar harakati yo'nalishiga teskari yo'nalishda ko'chib yurgandek bo'ladi. Ya'ni go'yoki zaryadi elektron zaryadiga teng, ishorasi musbat bo'lgan zaryadning ko'chishi ro'y beradi. Xususiy yarim o'tkazgichlarning kvazizarralar - teshiklar harakati bilan bog'liq o'tkazuvchanligi teshikli o'tkazuvchanlik yoki (yunoncha positive - musbat so'ziga asosan) p-tip o'tkazuvchanlik deyiladi.

Kimyoviy toza yarim o'tkazgichlarda o'tkazish zonasiga o'tgan elektronlar soni valent zonasida hosil bo'lgan teshiklar soniga teng bo'ladi va ularning har ikkalasi ham elektr toki hosil qilishda ishtirok etadi. Shu bilan birga elektronlarning harakatchanligi teshiklarnikiga nisbatan katta bo'lganligi uchun teshikli tok umumiy tokning yarmiga teng bo'lolmaydi. Shunday bo'tsada, yarim o'tkazgichlarning solishtirma o'tkazuvchanligi elektronli va teshikli o'tkazuvchanliklarning yig'indisidan iborat bo'ladi. Zaryad tashuvchilar, ya'ni elektronlar va teshiklar xususiy zaryad tashuvchilar bo'lganligi uchun ham ular vujudga keltiradigan o'tkazuvchanlikka xususiy o'tkazuvchanlik deyiladi.

Aralashmali o'tkazuvchanlik. Yuqorida ta'kidlanganidek, yarim o'tkazgichlarning o'tkazuvchanligi elektronlarning va teshiklarning konsentratsiyasi va ularning harakatchan-ligiga bog'liq. Shuning uchun ham turli usullar bilan yarim o'tkazgichlardagi zaryad tashuvchilar sonini ko'paytirishga harakat qilinadi. Bunday usullardan biri aralash-malar kiritishdir. Yarim o'tkazgichlarning ko'pchiligiga aralashmalar kiritilib, ularning elektr o'tkazuvchanligi yaxshilanadi. Aralashmalar ikki xil: donor va akseptor bo'lishi mumkin (11.14- rasm).

Donor aralashma. Agar to'rt valentli germaniyning kristall panjarasiga beshta valent



11.14 rasm

elektronli mishyak, surma va shunga o'xshash moddalarning atomlari aralashma sifatida kiritilsa, yarim o'tkazgichdagi elektronlarning konsentratsiyasi keskin ortadi. Bunga sabab aralashma atom elektronlarining to'rttasi germaniy atomi bilan kimyoviy bog'lanish hosil qilishda qatnashib, beshinchisining bo'sh qolishidir. Natijada uning o'z atomi bilan bog'lanishi juda kuchsiz bo'lib, uni osongina tark etishi va «yerkin» elektronga aylanishi mumkin. Shunday qilib, bu holda aralashma atomlar o'z elektronlarini beradi, ya'ni elektronlar donori bo'ladi va shuning uchun ham donor aralashma deyiladi. Donor aralashmada elektr o'tkazuvchanlik erkin elektronlar harakatining natijasi bo'lganligi sababli unga elektronli yoki n -tip o'tkazuvchanlik deyiladi.

Akseptor aralashma. Agar germaniyning kristall panjarasiga uchta valent elektronli indiy, gallyiy va shunga o'xshash moddalarning atomlari aralashma sifatida kiritilsa, yarim o'tkazgich o'tkazuvchanligining xarakteri o'zgaradi. Bunga sabab germaniyning atomi bilan juft elektron bog'lanish hosil qilish uchun indiy atomida bitta elektron yetishmaydi. Boshqacha aytganda, bu ikki

atom orasida to'ldirilmagan valent bog'lanish, ya'ni teshik vujudga keladi va shuning uchun ham aralashmaga akseptor aralashma deyiladi.

Kristalldagi teshiklar soni aralashma atomlar soniga teng bo'ladi. Akseptor aralashmada elektr o'tkazuvchanlik teshiklar harakatining natijasi bo'lganligi sababli unga teshikli yoki p-tip o'tkazuvchanlik deyiladi.

Yarim o'tkazgichlar o'tkazuvchanligining temperaturaga bogliqligili.

Bizga ma'lumki, temperatūra ortishi bilan metallarning elektr o'tkazuvchanligi yomonlashadi va bunga sabab molekulalar bilan ko'proq to'qnashishi natijasida elektronlar harakatchanligining yomonlashishidir.

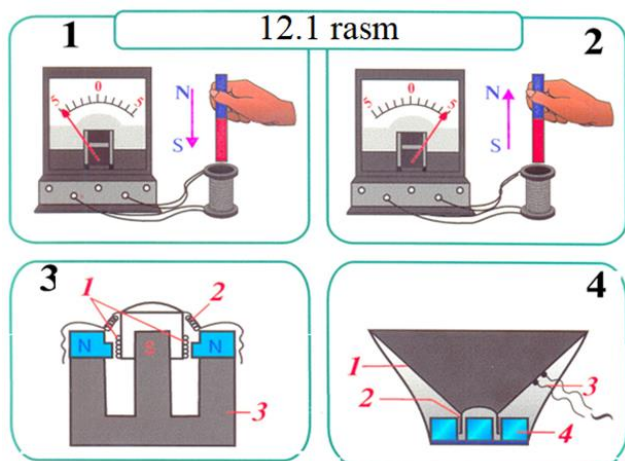
Garchi yarim o'tkazgichlarda ham temperatūra ortishi bilan xuddi metallardagidek, elektronlarning va teshiklarning harakatchanligi ortadi, lekin yarim o'tkazgichlar qizishi bilan valent elektronlarning kinetik energiyasi ortadi va ular man qilingan zonadan o'ta olish xususiyatiga ega bo'lib qolishadi. Natijada erkin elektronlarning soni ortib, yarim o'tkazgichning elektr o'tkazuvchanligi ortadi.

Shu bilan birga past temperaturalarda metallar va yarim o'tkazgichlar orasidagi farq ortadi, chunki yarim o'tkazgichlarning o'tkazuvchanligi yomonlashadi. Demak, past temperaturalarda yarim o'tkazgichlar dielektrlarga o'xshash xarakterga ega bo'lib qoladi.

7-BOB

§12. Magnit maydoni va kuch chiziqlari. Elektromagnit induksiya va o'zgaruvchan tok. O'zgaruvchan elektr toki qonunlari. O'zgaruvchan tok zanjiri. Faol, sig'im, induktiv qarshiliklar.

Magnit (yunon. Magnetis lithos-Magnetsiya toshi)–magnit maydon hosil qila oladigan jism. Magnit o'ziga temir, nikel va boshqa jismlarni tortish xususiyatiga ega. Tajribalar elektr zaryadi atrofida elektrostatik maydon hosil bo'lganidek tokni va doimiy magnitni o'rab turgan joyda magnit maydoni deb nom olgan maydon kuchlari vujudga kelishi ma'lum bo'ldi. Magnit maydonining mavjudligi-bu maydonga doimiy magnitni yoki tokli o'tkazgichni kiritganimizda namoyon bo'ladi. "Magnit maydoni" deb magnit strelkasini tokli o'tkazgich hosil qilgan magnit maydoniga kiritganimizda, strelkani ma'lum yo'nalishda turib qolish karakteriga qarab aytish mumkin bo'ladi (bu hodisani daniyalik fizik Ersted ochgan). Elektr maydoni, ho tinch turgan bo'lsin, ho harakatlanayotgan bo'lsin zaryadga ta'sir qilaveradi. Magnit maydonining eng etiborli hossasi, faqatgina shu maydonda harakatlanayotgan zarragagina ta'sir qilishligi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, magnit maydonining ta'sir qilishlik hususiyati turlicha bo'lib, u tok o'tayotgan o'tkazgich-ning shakliga, o'tkazgichning joylashishiga va o'tayotgan tokning yo'nalishiga bog'liq bo'ladi. Elektr maydoni, ho tinch turgan bo'lsin, ho harakatlanayotgan bo'lsin zaryadga ta'sir qilaveradi. Magnit maydonining eng etiborli hossasi, faqatgina shu



maydonda harakatlanayotgan zarragagina ta'sir qila olishligi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, magnit maydonining ta'sir qilishlik hususiyati turlicha bo'lib, u tok o'tayotgan o'tkazgichning shakliga, o'tkazgichning joylashishiga va o'tayotgan tokning yo'nalishiga bog'liq bo'ladi.

Natijada, magnit maydonini hossalari ochish uchun, biror bir aniq tokka ta'sirini o'rganish.

Magnit maydoni - Magnit maydonini miqdoriy jihatdan ta'riflash uchun tokli ramkadan foydalanish mumkin bo'ladi. Tokli ramka maydon tomonidan vaziyatini ma'lum tomonga yo'naltiruvchi juft kuchni ta'sirida bo'ladi. Ramkani aylantiruvchi kuch momenti shu berilgan nuqtadagi maydonni hamda ramkalarni hususiyatiga bog'liq bo'ladi:

$$M = [\vec{p}_m \vec{B}]$$

bu yerda \vec{B} - magnit maydon induksiyasi vektori bo'lib, magnit maydonini miqdori harakterlaydi. \vec{p}_m - tokli ramkani magnit moment vektori. I tokli yassi kontur uchun

$$\vec{p}_m I S \vec{n}$$

Bu yerda S -kontur (ramkaning) sirtining yuzasi, \vec{n} - ramka yuzasiga o'tkazilgan birlik normal vektori.

Agar biror berilgan magnit maydoniga turli magnit momentlariga ega bo'lgan ramkalarni joylashtirilsa, u holda ularga turli aylantiruvchi momentlar ta'sir qiladi, chunonchi, $\frac{M_{max}}{p_m}$ nisbat esa hamma konturlar uchun bir hil va shuning uchun magnit maydon harakteristikasi bo'lib hizmat qiladi, buni biz magnit maydon induksiyasi deb ataymiz.

$$B = \frac{M_{max}}{p_m}$$

magnit maydon induksiyasi vektori bir jinsli magnit maydonida (Kuchlangan-ligining miqdori va yo'nalishi hamma nuqtasida bir hil bo'lgan magnit maydoni bir jinsli maydon deb ataladi.) magnit momenti \vec{p}_m bo'lgan ramkaga ta'sir etuvchi (maydonga perpendikulyar yo'nalgan birlik vector) maksimal aylanma momenti formulasidan topiladi. Magnit maydon induksiyasi vektori \vec{B} ni yana Amper qonunidan va Lorens kuchi formulasidan ham keltirib chiqarsa bo'ladi.

Magnit maydonini elektr maydoni kabi kuch deb hisoblash mumkin bo'lgani uchun magnit maydon kuch chiziqlari orqali ifodalanadi. Bu kuch chiziqlariga urinma esa magnit maydon induksiyasi vektori bilan mos tushadi. Uning yo'nalishi o'ng vint qoidasi orqali aniqlanadi. Bunda vintni buragandagi aylanishini yo'nalishi tok yo'nalishini bersa, vintning ilgarilanma harakati magnit induksiyasi vektori \vec{B} ni beradi.

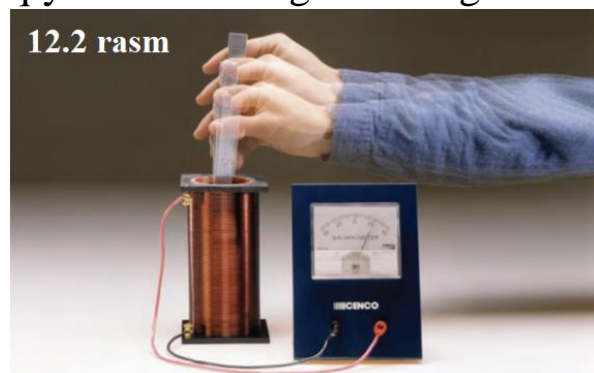
Magnit singdiruvchanlik – Biz shu paytgacha o'tkazgichlarda oquvci makroskopik toklarni ko'rib keldik. Chunonchi Frantsuz fizigi A. Amperning tahminiga ko'ra har qanday jism molekula va atomlaridagi

elektronlarni harakati bilan bo'g'liq bo'lgan mikroskopik toklar mavjud. Bu mikroskopik molekulyar toklar o'zlarining hususiy magnit maydonini hosil qiladi, va makrotoklar magnit maydonida aylanma harakat qiladi. Masalan, agar biror jismni yaqiniga makrotok joylashtirilsa, u holda magnit maydon ta'sirida barcha atomlardagi mikrotoklar ma'lum bir yonalishni olib, qo'shimcha magnit maydoni hosil qiladi. Bu holda magnit induksiyasi vektori \vec{B} hamma makro va mikrotoklar hosil qilgan magnit maydonlarini natijaviysidir. Bunda \vec{B} bir hil sharoitga ega turli muhitlarda turlicha bo'ladi. Makrotoklarning magnit maydon kuchlanganligi \vec{H} orqali ifodalanadi. Bir jinsli izotrop muhitda magnit maydon induksiyasi kuchlanganlik vektori bilan quyidagicha bog'langan:

$$\vec{B} = \mu_0 \mu \vec{H}$$

Bu yerda μ_0 -magnit doimiysi bo'lib, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{Gn/m}$ Birliklarning halqaro tizimi (SI) da tesla (tl) bilan, SGS tizimda – Gauss (gs) bilan o'lchanadi, μ - birliksiz kattalik muhitning magnit kirituvchanligi deb atalib, muhitda mikrotoklar hisobiga vakuumdagiga qaraganda \vec{H} ning necha marta kattalashishini bildiradi. Elaektrostatik (E va D) va magnit (\vec{B} va \vec{H}) vektorlarning karakteristikalarini solishtiradigan bo'tsak, elaktrostatik maydon kuchlanganligi \vec{E} bilan magnit induksiyasi vektori \vec{B} ni o'hshashliklari bor bo'tsa, lektrostatik siljish vektori D bilan magnit maydon kuchlanganligi \vec{H} lar o'hshashdir.

Magnit zaryad – jismlarning magnit maydonlarini miqdoriy o'rganishda ishlatiladigan shartli ibora. Elektr zaryad tushunchasiga qiyoslab kiritilgan. Magnitostatikada magnit zaryad tushunchasi



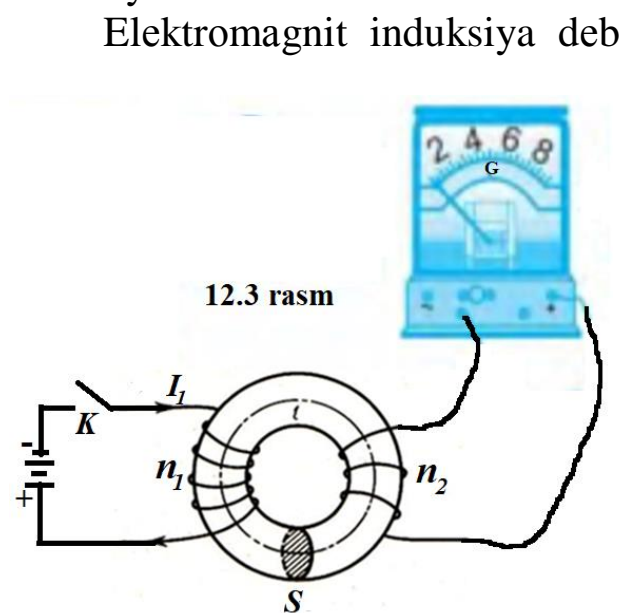
muhimdir. Elektrostatik va magnitostatik hodisalar ko'p jihatdan o'zaro o'xshash bir xil miqdoriy tushunchalar bilan ifodalansada, hodisalar tabiati turlicha. Jismlarning magnit xususiyatlariga aslida shu jismlar tarkibidagi harakatlanuvchi elektr

zaryadlarga sababchi. Magnit zaryad real mavjud emas, chunki magnit maydonda elektr zaryaddan tashqari alohida manbaa bo'lmaydi.

Ersted elektr tok magnit maydonni vujudga keltirishini aniqlagandan so‘ng, ko‘pchilik olimlar «teskari» effektini qidira boshlashdi, ya’ni magnit maydon elektr tokni vujudga keltirmasmikan, degan savolga javob qidira boshlashdi(12.2-rasm)

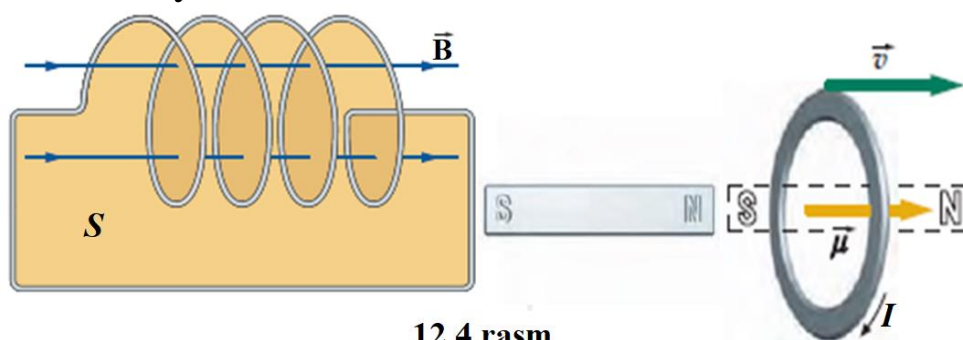
Bu savolga o‘n yil davom etgan izlanish-lardan so‘ng Faradey javob topdi. Faradey tajribasida qo‘llanilgan qurilmaning sxemasi 12.1-12.2-rasmlarda tasvirlangan.

Bir-biridan izolyasiyalangan ikki o‘ram sim olingan. Birinchi o‘ramni kalit (K) orqali o‘zgarmas tok manbaiga ulanadi. Ikkinchi o‘ramning uchlari esa galvanometr (G) ga ulangan. Birinchi o‘ramdan o‘tayotgan tok kuchi o‘zgarmaganda ikkinchi o‘ramda hech qanday tok vujudga kelmagan. Lekin birinchi o‘ramni tok manbaiga ulash va uzish vaqtida ikkinchi o‘ramda qisqa muddatli elektr tok qayd qilingan. Faradey bu tokni induksion tok deb atadi.



Elektromagnit induksiya deb atalgan hodisa birinchi marta shu usulda kuzatilgan edi. Keyinchalik, Faradey elektrmagnit induksiya hodisasini turli variantlardagi tajribalarda ham amalga oshirdi. Masalan, birinchi o‘ramdan o‘tayotgan tok kuchini reostat yordamida o‘zgartirish, o‘ramlarni bir-biriga nisbatan harakat qildirish, o‘ramlarni bir-biriga nisbatan burish orqali ham elektromagnit induksiya hodisasini kuzatish mumkin bo‘ldi. Bundan

tashqari Faradey birinchi o‘ram o‘rniga uzun sterjen shaklidagi doimiy magnitdan ham foydalandi.



12.4 rasm

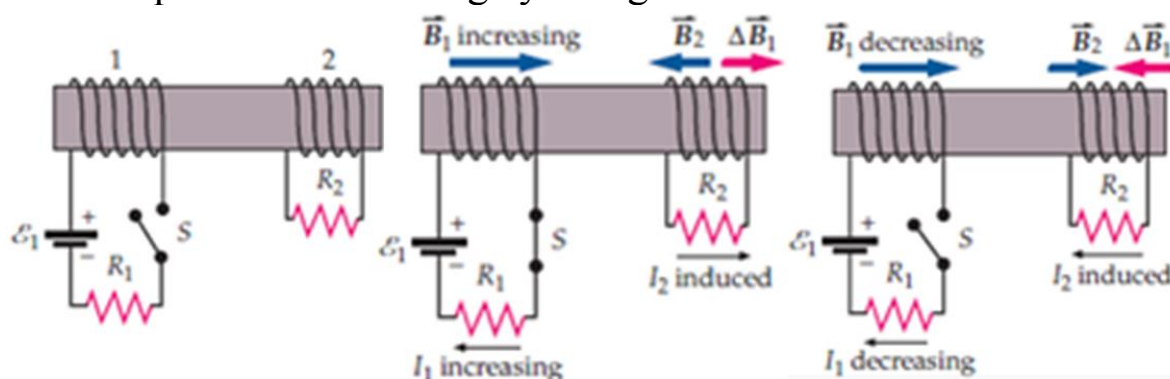
Berk konturni kesib o'tayotgan magnit induksiya vektorining oqimi quyidagicha aniqlanadi

$$\Phi = BScos\alpha \tag{12.1}$$

Doimiy magnitni g'altak (o'ram) ichida harakatlantirganda o'ram uchlariga ulangan galvanometr induksion tok vujudga kelganligini qayd qilgan. Faradey o'z tajribalarini tahlil qilib quyidagi xulosaga keldi. Berk kontur bilan chegaralangan yuzni kesib o'tuvchi magnit oqimning o'zgarishi (bu o'zgarish qanday usul bilan amalga oshirilishidan qat'iy nazar) natijasida konturda induksion tok vujudga keladi (12.4-rasm). Tokning qiymati magnit oqimning o'zgarish tezligiga bog'liq.

Induksion tok yo'nalishining bu tokni vujudga keltiruvchi sababga, ya'ni magnit oqimning o'zgarishiga bog'liqligini Lents tekshirdi va quyidagi qoidani aniqladi: induksion tok shunday yo'nalgan bo'ladiki, uning xususiy magnit oqimi

bu tokni vujudga keltirayotgan (induksiyalovchi) magnit oqimning o'zgariishga to'sqinlik qiladi. Bu qonun Lents qoidasi deb ataladi. Faradeyning tajribasidagi induksion tok yo'nalishini bu qoida asosida tahlil qilaylik. Birinchi o'ramni, manbaaga ulash jarayonida to'ldirishga harakat qiladi va bir tomonga yo'nalgan



12.5 rasm

bo'ladi ya'ni, Φ_{imo} - induksiyalovchi magnit oqimni. Demak, ikkala holda ham induksion tok tufayli vujudga kelgan xususiy magnit oqimlar (Φ'_{imo} - o'ramning xususiy magnit oqimi) induksion tokning vujudga keltirayotgan oqimga qarshi yo'nalgan. Shuning uchun Lents qoidasini mazmunan yuqoridagi ta'rifga zid bo'lmagan, lekin quyidagi qulayroq shaklda ta'riflash ham mumkin:

Berk konturda hosil bo'lgan induksion tok shunday yo'nalganki, induksiyalovchi magnit oqim ko'payayotganda induksion tokning

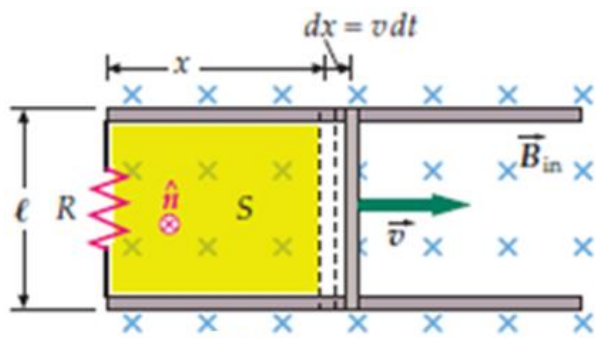
xususiy magnit oqimi uni kamaytirishga va aksincha, kamayayotganda uni ko‘paytirishga intiladi.

Induksiya elektr yurituvchi kuchi

Elektromagnit induksiya hodisasi tufayli biror berk konturda elektr tok qayd qilinayotganligi, shu konturda «induksiya elektr yurituvchi kuchi ta’sir etayotganligidan dalolat beradi. Induksiya elektr yurituvchi kuchining vujudga kelishi bilan tanishaylik. Oldin bir xususiy holni qarab chiqamiz.

Yo‘nalishi va kattaligi o‘zgarmas bo‘lgan magnit maydonda biror berk kontur joylashgan bo‘lsin (12.6- rasm). Konturni teshib o‘tuvchi magnit oqimning o‘zgarishi kontur bilan chegaralangan yuzning o‘zgarishi tufayli, ya’ni kontur biror qismining harakati tufayli sodir bo‘layotgan bo‘lsin.

Agar konturning qo‘zg‘aluvchi qismi harakat qilmasa, elektromagnit induksiya hodisasi ro‘y bermaydi. Demak, ushbu tekshirilayotgan hol uchun induksiya elektr yurituvchi kuchi kontur



12.6 rasm

qo‘zg‘aluvchi qismining harakati tufayli, aniqroq aytganda, magnit induksiya chiziqlarini kesib to‘g‘ri tufayli vujudga keladi, deyishimiz mumkin. Shuning uchun uzunligi l bo‘lgan o‘tkazgichning magnit maydonda v tezlik bilan harakatlanishini tekshiraylik (12.6-rasm).

Magnit maydon o‘tkazgich harakatlana-yotgan tekislikka nerpndikulyar bo‘lsin. O‘tkazgich bilan birgalikda uning tarkibidagi erkin elektronlar ham \vec{v} tezlik bilan harakatlanadi. Shuning uchun bu elektronlarga Lorents kuchi ta’sir qiladi:

$$F = evB \tag{12.2}$$

Lorents kuchi ta’sirida elektronlar o‘tkazgich-ning M uchidan N uchi tomon siljiydi. Bu esa o‘tkazgichning M uchida elektronlarning yetishmas-ligiga, ya’ni musbat zaryadlanishiga va N uchida ortiqcha elektronlarning to‘planishiga, ya’ni manfiy zaryadlanishiga sababchi bo‘ladi. Natijada elektr maydon kuchlanganligi

$$E = \frac{\varphi_M - \varphi_N}{l} \tag{12.3}$$

bo‘lgan elektr maydon vujudga keladi. (12.3) da φ_M va φ_N , lar mos ravishda o‘tkazgichning M va N uchlarining potentsiallari. Bu maydon tufayli elektronlarga

$$F = eE \tag{12.4}$$

Elektr maydon kuchi ta’sir etadi. Elektr va Lorents kuchlarining yo‘nalishlari qarama-qarshi. Shuning uchun ularning miqdorlari tenglashganda muvozanat vaziyati vujudga keladi, ya’ni:

$$eE = -evB$$

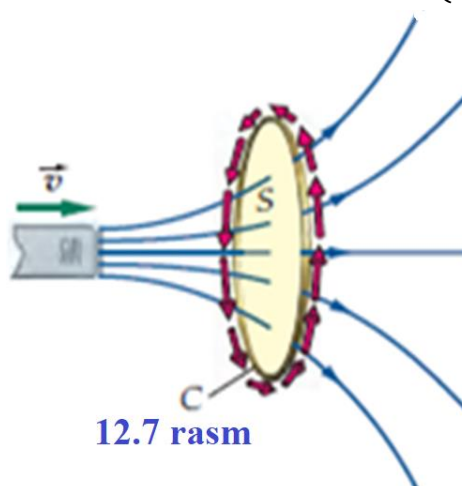
Bundan

$$E = -vB \tag{12.5}$$

(12.5) (12.3) va (12.5) larni taqqoslash natijasida

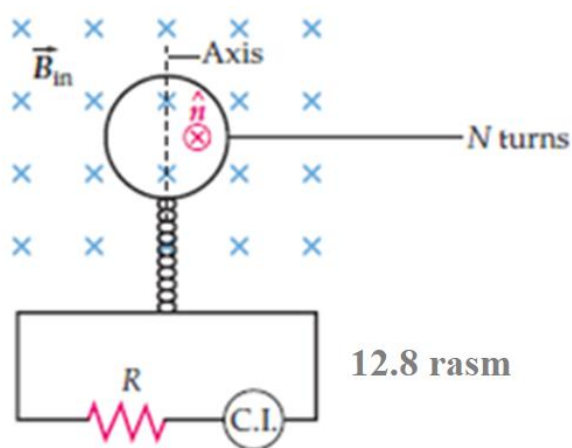
$$\varphi_M - \varphi_N = -vBl \tag{12.6}$$

ekanligini topamiz. Demak, magnit maydondagi konturning harakatlanuvchi qismini tok manbai deb qarash mumkin. Bu tok manbai elektromagnit induksiya hodisasi tufayli vujudga kelganligi uchun, uning elektr yurituvchi kuchini induksiya



12.7 rasm

elektr yurituvchi kuchi deb ataladi:



12.8 rasm

$$\xi_{ind} = -vBl \tag{12.7}$$

bu ifodani $\frac{dt}{dt}$ ga ko‘paytiraylik:

$$\xi_{ind} = -B \frac{lvdt}{dt} = -B \frac{dS}{dt}$$

bunda $lvdt = dS$ kontur bilan chegaralangan yuzning dt vaqt ichidagi o‘zgarishi. Agar kontur yuzi orqali o‘tayotgan magnit oqimning $d\Phi$ vaqt

davomidagi o'zgarishi $d\Phi = BdS$ ekanini hisobga olsak, induksiya elektr yurituvchi kuchi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\xi_{ind} = -\frac{d\Phi}{dt} \tag{12.8}$$

Bu ifodadagi minus ishora induksiya elektr yurituvchi kuchi va uning yo'nalishlari chap vint qoidasi asosida bog'langanligini bildiradi. (12.8) ifoda Faradey-Maksvell qonuni deb ataladi. Demak, Faradey-Maksvell qonuniga asosan induksiya elektr yurituvchi kuchi faqat kontur yuzasi orqali o'tayotgan magnit oqim $d\Phi$ ning o'zgarish tezligiga bog'liq bo'ladi xolos.

Endi, umumiyroq holni ko'raylik. Magnit maydonda joylashgai ixtiyoriy shakldagi kontur elektr yurituvchi kuchi E bo'lgan manbaga ulangan bo'lsin (12.7-rasm). Bu manbaning dt vaqt ichida bajargan to'liq ishi

$$dA = \xi Idt \tag{12.9}$$

bo'ladi. Bu ishning bir qismi elektr qarshiligi R bo'lgan konturdan joul issiqligi (dQ) sifatida ajralib chiqadi:

$$dA_1 = dQ = I^2 R dt \tag{12.10}$$

Qolgan qismi esa magnit maydondagi tokli konturni bir vaziyatdan ikkinchi vaziyatga ko'chirish uchun sarf bo'ladi. Bunda bajarilgan ish

$$dA_2 = Id\Phi \tag{12.11}$$

Energiyaning saqlanish qonuniga asosan:

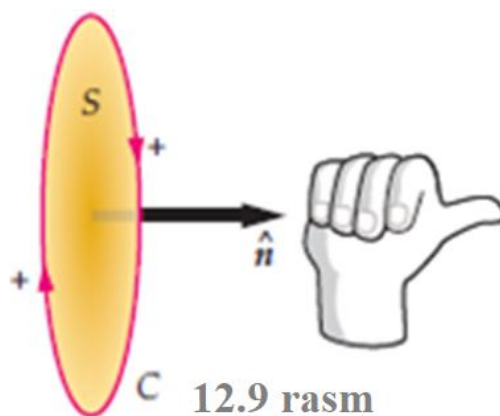
$$dA = dA_1 + dA_2$$

yoki

$$\xi Idt = I^2 R dt + Id\Phi \tag{12.12}$$

Tenglamaning ikki tomonini Idt ga bo'lsak:

$$\xi = IR + \frac{d\Phi}{dt},$$



12.9 rasm

Bundan

$$I = \frac{\xi - \frac{d\Phi}{dt}}{R} \tag{12.13}$$

Demak, magnit maydonda tokli kontur vaziyatining o'zgarishi bu kontur bilan chegaralangan yuz orqali o'tuvchi magnit oqimning o'zgarishiga

sababchi bo‘layotgan bo‘lsa, konturda qo‘shimcha elektr yurituvchi kuch paydo bo‘ladi. Bu elektr yurituvchi kuch - induksiya elektr yurituvchi kuchidir:

$$\xi_{ind} = -\frac{d\Phi}{dt} \quad (12.14)$$

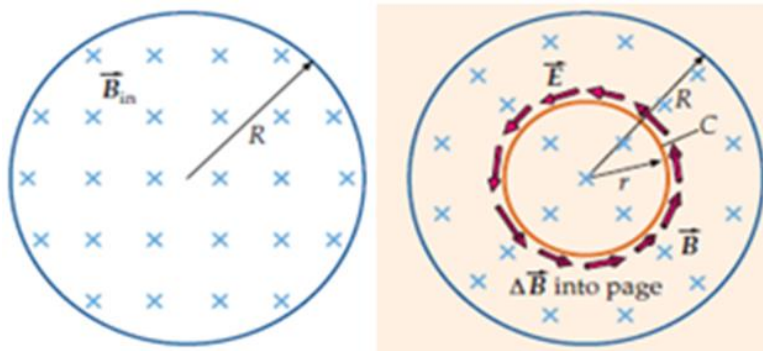
Shunday qilib, Gelmgols tomonidan energiyaning saqlanish qonuni asosida topilgan induksiya elektr yurituvchi kuchning ifodasi (12.14) ifoda bilan bir xil bo‘lib chiqdi. Shuning uchun Faradey — Maksvell qonuni kontur yuzi orqali o‘tuvchi magnet oqimning har qanday o‘zgarishi uchun o‘rinlidir.

Induksiya elektr yurituvchi kuchning SI dagi birligini topaylik;

$$[\xi_{ind}] = -\frac{[d\Phi]}{[dt]} = \frac{Vb}{s} = \frac{Tl \cdot m^2}{s}$$

lekin

$$Tl = \frac{N \cdot m}{A \cdot m^2} = \frac{J}{A \cdot m^2} = \frac{A \cdot V \cdot s}{A \cdot m^2} = \frac{V \cdot s}{m^2}$$



12.10 rasm

Shuning uchun

$$\xi_{ind} = \frac{V \cdot s}{m^2} \cdot \frac{m^2}{s} = V$$

kelib chiqadi. Demak, kontur yuzi orqali o‘tuvchi magnet oqimi 1 Vb/s tezlik bilan o‘zgarsa, konturda vujudga kelayotgan induksiya elektr yurituvchi kuchi 1 V ga teng bo‘ladi.

Konturdan oqayotgan tok kuchi o‘zgarsa, bu tok vujudga keltirayotgan magnet oqim o‘zgaradi. Bu o‘zgaruvchan magnet oqim xuddi shu kontur yuzini teshib o‘tyapti. Elektromagnet induksiya hodisasining asosiy qonuniga asosan, kontur yuzi orqali o‘tayotgan magnet oqim o‘zgarigan barcha hollarda induksiya elektr yurituvchi kuchi vujudga kelishi lozim. Shuning uchun konturdan oqayotgan tok kuchining o‘zgarishi natijasida

xuddi shu konturning o‘zida elektromagnit induksiyasi ro‘y beradi. Bu hodisani o‘zinduksiya hodisasi deyiladi.

Masalan, konturni (g‘altakni) o‘zgarmas tok manbaiga ulash yoki uzish vaqtida shu konturning o‘zida o‘zinduksiya hodisasi kuzatiladi. O‘zgaruvchan tok manbaiga ulangan konturda ham o‘zinduksiya sodir bo‘ladi.

Konturdan o‘tayotgan tok tufayli vujudga kelayotgan magnit oqim tok kuchiga proporsional, ya’ni:

$$\Phi = LI \tag{12.15}$$

bu yerda L - konturning induktivligi, u konturning shakli va o‘lchamlari, hamda muhitning magnit singdiruvchanligiga bog‘liq kattalik. Kontur joylashgan muhitning magnit singdiruvchanligi o‘zgarmasa, ayni konturning induktivligi ham o‘zgarmas kattalik bo‘ladi. SI da induktivlikning birligi genri (Gn) deb ataladi:

$$(L) = \frac{[\Phi]}{[I]} = \frac{Vb}{A} = Gn$$

Demak, $1Gn$ shunday elektr zanjirning induktivligiki, ushbu zanjirdan $1A$ o‘zgarmas tok o‘tganida vujudga keladigan magnit oqim $1Vb$ bo‘ladi.

Misol tariqasida, uzunligi l , o‘ramlar soni nbo‘lgan solenoidning induktiv-ligini hisoblaylik. Agar solenoid yetarlicha uzun bo‘lsa, uning ichidagi magnit maydon induksiyasi $B = \mu\mu_o I$ ga teng. Solenoidning har bir o‘rami orqali o‘tayotgan magnit oqim $\Phi = BS$ bo‘lganligi uchun solenoidning barcha no‘rami orqali o‘tuvchi to‘la oqim

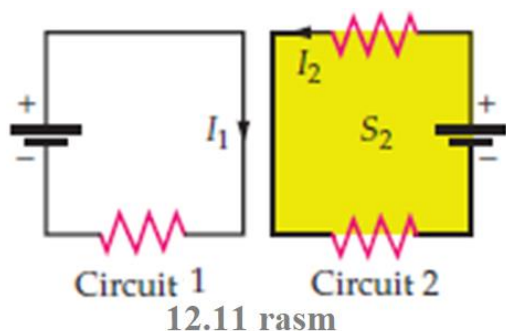
$$\Phi_S = n\Phi = n\mu_o\mu I \frac{n}{l} S = \mu_o\mu \frac{n^2}{l} S \cdot I$$

ga teng bo‘ladi. Bu ifodani (11) bilan taqqoslash natijasida solenoidning induktivligi

$$L_S = \mu_o\mu \frac{n^2}{l} S \tag{12.16}$$

ifoda bilan aniqlanishini topamiz.

O‘zinduksiya elektr yurituvchi kuchining qiymatini topish uchun,



Faradey - Maksvell qonuniga asosan, (12.12) dan vaqt bo'yicha hosila olish kerak. Konturning induktivligi o'zgaras bo'lgan hol uchun o'zinduksiya elektr yurituvchi kuchi

$$\xi_{o'zind} = -\frac{d\Phi}{dt} = -L \frac{dI}{dt}$$

ifoda bilan aniqlanadi. Demak, induktivligi 1 genri bo'lgan konturdan o'tayotgan tok kuchi 1 sekunda 1 amperga o'zgarsa, konturda 1 volt o'zinduksiya elektr yurituvchi kuchi vujudga keladi.

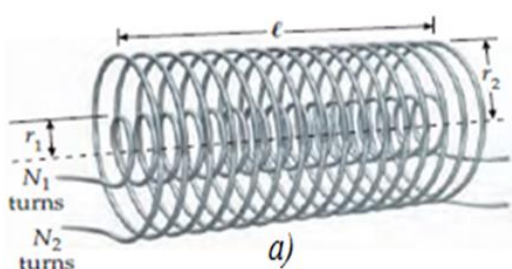
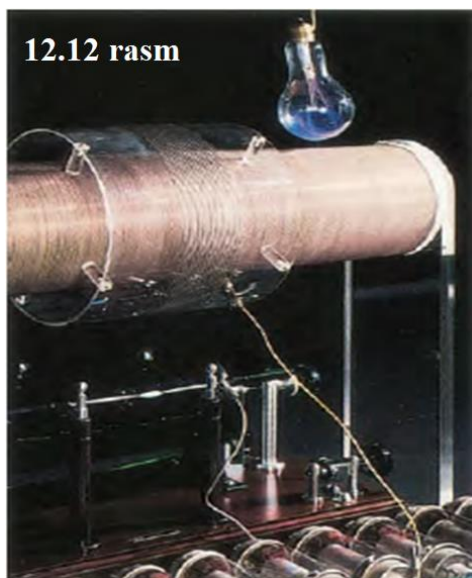
Ikkita kontur olaylik (12.11-rasm). Birinchi konturdan oqayotgan tok kuchining dI_1 ga o'zgaruvi ikkinchi kontur yuzini kesib o'tayotgan magnet oqimni

$$d\Phi_{21} = L_{21}dI_1 \quad (12.17)$$

ga o'zgartiradi. Bu esa o'z navbatida ikkinchi konturda

$$\xi_2 = -\frac{d\Phi_{21}}{dt} = -L_{21} \frac{dI_1}{dt} \quad (12.18)$$

induksiya elektr yurituvchi kuchini vujudga keltiradi. Xuddi shuningdek, ikkinchi konturdan oqayotgan tok



12.13 rasm

kuchining dI_2 ga o'zgarishi tufayli birinchi kontur yuzini kesib o'tayotgan magnet oqim

$$d\Phi_{12} = L_{12}dI_2 \quad (12.19)$$

ga o'zgaradi. Natijada birinchi konturda

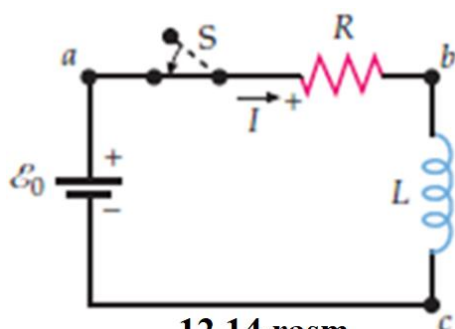
$$\xi = -\frac{d\Phi_{21}}{dt} = -L_{12} \frac{dI_2}{dt} \quad (12.20)$$

induksiya elektr yurituvchi kuchi vujudga keladi. Mazkur hodisa, ya'ni konturlardan biri orqali o'tayotgan tok kuchining o'zgarishi natijasida ikkinchi konturda induksiya elektr yurituvchi kuchining vujudga kelishi o'zaro induksiya deb, L_{12} va L_{21} lar konturlarning o'zaro induktivligi deb ataladi. Tajribalarda ham, nazariy yo'l bilan ham to'g'ri ekanligi isbot etilgan. Konturlarning o'zaro induktivligi konturlarning geometrik

shakli, o'lchamlari va ularning bir-biriga nisbatan vaziyatiga, hamda konturlarni o'rab turgan muhitning magnit singdiruvchanligiga bog'liq bo'ladi(12.11-12.13 rasmlar). O'zaro induktivlikning o'lchov birligi, xuddi induktivlikniki kabi, genri (Gn) dir.

Magnit maydon energiyasi. Magnit maydon energiyasini hisoblash uchun

Sxemasi 12.14-rasmda tasvirlangan zanjirdan foydalanaylik. Kalit bilan klemmalarni tutashtirsak, elektr yurituvchi kuchi ξ bo'lgan tok manbai



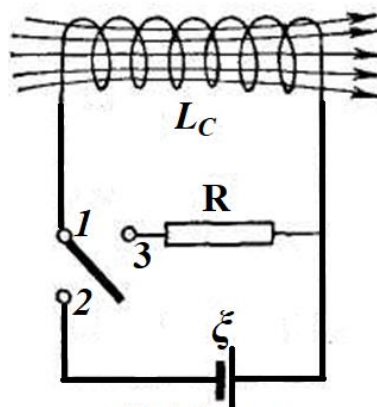
12.14 rasm

va induktivligi L_S bo'lgan solenoiddan iborat zanjir vujudga keladi. Bu zanjirdan o'tayotgan tok kuchi I bo'lganda solenoid ichidagi magnit maydon induksiyasi

$$B = \mu_0 \mu I \frac{n}{l} \tag{12.21}$$

ifoda bilan aniqlanar edi. Bunda n -

solenoiddagi o'ramlar soni, l -solenoidning uzunligi. Agar 1 va 2 klemmlar orasidagi kontakti uzib 1 va 3 klemmalarni ulasak, induktivlik L_S va aktiv qarshilik R dan iborat berk kontur vujudga keladi. Tok manbaini zanjirdan ajratish jarayonida (1 va 2 kontakti uzish) o'zinduksiya elektr yurituvchi kuchi $\xi_{o'z}$ biror chekli vaqt davomida L_S va R dan iborat berk konturda I dan dI gacha kamayib boruvchi tokning oqib turishini ta'minlaydi. Bu tok tufayli dt vaqt ichida bajarilgan ish,



12.15 rasm

$$dA = \xi_{o'z} I \cdot dt = -\frac{d\Phi_S}{dt} I dt = -I d\Phi_S \tag{12.22}$$

ga teng. Lekin solenoiddan o'tuvchi to'la oqimning o'zgarishi $d\Phi_S = L_i dI$ bo'lganligi uchun

$$dA = -L_S I dI \tag{12.23}$$

Bu ifodani tok kuchining o'zgarish chegaralarida, ya'ni I dan 0 gacha bo'lgan intervalda integrallasak, zanjirni uzish vaqtida yo'qolgan magnit maydon energiyasi hisobiga bajarilgan ishni, ya'ni joul issiqligiga aylangan energiyani topamiz:

$$A = \int_I^0 dA = - \int_I^0 L_S I dl = \frac{L_S I^2}{2} \quad (12.24)$$

Bu ish bajarilganda solenoid bilan bog‘liq bo‘lgan magnit maydoni yo‘qoladi. Demak, magnit maydon energiyasi

$$W_M = \frac{L_S I^2}{2} \quad (12.25)$$

ifoda bilan aniqlanishi lozim. Bu ifodadagi solenoidning induktivligi so‘rniga uning (12.16) ifoda bilan aniqlanuvchi qiymatini va I o‘rniga (12.21) dan topiladigan

$$I = \frac{Bl}{\mu_0 \mu n}$$

qiymatni quysak:

$$W_M = \mu_0 \mu \frac{n^2 S}{2l} \left(\frac{B \cdot l}{\mu_0 \mu n} \right)^2 = \frac{B^2}{2\mu_0 \mu} V \quad (12.26)$$

Yetarlicha uzun solenoidning magnit maydoni faqat solenoid ichidagi $V = Sdl$ hajmda mujassamlashgan deb hisoblash mumkin. Shuning uchun (12.26) ifodani solenoid hajmi V ga bo‘lsak, birlik hajmga mos keluvchi magnit maydon energiyasining ifodasi kelib chiqadi:

$$w_M = \frac{W_M}{V} = \frac{B^2}{2\mu_0 \mu} \quad (12.27)$$

Bu ifodani, odatda, magnit maydon energiyasining zichligi deb ataladi. Magnit maydon induksiyasi va kuchlanganligi o‘zaro

$$B = \mu_0 \mu H$$

ifoda orqali bog‘langanligi uchun magnit maydon energi zichligini aniqlovchi (12.27) ifoda quyidagi ko‘rinishlari ham yozilishi mumkin:

$$w_M = \frac{BH}{2}$$

yoki

$$w_M = \frac{\mu_0 \mu H^2}{2} \quad (12.28)$$

Elektromagnit to‘lqinlar va ularning xossalari

Elektromagnit to‘lqinlar. Elektr maydonning o‘zgarishi natijasida vujudga

keladigan magnit maydon induksiyasi B elektr maydon kuchlanganligi E ning o‘zgarish tezligiga proporsional:

$$B = \frac{dE}{dt}$$

Magnit maydonning o'zgarishi natijasida vujudga keladigan elektr maydon kuchlanganligi esa Faradey qonuniga asosan, magnit maydon induktsiyasining o'zgarish tezligiga proporsional:

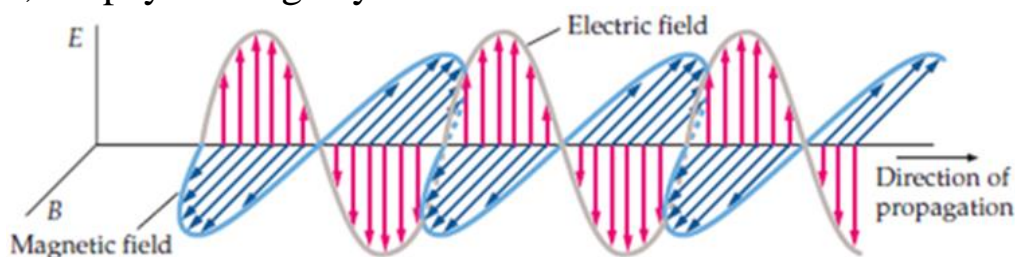
$$E = \frac{dB}{dt}$$

Agar fazoning biror nuqtasida uyurmali elektr maydon paydo qilinsa, uning natijasida vujudga keladigan o'zgaruvchan magnit maydonning kuch chiziqlari elektr maydon kuch chiziqlarini konsentrik aylanalar bilan o'rab oladi. Shuningdek, magnit maydonning o'zgarishi natijasida vujudga keladigan uyurmali elektr maydonning kuch chiziqlari ham magnit maydon kuch chiziqlarini o'rab oladi va shunday tarzda davom etadi.

Demak, o'zgaruvchi elektr va magnit maydonlar o'zaro bog'langan va fazoda elektromagnit to'lqinlar sifatida tarqaladi.

O'zgaruvchi elektromagnit maydonning fazoda tarqalishi elektromagnit to'lqinlar deyiladi.

Maksvell nazariyasiga asosan elektromagnit to'lqinlar ko'ndalang to'lqinlardir, ya'ni E va B vektorlar o'zaro perpendikulyar va to'lqinning tarqalish tezligi vvektorga pYerpendikulyar tekisliklarda yotishadi (12.16-rasm). Bundan tashqari, elektromagnit to'lqinlarning E va B vektorlari doimo bir xil fazalarda tebranadi, bir paytda maksimumlariga erishadi, bir paytda nolga aylanadi.



12.15 rasm

To'lqinning tarqalish tezligi. Maksvell nazariyasiga asosan elektromagnit to'lqinlarning tarqalish tezligi chekli kattalikdir. U elektromagnit tolqin tarqalayotgan muhitning elektr va magnit xos-salari bilan aniqlanadi:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\epsilon_0\mu\mu_0}} \quad (12.29)$$

(12.29) Bu yerda ε_0 va μ_0 elektr va magnit doimiylari; ε , μ muhitning dielektrik va magnit singdiruvchanliklari.

Agar elektromagnit to'liqlar vakuumda tarqalayotgan bo'tsa, unda $\varepsilon = 1$, $\mu = 1$ bo'ladi. Elektromagnit to'liqlarning vakuumda tarqalish tezligini hisoblaymiz:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} = \frac{1}{\sqrt{8,85 \cdot 10^{-12} F/m \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} N/m}} = 3 \cdot 10^8 m/s$$

Demak, elektromagnit to'liqlarning vakuumda tarqalish tezligi yorug'likning vakuumda tarqalish tezligi $c = 3 \cdot 10^8 m/s$ - ga teng.

To'liqin uzunligi. Elektromagnit to'liqning bir tebranish davriga teng vaqt davomidagi ko'chish masofasi to'liqin uzunligi deyiladi. Agar v - elektromagnit to'liqlarning bir jinsli muhitda tarqalish tezligi, T - uning davri, ν - chastotasi, λ - to'liqin uzunligi bo'tsa, unda

$$\lambda = v \cdot T \text{ yoki } \lambda = v/\nu_0$$

Vakuum uchun esa $\lambda_0 = cT$ yoki

$$\lambda_0 = \frac{c}{\nu} \quad (12.30)$$

bo'ladi.

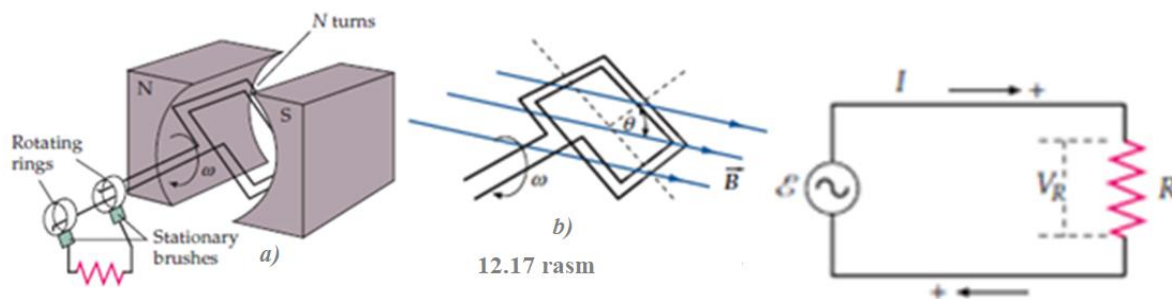
To'liqinning tarqalish tezligi muhitni xarakterlovchi kattaliklar ε , va μ larga bog'liq bo'lganligi uchun ham, bir muhitdan ikkinchisiga o'tganda v va λ o'zgaradi, to'liqin chastotasi esa o'zgarmay qoladi. Agar to'liqin vakuumdan dielektrik ε va magnit μ kirituvchanlikli muhitga o'tsa, uning to'liqin uzunligi kamayadi: $\lambda = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$ bu yerda λ_0 - vakuumdagi to'liqin uzunligi.

Elektromagnit to'liqlarning xossalari. Elektromagnit to'liqlar ko'ndalang to'liqlar ekanligini ta'kidlab o'ldik. Ular vakuumda, yorug'likning vakuumdagi tezligiga teng $c = 3 \cdot 10^8 m/s$ tezlik bilan harakatlanadi. Elektromagnit to'liqlarning tezligi, to'liqin uzunligi muhitning xususiyatlariga bog'liq. Elektromagnit to'liqning chastotasi esa barcha muhitlar uchun bir xil kattalikdir. Shuningdek, yorug'lik to'liqlari kabi to'siqdan qaytadi, muhitlar chegarasida sinadi, interferensiyaga kirishadi va hokazolar.

Boshqacha aytganda, elektromagnit to'liqlarning barcha xossalari yorug'likning xossalariга o'xshab ketadi. Demak, bundan shunday xulosaga kelish mumkin: yorug'lik nuri elektromagnit to'liqlardan iboratdir. Keyingi tajribalar shuni ko'rsatdiki, faqat yorug'lik nuri emas,

balki infraqizil, ultrabinafsha, rentgen va gamma nurlari ham elektromagnit tabiatga egadir.

Elektromagnit to‘lqinlar shkalasi. Demak elektromagnit to‘lqinlar juda keng diapazonda bo‘lib, bir-biridan hosil qilinish usullari, qayd qilinish usullari, chastotalari va ba'zi xossalari bilan farq qiladi. Turli elektromagnit to‘lqinlarning chegaralari ancha



12.17 rasm

shartli bo‘lib, ular vakuumda bir xil tezlik bilan tarqaladi. Quyidagi jadvalda elektro-magnit to‘lqinlarning shkalasi keltirilgan. Bu to‘lqinlar uzun to‘lqin-radioto‘lqinlardan boshlanib, infraqizil, yorug‘lik, ultrabinafsha, rentgen va gamma nurlardan iborat. Ular turli chastota va to‘lqin uzunliklarga ega.

O‘zgaruvchan tok. Faradeyning elektromagnit induksiya qonunini tadbiiq etilishini yaqqol namunasidir (12.17-rasm). Ham son qiymati ham yo‘nalishi vaqt bo‘yicha o‘zgarib turadigan tok o‘zgaruvchan tok deyiladi. O‘zgaruvchan tok zanjirida faol, induktiv va sog‘im qarshiliklar mavjud bo‘lishi mumkin.

O‘zgaruvchan tok zanjirida faol qarshilik.

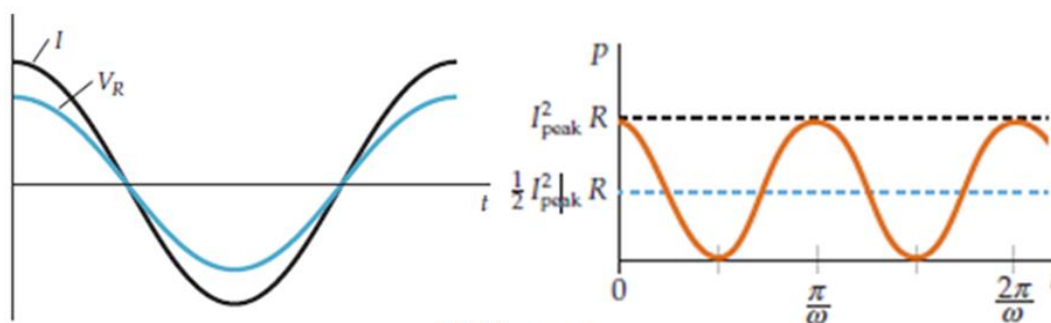
Demak, zanjirda faqat R mavjud bo‘lib, ($L \rightarrow 0, C \rightarrow 0$) unga

$$U = U_m \cos \omega t \quad (12.30a)$$

o‘zgaruvchan kuchlanish qo‘yilgan bo‘lsin. Faol qarshilikdan oqayotgan tokning oniy qiymati Om qonuni yordamida aniqlanadi:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U_m \cos \omega t}{R} = I_m \cos \omega t \quad (12.31)$$

bu yerda $I_m = \frac{U_m}{R}$ tok kuchining amplitudasi.

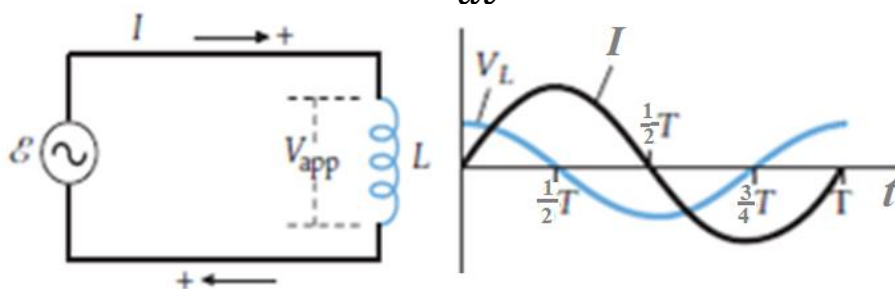


12.18 rasm

12.18 rasmda zanjirdagi kuchlanish va tok kuchining o'zgarish grafigi ko'rsatilgan. Shuningdek, o'zgaruvchan tok va kuchlanish orasidagi munosabatni aniq namoyon qilish uchun vektor diagrammalari usulidan foydalaniladi. Bu rasmda faol qarshilikdagi tok kuchi I va kuchlanish U_m amplitudaviy qiymatlarining vektor diagrammalari berilgan. I_m va U_m lar orasida fazalar farqi nolga teng.

O'zgaruvchan tok zanjirida induktiv g'altak. Demak, zanjirda faqat L induktiv g'altak qatnashyapti ($R \rightarrow 0, C \rightarrow 0$), Agar zanjirga (12.31) ko'rinishdagi o'zgaruvchan kuchlanish qo'yilgan bo'tsa, undan o'zgaruvchan tok oqadi va natijada

$$\varepsilon_{o'z} = - \frac{Ldi}{dt} \tag{12.32}$$



12.19 rasm

o'zinduksiya EYK vujudga keladi. Unda zanjirning shu qismi uchun Om qonuni

$$L \frac{di}{dt} = U_m \omega t \tag{12.33}$$

Agar tashqi kuchlanish induktiv g'altakka qoyilganligini hisobga olsak, undagi kuchlanish tushishi

$$U_L = \frac{di}{dt} \tag{12.34}$$

bo'lishini ko'ramiz. (12.34) ifodadan di ni aniqlaymiz: $di = \frac{U_m}{L} \cos \omega t dt$ bu ifodani integrallab va o'zgaruvchan tok hoida integrallash doimiysi nolga tengligini hisobga olib topamiz:

$$I = \frac{U_m}{\omega L} \sin \omega t = \frac{U_m}{\omega L} \cos \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right) = I_m \cos \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right) \quad (12.35)$$

bu yerda

$$I_m = \frac{U_m}{\omega L} \quad (12.36)$$

Bu ifodani Om qonuni bilan solishtirsak, maxrajdagi kattalik qarshilik ekanligini tushunamiz:

$$R_L = \omega L \quad (12.37)$$

U refaol induktiv qarshilik(yoki induktiv qarshilik) deyiladi. (12.37) ifodadan ko‘rinib turibdiki, $\omega = 0$ bo‘lganda (ya'ni tok o‘zgarmas bo‘lganda), induktiv qarshilik nolga teng bo‘ladi. (12.36) dan ni $U_m = \omega L \cdot I_m$ aniqlab, induktiv g‘altakdagi kuchlanish tushishini aniqlashimiz mumkin:

$$U_L = L \frac{dI}{dt} = U_m \cos \omega t = \omega L \cdot I_m \cdot \cos \omega t \quad (12.38)$$

(12.35) va (12.38) ni solishtirib, g‘altakdagi kuchlanish tushishi U_L undagi tok I dan $\frac{\pi}{2}$ fazaga oldinga ketishini ko‘ramiz

O‘zgaruvchan tok zanjirida kondensator. Demak, zanjirda faqat C sig‘imli kondensator mavjud bo‘lib: $R \rightarrow 0$, $L \rightarrow 0$. Agar zanjirga (12.30a) ko‘rinishdagi o‘zgaruvchan kuchlanish qo‘yilgan bo‘lsa, kondensator hamma vaqt zaryadlanav Yeradi va zanjirdan tok oqadi.

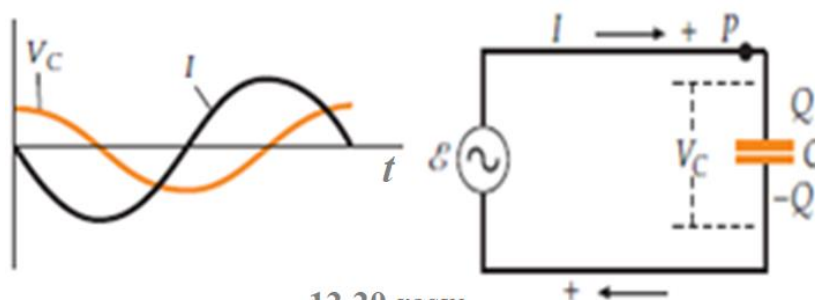
$$\frac{Q}{C} = U_C = U_m \cos \omega t \quad (12.39)$$

tok kuchi

$$I = \frac{dQ}{dC} = -\omega C U_m \sin \omega t = I_m \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) \quad (12.40)$$

$$I_m = \omega C U_m = \frac{U_m}{\left[\frac{1}{\omega C} \right]}$$

Bu ifodani Om qonuni bilan solishtirsak, maxrajdagi kattalik qarshilik ekanligini ko‘ramiz



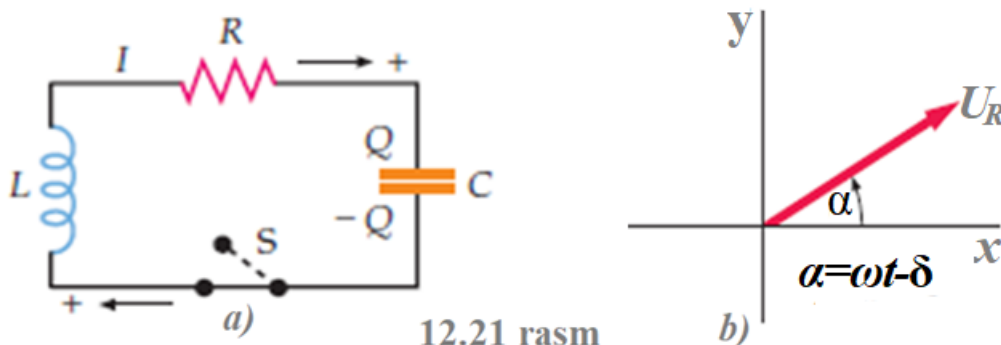
12.20 rasm

$$R_C = \frac{1}{\omega C} \tag{12.41}$$

Bu kattalik refaol sig‘imiy qarshilik (yoki sig‘im qarshilik) deyiladi. (12.41) ifoda o‘zgarmas tok ($\omega = 0$) bo‘lganda, $R_C = \infty$ bo‘lib o‘zgarmas tok kondensatordan oqmasligini ko‘rsatadi. Shunday qilib, kondensatordagi kuchlanish tushishi (12.20 rasm) $\alpha = \omega t - \delta$

$$U_C = U_m \cos \omega t = \frac{1}{\omega C} \cdot I_m \cos \omega t \tag{12.42}$$

(12.40) va (12.42) larni taqqoslab, kondensatordagi kuchlanish tushishi U_C kondensatordan oqayotgan tok kuchi I dan faza bo‘yicha $\frac{\pi}{2}$ ga orqada qolishini koramiz). O‘zgaruvchan tok zanjirida R, L, C . O‘zgaruvchan tok zanjirida R faol qarshilik, L induktivlikli g‘altak, C sig‘imli kondensatorlar ketma-ket ulangan



12.21 rasm

holni ko‘raylik (12.21 rasm). Zanjirga o‘zgaruvchan kuchlanish berilganda zanjirning har bir elementida U_R, U_m, U_C va kuchlanish tushishlari ro‘y beradi. 12.22 rasmda ular amplitudalarining vektor diagrammalari ko‘rsatilgan.

Zanjirga qo‘yilgan kuchlanish amplitudasi U_m kuchlanish tushishlarining vektor yig‘indisiga teng bo‘lmog‘i kerak.

Zanjirdagi kuchlanish va tok kuchi. Zanjirdagi kuchlanishni hosil bo‘lgan uchburchak yordamida quyidagicha aniqlaymiz:

$$U_m^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2$$

yoki

$$U_m = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$$

dan

$$U_m = \sqrt{I_m^2 \left[R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2 \right]}$$

dan

$$Z = R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2 \tag{12.43}$$

ni hosil qilamiz. (12.43) O‘ta refaol qarshilikni ifodalaydi:

U holda o‘zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonuni:

$$I_m = \frac{U_m}{Z} \tag{12.44}$$

Kuchlanish va tok kuchi orasidagi fazalar farqi. 12.22 rasmdan ko‘rinib turibdiki, kuchlanish va tok kuchi orasidagi fazalar farqi α ga teng. Uni aniqlaymiz:

$$tg\alpha = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} \tag{12.45}$$

Demak, zanjirdagi kuchlanish $U = U_m \cos\omega t$ qonun bo‘yicha o‘zgarsa, unda zanjirdan $I = I_m \cos\omega t$ tok kuchi oqadi.

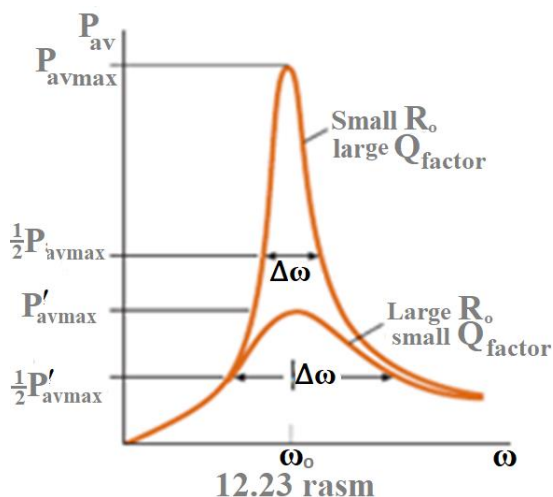
Kuchlanish rezonansi. Endi zanjirda refaol qarshilik nolga teng bo‘lgan holni ko‘raylik:

$$\left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right) = 0 \tag{12.46}$$

Unda zanjirda kuchlanishlar rezonansi ro‘y berib, Om qonuni quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$I_m = \frac{U_m}{R} \tag{12.47}$$

Bunda zanjirdagi tok kuchi eng katta qiymatiga erishib, fazasi kuchlanish fazasi bilan mos keladi. Faol qarshilik, induktiv g‘altak va kondensator ketma-ket ulangan o‘zgaruvchan tok zanjiridagi rezonans kuchlanishlar rezonansi deyiladi.



Bunga sabab induktiv g'altak va kondensatordagi kuchlanishlarning zanjiriga kirishdagi kuchlanishdan ancha katta bo'lganligidir.

(7) ifodadan ω ni topamiz:

$$\omega_{rez} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (12.48)$$

Demak, chastota aynan shu shartni bajaruvchi qiymatni qabul qilganida, o'zgaruvchan tok zanjirida kuchlanishlar rezonansi ro'y beradi. ω_{rez} rezonans chastotasi deyiladi.

Tayanch iboralar: magnit maydon, elektromagnit induksiya hodisasi, induksiya elektr yurituvchi kuch, Faradeyning elektromagnit induksiya qonuni, Lents qonuni, induksion tok ko'chirgan elektr miqdori, uyurmali elektr maydoni, konturning induktivligi, o'zinduksiya, Maksvell tenglamalari, elektromagnit to'lqinlar, elektromagnit to'lqinlar shkalasi, O'ta refaol qarshilik, kuchlanishlar rezonansi, o'zgaruvchan tok quvvatining oniy qiymati, o'zgaruvchan tokning o'rtacha quvvati, quvvat koeffitsienti, o'zgaruvchan tokning ishi.

Nazorat savollari.

1. O'zgaruvchan tokning oniy quvvati.
2. O'zgaruvchan tokning o'rtacha quvvati.
3. Tok kuchi va kuchlanishlarning samarali qiymatlari nimaga teng?
4. O'zgaruvchan tok quvvati, tok kuchi va kuchlanishlarning samarali qiymati ifodalari.
5. Quvvat koeffitsienti deb nimaga aytiladi?
6. Agar zanjirda refaol qarshilik bo'lmasa, quvvat nimaga teng bo'ladi?
7. Agar zanjirda faol qarshilik bo'lmasa, o'rtacha quvvat nimaga teng bo'ladi?
8. Nima uchun quvvat koeffitsientining qiymati birdan juda kichik bo'lishi yaxshi emas?
9. Quvvat koeffitsientining eng maqbul qiymati nimaga teng?
10. O'zgaruvchan tokning T vaqt davomidagi o'rtacha ishi nimaga teng?
11. Induktivlik so'zi nimani anglatadi?
12. Induktivlik konturdan oqayotgan tok kuchiga bogliqmi?

8-BOB

Optika. Yorug‘likning tabiati.

§12. Yorug‘likning qaytish va sinish qonunlari. Ikki muhit chegarasida yorug‘likning to‘liq qaytishi va tolalar optikasi

Yorug‘likning qaytish va sinish qonunlari. Yorug‘lik nuri tabiati to‘lg‘risidagi birinchi tasavvurlar qadimgi greklar va misrliklarda paydo bo‘lgan. XVII asr oxiriga kelib yorug‘likning ikkita nazariyasi I.Nyuton tomonidan korpuskulyar nazariya va R.Guk va X.Gyuygens tomonidan to‘lqin nazariyasi shakllana boshladi. Korpuskul-yar nazariyaga asosan, yorug‘lik nuri sochuvchi jismlardan chiquvchi zarrachalar (korpuskulalar) oqimidan iboratdir. Nyuton yorug‘lik zarrachalari harakati mexani-ka qonunlariga bo‘ysunadi degan fikrda edi. Misol uchun, yorug‘likning aks qaytishi elastik sharchaning tekislikdan urilib qaytishiga o‘xshatiladi.

Yorug‘likning sinishi yorug‘lik zarrachalarining bir muhitdan ikkinchisiga to‘g‘rida, tezligini o‘zgarishi xisobiga sodir bo‘ladi deb tushuntiriladi. Korpuskulyar nazariya bo‘yicha vakuum-muhit chegarasida yorug‘likning sinishi quyidagi qonunga bo‘ysunadi:

$$\frac{\sin\varphi}{\sin\psi} = \frac{v}{c} = n \quad (14.1)$$

bu yerda, c –yorug‘likning vakuumdagi tezligi, v - yorug‘likning muhitdagi tarqalish tezligini bildiradi. Korpuskulyar nazariyaga asosan $n > 1$ bo‘lgan holda, yorug‘lik-ning muhitdagi tarqalish tezligi vakuumdagi tarqalish tezligi c dan katta bo‘lishi kerak. Nyuton interferentsiya manzarasini hosil bo‘lishini yorug‘lik chiqishi va tarqalishi bilan bog‘liq jarayonlarda qandaydir davriylik bor degan taxminlarga asosan tushuntirishga harakat qildi. Shunday qilib, Nyutonning korpuskulyar nazariyasi to‘lqin elementlariga o‘xshash tasavvurlarni o‘z ichiga ola boshladi.

Korpuskulyar nazariyadan farqli ravishda, yorug‘likning to‘lqin nazariyasi yorug‘likning mexanik to‘lqinlarga o‘xshash, to‘lqin jarayonidan iborat deb hisoblaydi.

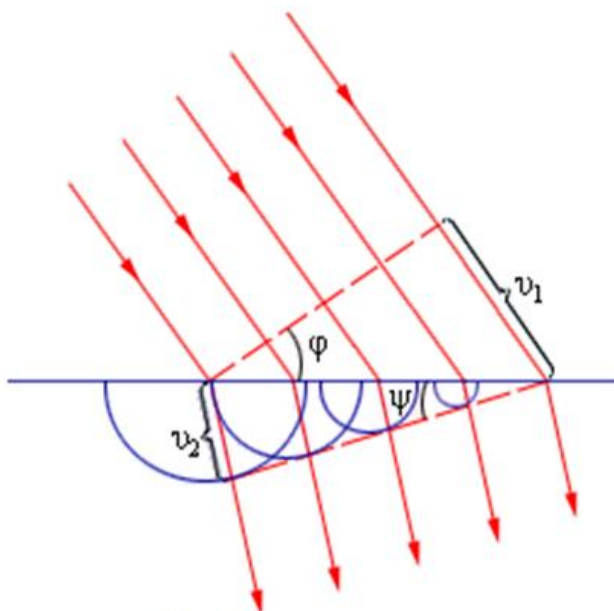
To‘lqin nazariyasi asosida Gyuygens printsipi yotadi. Gyuygens printsipiga asosan, to‘lqin yetib borgan har bir nuqta ikkilamchi to‘lqinlar manbaiga aylanadi, manbani o‘rab oluvchi egri chiziq keyingi

momentdagi to‘lqin fronti holatini belgilaydi, Gyuygens printsipiga asoslanib yorug‘likning qaytish va sinish qonunlarini osonlikcha isbotlash mumkin. 14.1-rasm. Ikkita tiniq muhit chegarasida ikkilamchi to‘lqinlar manba'lari hosil bo‘lishi ko‘rsatilgan, ikkita tiniq

To‘lqin nazariyasi asosida olingan sinish qonuni Nyutonning sinish



Christian Huygens (1629–1695)



14.1 – rasm

muhit chegarasida, singan to‘lqinlar tarqalish yo‘nalishlarini aniqlovchi Gyuygens chizmalari tasvirlangan. To‘lqin nazariyasi vakuum–muhit chegarasida yorug‘lik-ning sinishini quyidagi ifoda bilan ta'riflaydi:

$$\frac{\sin\varphi}{\sin\psi} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{c}{v} = n \quad (12.2)$$

qonuniga qarama-qarshidir. To‘lqin nazariyasi yorug‘likning muhitdagi tarqalish tezligi vakuumdagi tezligidan kichik ekanligini isbotlaydi.

$$v < c$$

Shunday qilib, XVIII asr boshlarida yorug‘lik tabiatini tushuntirishda bir-biriga zid bo‘lgan ikkita yondoshish mavjud edi: Nyutonning korpuskulyar nazariyasi va Gyuygensning to‘lqin nazariyasi. Bu ikkala nazariyalar yorug‘lik nurining to‘g‘ri chiziqli tarqalishini, sinish va qaytish qonunlarini tushuntirib beraoladi.

XVIII asrni - bu ikkita nazariyalar o‘rtasidagi kurash asri deb atasa bo‘ladi. XIX asr boshlarida bu holat tubdan o‘zgardi. To‘lqin nazariyasi-korpuskulyar nazariyadan ustun bo‘la boshladi. Bunga ingliz

fizigi T. Yung va frantsuz fizigi O. Frenel tomonidan interferentsiya va difraktsiya hodisalarini yaratilishi sabab bo‘ldi.

1851 yilda J. Fuko muhim ahamiyatga ega bo‘lgan to‘lqin nazariyasining tajribaviy tasdig‘ini oldi, suvda yorug‘likning tarqalish tezligini o‘lchab, $v < c$ ekanligini isbotladi. 1865 yilda Maksvell yorug‘likning elektromagnit nazariyasini yaratdi: unda yorug‘lik har xil muhitlarda

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}}$$

tezlik bilan tarqaluvchi, juda qisqa elektromagnit To‘lqinlardan iboratdir deb hisobladi. Yorug‘likning vakuumdagi tarqalish tezligi

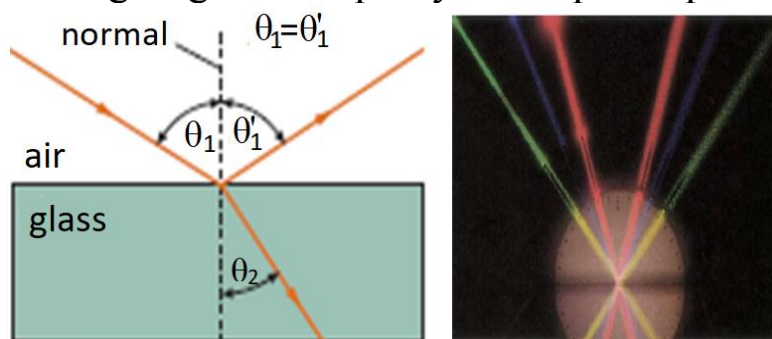
$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}}$$

ga teng ekanligi isbotlandi.

Maksvell nazariyasi yorug‘likning nurlanish va yutilish jarayonini, fotoelek-trik effektini va Kompton sochilishini tushuntira olmadi. Xuddi shunga o‘xshash, Lorents nazariyasi ham, yorug‘likni moddalar bilan o‘zaro ta’sirini, xususan, qora jismning issiqlik nurlanishidagi to‘lqin uzunligiga bog‘liq energiya taqsimotini tushuntira olmadi. Yorug‘lik nurining tabiati o‘rnatilishidan oldin optikaning quyidagi asosiy qonunlari ma’lum edi:

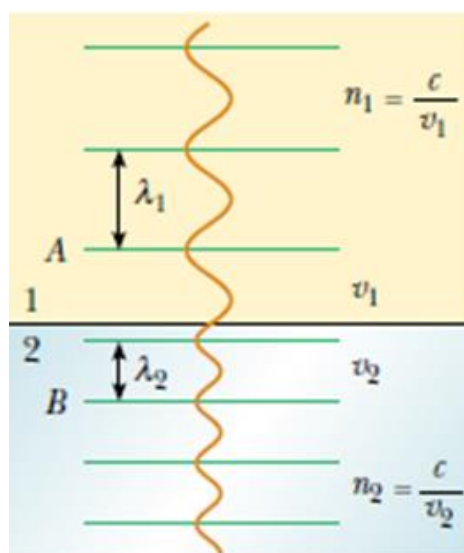
Geometrik optikaning to‘rtta qonuni mavjud:

1. Yorug‘lik bir jinsli optik muhitda to‘g‘ri chiziq bo‘ylab tarqaladi. Bunga yorug‘likning to‘g‘ri chiziq bo‘ylab tarqalish qonuni deyiladi.



14.2 rasm

2. Yorug‘lik nurining mustaqillik qonuni. Yorug‘lik to‘lqinlari bir-biri bilan kesishganda ular bir-biriga halaqit bermaydi.



14.4 rasm

3. Yorug'likning qaytish qonuni. Qaytgan nur, tushuvchi nur va ikki muhit chegarasiga o'tkazilgan normal bir tekislikda yotadi.

Tushish burchagi qaytish burchagiga tengdir (14.2-rasm).

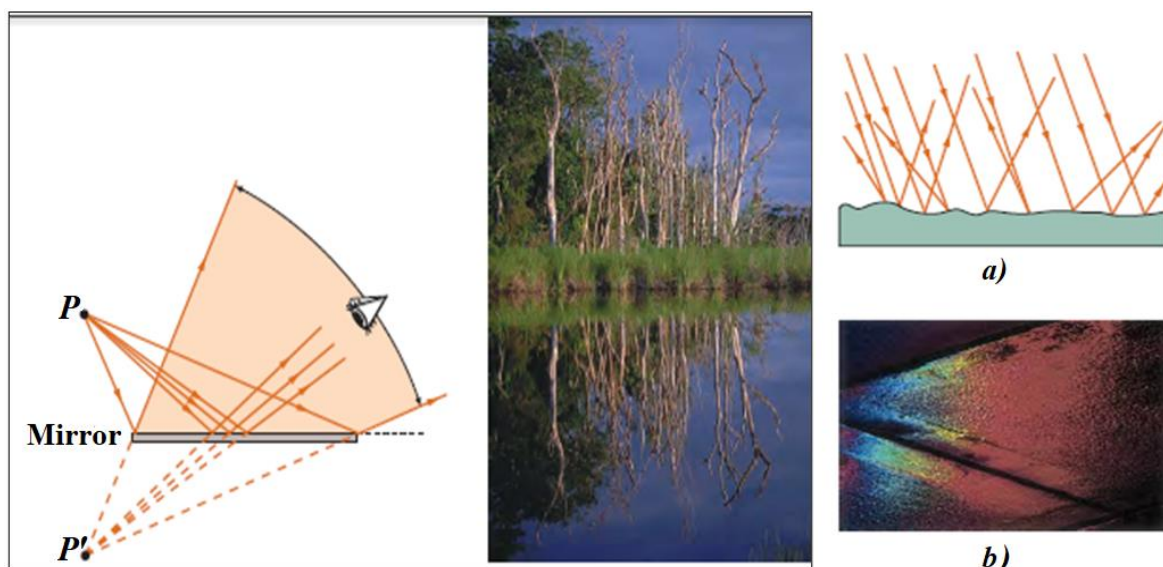
4. Yorug'likning sinish qonuni. Tushuvchi nur, singan nur va ikki muhit chegarasiga o'tkazilgan normal bir tekislikda yotadi.

Optikaviy bir jinsli muhitda yorug'lik nuri to'g'ri chiziqli tarqaladi, chunki nuqtaviy yorug'lik manbai bilan shaffof bo'lmagan buyumlar yoritilganda, buyumlar shaklida aniq

soya hosil bo'ladi. Yorug'lik nurlari to'liq uzunligiga yaqin bo'lgan o'lchamli buyumlar yoritilganda bu qonundan chetlashish kuzatiladi.

Yorug'lik nurlari dastalarining bir-biriga bog'lik bo'lmaslik qonuni. Alohida yorug'lik nuri dastasida kuzatiladigan hodisalar boshqa dastalar bir vaqtda mavjud bo'lish yoki bo'lmasligiga bog'liq bo'lmaydi. Yorug'lik oqimini alohida yorug'lik dastalariga ajratib, tanlangan yorug'lik dastasi ta'siri boshqa dastalarga bog'liq emasligini oson isbotlash mumkin. Agarda, yorug'lik nuri ikki muhit chegarasiga tushsa (14.2-rasm), I tushuvchi nur II qaytgan va III singan nurlarga ajraladi, ularning tarqalish yo'nalishlari qaytish va sinish qonunlari bilan ifodalanadi.

Qaytish qonuni. qaytgan nur tushuvchi nur va tushish chegarasiga o'tkazilgan perpendikulyar bilan bir tekislikda yotadi, qaytish burchagi tushish burchagiga teng bo'ladi: Ikki muhit chegarasida yorug'likni .sinishi va qaytishi. Yorug'likning qaytishi ko'zgusimon(14.3-rasm) va diffuz qaytishga bo'linadi(14.3a-rasm).



14.3 rasm

$$\theta_1 = \theta_2 \quad (14.3)$$

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = n_{21} \quad (14.4)$$

Sinish qonuni. Tushuvchi nur singan nur va tushish nuqtasida ikki muhit chegarasiga o‘tkazilgan perpendikulyar bilan bir tekislikda yotadi, tushish burchagining sinusini sinish burchagi sinusiga nisbati berilgan muhitlar uchun o‘zgarmas kattalik hisoblanadi: bu yerda n_{21} –ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan nisbiy sindirish ko‘rsatkichidir. Ikki muhitning nisbiy sindirish ko‘rsatkichlari ularning absolyut sindirish ko‘rsatkichlarining nisbatiga tengdir:

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} \quad (14.5)$$

Muhitning absolyut sindirish ko‘rsatkichi elektromagnit to‘lqinning vakuumdagi tezligining muhitdagi fazaviy tezligiga nisbatiga tengdir:

$$n = \frac{c}{v} \quad (14.6)$$

Sinish qonunini quyidagicha qayta ifodalash mumkin:

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2 \quad (14.7)$$

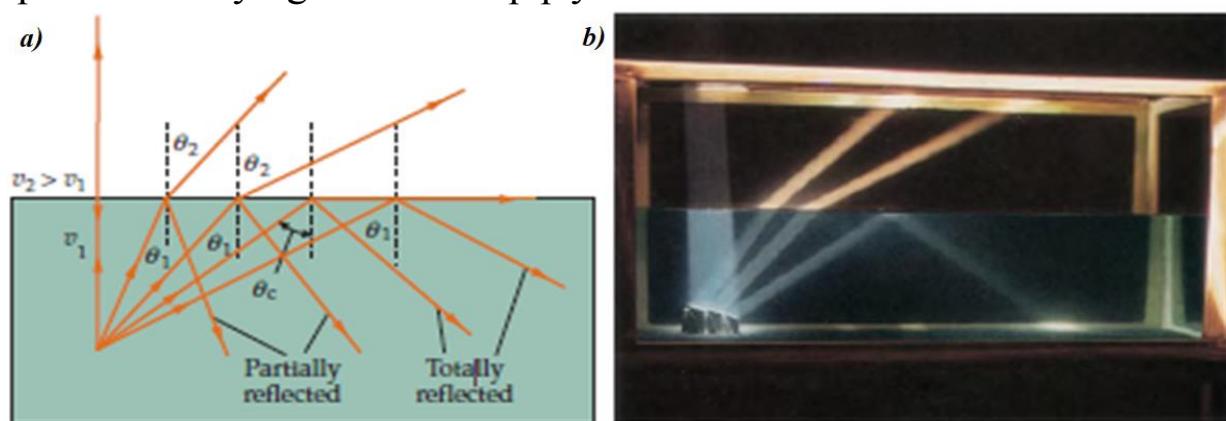
Agarda, yorug‘lik katta sindirish ko‘rsatkichli n_1 muhitdan o‘tib kichik sindirish ko‘rsatkichli n_2 muhitda tarqalsa, misol uchun shishadan suvga o‘tib tarqalsa, u holda

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{n_1}{n_2} > 1$$

bo‘lib, singan nur normaldan uzoqlashadi va θ_1 sinish burchagi θ_2 tushish burchagidan katta bo‘ladi. (14.4–rasm).

2.Ikki muhit chegarasida yorug‘likning O‘ta qaytishi va tolalar optikasi.

Tushish burchagi oshishi bilan sinish burchagi asta-sekin osha boradi va qandaydir chegaraviy tushish burchagi qiymatida ($\theta_1 = \theta_{cheg}$ chegaraviy burchak-da) sinish burchagi $\frac{\pi}{2}$ ga tenglashadi. $\theta_1 = \theta_{cheg}$ qolatda tushayotgan nur to‘liq qaytadi



14.5 rasm

Demak, tushish burchaginin θ_{cheg} dan $\theta = \pi/2$ ga qiymatlarida O‘ta qaytish hodisasi kuzatiladi. Chegaraviy tushish burchagi $\theta_2 = \pi/2$ shartdan topiladi.

$$n_1 \sin \theta_{cheg} = n_2 \sin \frac{\pi}{2}, \quad \sin \theta_{cheg} = \frac{n_2}{n_1} = n_2 \quad (14.8)$$

O‘ta qaytish xodisasi, yorug‘lik optikaviy zich muhitdan zich bo‘lmagan muhitga o‘tganda, kuzatiladi. Yorug‘likning tarqalish qonunlarini yorug‘lik nurlari tushunchalari orqali o‘rganiladigan optika bo‘limi geometriyaviy optika deb ataladi.

Yorug‘lik nurlari deb, to‘lqin sirtlariga normal bo‘lgan chiziqlar bo‘yicha tarqaladigan yorug‘lik energiyalari oqimiga aytiladi. Yorug‘likning tarqalish qonunlari, yorug‘likning moddalar bilan o‘zaro ta’siri to‘g‘risidagi nazariyalar yorug‘lik murakkab xususiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi. Yorug‘lik harakatidagi korpuskulyar va elektromagnit to‘lqin xarakterlari umumiylikka ega. Demak yorug‘lik tabiati korpuskulyar-to‘lqin dualizmi tasavvuridan iboratdir.

Yorug‘likning to‘g‘ri chiziqli tarqlish qonuni. Optikaviy bir jinsli muhitda yorug‘lik nuri to‘g‘ri chiziqli tarqaladi, chunki nuqtaviy yoruqlik manba’i bilan shaffof bo‘lmagan buyumlar yoritilganda, buyumlar shaklida aniq soya hosil bo‘ladi.

**Refraktometrlar. Mikroskoplar. Mikroskopning optik sxemasi.
Mikroskopning ajrata olish qobiliyatini oshirish.**

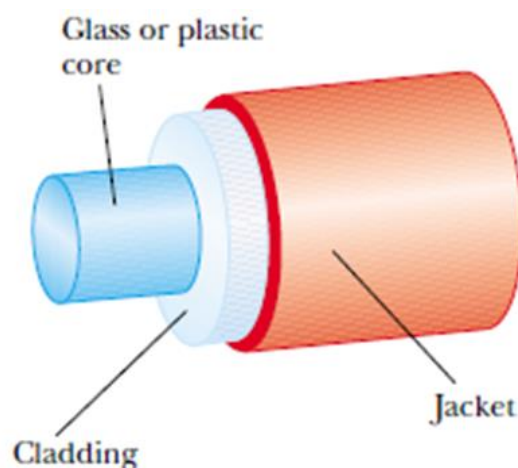
Yorug'lik nurlari. To'liq uzunligiga yaqin bo'lgan o'lchamli buyumlar yoritilganda bu qonundan 0.5 chetlashish kuzatiladi. Yorug'lik nurlari dastalarining bir-biriga bog'liq bo'lmaslik qonuni. Alohida yorug'lik nuri dastasida kuzatiladigan hodisalar boshqa dastalar bir vaqtda mavjud bo'lish yoki bo'lmasligiga bog'liq bo'lmaydi.

Yorug'lik oqimini alohida yorug'lik dastalariga ajratib, tanlangan yorug'lik dastasi ta'siri boshqa dastalarga bog'liq emasligini oson isbotlash mumkin. Kuzatishlardan ma'lum bo'lakni, yorug'lik bir jinsli muhitda to'g'ri chiziq bo'ylab tarqaladi.

Yorug'lik nuri deb, energiya oqimining tarqalish yo'nalishiga aytiladi. (Vakumda yorug'lik tezligi $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} = 300000 \text{ km/s}$ Fuko aniqladi).



14.6 rasm



14.7 rasm

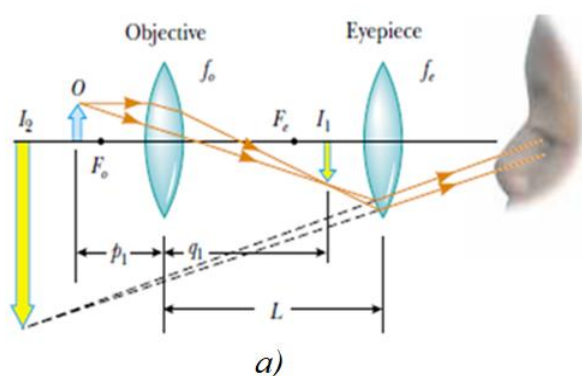
Yorug'likning O'ta qaytish hodisasidan tola optikasida foydalaniladi (14.8 rasm). Kichik buyumlarni katta burchak ostida ko'rish uchun uni iloji boricha ko'zga yaqin keltiradilar. Biroq ko'z qorachig'i buyum ko'zdan kamida 10cm masofada bo'lgandagina to'r pardada uning aniq tasvirini beradi. Ko'z qorachig'i undan kichik masofalarda pardada predmetning aniq tasvirini 14.8-rasm. Optik asboblari olishga yetarlicha egrilana olmaydi.

Shuning uchun ham juda kichik buyumlarni ular qaraladigan burchakni kattalashtiradigan asboblari-lupa yoki mikroskoplar orqali

qaraladi. Mikro organizmlar dunyosining birinchi kashfiyotchisi niderland tabiatshunosi A. Levenguk XVII asrda ixtiro qilgan lupa 300 marta kattalashtirib berardi. Mikroskop sxemasini 1660- yillarda ingliz olimi R. Guk takomillashtirdi. Biroq, XIX asrning 20- yillarigacha mikroskoplar juda yaxshi lupalar bilan raqobat qila olmas edi. Ko‘p linzalardan murakkab ob’ektivlar ishlanishi tufayligina bu sohada yuksalish yuz berdi. Buyumlarning mikroskopda ajratish mumkin bo‘lgan minimal o‘lchamlari $d = 0,51/A$ munosabatdan aniqlanadi, bunda A -taxminan 1 ga teng bo‘lgan doimiy. Yashil rang uchun $d = 0,3 \text{ mkm}$. Buyum i’ burchak ostida ko‘rinishi uchun 1000 karra kattalashtirish kifoya. Mikroskop ikki optik asbob - ob’ektiv va okulyardan tuzilgan. Birinchi qisqa fokusli linza ob’ektiv rolini o‘ynaydi, ikkinchi qisqa fokusli linza okulyar rolini o‘ynaydi. Mikroskopni kattalashtirishi shunday ifodalanadi:

$$\lambda = \frac{a_o \Delta}{f_1 f_2}$$

bu yerda Δ — ob’ektivdan tasvirgacha bo‘lgan masofa, f_1 — ob’ektiv fokus masofasi, f_2 — okulyar fokus masofasi, a_o — eng yaxshi ko‘rish masofasi (25cm).



14.8 rasm

Hozirgi vaqtda juda ko‘p optik asboblari yasalgan va ular ko‘plab sohalarda ishlatiladi. Misol sifatida geodeziyada ishlatiladigan optik asboblarni nomlarini keltiramiz: nivelir, teodolit, fototeodolit va boshqalar. Nivelir yordamida yer sirtidagi biror nuqta balandligini boshqa aniq nuqta yoki boshlang‘ich nuqta balandligiga yoki dengiz sathiga nisbatan aniqlanadi.

Yorug'likning dispersiyasi. Spektrlar. Spektr turlari. Ultrabinafsha va infraqizil nurlanishlar.

Yorug'lik nuri yelpig'ichi hosil bo'lishi

Bu moddaning optik xususiyatini yorug'likning to'liq uzunligi yoki chasto-tasiga boqliq bo'lishi yorug'likning dispersiyasi deb ataladi.

Har bir moddada uning o'lchov birligi sifatida, moddaning dispersiyasi, ya'ni vakuumdagi sindirish ko'rsatkichidan yorug'likning to'liq uzunligi bo'yicha olingan xosila $\frac{dn}{d\lambda}$ ishlatiladi. Ko'p xollarda bu xosila qiymati manfiydir, (0 dan ko'tarilishi bilan sindirish ko'rsatkichi qiymati kamayadi.

Shisha (1), kvarts (2) , kvarts va flyuorit kabi tiniq moddalarning dispersi-yasi $n = f(\lambda_0)$ keltirilgan. Bu xoldagi dispersiya – normal dispersiya deb ataladi.

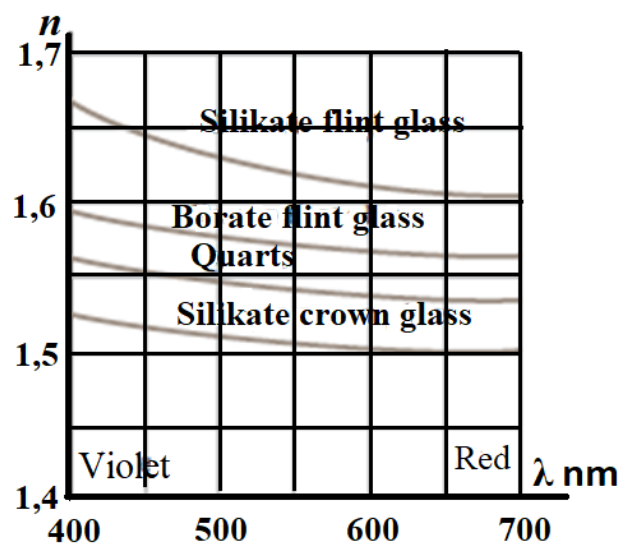
Агарда $\frac{dn}{d\lambda}$ xosila musbat bo'tsa, dispersiya-anomal deb ataladi.

Anomal dispersiya berilgan muhitda, ayrim to'liq uzunlikdagi yorug'likning yutilishi hisobiga kuzatiladi.

Normal dispersiyada sindirish ko'rsatkichining to'liq uzunligiga boqliqligi Koshi tenglamasi bilan ifodalanadi

$$n \approx n_0 + \frac{a}{\lambda_0^2} \tag{3}$$

Bu yerda n_0 – juda katta to'liq uzunligidagi sindirish ko'rsatkichidir. n_0 va a berilgan muhit uchun doimiy kattaliklardir.



14.9 rasm

Agarda uchburchakli prizmaning chap qirrasiga qar xil to'liq uzunlikdagi oq yorug'likning parallel nurlari tushsa, ular har xil sinib, har xil yo'nalishda tarqaladilar (14.9-rasm). Bu tarqalish ikkinchi qirradan o'tganda kuchayadi. Prizmaning o'ng tarafiga qo'yilgan yassi ekranning qar xil joylariga qar xil rangli nurlar tushib spektr xosil qiladi.

Uzunroq to'liqinli nurlar (qizil

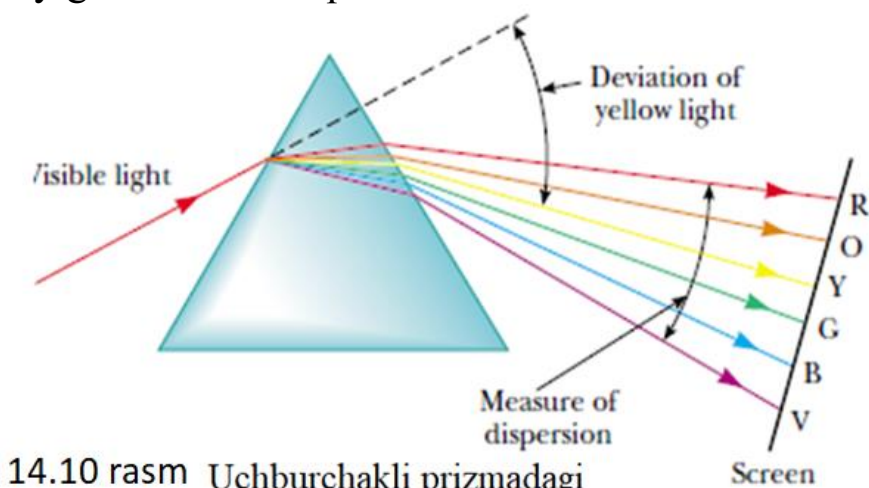
nurlar) prizmadan kamroq oqadi, qisqa to‘lqinli nurlar (havo rangli) ko‘proq oqadi.

Prizma orqali olingan spektr difraktsiyaviy panjaradan olingan spektrdan farq qiladi. Difraktsiyaviy panjarada nurlarning boshlanqich yo‘nalishdan oqishi (0 ga proporsional bo‘ladi, prizmada esa to‘lqin uzunligiga boqliq oqish teskari va murakkabdir.

Normal dispersiya, tushayotgan to‘lqinning elektr maydoni tebranishini, berilgan muhitning atomlari yadrolariga elastik tortilish kuchi orqali bog‘langan elektronlar bilan o‘zaro ta’siri orqali tushuntiriladi.

Maydon ta’sirida bunday elektronlar maydon tebranishi chastotasi bilan tebrana boshlaydilar. Natijada, bu elektronlar xuddi shu chastotada boshlang‘ich fazadan farqli bo‘lgan, ikkilamchi io‘lqinlarni nurlatadilar.

Muhit ichida, tushayotgan to‘lqinlar ikkilamchi to‘lqinlar bilan qo‘shilishi natijasida, tushayotgan to‘lqinlar fazasidan farq qiladigan fazali to‘lqinlarni hosil qiladilar. Bu fazadan qolishlar, muhitdan to‘lqin to‘g‘ri bilan yig‘ila borib to‘lqin



14.10 rasm Uchburchakli prizmadagi yorug‘lik dispersiyasi

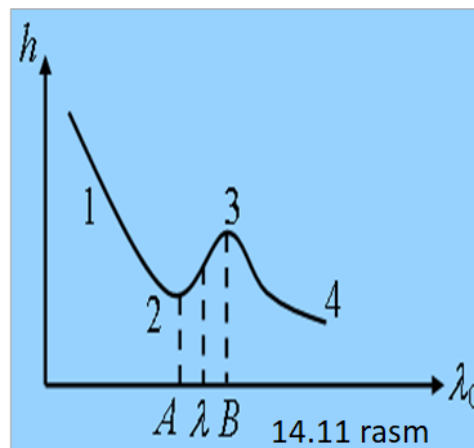
tezligini kamayishiga olib keladi. Tebranish chastotasi katta bo‘lganda muhitda birlik uzunlikda fazadan orqada qolish katta bo‘ladi, natijaviy to‘lqin tezligi ko‘proq kamayadi, sinish ko‘rsatkichi orta boradi. Normal dispersiya shundan iboratdir.

Yorug'likning yutilishi va sochilishi.

Jismga oq nur tushganda, u alohida uzunlik-dagi to'liqlarni yutib, shu to'liq uzunligi atrofida sinish ko'rsatkichini to'liq uzunligiga bog'liq ravishda o'sishini va anomal dispersiyani kuzatilishini ta'minlaydi (14.11- rasm).

Yorug'likni yutuvchi jismdan o'tgan nurlarni spektrga ajratsak, har xil rangli fonda qorachiziqalar va yutilgan nurlar to'liq uzunligiga tegishli kengroq sohalar kuzatiladi. Bunday chiziqlar majmuasi jismning yutilish spektrini beradi.

Tayanch iboralar: geometrik optikaning asosiy tushunchasi, yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishi, refraktometr, yorug'likning qaytish va sinish qonunlari, mikroskop, dispersiya, spektr, spektr turlari.



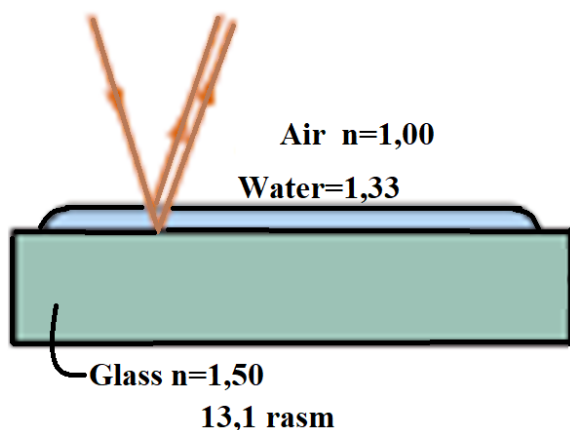
Nazorat savollari.

1. Yorug'likning tabiati qanday?
2. Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishi.
3. Yoruqlikning qaytish va sinish qonunlarini ta'riflang.
4. Yorig'likning to'la qaytishi qanday yuz beradi?
5. Bryuster qonunini ta'riflang.
6. Ikki muxit chegarasida yoruqlikning to'la qaytishi va tolalar optikasidan veterinariyada foydalanish qanday yuz beradi?
7. Refraktometrlar qanday qurilma?
8. Mikroskoplarlar qanday ishlaydi?
9. Dispersiya nima?
10. Spektr va spektr turlari qanday hosil bo'ladi?

§13. Yorug'likning to'lqin va kvant xossalari.

Yorug'likning interferentsiyasi. Yorug'lik difraktsiyasi. Difraktsion panjara.

Oddiy sharoitlarda fazoda bir vaqtning o'zida juda ko'plab yorug'lik to'lqin-lari tarqaladi. Bu to'lqinlar har xil manbaalardan



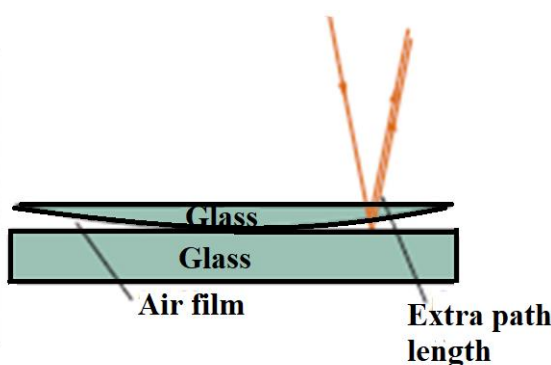
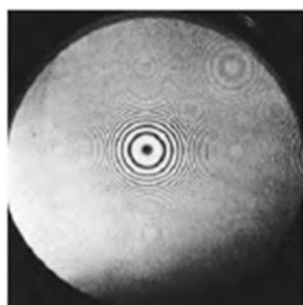
chiqayotgan yoki har xil predmetlar yuzalaridan qaytayotgan va sochilayotgan bo'lishi mumkin. Kundalik hayotdagi tajribalardan bilamizki, juda ko'plab tarqalayotgan yorug'lik to'lqinlari bir-biriga xalaqit bermay fazoda tarqaladi, shu sababli biz predmetlarni ko'rganda ularni o'zini o'zgarmagan holda yaqqol ko'ramiz

(13.1-rasm).

Yorug'lik to'lqinlarini bunday tarqalishiga sabab shuki, yorug'lik elektromagnit to'lqinlarning muhitga ta'siri shu muhitda boshqa elektr va magnit maydonlarning borligidan qat'iy nazar ro'y beradi. Bundan har xil elektromagnit to'lqinlarning elektr va magnit maydonlari bo'shliqda tarqalganda o'zlarini kuchlanganliklarini, harakat yo'nalishini va boshqa xarakteristikalarini o'zgartir-maydilar degan hulosaga kelamiz. Bu xaqiqatda shunday ro'y beradi.

Buni superpozitsiya prinsipi deb ataladi. Superpozitsiya prinsipi bajarilganda fazoda bir vaqtda tarqalayotgan elektromagnit to'lqinlarning E va B kuchlangan-liklari o'zaro algebraik ravishda qo'shiladilar, lekin ikki yorug'lik to'lqinining tebranishlarining fazalar ayirmasi vaqt bo'yicha o'zgarmas bo'tsa, bu prinsip bajarilmaydi. Bu to'lqinlarni kogerent to'lqinlar deyiladi. Kogerent to'lqinlar qo'shilganda fazoning bir qismida yorug'likni kuchayishi ya'ni maksimumi, boshqa qismlarida yorug'likni susayishi, ya'ni minimumi kuzatiladi. Bunday hodisaga yorug'lik to'lqinlarining interferentsiyasi deyiladi. Yorug'lik interferentsiyasi faqat kogerent yorug'lik to'lqinlari qo'shilganda ro'y beradi.

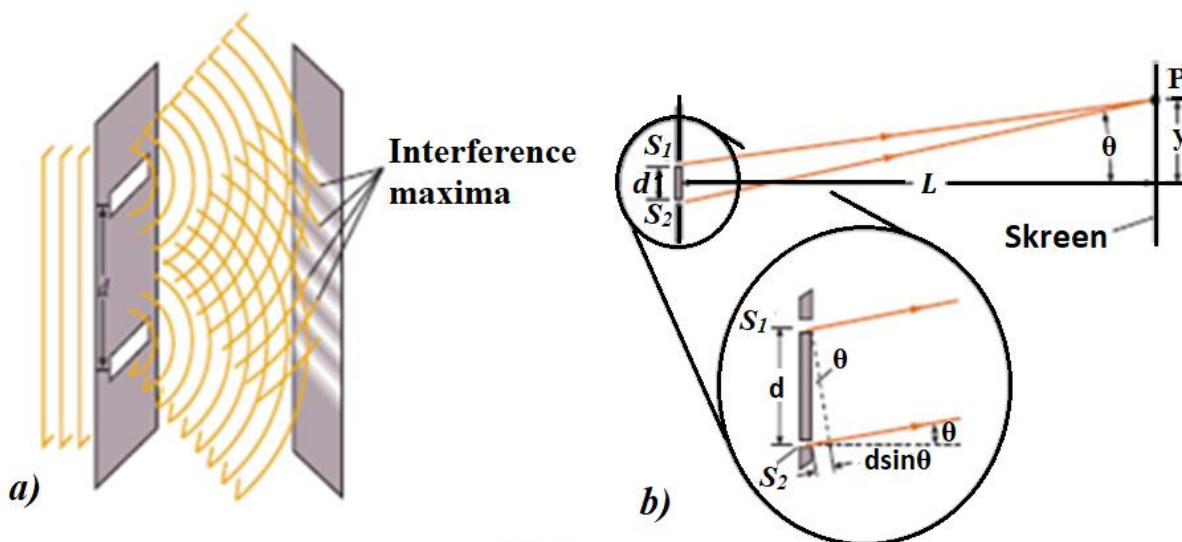
Kogerent to'lqinlarni kogerent manbaalar sochadi. Ammo tabiatdagi barcha



13.2 rasm

yorug'lik manbalari o'zaro kogerent bo'lmaydi. Shu sababli birinchi marta yorug'lik interferensiyasini kuzatish uchun sun'iy usuldan foydalanganlar,

ya'ni bir manbadan chiqayotgan yorug'likni ko'zgu, linza yordamida yoki boshqa usulda ikkiga ajratib, so'ng uchrattirganlar (13.2-rasm). Bunday usuldan Frenel, Yung, Lloyf, Bete, R. Pol kabi olimlar foydalanganlar. Misol tariqasida Yung sxemasini ko'ramiz (13.3-rasm)



13.3 rasm

T. Yung bir tirqishdan tarqalayotgan yorug'lik yo'liga ikki tirqishli to'siq qo'ydi. Natijada to'siqdan so'ng yorug'lik ikki mustaqil dasta sifatida tarqaladi. Bu ikki yorug'lik bir manbadan chiqayotgan bo'lgani uchun o'zaro kogerent bo'ladi va ekranda interferensiya maksimumlari va minimumlari kuzatiladi. Agar ekranda uchrashayotgan ikki kogerent yorug'lik to'lqinlarining optikaviy yo'llari farqi Δ juft sonli $\frac{\lambda}{2}$ to'lqin o'zunligiga teng bo'tsa

$$\Delta = 2k \frac{\lambda}{2} = k\lambda \tag{13.1}$$

interferensiya maksimumi kuzatiladi (13.3-rasm, a,b). Yozilgan (13.1) shart interferensiya maksimumlari sharti deyiladi. Agar ekranda

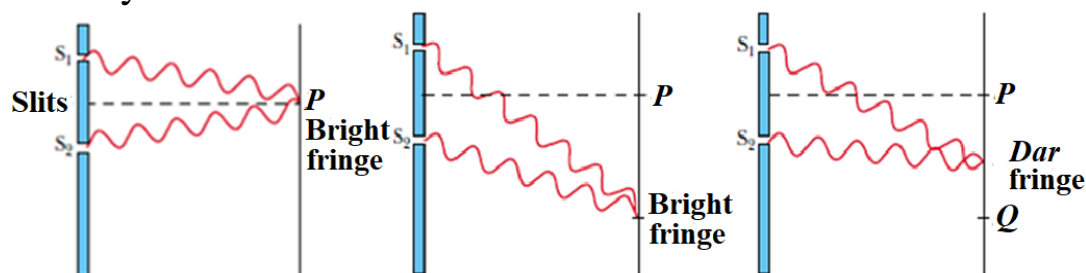
uchrashayotgan ikki kogerent yorug‘lik to‘lqinlarining optikaviy yo‘llari farqi λ toq sonli $\frac{\lambda}{2}$ to‘lqin o‘zunligiga teng bo‘lsa

$$\Delta = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} \tag{13.2}$$

interferensiya minimumlari kuzatiladi. Yozilgan (13.2) ifoda interferensiya minimumlari sharti deyiladi (13.-rasm c).

Interferensiya hodisasini hayotda uchratib turamiz. Masalan, suv yuzidagi yupqa yog‘ yoki moy qatlamlariga yorug‘lik tushganda ularning tovlanishini ko‘ramiz. Bu hodisaga optikada yupqa plastinkalar rangi deb nom berilgan.

Bunday



13.4 rasm

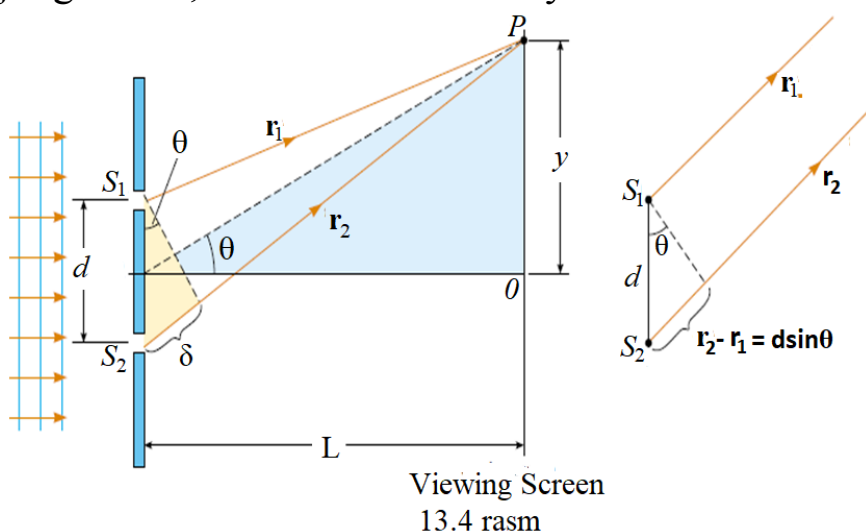
rangli tovlanishlar sovun pufaklarida juda yupqa neft pardalarida, eski shisha yoki metallar sirtida ham kuzatiladi (13.5-rasm). Agar yupqa shaffof plyonkani yoritsak, unda ham shunday hodisani ko‘ramiz. Buning sababi shundaki, yorug‘lik yupqa plastinkaning ikki sirtidan qaytganda yorug‘lik to‘lqini ikki kogerent dastani vujudga keltiradi. Bu dastalar o‘zaro uchrashib interferensiyani beradi. Bunda hosil bo‘lgan interferensiyon manzaralar lokallangan manzaralar deyiladi. Chunki ular faqat parda sirtiga yaqin sohada kuzatiladi. Interferensiya hodisasi aniq o‘lchashlarda, fizik tajribalarda, sanoatda, texnikada va yana juda ko‘p sohalarda keng qo‘llaniladi.

Interferensiya hodisasiga asoslanib ishlovchi maxsus optik asboblari - interferometrlar yasalgan.

Yorug‘likni fazoda tarqalishini kuzatib yorug‘lik tog‘ri‘ chiziq bo‘ylab tarqaladi degan xulosaga kelamiz. Haqiqatdan ham, biror teshikdan yorug‘lik o‘tsa, u uzun nur konusini hosil qiladi. Agar shu teshikni yana kichraytirsak, u holda yorug‘lik teshikdan sfera bo‘ylab tarqaluvchan bo‘ladi. Bu hodisani birinchi bo‘lib italyan olimi Grimaldi kuzatgan va uni yorug‘lik difraksiyasi deb atagan. Umuman, yorug‘lik

difraksiyasi deb yorug‘likni tor teshiklardan va to‘siq chetidan o‘tganda to‘g‘ri chiziqli tarqalishining buzilishiga aytiladi.

Gyuygens yorug‘likni tarqalish jarayonini tushuntirish uchun bir prinsipni bayon etdi. Bu prinsipni ma’nosi shunday: yorug‘lik to‘lqini kelib tebratgan har bir nuqta o‘z navbatida manba bo‘lib elementar yorug‘lik to‘lqinlarini tarqatadi. Gyuygens prinsipini kamchiligi shundaki, elementar to‘lqinlarni qo‘shganda ularni fazalarini hisobga olmaydi, holbuki bu to‘lqinlarning fazalari har xil bo‘ladi. Bu kamchilikni Frenel to‘ldirdi va elementar to‘lqinlarni fazalarini hisobga oldi. Natijada Gyuygens-Frenel prinsipi vujudga keldi, uni ma’nosi shunday:

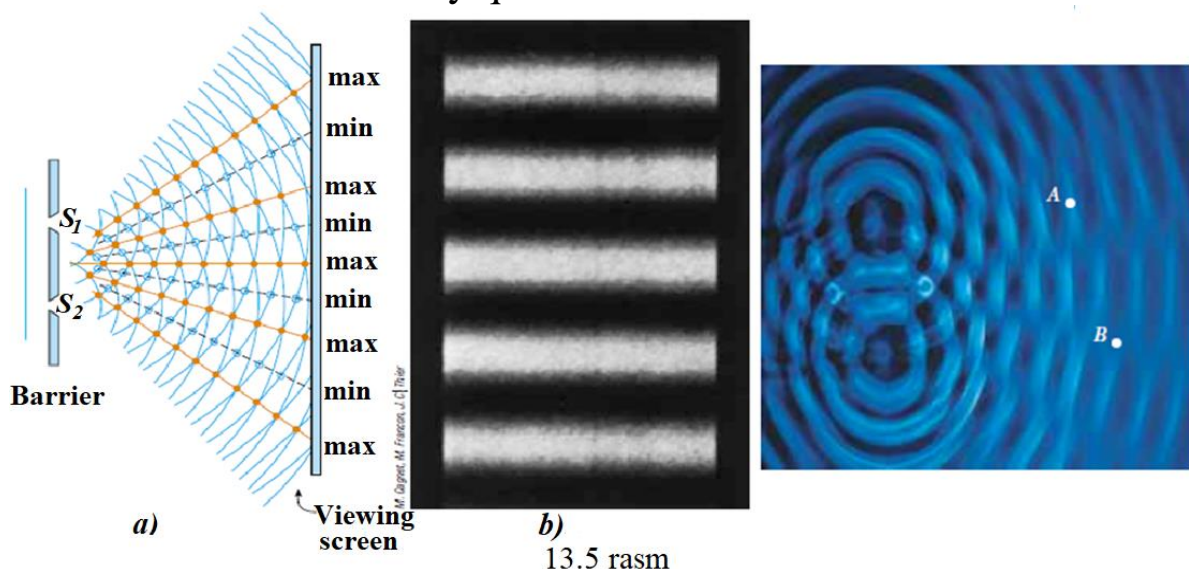


chegaralangan yorug‘lik to‘lqinlari fronti tarqalganda hamma nuqtalardan chiqayotgan elementar to‘lqinlar interferensiya natijasida bir-biri bilan qo‘shilishib ketgan fazoning qismida qorong‘ulik kuzatiladi.

Frenel yorug‘lik difraksiyasini tushuntirish uchun o‘tayotgan to‘lqin frontini elementar to‘lqinlar manbai bo‘lgan zonalarga ajratdi va ularning biror nuqtadagi ta’sirini ko‘rib chiqdi. Optikada bu zonalarni Frenel zonalarini deb ataladi. Frenel shu usul bilan yorug‘likni to‘g‘ri chiziq bo‘ylab tarqalishini ham tushuntirdi. Difraksion hodisalar o‘z xarakteriga qarab ikki sinfga bo‘linadi. Birinchi sinfga kuzatuvchi nuqta ekran (to‘siq)dan ma’lum masofada joylashgan holdagi difraksion hodisalar kiradi. Bu xil difraksion hodisalar birinchi marta Frenel tomonidan o‘rganilgan bo‘lgani uchun Frenel difraksiyasi deyiladi. Ikkinchi sinfga ekran (to‘siq) kuzatuvchi nuqtadan cheksiz masofada bo‘lgan hol, ya’ni parallel nurlardagi difraksion hodisalar

kiradi. Bu xil difraksion hodisalarni birinchi marta Fraunhofer o‘rgangan. Shu sababli bunday difraksiyalarni Fraunhofer difraksiyasi deyiladi.

Frenel difraksiyasini doiraviy teshikdan yorug‘lik o‘tganda ko‘ramiz. Doiraviy teshikni Frenel zonalariga bo‘lamiz. Masalan, doiraviy teshikda 3 ta zona joylashgan. A nuqtada difraksion manzarani kuzatamiz. Bunda umumiy qoida



shunday: agar doiraviy teshikda juft zonalar joylashsa, A nuqtada (markazda) qorong‘ulik bo‘ladi. Agar doiraviy teshikda toq zonalar joylashsa, A nuqtada (markazda) yorug‘lik bo‘ladi. Biz ko‘rayotgan holda doiraviy teshikda 3ta zona joylashgani uchun A nuqtada yorug‘lik bo‘ladi.

Difraksiya hodisasiga asoslanib maxsus asboblari yasalgan. Shunday qurilmalardan birini difraksion panjara deyiladi. Difraksion panjara deb, bir-biridan teng masofalarda turgan ko‘p tirqishlardan tuzilgan asbobga aytiladi. Difraksion panjaradagi parallel joylashgan tirqishlardan yorug‘lik o‘tganda Fraunhofer difraksiyasi kuzatiladi. Difraksion panjaradagi bitta tirqishning eni b bo‘lsa, ikki tirqish orasidagi to‘siq eni a bo‘lsa, ularning yig‘indisiga difraksion panjara doimiysi yoki davri d deyiladi. Tirqishlar soni N va panjara doimiysi d o‘zaro shunday bog‘langan:

$$d = \frac{1}{N} = a + b \quad (13.2)$$

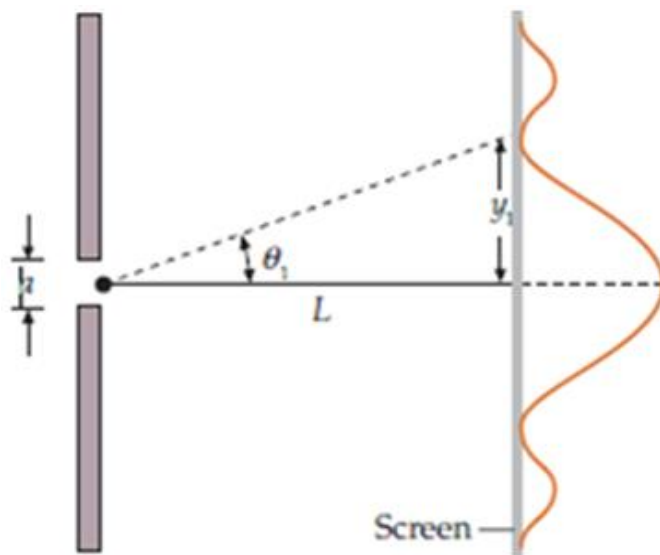
Ikki qo‘shni tirqishdan o‘tgan yorug‘lik to‘lqinlarining o‘zaro yo‘l farqi

$$\Delta = d \sin \theta \quad (13.3)$$

ga teng bo‘lib, bu yerda θ - difraksiya burchagi. Difraksion panjara uchun yorug‘likning kuchayishi, ya’ni mak-simum sharti quyidagicha bo‘ladi:

$$\Delta = d \sin \theta = k \lambda, \dots (k = 0, 1, 2, \dots) \quad (13.4)$$

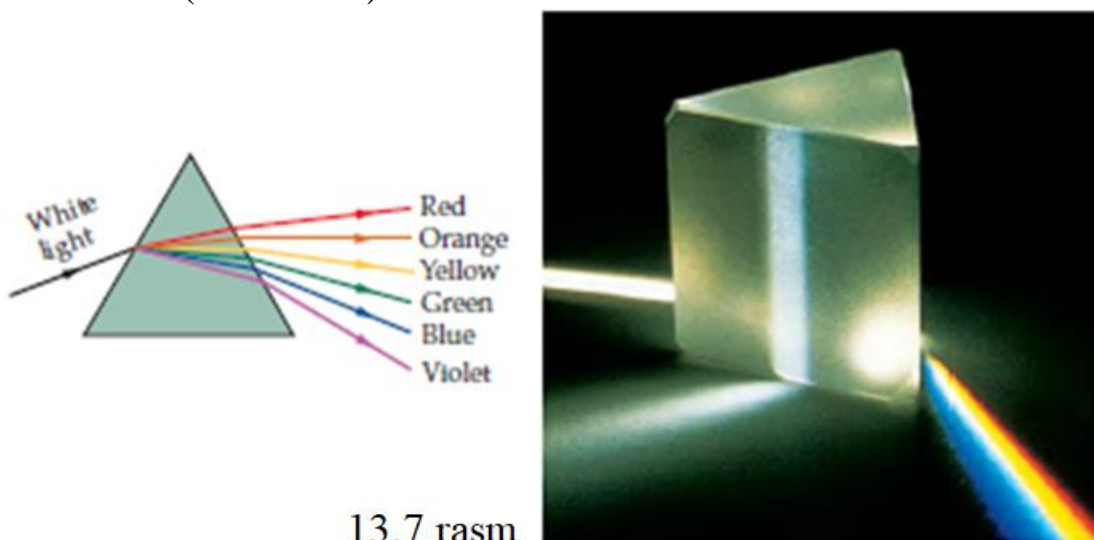
Difraksion panjara uchun inimumlar sharti :



13.6 rasm

$$\Delta = d \sin \theta = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}, \dots (k = 0, 1, 2, \dots) \quad (13.5)$$

(13.4) va (13.5) ifodalardagi k lar mos ravishda maksimum va minimumlar tartibi. Difraksion panjara hosil qilgan manzarada yana qo‘shimcha minimumlar va ular orasida ikkilamchi maksimumlar ham kuzatiladi (13.6-rasm).



13.7 rasm

Monoxromatik yorug‘lik to‘lqinlarining bir muhitdan ikkinchisiga to‘g‘rida, sinish qonuniga asosan, yorug‘lik nurlari yo‘nalishi shunday

o‘zgaradiki, bunda tushish burchagi sinusini sinish burchak sinusiga nisbati tushish burchagiga bogliq bo‘lmaydi.

Bu nisbat, ikkala muhitdagi to‘lqinlarning fazaviy tezliklari nisbatiga tengdir

$$\frac{\sin\tau}{\sin\alpha} = \frac{v_1}{v_2} = n_{21} \quad (13.6)$$

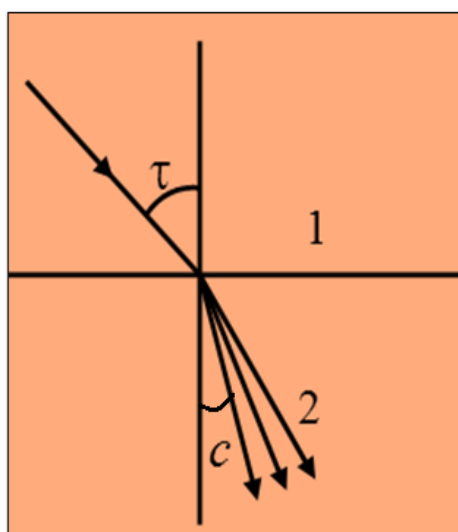
n_{21} – kattalik ikkita muhitning nisbiy sindirish ko‘rsatkichi deb ataladi.

Agarda

birinchi muhit vakuum bo‘lsa, undagi yorug‘lik tezligi c ga teng bo‘ladi, bu holda

$$\frac{\sin\tau}{\sin\alpha} = \frac{c}{v} = n \quad (13.7)$$

n – ikkinchi muhitning absolyut sindirish ko‘rsatkichi bo‘ladi.



13.8 rasm

Agarda vakuumdan iborat muhit sirtiga xar xil to‘lqin uzunligidagi parallel nurlar dastasi tushsa, ikkinchi muhitda ular har xil yo‘nalishda tarqalib, yelpug‘ich hosil qiladilar (13.8-rasm). Bu hodisa har xil uzunlikdagi yorug‘lik to‘lqinlarining moddiy muhitdagi tarqalish tezliklari har xil bo‘lishi bilan tushuntiriladi. Demak, bu to‘lqinlar uchun muhitni sindirish ko‘rsatkichi-yorug‘likning vakuumdagi to‘lqin uzunligi funksiyasidir.

$$n = f(\lambda_o), \quad v = f(\lambda_o)$$

I intensivlik monoxromatik yorug‘lik dx qalinlik-dagi yutuvchi qatlam sirtiga perpendikulyar ravishda tushayotgan bo‘lsin. Qatlamning boshqa tarafidan yorug‘lik $I - dI$ intensivlik bilan chiqsin. Juda yupqa qatlam uchun intensivlik kamayishi qatlam qalinligi va boshlang‘ich intensivlikka to‘g‘ri proporsionaldir

$$dI = -\mu I dx$$

Bu yerda $\frac{dI}{I} = -\mu dx$. Agarda qatlam qalinligi d katta bo‘lsa, uni yupqa qatlamlar majmuasi deb qisoblab, jadallik o‘zgarishni I_o dan I gacha, qalinlikni esa, 0 dan d gacha integrallaymiz

$$\int_0^d \frac{dI}{I} = -\mu \int_0^d dx \quad \ln \frac{I}{I_0} = -\mu d$$

Natural logarifmdan oddiy sonlarga o'tsak quyidagi ifodagaga ega bo'lamiz:

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\mu d} \quad \text{yoki} \quad I = I_0 e^{-\mu d}$$

ega bo'lamiz. Bu Buger-Lambert qonuni deb ataladi. Bu yerda (μ -berilgan modda-ning yorug'likni yutish koeffitsientidir va u to'lqin uzunligining funksiyasidir:

$$\mu = \mu_0(\lambda_0)$$

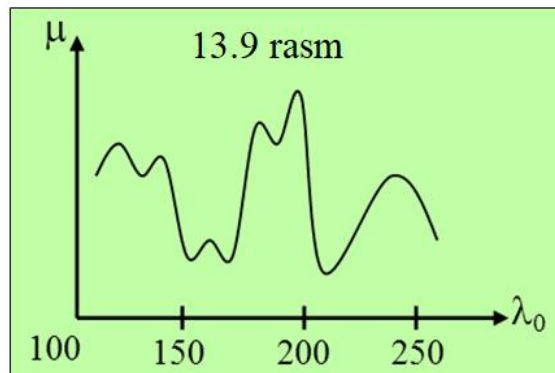
Bo'yalgan qorishmalar uchun (qorishmalar konsentratsiyasiga proporsionaldir

$$\mu = kc$$

va bu holda Buger-Lambert qonuni quyidagicha ko'rinishda yoziladi:

$$I = I_0 l^{-kcd} \quad (13.8)$$

yutilish koeffitsientini to'lqin uzunligiga boqliqligi grafik ko'rinishda



13.9 - rasmda xlorli seziv moddasi uchun tasvirlangan.

Xlorli seziv moddasining yutilish spektri.

Bu rasmda spektrning ultrabinafsha qismi tasvirlangan. Egri chiziq cho'qqilari yutilish sohalariga tegishlidir.

Yorug'lik spektrning ko'zga ko'rinadigan sohasida shaffof jismlarda yutilmaydi, ultrabinafsha va infraqizil sohalarida yutilish kuzatiladi. Yorug'lik spektrining ko'zga ko'rinadigan qismida yutilish sohalarini jismning rangini bildiradi. Masalan, qizil shisha qizil nurlarni deyarli yutmaydi va qolgan nurlarni yaxshi yutadi. Shuning uchun, qizil shishani oq nur bilan yoritsak qizilga o'xshaydi, yashil nur bilan yoritsak qora, ya'ni shaffofmasligini ko'rsatadi.

Metallar, ko'p erkin elektronlarga ega bo'lgani uchun, yorug'likni kuchli yutadi, elektronlar esa yorug'lik to'lqinining o'zgaruvchan elektr maydoni ta'sirida, amplitudasi katta bo'lgan tebranma harakatga keladilar. Elektronlarni tebranma harakatga keltirish uchun zarur bo'lgan

energiya, yorug'lik to'liqining energiya zahirasidan sarflanadi. Ammo tebranayotgan elektronlar ham qanday chastotali yorug'lik to'liqini yutgan bo'tsa, shu chastotalarda to'liq nurlatadi, bu esa yorug'likning qaytishiga sabab bo'ladi.

Shunday qilib, metallar yorug'likni kuchli yutadi va kuchli nurlaydi. Yarim o'tkazgichlar yorug'likni kamroq yutadilar, dielektriklar esa undan ham kam yutadi.

Yorug'lik to'liqlarining, yutayotgan muhit atomlari elektronlari bilan o'zaro tasirlashuvida, elektronlar tebranma harakatga kelib yorug'lik chiqaradi. Tabiiy nurlarda tebranishlarning barcha yo'nalishlari teng ehtimolli bo'lganligi uchun, atomlar chiqarayotgan yorug'lik barcha yo'nalishlarda sochilishi mumkin. Agarda muhit atomlari bir tekis taqsimlangan bo'tsa, sochilgan nurlar kogerent bo'ladi va interferentsiya tufayli bir-birini so'ndiradi. Bu holda muhit optik jihatdan bir jinsli bo'lib, nurl chiqarmaydi.

Agarda, muhitda zarrachalar tartibsiz taqsimlangan bo'tsa, u holda, ular chiqayotgan yorug'lik nokogerentdir va sochilish barcha taraflarda yo'nalgan bo'ladi. Ammo, amalda, kimyoviy bir jinsli bo'lgan muhit molekulalari ham, issiqlik betartib harakatda bo'tsa, hosil bo'lgan zichroq va zichligi kamroq bo'lishi xisobiga nur chiqaradilar.

Agarda, bir jinsli bo'lmagan zichroq yoki zichligi kamroq zarralarni o'lchamlilari to'liqin uzunligidan kichik bo'tsa, u holda istalgan yo'nalishdagi sochilgan yorug'lik Intensivligi tushayotgan to'liqin uzunligiga quyidagicha bog'langan bo'ladi (Reley qonuni):

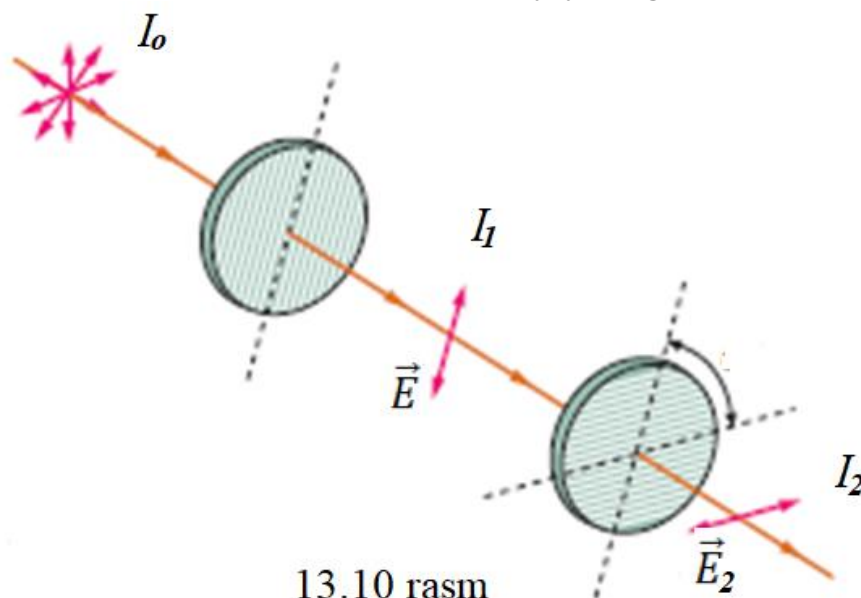
$$I \sim \frac{I}{\lambda^4} \quad (13.9)$$

Atmosfera havosi zarrachalarining zichliklari kichik bo'lganda quyosh nurining qisqa to'liqlarini (binafsha, ko'k va yashil) intensivroq nurlanadi va nurning katta to'liqlarini (qizil, sariq) yomon nurlaydi. Shu sababli, havoning rangi yuqori qatlamda, yashil yoki ko'k rangda (havorangda) bo'ladi.

Yorug'likning qutblanishi. Yorug'likning qaytishida va sinishida qutblanishi. Issiqlik nurlanishi, jismlarning nur chiqarish va nur yutish qobilyatlari. Fotoeffekt.

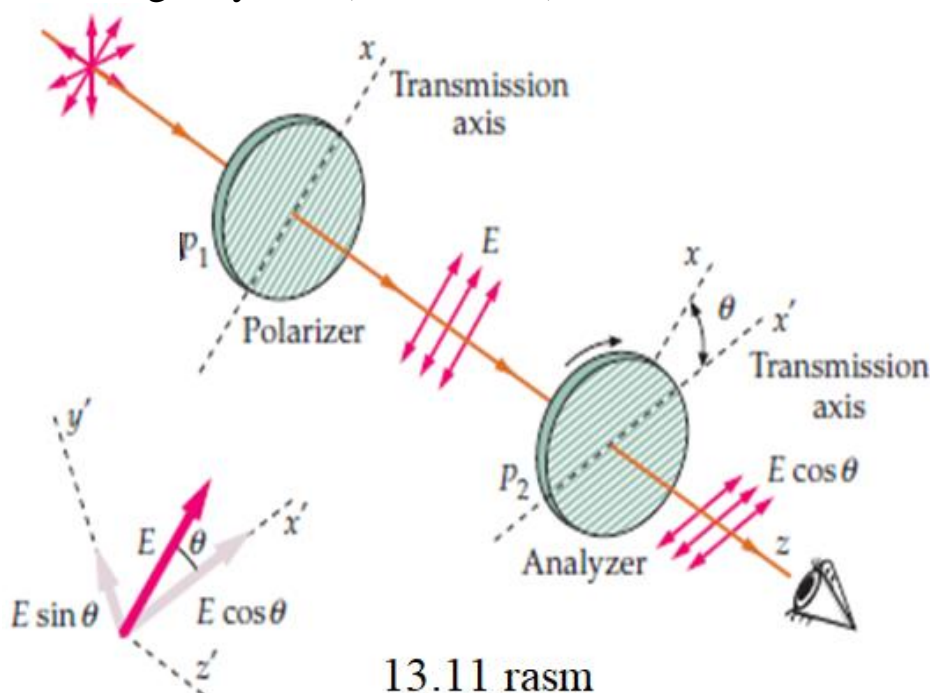
Yorug'likning elektromagnit nazariyasiga ko'ra yorug'lik to'liqlari ko'ndalang to'liqlardir. Shu sababli yorug'lik to'liqining elektr \vec{E} va

magnit \vec{B} vektorlari nur yoʻnalishiga nisbatan har xil orientatsiyada boʻlishi mumkin. Optikada bunday yorugʻlikni tabiiy yorugʻlik deyiladi. Lekin yorugʻlik toʻlqinida tebranishlar yoʻnalishi biror tarzda tartiblangan boʻlishi ham mumkin. Bunday yorugʻlikni



13.10 rasm

qutblangan yorugʻlik deyiladi. Agar yorugʻlik vektorining tebranishlari faqat bitta tekislikda yuz berayotgan boʻlsa, bunday yorugʻlikni yassi yorugʻlik deb ataladi. Bunda \vec{E} vektor tebranadigan tekislikni tebranish tekisligi deyiladi. Unga tik boʻlgan \vec{B} vektor tebranadigan tekislikka qutblanish tekisligi deyiladi (13.10-rasm).



13.11 rasm

Tabiiy yorug'lik. Tabiiy va sun'iy yorug'lik manbalari elektromagnit to'liqlar tarqatadi. To'liqlar fazoning hamma yo'nalishida bir xil tarqalishiga sabab, manbalarni tashkil etuvchi soni juda ko'p. har bir atom atrofida valent-elektronlar mavjud. O'z navbatida har bir elektronlar bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda yorug'lik tarqatadi. Ma'lumki, elektron uzluksiz yorug'lik tarqatmaydi. Elektronning yorug'lik chiqarish vaqti 10^{-8} s teng va davriy takrorlanib turadi. Maksvell nazariyasiga asosan yorug'lik katta tezlik bilan o'zgaruvchan elektr va magnit maydonlardan iborat. Shu sababdan vaqt to'g'ri bilan to'liqlarning fazolari va \vec{E} , \vec{B} vektorlarning yo'nalishlari o'zgaradi. Juda ko'p toklar bir xil chastotali yorug'lik chiqargani bilan ularning elektr va magnit maydon kuchlanganlik vektorlari, bir-biriga nisbatan fazalari o'zgarib turadi. Xaotik ravishda \vec{E} , \vec{B} vektorlari va fazalari o'zgaruvchi yorug'lik tabiiy yorug'likka xos bo'ladi. Maksvell nazariyasiga binoan \vec{E} tebranayotgan tekkislikka perpendikulyar tekislikda albatta \vec{H} ham tebranadi, ikkinchidan moddalarga \vec{E} ning ta'siri \vec{H} ta'siridan ko'proq bo'lar ekan.

Yorug'lik manbaining o'lchamlari qanchalik kichik bo'lmasin, undagi "nurlangichlar" soni nihoyat ko'p bo'ladi. Boshqacha aytganda, har onda manbaada-gi millionlab atomlar to'liqin nurlatishni tugallasa, millionlab atomlar to'liqin chiqarishni boshlaydi.

Demak, biror jism nurlatayotgan yorug'likda yorug'lik vektori turli yo'nalish-larda bir xil ehtimollikda tebranadi \vec{E} ning turli yo'nalishlarda bir xil taqsimlanganligi nurlanayotgan atomlar sonining ko'pligidan, amplituda qiymatlarining tengligi har bir atom nurlanish intensivligini bir xilligidan kelib chiqadi.

Bunday yorug'lik tabiiy yorug'lik deyiladi . Tebranish yo'nalishlari biror usul bilan tartibga keltirilgan yorug'lik qutblangan yorug'lik deyiladi.

Biror yo'nalishdagi tebranishlari boshqa yo'nalishlardagi tebranishlarga qaraganda ko'proq bo'tsa, yorug'lik qisman qutblangan yorug'lik deyiladi.

\vec{E} vektorining tebranishlari faqat bitta tekislikda sodir bo'ladigan yorug'lik yassi (chiziqli) qutblangan yorug'lik deyiladi. Yuqorida ko'rib o'tilgan davriy tebranayotgan dipoldan nurlanayot-gan elektromagnit

to‘lqin yassi qutblangan yorug‘likka misol bO‘ta oladi, qutblanish darajasi sifatida

$$P = \frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2} \quad (13.10)$$

qabul qilingan. I_1, I_2 - ikki bir-biriga perpendikulyar yo‘nalishlar-dagi yorug‘lik intensivliklari. Tabiiy yorug‘lik uchun $I_1 = I_2$ va $P = 0$; yassi qutblangan yorug‘lik uchun $I_2 = 0$ va $P = 1$. 13.11-rasm

Yassi qutblangan yorug‘likni tabiiy yorug‘likdan qutblagich yoki polya-rizatorlar deb ataluvchi asboblarda yordamida hosil kilinadi. Qutblagichga, ya’ni polyarizatorga misol qilib maxsus qirg‘ilgan turmalin kristalini ko‘rsatish mumkin. Hosil qilingan qutblangan yorug‘likni analizatorlar deb ataluvchi asboblarda yordamida tekshiriladi (13.11-rasm).

Ikki qutbllovchi asbobdan o‘tgan yorug‘lik intensivligi J , shu asboblarda tekisliklari orasidagi φ burchakning kosinusi kvadratiga proporsional bo‘ladi:

$$J = J_0 \cos^2 \varphi \quad (13.11)$$

(13.11) bu qonunni Malus qonuni deyiladi.

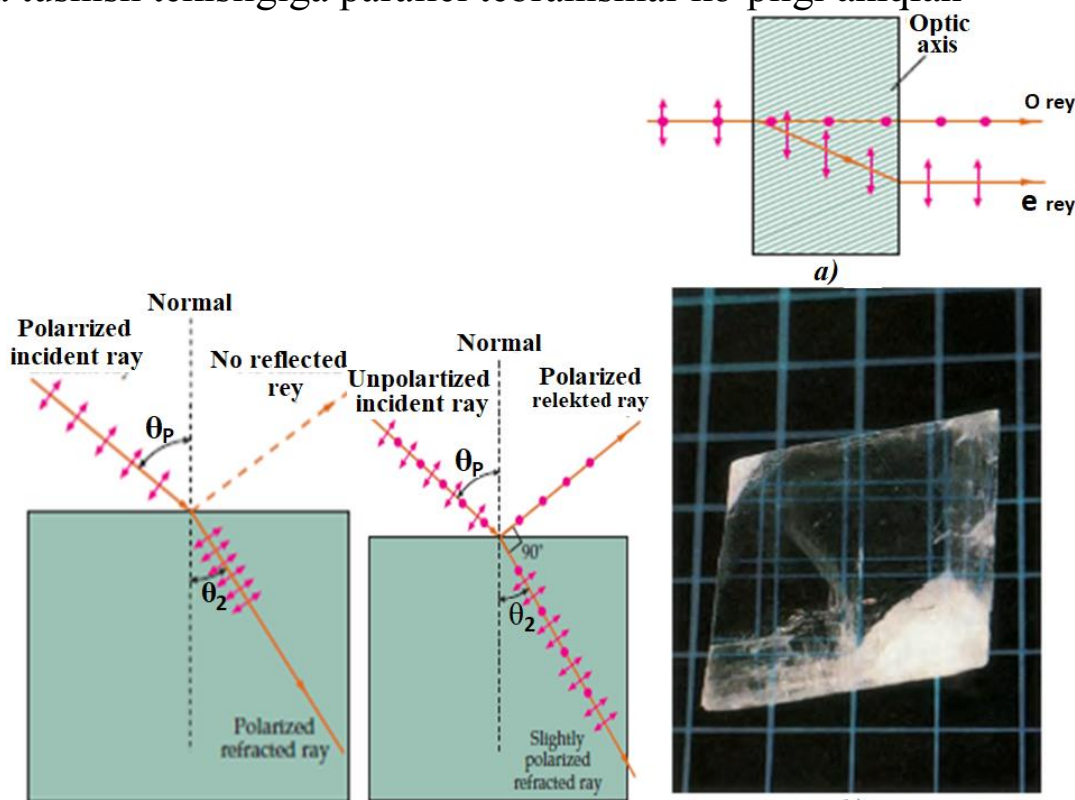
Tajribalar shuni ko‘rsatadiki, yorug‘lik qaytganda va singanda ham qutblanar ekan (rasm). Yorug‘lik qaytganda shunday α_{lim} burchak borki, uning uchun

$$tg \alpha_{lim} = n_{21} \quad (13.12)$$

bajarilsa, qaytgan yorug‘lik O‘ta qutblangan bo‘ladi. Bu ifodada n_{21}, n_{12} ikki muhitning nisbiy sindirish ko‘rsatkichlari. Bu qonunni Bryuster qonuni deyiladi. To‘liq qutblanish α_{lim} burchagida qaytgan va singan nurlar o‘zaro to‘g‘ri burchak tashkil etadilar (13.12-rasm). Bryuster qonuni elektr tokini o‘tkazuvchi metallardan yorug‘lik nur qaytganda bajarilmaydi. Bu qonun yorug‘lik dielektrlardan qaytgandagina bajariladi. Bazi bir kristallarda yorug‘likning ikkilanib sinish hodisasi yuz beradi. Singan nurlarning biri o‘ddiy ya’ni sinish qonuniga bo‘ysinadi, ikkinchisi esa g‘ayrioddiy nur deb yuritiladi (13.12 a-rasm). Bu nurlar kristallda har xil yo‘nalishda qutblanadi.

Tabiiy yorug‘lik nuri ikki dielektrik chegarasiga tushayotgan bo‘lsin (masalan, havodan shishaga). Bunda nurning bir qismi qaytadi, bir qismi sinadi. Tajribalar qaytgan va singan nurlar qisman

qutblanganligini ko'rsatadi. Qaytgan nurda tushish tekisligiga perpendikulyar yo'nalishdagi tebranishlar ko'proq ekanligiga singan nurda tushish tekisligiga parallel tebranishlar ko'pligi aniqlan-



13.12 rasm

gan. qutblanish darajasi nurning tushish burchagiga va sindirish ko'rsatkichiga bog'liq. Shotlandiyalik olim Bryusterning aniqlashicha

$$tg\theta_B = n_{21} \quad (13.13)$$

munosabatdan topiladigan θ_B burchaklarda qaytgan nur yassi (to'la), singan nur esa maksimal (O'ta bo'lmasa qam) qutblangan bo'lar ekan.

Yorug'lik Bryuster burchagi ostida tushganda qaytgan va singan nurlar o'zaro perpendikulyar bo'ladi. Singan nurning qutblanish darajasini har safar Bryuster burchagi ostida tushirib oshirish mumkin.

Tabiatda nur chiqish xodisalari juda ko'pdir. Nurlanish kimyoviy reaksiya natijasida, gazlardan elektr toki o'tish jarayonida, qattiq jismlarni tezlatilgan elektronlar dastasi bilan bombardimon qilinganda va nihoyat jismlar haroratini ko'targanimizda hosil bo'ladi.

Nurlanishning eng ko'p tarqalgan turi - jismlarni qizdirishda paydo bo'ladi-gan nurlanishdir. Bu issiqlik nurlanishi deb ataladi. Issiqlik nurlanishi ixtiyoriy haroratda vujudga kelib, past haroratlarda infraqizil nur ko'rinishida, yuqori haroratlarda qizqish, zarg'aldoq va oq yoruqlik nurlar ko'rinishida namoyon bo'ladi.

Issiqlik nurlanishi jarayoni jismning harorati bilan muvozanat holatda sodir bo‘ladi. Bu qolda, jismning harorati ortishi bilan, uning nurlanish jadalligi ham ortib boradi. Muvozanatda bo‘lgan holat va jarayonlarga termodinamika qonunlarini qo‘llash mumkin.

Issiqlik nurlanishini tavsiflash uchun ba'zi kattaliklarni aniqlab olamiz.

Nurlanayotgan jismning birlik sirtidan barcha yo‘nalishlar bo‘ylab chiqayotgan energiya oqimi jismning energiyaviy yorituvchanligi R_e deb ataladi.

Biror sirtga nurlanish oqimi tushganda bu nurlanishning bir qismi sirtidan qaytadi, bir qismi sinib o‘tib ketadi va qolgan qismi jismda yutiladi.

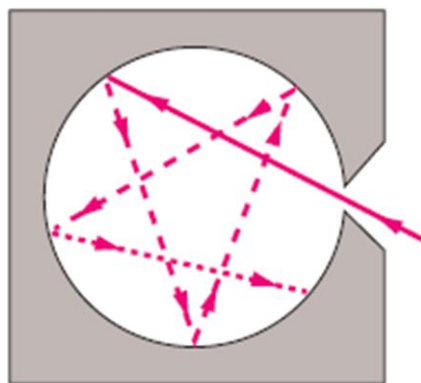
Demak tushuvchi nurlanish oqimi qar uchchala oqimlar yig‘indisidan iboratdir:

$$\Phi_o = \Phi_q + \Phi_y + \Phi_c$$

Oddiy o‘zgarishlarni bajarsak quyidagi ifodaga ega bo‘lamiz

$$I = \frac{\Phi_q}{\Phi_o} + \frac{\Phi_y}{\Phi_o} + \frac{\Phi_c}{\Phi_o}$$

Буерда $\rho = \frac{\Phi_q}{\Phi_o}$ - jismning nur qaytarish koeffitsienti, $a = \frac{\Phi_y}{\Phi_o}$ - nur yutish koeffitsienti va $D = \frac{\Phi_c}{\Phi_o}$ - nur o‘tkazish koeffitsienti deb ataladi.



13.13 rasm

Shaffof jismlarda, bu koeffitsientlarning yiqindisi 1 ga teng bo‘ladi

$$\rho + a + D = 1 \quad (13.14)$$

Agarda jism nur o‘tkazmasa $D = 0$,

$$\rho + a = 1$$

ga teng bo‘ladi. Agarda jismning yutish koeffitsienti ham nolga teng bo‘lsa, yani $a = 0$, uqolda $\rho = 1$ teng bo‘lib, jism absolyut oq jism deb ataladi va tushuvchi nurlanishning barchasini qaytaradi.

Agarda $a = 1$ shart bajarilsa, bunday jism absolyut qora jism deb ataladi. Uning mdeli 1-rasmda berilgan. Tabiatda qora kuya, qora barxat va platina qorasini absolyut qora jism deyish mumkin.

Agarda, ρ birdan kichik bo‘lib, uning nur yutish qobiliyati hamma chastotalar uchun bir xil bo‘lsa ($a = const$), bunday jism kulrang jism deb ataladi.

Tajribadan ma'lum bo‘lishicha, jismlarning nur chiqarish qobiliyati (r) jismning temperaturasiga va nurlanish chastotasiga bog‘liqdir. Nur chiqarish qobiliyati ma'lum bo‘lgan qolda energiyaviy yorituvchanlikni hisoblash mumkin.

Hamma jismlar uchun chastota va haroratning universal funktsiyasidir. Ixtiyoriy jismning nur chiqarish va nur yutish qobiliyatlari o‘rtasida aniq bog‘lanish Kirxgof qonuni deb ataladi: nur chiqarish va yutish qobiliyatlarining o‘zaro nisbati jismlarning tabiatiga boqliq bo‘lmay,

$$\frac{r_{\omega T}}{a_{\omega T}} = f(\omega, T) \quad (13.15)$$

Absolyut qora jismda $a_{\omega T} = 1$ bo‘lgani uchun

$$r_{\omega T} = f(\omega, T) \quad (13.16)$$

tenglikka ega bo‘lamiz.

Demak, Kirxgoffning universal funktsiyasi absolyut qora jismning nur chiqarish qobiliyatining o‘zidir.

$f(\omega, T)$, funktsiyaning ko‘rinishini nazariy keltirib chiqarish juda murakkab masaladir.

Stefan (1879 y.) tajriba natijalarini taxlil qilib, istalgan jismning energiyaviy yorituvchanligi absolyut haroratning to‘rtinchi darajasiga proporsional degan xulosaga keldi.

Bo‘ltsman bu ishlarni davom etdirib, termodinamik muloxazalarga tayanib, absolyut qora jismning energiyaviy yorituvchanligi uchun quyidagi ifodani keltirib chiqardi

$$R_e = \int_0^{\infty} f(\omega, T) d\omega = \sigma T^2 \quad (13.17)$$

Bu ifoda Stefan-Bo‘ltsman qonuni, $\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8} \text{Vt}/(\text{m}^2 \text{grad}^4)$ esa, Stefan-Bo‘ltsman doimiysi deb ataladi.

Stefan-Bo‘ltsman qonuni energiyaviy yorituvchanlikni haroratga bog‘liqligini ko‘rsatish bilan, spektral taqsimot funktsiyasini ham aniqlash imkonini beradi.

O‘z navbatida Vin elektromagnit nazariya qonunlaridan foydalanib, taqsimot funktsiyasi uchun quyidagi ifodani taklif etdi:

$$f(\omega, T) = \omega^3 f\left(\frac{\omega}{T}\right) \quad (13.18)$$

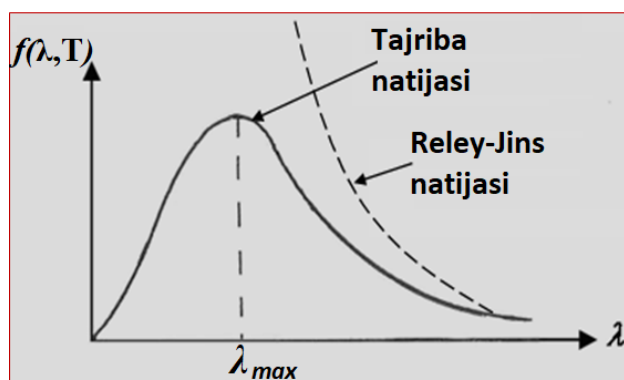
Bu erda $f\left(\frac{\omega}{T}\right)$ -chastotani haroratga nisbatining noma'lum funktsiyasidir.

Nurlanish spektri maksimumining to'liq uzunligini absolyut temperaturaga ko'paytmasi doimiy kattalikdir

$$\lambda_m \cdot T = b \quad (13.19)$$

va bu ifoda Vinning siljish qonuni deb ataladi. Bu erda $b = 2,9 \cdot 10^{-3} m \cdot K$

Reley va Jins energiyaning erkinlik darajasi bo'yicha teng taqsimlanishini qisobga olib $f(\omega, T)$ funktsiyaning aniq ko'rinishini keltirib chiqardilar.



13.14 rasm

$$f(\omega, T) = \frac{\omega^2}{4\pi^2 c^2} kT \quad \text{yoki} \quad f(\omega, T) = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} kT \quad (13.20)$$

Reley – Djins ifodasi faqat katta to'liq uzunliklarida tajriba natijalari bilan mos keladi, kichik to'liq uzunliklar uchun mutlaqo zid natijaga olib keladi (36 - rasm). Uzluksiz chiziqlar absolyut qora jismning tajribada olingan nurlanish spektri natijalarini, uzoq-uzoq chiziqlar Reley – Jins ifodasining hisob natijalarini bildiradi

$$R_e = \frac{2\pi kT}{c^2} \int_0^{\infty} \nu^2 d\nu = \infty$$

$f(\omega, T) = \frac{\omega^2}{4\pi^2 c^2} kT$ ifodani ω bo'yicha yechib, 0 dan ∞ oraliqda integrallab oraliqda integrallaganda energiyaviy yorituvchanlik qiymatini baholash mumkin.

M.Plank $f(\omega, T)$ funktsiyaning tajriba natijalariga mos keluvchi ifodasini keltirib chiqardi. U o'z nazariyasida klassik fizika qonunlariga

mos kelmaydigan ba'zi o'zgartirishlarni kiritdi, ya'ni elektromagnit nurlanish energiyasi portsiya (kvant) miqdorida tarqaladi va energiya kvanti quyidagiga teng deb hisobladi.

$$\varepsilon = h\nu = \hbar\omega \quad 13.21$$

Buerda h - Plank doimiysi deb ataladi.

$$\hbar = \frac{h}{2\pi} = \frac{6,67 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}}{6,28} = 1,054 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$$

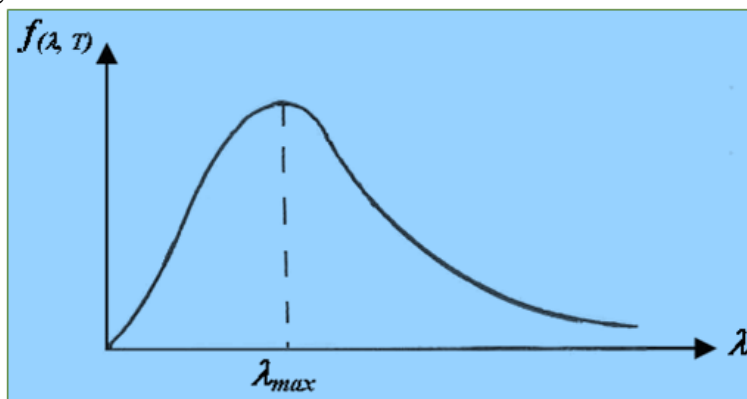
Absolyut qora jismning nurlanishi uchun, Plank ifodasi chastota yoki to'liqin uzunligiga bog'liq bo'lib, quyidagi tenglik bilan ifodalanadi:

$$f(\omega, T) = \frac{h\omega^3}{4\pi^2 c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\omega}{kT}} - 1} \quad \text{yoki} \quad f(\lambda, T) = \frac{4\pi^2 hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1} \quad (13.22)$$

Plank ifodasining hisob natijalari tajriba natijalari bilan katta aniqlikda bir-biriga mos keldi (13.14- rasm).

(13.22) – ifodadan Stefan-Bo'ltzman va Vin ifodalarini oson keltirib chiqarish mumkin.

Shunday qilib, Plank muvozanatli issiqlik nurlanishining tugallangan ifodasini nazariy keltirib chiqardi va bu kvant nazariyasining asoslaridan biri deb hisoblanadi.



13.15 rasm

13,15– rasm. Absolyut qora jism nurlanish spektrining Plank ifodasi

$$R_e = \int_0^{\infty} f(\omega, T) d\omega = \int_0^{\infty} f(\lambda, T) d\lambda = \int_0^{\infty} \frac{2\pi^5 k^4}{15h^3 c^2} = \sigma \cdot T^4 \quad (13.23)$$
$$\sigma = \frac{4\pi^5 k^4}{15h^3 c^2} \approx 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{Wt}{m^2 \cdot K^4}$$

Olisdan nur tarqatayotgan jismlarning yoki yuqori haroratli, qizigan, jismlarning haroratini oddiy usullar bilan o‘lchab bo‘lmaydi.

Bunday hollarda haroratni ularning nurlanish spektriga qarab aniqlash mumkin. Jismlarning nurlanishiga qarab ularning haroratini aniqlovchi usullarning barchasi optik pirometriya va o‘lchash asboblari esa, optik pirometrlar deb ataladi.

Ular ikki xil – radiatsiyaviy va optik pirometrlarga bo‘linadi. Radiatsiyaviy pirometrlarda qizdirilgan jismning 0 dan bo‘lgan chastota kengligida tarqalayotgan O‘ta issiqlik nurlanishi jamlanadi. Optik pirometrlarda nurlanish spektrining tegishli kichik qismini qabul qilish orqali jism harorati aniqlanadi.

1. Ma’lumki, jismlarga yorug‘lik nuri tushganda ular ko‘zga ko‘rinadilar. Bu yorug‘lik nurlarini yorug‘lik manbaalari sochadi. Qizigan metall va ko‘mir, gaz alangalarini yorug‘lik manbaalari sifatida qarash mumkin. Yorug‘lik elektr razryadlar jarayonida ham sochiladi, shuningdek ko‘p moddalar yorug‘lik, rentgen va boshqa nurlar ta’sirida lyuminessensiya sababli nurlanadilar.

Yorug‘lik chiqarish jarayonini o‘rganish shuni ko‘rsatdiki, yorug‘likni elementar manbaalari - atomlar, molekulalar va elektronlardir. Agar atom yoki molekulaga ma’lum energiya berilsa, u uyg‘ongan holatga bo‘ladi va bunday atom yoki molekula ma’lum chastotali yorug‘lik to‘lqinini chiqarish hususiyatiga ega bo‘lib qoladi. Atom yoki molekulani uyg‘onish darajasiga qarab u har xil chastotali yorug‘lik to‘lqinini chiqaradi. Shu sababli atom va molekulaning nur sochish sohasi infraqizil, ko‘zga ko‘rinadigan va ultrabinafsha sohada yotadi. Shuning uchun keng ma’noda yorug‘lik infraqizil, ko‘zga ko‘rinadigan va ultrabinafsha nurlar to‘plamidir. Bu nurlanishlarning tabiatini o‘rganadigan fanga optika deyiladi va nurlanishlar spektriga optik spektr deyiladi.

Optikaning rivojlanish jarayonida yorug‘lik tabiati haqida ikki qarama-qarshi nazariya vujudga kelgan. Birinchi nazariyaga ko‘ra, yorug‘lik tabiati to‘lqin xarakterga ega.

Yorug‘lik ta‘siridan moddadan elektronlar ajralib chiqishi fotoeffekt deb ataladi. Fotoeffekt hodisasi Gerts tomonidan kashf etilgan. Biroq uning hodisalari-ning har tamonlama chuqur o‘rgangan va qator qonuniyatlar ochgan olim rus fizigi A.G.Stoletovdir.

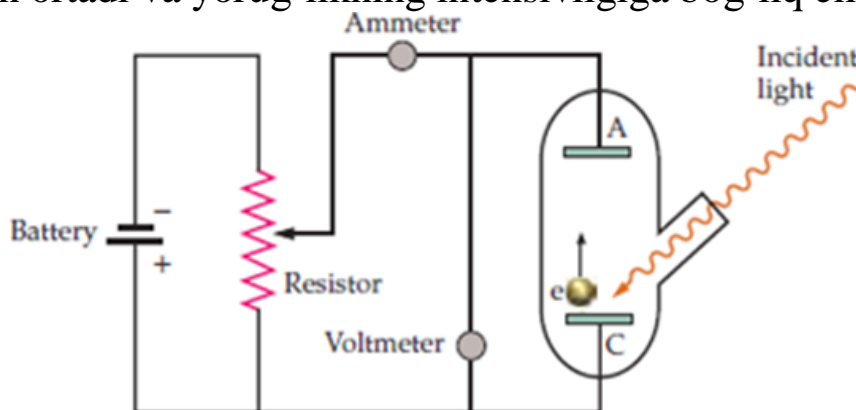
Fotoelementlarning quyidagi turlari mavjud: tashqi fotoeffektli fotoelement, ichki fotoeffektli fotoelement va bekituvchi qatlamli-ventilli fotoeffektli. Tashqi fotoeffekt asosida qurilmalar turli sohalarda keng qo‘llaniladi. Fotoeffektning yorug‘lik ta‘sirida paydo bo‘lishi bilanoq darhol vujudga kelish hususiyatida turli qurilmalar ishini avtomatik boshqarishda foydalaniladi. Bunda ishlatiladigan asboblarda foreller deyiladi.

Ichki fotoeffekt hodisasida ya‘ni, yorug‘lik ta‘sirida yarim o‘tkazgichning ichida elektronlarning qayta taqsimlanishi va buning natijasida o‘tkazgich qarshiligining o‘zgarishida va televideniya foydalaniladi. Yorug‘lik ta‘sirida o‘tadigan kimyoviy reaksiyalar fotokimyoviy reaksiya deyiladi. A.G.Stoletov tajribasida to‘rsimon metall *A* anod va *K* metall katod olinib, shu to‘r orqali fotokatodga yorug‘lik tushirilganda zanjirda elektr toki kuzatiladi. Eynshteyn esa fotoeffekt qonunlarini quyidagi rasmda berilgan tajribalar natijasida aniqladi.

Tajribalar natijasida quyidagicha qonuniyatlar o‘rgatilgan.

-Manoxromatik yorug‘lik ta‘sirida yuzaga kelgan to‘yinish tokining kuchi fotokatod tushayotga yorug‘likning intensivligiga to‘g‘ri proporsional.

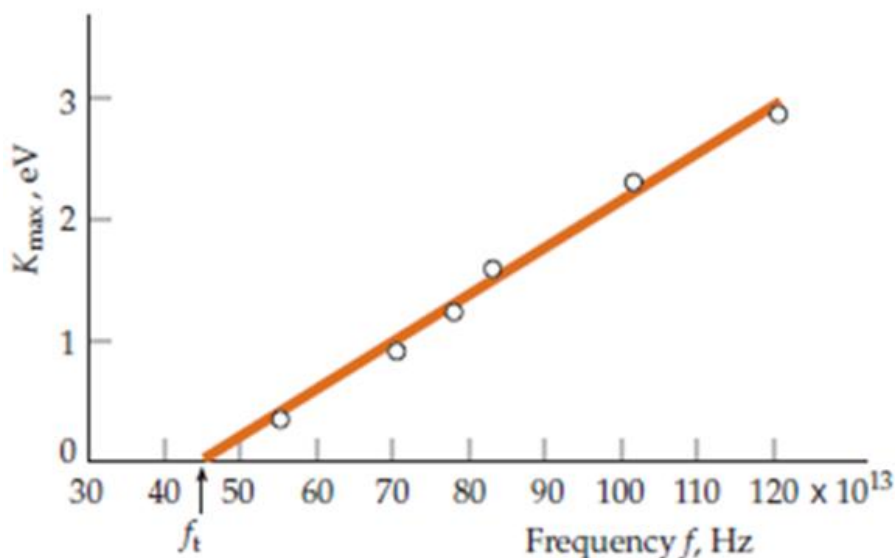
Fotoeffektlarning tezligi fotokatodga tushayotgan yorug‘lik chastotasi ortishi bilan ortadi va yorug‘likning intensivligiga bog‘liq emas.



13.16 rasm

Har bir modda uchun mutlaqo aniq chegaraviy to‘lqin uzunligi borki, fotoeffekt faqat undan faqat qisqa to‘lqin uzunliklarigi (yoki

chastotasida)gina kuzatiladi (13.16 rasm). Bu chegaraviy to‘lqin uzunligi fotoeffektning qizil chegarasi deyiladi.



13.17 rasm

-Fotoeffekt yorug‘lik tushga ondayoq yuzaga keladi, ya’ni u inersiyasiz hodisadir. Eynshteyn fotoeffekt hodi-sasida elektromagnit to‘lqinlarning ulushi- porsiyasidan iborat, degan g‘oyaning, ya’ni yorug‘likning kvant nazariyasining isbotini ko‘rdi. Yorug‘likning kvant nazariyasiga binoan:

$$E = h\nu \quad (13.24)$$

Bu tasavvurga asoslanib, Eynshteyn fotoeffekti hodisaschiga talluqli quyidagi saqlanish qonunini topdi.

$$\varepsilon = A + W_k = A + \frac{m_e v_e^2}{2} \quad (13.25)$$

A-elektronning metaldan chiqish ishi m_e -elektron massasi v_e -tezligi. Fotoeffekt uchun

$$\varepsilon = \frac{m_e v_e^2}{2} + h\nu \quad (13.26)$$

Eynshteyn tenglamasi. Elektronlarning moddadan chiqish ishi A va uchib chiqqan elektronlarning $W_k = \frac{m_e v_e^2}{2}$ kinetik energiyasi. Yorug‘lik kvantlarining Energiyasi $E = h\nu$. Fotonning Energiyasi uning massasiga proporsional:

$$E = m_f \cdot c^2$$

Fotonning impulsi $p_f = m_f c$

Gamma-kvantlar muhit atomlaridagi bog‘langan elektronlar bilan ta’sirlash-ganda unga o‘zining hamma energiyasini berib yutilishi va

elektronni urib chiqarishsa bu jarayonga fotoeffekt deb ataladi. erkin elektronlarda fotoeffekt hodisasi yuz berishi mumkin emas, chunki bu holda energiya va impuls saqlanish qonunlari bajarilmaydi.

Haqiqatdan ham fotoeffekt erkin elektronlarda bo‘lishi uchun foton va elektronlar energiya va impulslari o‘zaro teng bo‘lishi kerak.

$$E_V = m_e \cdot c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \beta}} - 1 \right) \quad (13.27)$$

$$\frac{E_r}{c} = \frac{m_e c \beta}{\sqrt{1 - \beta}} \quad (13.28)$$

(13.27) va (13.28) ifodalardan

$$\frac{E_r}{m_e c^2} : \frac{1}{\sqrt{1 - \beta}} - 1 = \frac{\beta}{\sqrt{1 - \beta^2}}$$

yoki $1 - \sqrt{1 - \beta^2} = \beta, 1 - \beta = \sqrt{1 - \beta^2} \Rightarrow 1 - \beta^2 = 1 - \beta^2$

bu tenglama β ning $\beta = 0; \beta = 1$ qiymatlarida o‘rinli bo‘ladi. $\beta = 0$ da $E_V = T_e = 0$ bo‘ladi. $\beta = 1$ da esa massasi $m \neq 0$ zarra uchun $\beta = 1$ ga erishish mumkin va demak, ma'noga ega bo‘lmasa, fotoeffekt hodisasi kuzatilmaydi.

Shunday qilib, fotoeffekt bo‘lishi uchun elektronning atomda bog‘langan bo‘lishi, foton energiyasining bir qismi elektronga berilishi lozim. Bu berilgan energiyaning bir qismi elektronning atom bilan bog‘lanish energiyasini yengishga va qolgan qismi uning kinetik energiyasi sifatida namoyon bo‘ladi.

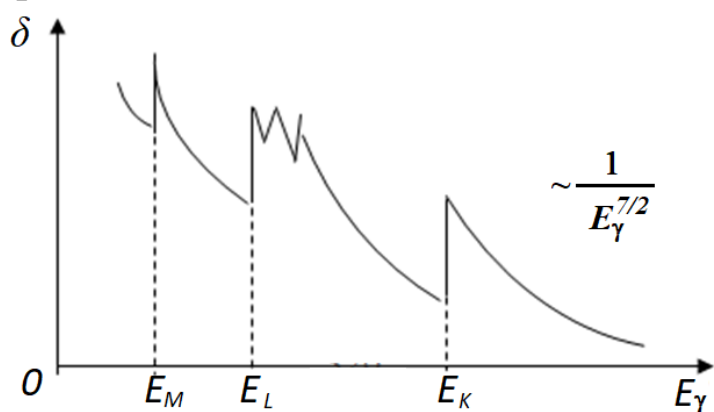
$$E_e = E_r - E_i \quad (13.29)$$

bu yerda E - gamma kvant energiyasi, E_i - elektronning i qobiqdagi bog‘lanish energiyasini ko‘rsatuvchi ionizatsiya potentsiali. E_i - fotoelektronning kinetik energiyasi. Fotoeffekt hosil bo‘lishi uchun gamma-kvant energiyasi elektronning atomdagi bog‘lanish energiyasidan katta bo‘lishi kerak $E_r > E_i$. Ko‘rinib turibdiki, $E_r < E_i$ bo‘lsa gamma-kvant qobiqdagi elektronni urib chiqara olmaydi. U holda fotoeffekt L, M va boshqa qobiqdagi elektronlarda $E_r < E_L$ bo‘lsa, M, N qobiqdagi elektronlardagina yuz berishi mumkin.

Fotoeffekt jarayoni ichki K, L va boshqa qobiqdagi elektronlarda yuz berganda ichki qobiqdagi bo‘shagan o‘rinlarga yuqori qobiqdagi elektronlar o‘tganligi uchun fotoeffekt xarakteristik rentgen nurlarni hosil bo‘lishi bilan kuzatiladi. Og‘ir yadrolarda ichki qobiq energiyalari farqi hisobidan chiquvchi foton energiyasi chet qobiqdan elektron

bogʻlanishi energiyasidan katta boʻlishi va bu foton chet qobiqdan boʻsh bogʻlangan elektronni atomdan chiqarib yuborishi mumkin. Chiqqan elektronga Oje elektronlari deb ataladi. Oje elektronlari energiya spektrlari diskret boʻladi.

Fotoeffekt yuz berish ehtimoliyati foton energiyasining elektronning atomda bogʻlanish energiyasiga yaqin qiymatlarda eng katta boʻladi. Foton energiyasi elektronning bogʻlanish energiyasidan oshib ketsa elektron atomda erkin boʻlganga oʻxshab qoladi. Shuning uchun fotoeffekt ehtimolligi kamayib ketadi, bogʻlanish energiyasi qancha katta boʻlsa, fotoeffekt hodisasi shuncha katta boʻladi. Turli



13.18 rasm

qobiqdagi elektronlarning bogʻlanish energiyasi har xil boʻlgani uchun bu elektronlarda fotoeffekt boʻlish ehtimolligi, yaʼni fotoeffekt kesimi ham keskin oʻzgaradi. Gamma-kvant energiyasiga fotoeffekt kesimining bogʻliqlik grafigi 13.18-rasmدا koʻrsatilgan.

Fotoeffekt effektiv kesimi fotonning yuqori energiyalarida $1/E_\gamma$ ga mutanosib kamaysa, E_γ qiymati K qobiqdagi elektronning ionizatsiya potensiali E_K ga yaqin qiymatlarda esa $\sigma_f \sim 1/E^{7/2}$ tartibda kamayadi. Foton energiyasi oshishi bilan fotoeffekt kesimi σ_f kamayib borib, $E_\gamma = E_K$ qiymatida keskin kamayadi, chunki foton energiyasi $E_\gamma < E_K$ boʻlganda K qobiqdan elektron chiqa olmaydi. Xuddi shuningdek, fotoeffekt kesimi yana E_γ kamayishi bilan oshib boradi va L, M qobiqlarda ham keskin sakrashlar kuzatiladi.

Qaralayotgan atomda fotoeffektning eng katta hisyasi bogʻlanish energiyasi E_K/E_γ katta boʻlgan K qobiqqa toʻgʻri keladi. L, M va boshqa qobiq elektronlarida ancha kichik. Hisoblardan

$$\frac{\sigma_L}{\sigma_K} \approx \frac{1}{5} : \text{va} \quad \frac{\sigma_M}{\sigma_L} \approx \frac{1}{4} : \text{yani} \quad \frac{\sigma_M}{\sigma_K} \approx \frac{1}{20}$$

Fotoeffekt ehtimolligi elektronlarning atomda bogʻlanish energiyasiga bogʻliqligi-dan atom zaryadi oʻzgarishiga kuchli bogʻliq boʻladi

$\sigma_f \approx Z^5$. Shunday qilib, fotoeffekt kesimi muhit zaryadi va foton energiyasiga $\sigma_f \approx \frac{Z^2}{E_\gamma} (E_\gamma \gg E_K)$ va

$$\sigma_f \approx \frac{Z^2}{E^2}; \quad (E_\gamma > E_K) \quad (13.29)$$

bog'liqligi kelib chiqadi. (13.29) dan ko'rinadiki, fotoeffekt asosan og'ir yadrolarda ro'y berishligi, yengil yadrolarda esa gamma-kvant energiyasining kichik qiymatlari-dagina kuzatiladi. Kvant mexanikasi nazariyasi asosida K-qobiq-dagi elektronlar uchun chiqarilgan fotoeffekt kesimi formulasi E_γ kichik energiyalarida

$$(y_f)_k = 1,09 \cdot 10^{-16} Z^5 \left[\frac{13,61}{E_\gamma} eV \right]^{\frac{7}{2}} cm^2 \quad (13.30)$$

$E_\gamma \gg m_e c^2$

yani katta energiyalarda

$$(y_f)_k = 1,34 \cdot 10^{-33} \left[\frac{Z^2}{E_\gamma} MeV \right] cm^2 \quad (13.31)$$

Metallarda erkin elektronlar mavjud bo'lgani uchun ularda kuzatiladigan fotoeffekt hodisasi yuqorida ko'rilgan fotoeffekt jarayonlaridan farqlanadi. Metallar uchun (13.29) formula quyidagicha yoziladi:

$$E_e = E_\gamma = E_i \quad (13.32)$$

bu yerda E_i —elektronning metallardan chiqish ishiga teng. (13.32) tenglamaga Eynshteyn tenglamasi deb ham ataladi. Metallardagi erkin elektronlar uchun $E_i = 1$ bo'lgani uchun

$$E_e = E_\gamma - A_r \quad (13.33)$$

Demak, gamma-kvant energiyasi $E_\gamma > A_r$ dan boshlab fotoeffekt jarayon yuz berishi boshlanadi. $E_e = 0$ da $E_\gamma = A_r$ fotoeffekt jarayonning bo'lish chegaraviy energiyasini bildiradi. Bu energiyaga mos keluvchi gamma-kvant to'lqin uzunligi fotoeffektning qizil chegarasi deb ataladi va quyidagicha aniqlanadi.

$$A_r = E_\gamma = h\nu_0 = \frac{hc}{\lambda} \quad va \quad \lambda_0 = \frac{hc}{A_r} \quad (13.34)$$

Shunday qilib, metallardan elektronlarning chiqish ishini aniqlab, fotoeffektning ko'rilayotgan metall uchun qizil chegarasini topish mumkin.

Fotoeffekt jarayonida hosil bo'lgan fotoelektronlar energiyasi gamma-kvantlarning intensivligiga bog'liq bo'lmay, uning energiyasiga bog'liq. Fotoelektronlar hosil qilgan fototok qiymati gamma-kvantlar intensivligiga mutanosib ravishda o'zgaradi.

Tayanch iboralar: interferensiya, difraksiya, issiqlik nurlanishi, jismlarning nur chiqarish va nur yutish qobiliyatlari, absolyut qora jism, Kirxgof qonuni, absolyut qora jismning nurlanish qonunlari, Stefan-Bo'lsman qonuni, Vinning siljish qonuni, Plank gipotezasi, Plank doimiysi, Plank formulasi, Fotoeffekt, Gerts tajribasi, Ichki va tashqi fotoeffekt, Stoletov tajribasi, fotoeffekt qonunlari, fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasi.

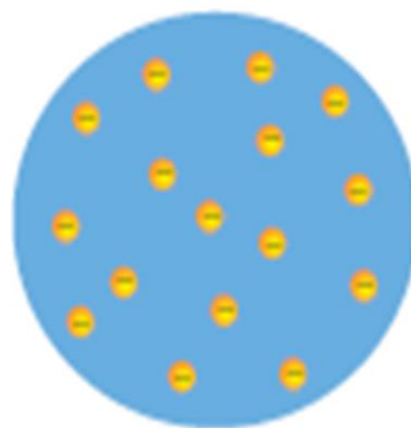
Nazorat savollari.

1. Yorug'likning yutilishi qanday sodir bo'ladi?
2. Yorug'likning qutblanishi qanday hodisa?
3. Yorug'likning qaytishida va sinishida qutblanishi qanday yuz beradi?
4. Yoruqlikning interferentsiyasi qanday yuz beradi?
5. Interferentsion manzarada to'lqinlarning yo'llar farqi qanday shart asosida aniqlanadi?
6. Yoruqlik difraksiyasi qanday yuz beradi?
7. Frenel zonasi deganda nimani tushunasiz? Fraungofer difraksiyasi qanday hollarda sodir bo'ladi?
8. Difraksiyaning maksimum va minimum sharti qanday?
9. Ko'p tirqishli difraksiya nima?. Difraksion panjarachi?
10. Plank gipotezasini izohlang.
11. Foton nima?
12. Foton Energiyasi qanday aniqlanadi?.
13. Eynshteyn yaratgan yorug'likning kvant nazariyasiqanday nurlanishlar uchun o'rinli?
14. Reley—Jins qonuni nima haqida?
15. Plank formulasidan qanday qilib absolyut qora jism uchun nurlanish qonunlarini chiqarish mumkin?
16. Issiqlik nurlanishi qanday sodir bo'ladi?
17. Jismlarning nur chiqarish va nur yutish qobiliyatlari deganda nimani tushunasiz?.
18. Fotoeffekt qanday jarayon?
19. Fotoelementlarning qanday turlari mavjud?
20. $e = A + W_k = A + \frac{m_e v_e^2}{2}$ qanday formula?
21. Stefan- Bo'lsman qonuni tushuntiring.
22. Fotoeffekt hosil bo'lishi tushayotgan yorug'lik intensivligiga bog'liqmi?
23. Fotoeffekt hosil bo'lishi tushayotgan yorug'lik energiyasiga bog'liqmi?

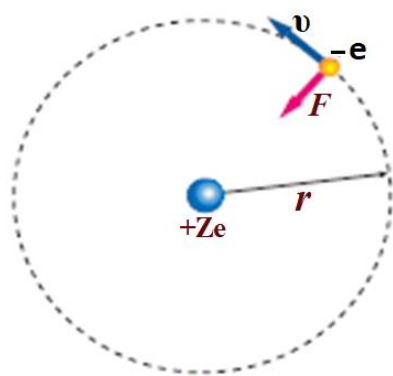
11-BOB

§14. Atom fizikasi. Atom tuzilishining planetar modeli. Atom nurlanish spektrlaridagi qonuniyatlar. Bor postulotlari. Vodorod atomining Bor taklif etgan modeli. Pauli prinsipi. Bor nazariyasi. Atom yadrosining tuzilishi. Radiofaollik

Hozirgi zamon atom fanining, texnikaning va energetikaning ulkan yutuqlari – atom va yadro fizikasining intensiv rivoshlanishi natijasidir. Hozirgi zamon atom va yadro fizikasi modda tuzilishi haqidagi ta’limotning negizi hisoblanadi. Bundan tashqari, nafaqat modda (gazlar, suyuqliklar va qattiq jismlar), balki materiyaning boshqa turlari ham atomistik tabiatga ega. Shuning bilan bir qatorda materiya harakati ham atomistik qonunlar bilan aniqlanadi.



14.1 rasm



$$F = \frac{kZe^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

14.2 rasm

Aytilganlardan, materiya tuzilishi va harakati haqidagi atomistik ta’limot hozirgi zamon fizikasida hukmron ta’limotdir, degan hulosasi kelib chiqadi.

Atom va yadro fizikasi mikro dunyo (kvant) fizikasining boshlanishi desak ham bo’ladi. Shu tufayli atom fizikasi – atom va u bilan bog’liq hodisalar fizikasini o’rganuvchi fan ekan.

J.J. Tomson 1897 yil 29 aprelda elektronni kashf etdi. 1904 yili esa u o’zining atom modelini tavsiya etdi, bunga ko’ra atom o’lchami $R = 10^{-8}$ cm bo’lgan musbat va manfiy zaryadlarga aralash neytral shar deb (14.1-rasm), atom nurlanishini kvazielastik kuchlarga ko’ra tebranishi tufayli deb qaradi. Atomdagi zaryadlarning taqsimlanishi xarakterini o’rganish maqsadida E. Rezerford va uning xodimlari α -zarrachalar-ning moddalarda sochilishini o’rganishdilar. Tajriba natijasida α -zarralar o’zining dastlabki yo’nalishini turli burchak ostida o’zgartirgan. Ba’zilari juda

katta (deyarli 180° gacha) burchakka sochilgan. Olingan natijalarga asosan Rezerford atom ichida juda kichik hajmga toʻplangan va katta massaga tegishli kuchli musbat elektr maydon (yadro) mavjud boʻlgandagina β-zarralar shunday katta burchakka sochilishi mumkin, degan xulosaga keladi va 1911 yili oʻzining planetar modelini yaratdi (14.2-rasm). Bu modelga koʻra elektronlar yadro atrofida joylashadi. Elektronlar soni esa shundayki, ularning yigʻindi manfiy zaryadi yadroning musbat zaryadini neytrallab turadi. Atomning bunday yadroviy modeliga koʻra uning deyarli butun massa kattaligi taxminan 10^{-12} cm ga teng boʻlgan atomning markazi yadrosida toʻplangan.

Rezerford α-zarralar sochilishini atom markaziy yadro zaryadi Ze ni α-zarraning zaryadi Z_0e ni nuqtaviy deb, ular orasidagi oʻzaro taʼsirlashuvni Kulon qonuni

$$F = \frac{Z_0 e Z e}{r^2}$$

ga boʻysunadi deb hisobladi, bunda r -zaryadlar orasidagi masofa. Energiya va harakat miqdori momentining saqlanish qonuniga koʻra sochilish uchun quyidagi formulani yaratdi:

$$dN(\vartheta) = n_0 \frac{N_0 l}{16r^2} \left(\frac{2Ze^2}{\frac{1}{2} m_0 v_0^2} \right)^2 \frac{d\Omega}{\sin^4 \frac{\vartheta}{2}} \quad (14.1)$$

Bu yerda: dN -sochilish nuqtasidan r -masofada $d\Omega$ -jismoniy burchakka toʻgʻri kelgan va ϑ burchak ostida sochilgan β-zarralar soni; ϑ - β-zarraning sochilishdan oldingi va keyingi yoʻnalishi oʻrtasidagi burchak; N_0 -sochuvchi yaproqchaga tushayotgan dastadagi β-zarralar soni; l -sochuvchi yaproqcha qalinligi; n_0 -sochuvchi moddaning 1 cm^3 dagi yadrolar soni; m_0, v_0 -mos ravishda zarraning massasi va boshlangʻich tezligi. (14.1) formuladan

$$\frac{dN}{d\Omega} \sin^2 \frac{\vartheta}{2} \quad (14.2)$$

Tajribalar (14.2) formulaning toʻgʻri ekanligini tasdiqladi, yaʼni β-zarralar moddadan oʻtayotganda ogʻir zaryadli zarralardan Kulon kuchi taʼsirida sochilishligini, hamda β-zarralar bilan sochuvchi yadro orasidagi masofa 10^{-12} sm boʻlganga qadar toʻgʻri ekanligini tasdiqlaydi.

Rezerford taklif etgan atomning planetar modeli atomning barqarorligini, spektrning diskretligini tushuntira olmaydi. Chunki, atom qobig'ida elektron yadro atrofida aylanib turar ekan, zaryadli zarra elektrodinamika qonunlariga ko'ra o'z energiyalarini nurlab borishligi lozim edi va nihoyat elektron yadroga qulab tushishligi kerak.

Yuzaga kelgan qarama-qarshiliklarni bartaraf qilish uchun Daniyalik olim N.Bor 1913 yilda o'zining yangi, atomda bo'ladigan jarayonlarning kvant nazariyasini taklif qildi. U atomda Plank doimiysiga $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-27} \text{ erg} \cdot \text{s}$ karrali bo'lgan aniq harakat miqdori momentiga ega bo'lgan statsionar elektron qobiqlarning mavjudligini postulat ko'rinishida bayon qildi.

$$m_e x r = n \hbar$$

m_e - elektron massasi, x -elektron tezligi, r - orbita radiusi, n - butun son.

Har bir qobiq yadrodan (Z -yadro zaryadi) aniq masofada

$$r_n = \frac{n^2 \hbar^2}{Z m_e e^2}$$

joylashgan va atomning qat'iy aniqlangan energetik holatini xarakterlaydi.

$$E_n = \frac{Z^2 e^4 m_e}{2 \hbar^2} \left(\frac{1}{n^2} \right)$$

Eng kichik o'lchamli K -qobiqqa energiyaning eng kichik qiymati hosil bo'lib, ulardan keyingi qobiqlar – L , M va boshqalar hisoblanadi. Bu qobiqlar bo'yicha elektronlar harakat qilganda atom turg'un holatda bo'ladi. Nurlanishning atom tomonidan yutilishi yoki chiqarilishi elektron bir qobiqdan ikkinchi qobiqqa o'tganida yuz beradi, bu vaqtda nurlanish chastotasi bir holatdan – keyingi holatga o'tishdagi energiya farqiga bog'liq bo'ladi.

$$\Delta E = h \nu$$

Borning ushbu tushunchalarini inobatga olib, qilgan oddiy hisoblashlari unga nazariy yo'l bilan spektral qonuniyatlar va Ridberg doimiysini olishga imkon berdi. Yadroning umumiy og'irlik markazi atrofida aylanishi hisobga olindi, Aylanma qobiqlar ularning tekislikdagi aniq holatini ifodalovchi elliptik qobiqlar bilan almashtirilib, nazariya yanada boyitildi. Bularning hammasi optik spektrlarni tushunishga olib keldi. Xususan, oddiy Zeeman effektini tushuntirishga imkon tug'dirdi. Bor g'oyatda muhim bo'lgan mashhur postulatlarini yaratishi, kvant

fizikasi uchun muhim qadam bo‘ldi. U odatdagi klassik tasavvurlardan voz kechdi va bu bilan atom jarayonlarini to‘g‘ri tushintirishga olib keldi.

N.Bor o‘z postulatlarini bilan atom yadrosidagi jarayonlarni klassik tasavvurlashdan kvant tasavvurlashga asos soldi.

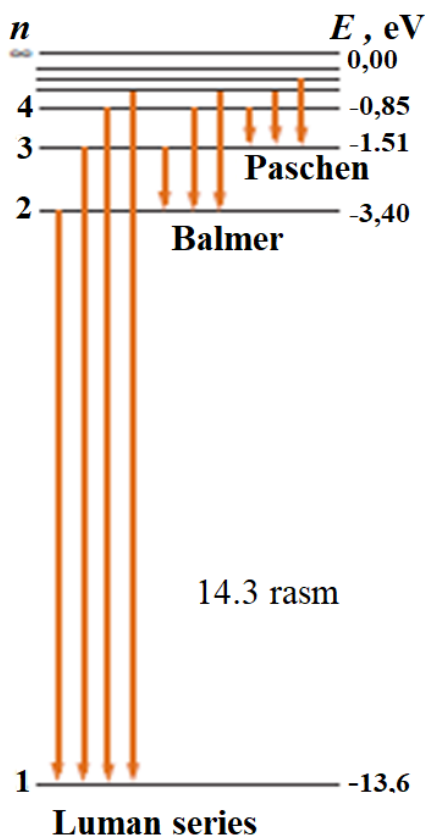
Atom tuzilishi birinchi modeli 1904-yilda nazariy yo‘l bilan Tomson tomomidan kashf qilingan. Uning hisoblashicha atomning radiusi - 1 Angstrom tartibida ekan.

1911-yilda Rezerford α -zarrachalar bilan o‘tkazilgan tajriba natijalariga asoslanib, Tomson modelining noto‘g‘ri ekanligini isbotladi. Rezerford modeliga asosan, atom markazida musbat yadro jpylashgan bo‘lib, bu yadroning atrofida, Quyosh atrofidagi planetalar kabi, manfiy zaryadlangan elektronlar aylanadi, atomning 99 % massasi yadroda jamlangan. Bu modelni atomning planetar modeli deb atalgan. Keyinroq bu modelning ham kamchiliklari borligi aniqlangan.

Bor Rezerford modeli kamchiliklarini hisobga olib, o‘zining uchta postulat-larini ta’rifladi.

1. Elektronlar yadro atrofida ma’lum statsionar orbitalarda aylanib, bu orbitalarga diskret Energiyalar to‘g‘ri keladi;

2. Atom yoki undagi elektronlar bir statsionar m-holatdan ikkinchi n- holatga o‘tganda o‘zidan nur chiqaradi yoki nur yutadi. Ushbu nurning chastotasi



14.3 rasm

$$\nu = \frac{E_m - E_n}{h} \quad (14.3)$$

shartdan topiladi.

3. Orbita bo‘ylab yadro atrofida harakatlanayotgan elektronning impuls momenti Plank doimiysiga karralidir:

$$M = mvr = n\hbar$$

bu yerda $n = 1, 2, 3, \dots$ - butun sonlar,
 $\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1,05 \cdot 10^{-27} \text{ erg} \cdot \text{s}$ - Plank doimiysi.

Bor o‘z postulatlarini eng oddiy atom sistemasi – vodorod atomi nazariyasini yaratish uchun qo‘llagan va uning asosida

$$r_o = \frac{4\pi e_o \hbar^2}{me^2} = 5,29 \cdot 10^{-11} m$$

bu kattalikdan – birinchi Bor orbitasining radiusi aniqlanadi.

XX asrning boshariga kelib J Perenning Broun harakatiga bagʻishlangan tajribalardan soʻng moddalarning atom tuzilishini toʻliq tasdiqladi, ikkinchi tomondan elektroliz, gazlarning qizishi, katod nurlari fotoeffekt va radioktivlikni tadqiq qilish atomlar ichida elektronlar mavjudligini yaʼni atomning tuzilishi murakkab ekanligini isbotlab atomning boʻlinmas deyilgan tasavvurlarga chek qoʻydi. Shu davrgacha faqat atomning oʻlchami $D \approx 10^{-10} m$ ekanligi va elektronning massasi vodorod atomi massasidan 1836 marta kichikligi maʼlum edi halos. Atomdagi zaryad va massa taqsimotini ingliz olimi E Reyzerford tekshirishga muvoffaq boʻlgan. Buning uchun u ogʻir elementlarning xususan oltin, mis va boshqa modda atomlarini β zarrachalar bilan bambardimon qildi β zarracha butunlay ionlashga geliy atomi (4_2He) dan massasi elektron massasidan 8000 marat katta boʻlib zaryadi musbat va absalyut qiymati (q_a) elektron zaryadidan ikki marta katta yaʼni

$$q_a = 2lg3,2 \cdot 10^{-19} C$$

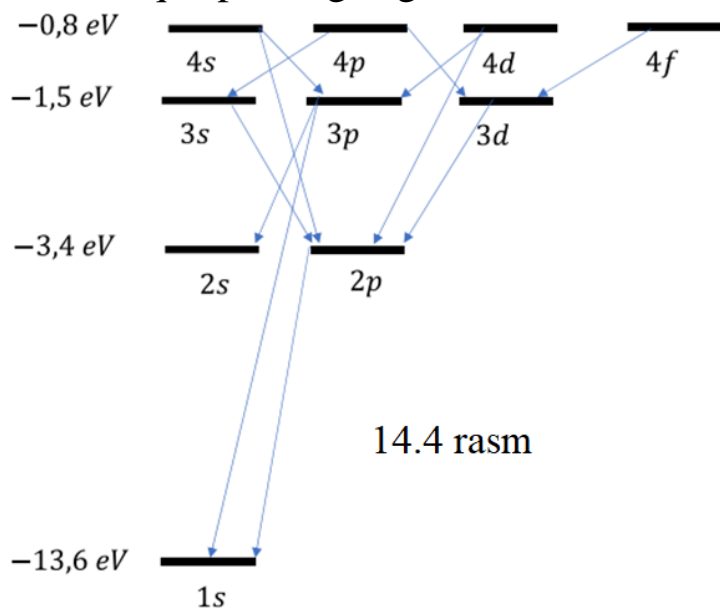
ga teng tezligi esa juda katta boʻlib $x_a = 2 \cdot 10^7 \frac{m}{c}$ ga teng.

Rezerford turli burchak ostida sochilgan α -zarrachalarning sanab atom yadrosi haqidagi gʻoyani ilgari surdi. Bu gʻoyaga asosan atomning massasi va zaryadi atomning markazida mujasamlashgan boʻlib, oʻlchami juda kichik. (Uning hisoblashicha yadroning oʻlchami atrofida ekan zaryadi $q_e q = Z \cdot e$ boʻlib, bunda e -elektron zaryadi, Z -maskur kimyoviy elementning Mendeleev davriy jadvalidagi tartib raqami).

Yorugʻlik nurlarining iziga spektr deyiladi. Yuqorida temperaturagacha qizdirilgan moddalardan chiqadigan nurlar moddaning turiga bogʻliq holda turli spektr beradi (14.3-rasm). Bunday spektrar nurlanish spektrari deiyiladi. Bu nurlanish spektrlari uch turga boʻlinadi:tutash (uzluksiz), chiziqli va polasasimon spektrlar.

1). Tutash spektrar. Bunday spektrarni Oʻta qizdiraman qattiq yoki suyuq jisimlardan chiqan nurlar hosil qiladi. Shuningdek yuqori bosim ostida boʻlgan gaz va bugʻlar nurlanishida ham tutash spektrar yuzaga keladi (Masalan quyosh nuri yuqori temperaturada boʻlgan plazmadan chiqqan nur tutash spektrardir).

2). Chiziqli spektrlar. Turli ravshanlikka ega bo'lgan va bir-biriga keng qora yo'llar bilan ajralgan rangli chiziqlardan iborat spektrlar chiziqli spektrlar deyiladi. Bunday spektrarning atom holida bo'lgan gazsimon moddalar hosil qiladi. Har bir atom ma'lum qiymatli to'lqin uzunligiga mos nur chiqaradi. Demak har bir himyaviy element o'ziga xos chiziqli spektorga ega.

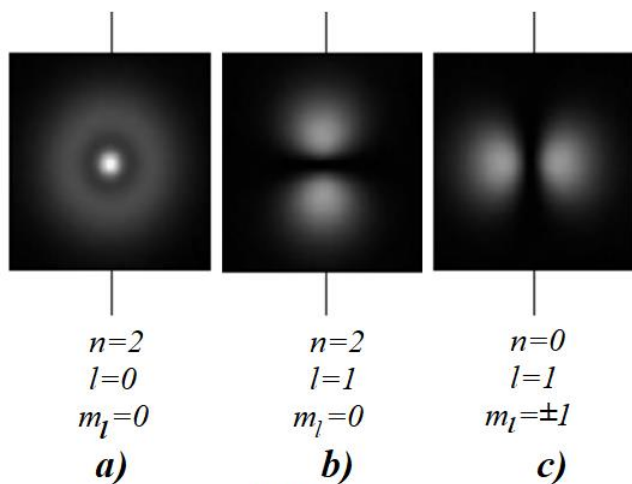


14.4 rasm

3). Polosasimon (yo'l-yo'l) spektrlar. Bunday spektrlar bir-biridan qora oraliqlar bilan ajralgan ayrim yo'llar polosalaridan iborat. Polosasimon spektrlardan gaz malekulalarining nurlanish xosil qiladi. Agar tutash spektrlar hosil qiladigan nur atom yoki malekulalar uyg'onmagan moddada bo'tsa dastlabki tutash

spektrarning o'zgarish natijasida hosil bo'ladigan spektrarga yutilish spektrari deyiladi.

1926 yili Geyzenberg, Shredengerlar mikrodunyo jarayonlarini kvant mexanikasi qonunlariga asosan tushuntira boshladilar. Kvant mexanikasiga asosan, zarralar harakatini o'rganishda ularning harakat



14.5 rasm

trayektoriyasini, bir vaqtda turgan joyi va tezliklarini aniq bilish mumkin emas. Geyzenberg noaniqlik printsiptini, Shredinger kvant fizikasiga asosan to'lqin funktsiyalarini ishlab chiqdi. 1919 yil Aston mass-spektrograf yaratdi va bu esa atom massalarini aniq o'lchash imkoniyatini berdi.

1924-yilda fransuz fizigi

L.V.de-Broyl yorug‘lik kabi barcha mikrozzarralar korpuskulyar xususiyatga ega bo‘lishi bilan birgalikda, to‘lqin xususiyatga ham ega bo‘ladi, degan farazni ilgari surgan. Uning g‘oyasiga ko‘ra, yorug‘lik tezligidan ancha kichik bo‘lgan tezliklar bilan harakatlanadigan zarrachalar to‘lqin uzunligi

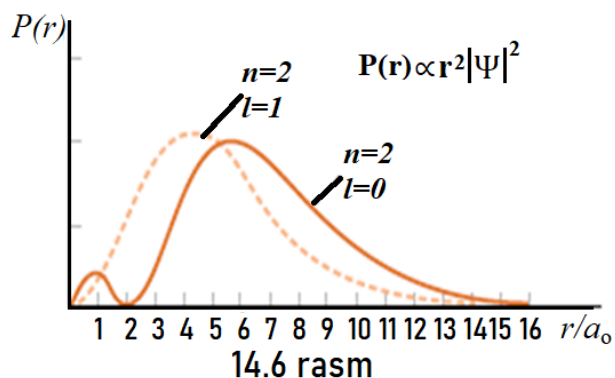
$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_{kin}}}$$

bilan aniqlanadi, agar zarra yorug‘lik tezligiga yaqin tezlik bilan harakatlansa, uning to‘lqin uzunligi bilan aniqlanadi.

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{T(2m_0c^2 + E_{kin})}}$$

Mikrozarralar dunyosining o‘ziga xos xususiyatlaridan biri – diskret energetik

sathlarning mavjudligidir (14.4-rasm). Buni faqat kvant mexanikasi tushuntirib bera oladi. Demak, mikrozzarralar dunyosini va ularning harakatlarini faqatgina kvant fizikasi asosida tushuntirish mumkin ekan. Kvant mexanikasi esa kvant fizika-sining matematik apparatidir. Diskret holatlarning mavjudligini kvant mexanikasining asosiy tenglamasi-Shredinger tenglamasini yechib hosil qilish mumkin.



Shredinger tenglamasining yechimi bo‘lgan Ψ (psi) - to‘lqin funktsiya yordamida mikrozzarralarning harakati haqida ma’lumotlarni olish mumkin. U mikrodunyodagi zarralarning holat funktsiyasi hisoblanib, zarralarning kvant holatlari bo‘yicha

taqsimotini aks ettiradi.

Yadro atrofida orbita bo‘ylab aylanayotgan elektron impuls momentiga ega bo‘lib, u orbital moment (\vec{l}) deb yuritiladi. Uning modulini $|\vec{l}| = \hbar\sqrt{l(l+1)}$ orqali topiladi. Bu yerdagi l kattalik orbital kvant soni bo‘lib, u $l = 0, 1, 2, \dots, n - 1$ (n -bosh kvant soni) qiymatlarni qabul qiladi.

Elektron orbital momentini Z o‘qidagi proeksiyasi uchun $l = m\hbar$

o‘rinli bo‘ladi. Bu yerdagi m magnit kvant soni deb atalib, u $m = 0; \pm 1; \pm 2; \dots \pm l$ qiymatlarni qabul qiladi. (14.6 –rasm).

Energetik sathlarning ajralishini tushuntirish uchun 1925-yilda Gaudsmit va Ulenbeklar elektronlar xususiy orbital moment (spin- s)ga ega bo‘lishi to‘g‘risidagi farazni ilgari surdilar. Keyinchalik tajribalar elektronning spini mavjudligini isbotladi. Spin

$$[\vec{s}] = \hbar\sqrt{s(s+1)}$$

asosida aniqlanadi, bunda s – spin kvant soni bo‘lib, elektron uchun $1/2$ ga teng.

Kvant mexikasining qonunlaridan yana biri Pauli tamoyili (prinsipi) hisoblanadi. Bu tamoyil quyidagicha ta’riflanadi: Atomda yoki biron-bir kvant sistemada to‘rtta n, l, m, s kvant sonlariga ega bo‘lgan ikkita elektron bitta kvant holatida bo‘lishi mumkin emas. Mendeleev davriy sistemasining to‘ldirilishida Pauli tamoyili asosiy rol o‘ynaydi. Zaryadni aniqlashning ko‘pgina usullari mavjud. Jumladan, 1913 yilda ingliz olimi Mozli qonuniga ko‘ra. Bunda yadro zaryadini yadro atomi qobig‘idan chiqayotgan xarakteristik rentgen nurlar chastotasi orasidagi bog‘lanish $\sqrt{H} = AZ - B$ ga ko‘ra aniqlash mumkin.

Xarakteristik rentgen nurlanishi atomning ichki (masalan, K, L, M va h.k.) qobiqlarida hosil bo‘lgan bo‘sh o‘rinlarni yuqori qobiqdagi elektronlar egallaganda hosil bo‘ladi. Nurlanish seriyalardan iborat bo‘lib, berilgan nurlanish seriyasi uchun A va B o‘zgarmas koeffitsientlar bo‘lib element turiga bog‘liq emas. Demak, A va B koeffitsientlar ma’lum bo‘lsa, xarakteristik rentgen nurlanish chastotasini (H) tajribada o‘lchab, elementning tartib nomeri Z ni aniqlash mumkin.

Yadro fizikasi eng yosh fanlardan hisoblanib, atom yadrosining tuzilishi, xususiyatlari va yadroda sodir bo‘ladigan jarayonlarni o‘rganadi.

XX asrgacha atom yadrosi haqida hech narsa ma’lum bo‘lmasdan, atom moddaning kichik bo‘linmas zarrachasi deb hisoblanar edi.

Atom yadrosi ikki xil zarra – proton va neytronlardan iboratdir.

Proton massasi taxminan (m_p), neytron massasi (m_n) ga teng, elektron massasi (m_e) dan ~ 2000 marta katta:

$$m_p = 1836,15 m_e = 1,67265 \cdot 10^{-24} \text{g.}$$

$$m_n = 1838,68 m_e = 1,67495 \cdot 10^{-24} \text{g.}$$

Proton musbat zaryadli, zaryad miqdori elektron zaryadiga teng, ammo ishorasi qarama-qarshi. Neytron zaryadsiz neytral zarra.

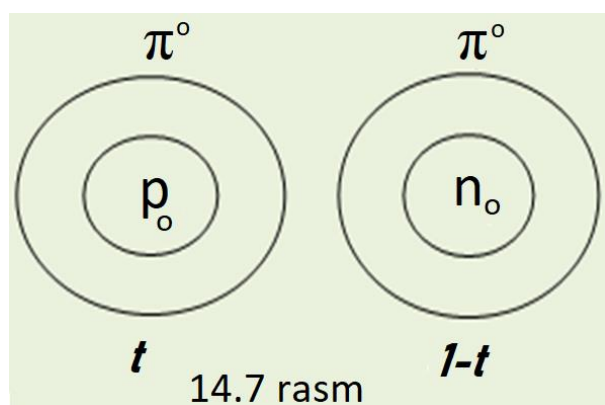
Proton va neytronlar xususiy momentga, spinga ega $s = 1/2$. Fermi-Dirak statistikasiga bo'ysunuvchi fermionlardir.

Erkin holatda p -barqaror, n -esa radiofaol bo'lib ~ 12 minutdan keyin $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$ ga yemiriladi. Yadro ichida neytron va protonlar bir-birlariga aylanib turadilar. Proton va neytronlar spinlari teng, massalari ham deyarli teng, bir-birlariga uzviy almashinib turadi, yadro kuchlari ham bir xil zarralar hisoblanadi, bir so'z bilan ular nuklon deb ataladi. Nuklonlar uchun yadro kuchlari bir xil bo'lgan faqat elektromagnit maydonga nisbatan ikkita erkinlik darajasiga ega bo'lgan aynan bir xil (zaryadli proton, zaryadsiz neytron) zarralardir.

Yadro kuchlari ta'sirida proton va neytronlar birikib turli yadrolarni hosil qiladilar.

Atom yadrosi turg'un (barqaror), yoki radiofaol bo'lishi mumkin. Bu yadrolar massa soni A , elektr zaryadi Z , massasi M , E_b - O'ta bog'lanish energiyasi massasiga bog'liq, radiusi (o'lchami) R , spini I , magnit momenti μ , elektr kvadrupol momenti Q , izotopik spini t va shu yadroning to'lqin funktsiyasiga xos bo'lgan juftligi p bilan xarakterlanadi. Radiofaol yadrolar yana yemirilish turi, yarim yemirilish davri, yemirilish natijasida hosil bo'lgan α, β, γ nurlarning energiyasi bilan ham xarakterlanadi.

Atom yadrolari yana o'zlarining energetik holatlari bilan xarakterlanib, eng kichik energiyali holatiga yadroning asosiy holati va



undan yuqori energiyaga ega bo'lgan holatlarga uyg'ongan holatlar deb ataladi. Yuqorida sanab o'tilgan yadro xususiyatlarining deyarli hammasi yadroning asosiy ham uyg'ongan holatlari uchun xosdir. Massa soni A va zaryadi Z dan tashqari hamma xususiyatlari holat energiyasi o'zgarganda

o'zgarishi mumkin. Uyg'ongan holatdagi yadro xususiyatlariga, yana yadroning bir energetik holatdan ikkinchisiga o'tish usuli, yadroviy reaksiyalar ko'rilganda zarraning yadro bilan yoki yadrolarning o'zaro ta'sirlashish kesimi va yadroviy reaksiyalarda ajralgan energiya,

ikkilamchi zarralarning burchak taqsimoti va boshqa kattaliklar bilan xarakterlanadi.

Massa soni, massa atom birligida hisoblangan yadro massasidan ~1% largacha farq qilishi mumkin.

Atom yadrosining yana muhim xususiyati zaryaddir. Yadro zaryadi yadroni tashkil etgan zarralar zaryadlari yig'indisiga teng bo'lishi kerak.

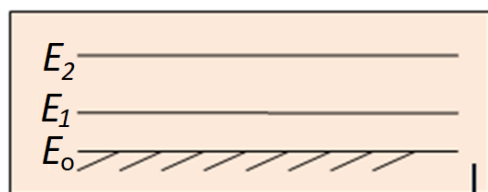
Yadro proton va neytronlardan iborat ekan, neytron zaryadsiz – neytral zarra. U holda yadro zaryadi protonlar zaryadlari yig'indisiga teng bo'ladi. Proton zaryadi musbat miqdor jihatdan elektron zaryadiga teng: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Shunday qilib, tartib nomeri Z bo'lgan biror element atomining yadrosi Z_e zaryadga ega.

M: 1_1H - vodorod yadrosi uchun $Z = 1$ zaryad miqdori $+e$,
 4_2He - geliy yadrosi uchun $Z = 2$ zaryad miqdori $+2e$,
 ${}^{16}_8O$ - kislorod yadrosi uchun $Z = 8$ zaryad miqdori

$+8e$,

${}^{235}_{92}U$ ${}^{285}_{92}U$ - uran yadrosi uchun $Z = 92$ zaryad miqdori $+92e$ ga teng.

Yadro zaryadi yadroda protonlar sonini xarakterlaydi, lekin yadroda zaryad taqsimotini anglatmaydi.



14.8 rasm

Yadro zaryadi yadroda protonlar soniga yoki Mendeleevning elementlar davriy sistema-sidagi elementning tartib raqamiga teng. Elektr zaryadining miqdori barcha yadro jarayonlarida saqlanadi.

Bunga elektr zaryadining saqlanish qonuni deb ataladi. Shunga ko'ra yadro reaksiyalari va yemirilishlarida zaryad balansiga ko'ra aniqlash mumkin.

Yadro massasi. Massa moddiy ob'ektning eng muhim xususiyatlaridan biri bo'lib, jismning inertsiya, gravitatsiya va energiya o'lchamlari bo'lib xizmat qiladi. Yadro massasi atom massasi birligida o'lchanadi. Ma'lumki, atom neytral holatda bo'ladi. Eynshteyn qarashiga ko'ra massa bilan energiya orasidagi bog'lanish qonuniga asosan har qanday M massali ob'ektga shu massaga mos $E = mc^2$ energiya va aksincha, E energiyaga $m = E/c^2$ tenglik bilan ifodalanuvchi massa to'g'ri keladi.

1m. a. b. ga mos keluvchi energiya

$$E = mc^2 = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{g} \cdot 9 \cdot 10^{20} \frac{\text{cm}}{\text{s}^2} = 14,94 \cdot 10^{-4} \text{erg}$$

$$= 931,5 \text{MeV}$$

Yadro fizikasida massa va energiya eV (elektronvolt)larda o'lchaliniadi.

$$1\text{eV} = 4,8 \cdot 10^{-10} \text{CGSE} \frac{1}{300} \text{V} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{J}$$

yoki

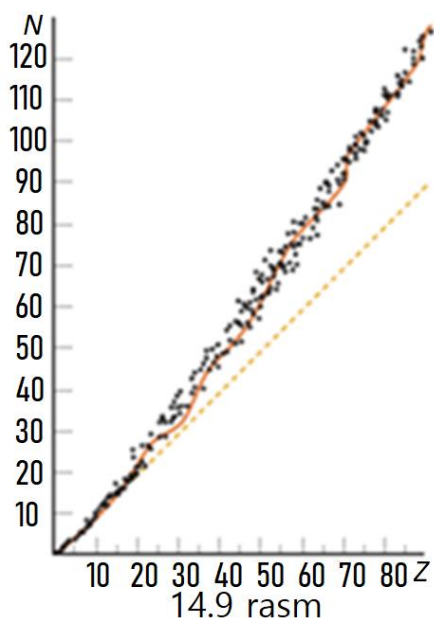
$$1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C} \cdot 1\text{V} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{J}$$

14.8- rasmda energiya (0) yadro asosiy holati, E_1, E_2 lar uyg'ongan holat energiyalari. Har bir yadro o'ziga xos uyg'onish energiyalariga ega bo'ladilar, yadroning uyg'onish energiyasi qanday yo'l bilan uyg'onishiga bog'liq emas.

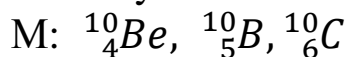
Barcha yadro jarayonlarida energiya saqlanishi ro'y beradi. Yadrodagi nuklonlar miqdorlariga qarab *izotop, izobar, izoton, ko'zguli yadrolar* deb ataladi.

Bir xil zaryadga (Ze) ya'ni bir xil sonli protonga, ammo har xil massa soniga A ega bo'lgan yadrolarga *izotoplar* deb ataladi.

Masalan, $^{16}_8\text{O}, ^{17}_8\text{O}, ^{18}_8\text{O}$ protonlar soni bir xil, neytronlar soni turlicha, elementlar davriy sistemasida bir joyda joylashadi. Izotoplar bir xil kimyoviy va optik xususiyatlarga egadirlar. Lekin fizik xususiyatlari massa soni, toq-juftliklari va hokazolar turlichadir. 14.9-rasmda yadro zaryadi Z bo'lgan yadroda neytronlar sonini o'zgarishi keltirilgan. Bundan ko'rinib turibdiki bitta yadroning uning tarkibidagi neytronlar soniga qarab bir necha izotoplari bo'lishi mumkin.

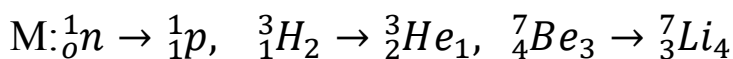


Massa soni A bir xil, zaryadlari har xil yadrolarga *izobar* yadrolar deb ataladi.



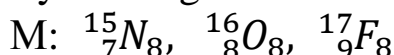
Izobarlar ximiyaviy xususiyatlari turlicha, fizik xususiyatlari, nuklon soni bir xil bo'ladi. Lekin bir xil A-bo'lganda ham izobar yadrolar massalari birmuncha farq qiladilar.

Birinchi yadroning protonlari ikkinchi yadroning neytronlariga, ikkinchi yadroning protonlari birinchi yadroni neytronlariga teng bo'tsa *ko'zguli* yadrolar deb ataladi.

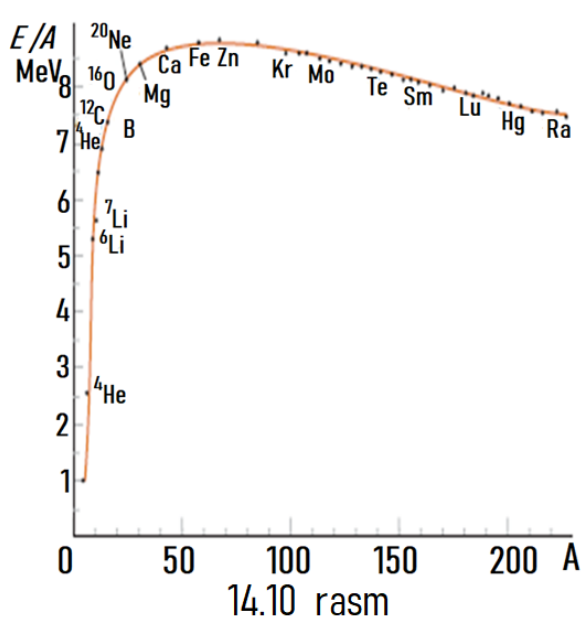


Ko‘zguli yadrolardan biri radiofaol bo‘ladi. Har qanday o‘zgarishlardan so‘ng bir-biriga aylanadilar.

Yadrolarning xususiyatlari bir-biriga ancha yaqin. Ko‘zguli yadrolar, yadro kuchlar tabiatini va yadro kuchlariga elektromagnit maydonining hissasini aniqlashda keng qo‘llaniladi. Neytronlari bir xil bo‘lgan yadrolarga *izotonlar* deb ataladi.



1920-yili Rezerford massasi proton massasiga teng bo‘lgan neytral zarracha mavjudligini taxmin qildi va u 1932-yilda ingliz fizigi D. Chedvik tomonidan aniqlandi. Bu zarrachani neytron deb ataldi. Keyinroq atom yadrosi proton va neytronlardan tuzilgan deb, ularni birgalikda nuklonlar deb nomlandi.



14.10 rasm

Yadrodagı nuklonlar soni A yadroning massa soni bo‘lib, neytronlar soni

$$N = A - Z \quad (14.4)$$

dan topiladi, bunda Z - protonlar soni.

Yadroni belgilash uchun A_ZX belgilash ishlatiladi.

Yadroning massalarini eng aniq o‘lchash natijalari shuni ko‘rsatadiki, yadroning tinchlikdagi massasi M uni tashkil qilgan protonlar bilan neytronlarning tinchlikdagi massalari

yig‘indisidan hamisha kichik bo‘ladi:

$$M < Zm_p + Nm_n = Zm_p + (A - Z)m_n \quad (14.5)$$

Yadroni alohida nuklonlarga to‘liq ajratish uchun zarur bo‘lgan energiya yadroning bog‘lanish energiyasi deyiladi va u quyidagi ifodadan topiladi:

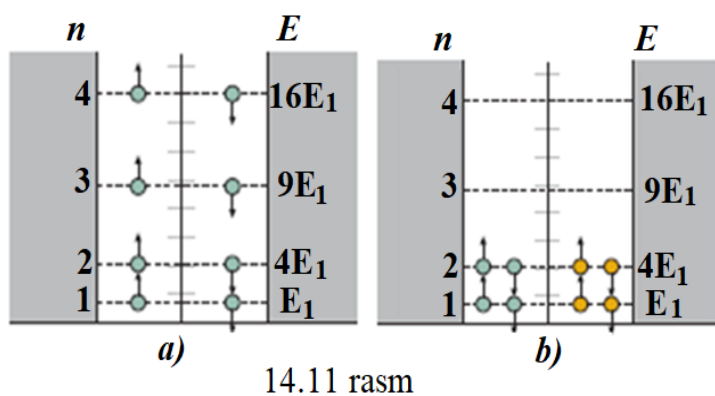
$$\Delta W = \Delta M \cdot c^2 \quad (14.6)$$

bunda ΔM -massa defekti deb ataladi va u

$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_y = Zm_p + (A - N)m_n - M_y \quad (14.7)$$

dan topiladi. (14.7) ni (14.6) ga qo‘ysak quyidagi hosil bo‘ladi

$$\Delta W = [Zm_p + (A - N)m_n - M_y]c^2$$



ga o'zgartiramiz.

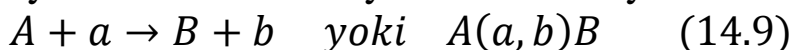
Bitta nuklonga to'g'ri keluvchi yadroning bog'lanish energiyasi yadroning solishtirma bog'lanish energiyasi (e) deyiladi.

$$e = \frac{\Delta W}{A} \quad (14.8)$$

Nuklonlar o'rtasida ta'sir etuvchi va yadroning turg'unligini ta'minlovchi kuchlarga yadro kuchlari deyiladi. Yadro kuchlari gravitatsion va elektromagnit ta'sirlashuv kuchlaridan farqli o'laroq, o'ziga xos kuchlar bo'lib hisoblanadi.

Quyidagi 14.11- rasmda 8 neytron (a) va 4 neytron 4 ta protondan (b) tashkil topgan yadroning energetik sathlarining holati tasvirlangan.

Ikki yadro yoki yadro va elementar zarrachalar bir-biriga $10^{-15}m$ masofaga yaqin kelganda yadro kuchlari hisobiga bir-biri bilan o'zaro intensiv ta'sirlashib, yadrolar tarkibining o'zgarish jarayoniga yadro reaksiyalari deyiladi. Yadro reaksiyalarini umumiy shaklda



deb yozish mumkin.

Yadro reaksiyalari vaqtida:

1. Elektr zaryadining saqlanish qonuni;
2. Nuklonlar sonining saqlanish qonuni;
3. Energiyaning saqlanish qonuni;
4. Impulsning saqlanish qonuni bajariladi.

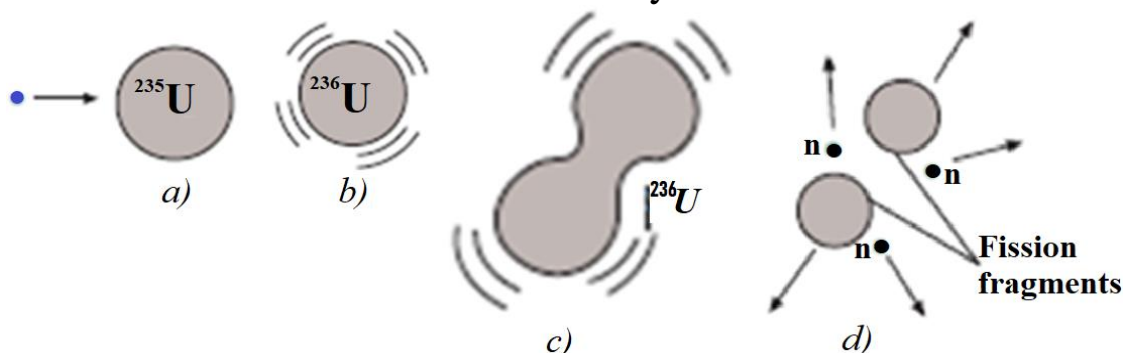
Yadroning bo'linish jarayonida ajralib chiqqan neytronlardan bittasi o'z navbatida qo'shni yadroni parchalash va bu yadro ham qo'shni yadroni parchalashi mumkin bo'lgan neytronlarni chiqarishi mumkin. Natijada bo'linayotgan yadrolar soni keskin ortib ketib, o'zini-o'zi davom ettiruvchi reaksiya yuzaga keladi. Ushbu reaksiyaga zanjir yadro reaksiya deyiladi.

Yadrolarning bo'linishi boshqariladigan reaksiya amalga oshiriladigan qurilma yadro reaktori deyiladi. Yadro reaktori: yadro yoqilg'isi, neytronlarning sekinlatgichi, reaktor ishlaganda ajraladigan issiqlikni olib ketuvchi issiqlik eltuvchi (suv, suyuq natriy) va reaksiya tezligini rostlovchi qurilma.

Juda yuqori temperaturalarda yengil yadrolarning qo‘shilish reaksiyasi termoyadro reaksiyasi deyiladi. Termoyadro reaksiyasi yuz berishi uchun yadrolar $10^{-15}m$ masofaga, ya’ni yadro kuchlari ta’sir doirasiga tushishlari shart. Termoyadro reaksiyalari sintez reaksiyalari yoki termoyadro sintezi deyiladi.

Hozirgi vaqtda dunyoning ko‘pgina davlatlarida boshqariluvchi termoyadro reaksiyasini amalga oshirish ishlari amalga oshirilmoqda.

Bo‘linish reaksiyasini



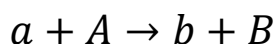
14.12 rasm

yadro reaktorlarida boshqarilgani kabi, boshqariladigan termoyadro reaksiyasini amalga oshirish ancha murakkab masaladir.

Yadro reaksiyalari. Zarralarning zarralar bilan, zarralarning yadrolar bilan, yadrolarning yadrolar bilan yadro masshtabida intensiv ta'sirlashuvi yadrolar tarkibini o‘zgartishga olib kelsa yadro reaksiyalari amalga oshgan bo‘ladi.

Yadro reaksiyasida energiya, impuls yadroda qayta taqsimlangan bo‘ladi. Reaksiyalar kuchli, elektromagnit, kuchsiz ta'sirlashuvlarga ko‘ra amalga oshishi mumkin. Reaksiyalar zaryadli, zaryadsiz zarralar, fotonlar ta'sirlashuvlariga asoslangan.

Barcha reaksiyalar saqlanish qonunlarining bajarilishi bilan ro‘y beradi ko‘ra bo‘ladilar.



Agar ko‘p kanalli bo‘lishsa

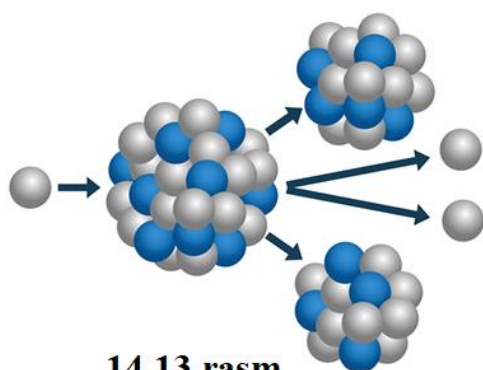
$$a + A = \begin{cases} -B + b \\ -C + c \\ -D + d \end{cases}$$

Reaksiya kanallari chiqish ehtimoliyatlariga ko‘ra ularga ruhsat etilgan yoki cheklashlarga sabab bo‘ladigan kvant xarakteristikalarini aniqlash imkonini beradi.

Yadro reaksiyalarida saqlanish qonunlari O'ta bajarilishligi reaksiyada qatnashayotgan zarralar yoki yadrolar xarakteristikalarini yuqori aniqlikda aniqlash imkonini beradi (masalan: impulsi, zaryadi, juftligi va h.k.).

Zanjir reaksiyani amalga oshirish.-Tabiiy uran bir jinsli blokiga, ya'ni 99,3%

^{238}U va 0,7% ^{235}U izotoplar aralashmasiga biror neytron kelib tushsa, bo'lish sodir etsa, 2MeV energiyali neytronlar hosil bo'ladi. Neytronlar

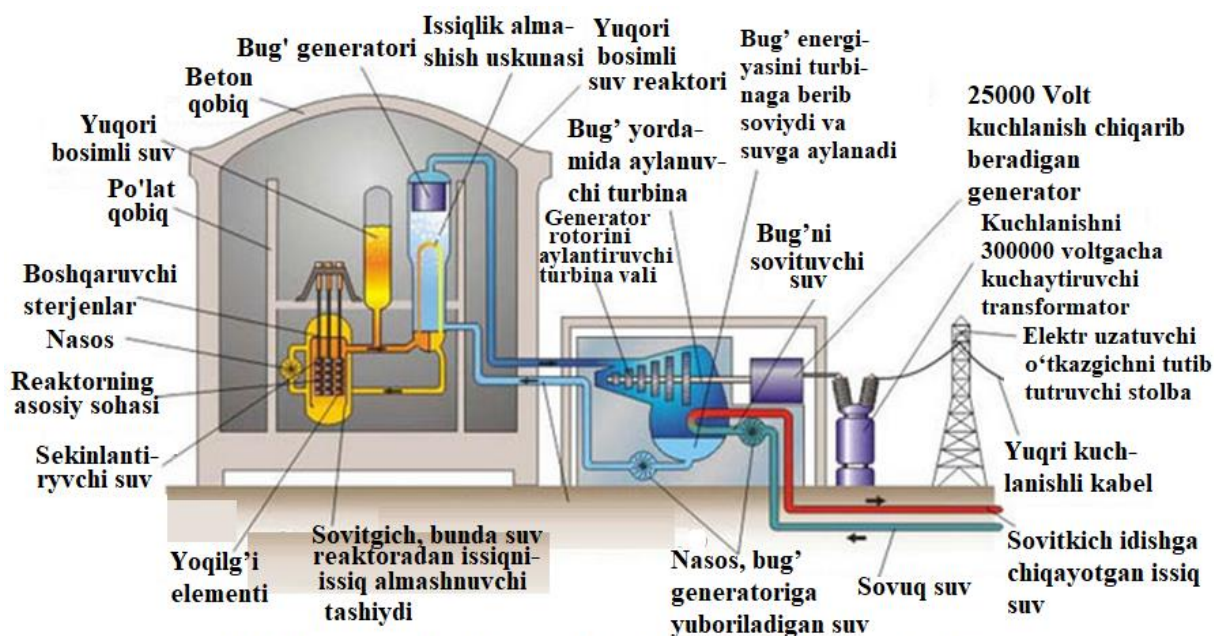


14.13 rasm

issiq energiyaga qadar sekinlashadi va katta ehtimollik bilan ^{235}U ning yadrolarini bo'ladi (14.13 rasm). Lekin tabiiy uran blokida-gi neytronlarning boshlang'ich miqdorida issiq neytronlar juda ham oz bo'lganligi uchun zanjir reaksiyasini yuzaga keltira olmaydi.

Yadro reaktorlari. Yadro reaktorlari qator xususiyatlari bilan tavsiflanadi va shunga ko'ra reaktorlar turli xil bo'ladilar. Yadroni bo'luvchi neytronlarning energiyasiga qarab reaktorlar issiq, tez va oraliq energiyaga ega bo'lgan neytronlar-da ishlovchi reaktorlarga ajraladi.

Reaktorlar yonilg'ining turiga, sekinlashtiruvchi moddasiga (oddiy suv, og'ir suv, grafit, berilliy, organik suyuqliklar va h.k.), faol zonaning tuzilishiga (gomogen yoki geterogen), issiqlik uzatgichga (suv, suv bug'i, organik suyuqlik, geliy, karbonat angidrid gazi, havo, azot, suyuq metallar va h.k.), bajaradigan



14.14 rasm. Yadro reaktorining ishlash prinsipi

vazifasiga (ilmiy tekshirish, energiya olish, izotoplar olish va h.k.), ishlash rejimi (uzluksiz yoki impulsi)ga qarab turlicha nomlanadilar (14.14 rasmda issiqlik tashuvchisi suv bug'i bo'lgan reaktor tasvirlangan).

Reaktorning halokatini oldini olish maqsadida qo'shimcha sterjen doim tayyor turadi. Neytronlar soni keragidan ortib ketishi bilan bu sterjen avtomatik ravishda faol zonaga kiritiladi va halokat oldi olinadi. Reaktorda hosil bo'lgan radiofaol nurlanishlardan saqlanish uchun u neytron va gamma-nurlarni yutuvchi radiatsion xavfsizlikni ta'minlaydigan massiv jism bilan o'raladi.

Tez neytronlarda ishlaydigan reaktorlar

Tez neytronlarda ishlaydigan reaktorlar alohida xususiyatga ega.

1) Yoqilg'ini yuqori aniqlikkacha tozalash talab etilmaydi. Aralashmalarda tez neytronlar kam yutiladi.

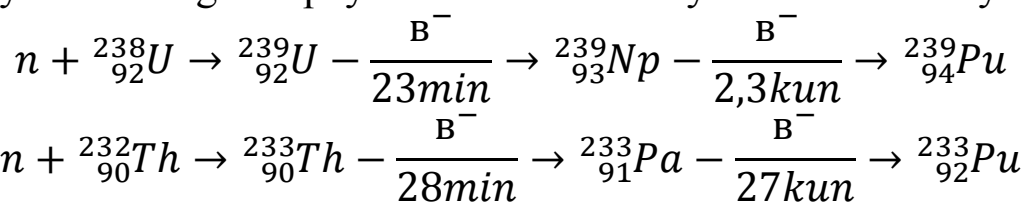
2) Yoqilg'i kuchli kontsentrlangan, ya'ni uran bilan boyitilgan bo'lishi kerak.

3) Tez neytronlarning effektiv kesimi kichik bo'lgani uchun yoqilg'ini issiq neytronli reaktorlardagidan ko'proq olish talab etiladi.

4) Bu reaktorlar uchun sekinlatgich talab etilmaydi. Faol zonaning o'lchami juda kichik, energiya ajralish zichligi yuqori $0,5 \text{ kVt/cm}^3$ gacha yetadi.

5) Issiqlikni olib ketuvchi modda neytronlarni sekinlatmasligi kerak. Shu maqsadda suyuq natriy foydalaniladi.

6) Tez neytronlar moddalarda yutilish ehtimolligi kichik bo‘lgani uchun reaktorni boshqarishda yutuvchi sterjenlardan foydalanib bo‘lmaydi. Tez neytronli reaktorlarni boshqarish faol zona va neytronlar qaytargich oralarini yaqinlashtirish, uzoqlashtirish bilan olib boriladi. Tez neytronli reaktorlarni boshqarish murakkab. Lekin shunga qaramay ulardan kelajakda keng foydalanish mumkin. Chunki sekin neytronli reaktorlar uchun zarur bo‘lgan $^{238}_{92}U$ va $^{237}_{90}Th$ element yadrolari tomonidan radiatsion yutilish natijasida yadroviy yoqilg‘i sifatida ishlatish mumkin bo‘lgan yangi $^{239}_{94}Pu$ va $^{235}_{92}U$ izotoplari hosil bo‘ladi. Bunday reaktorlarga ko‘paytiruvchi reaktorlar yoki brederlar deyiladi.



Tez neytronli reaktorlarga yoqilg‘i sifatida $^{238}_{92}U$, ($^{232}_{90}Th$) kam miqdorda

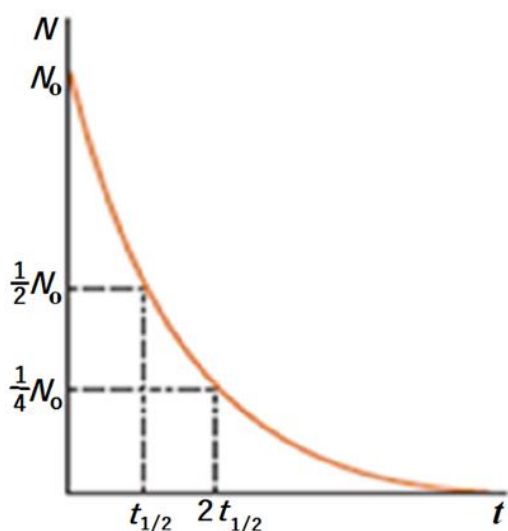
$^{239}_{94}Pu$, ($^{232}_{92}U$) aralashmasi joylashtiriladi. Reaktorda ajralgan energiya $^{239}_{94}Pu$ bo‘linishidan hosil bo‘ladi, $^{238}_{92}U$ esa $^{239}_{94}Pu$ hosil bo‘lish manbai hisoblanadi.

Radiofaollik. D. Chedvik tomonidan berilliy nurlari massasi proton massasiga yaqin bo‘lgan neytron zarralar oqimidan iborat degan farazni qilgan edi. Shundan so‘ng D.D. Ivanenko va V.Geyzenberglar yadroning proton, neytron modulini yaratdi.

Praton (+) zaryadga ega bo‘lib, uning zaryadi elektron zaryadiga, ya’ni $q_y = 1,6 \cdot 10^{-19} C$. ga teng va tinch holatdagi massasi $m_q = 1,67 \cdot 10^{-27} kg$. ga teng. yadro zarrachalari praton va neytronlarga nuklonlar deyiladi. Yadrosi pratonlar soni atom qobig‘idagi elektronlar soniga teng davriy jadvaldagi elementlarning tartib raqami Z ga teng. yadrodagi P va N lar sonining yig‘indisi $A = Z + N$ massa soni deyiladi. Pratonlar soni bir xil neytronlar soni har xil bo‘lgan elementlar atomiga izatoplar deyiladi. Masalan: 1_1H , 2_1H , 3_1H : $^{16}_8O$, $^{17}_8O$, $^{18}_8O$. Izatoplarning kimyoviy fizik xossalari bir xil bo‘lib, yadro tuzulishidan kelib chiqadigan massa soni, zichlik, radiofaollik kabi hossalari har xil bo‘ladi.

Yadroni tashkil qilgan nuklonlari bir-biridan butunlay ajralish uchun zarur bo‘lgan energiyaga yadroning boshlang‘ich energiyasi deyiladi. $E = m \cdot c^2$.

1896 yilda Fransuz olimi A.Bekkerel uran tuzlaridan biri tabiati ma'lum bo'lgan nurlanish manbai ekanligi fotoplastinkalar yordamida aniqladi. Bekkerel kashf qilgan bu nurlanishni barcha uran birikmalari va uran metalining o'zi ham chiqarishini ya'ni uran atomlari ($^{236}_{92}U$) nurlanish manbai bo'lishini aniqladi. Tashqi omilar (temperatura, bosim, yorug'lik va h.q) ning ta'sirisiz uran atomlarining o'z-o'zidan nurlanishiga radioktivlik nurlanish deyiladi. Bu hodisa esa radiofaollik deyiladi.

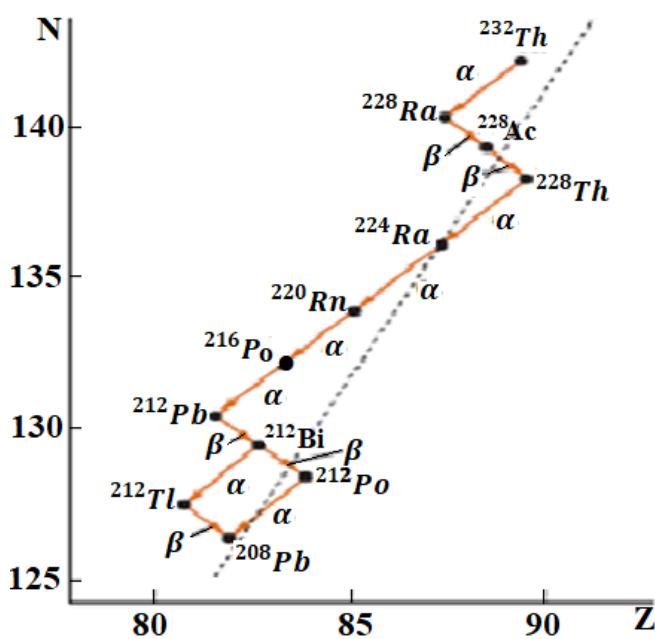


14.15 rasm

Mendeleyev davriy jadvalining ohirida turgan ba'zi elementlar atomlar ham shunday tabiatli nurlar chiqarishi aniqlangan. Bularni 1898 yilda Mariya Skladovskaya Kyuri va Piyer Kyurelar aniqlagan. Hozirgi vaqtga 40 dan ortiq tabiiy va 270 dan ortiq sun'iy radiofaol elementlar mavjud. Ingliz olimi Rezerford tajriba asosida radiofaol nuring tarkibini murakkab ekanligini aniqladi.

(Ra) dan chiqayotgan nurlanishga kuchli magnit maydon ta'sir

Qo'rg'oshin qutichaga joylashtirilgan radiofaol modda Radiy ettirilganda nurlar dastasi uchga α , β , γ -nurlarga bo'lingan. α nurlar elektr va magnit maydonlardan musbat zaryadlar kabi og'ishi aniqlangan.



14.16 rasm

Yadroning o'z-o'zidan bir yoki bir nechta zarrachalar chiqarish hodisasi radioaktivlik deyiladi. Shunday yadrolarni radiofaol yadro deb yuritiladi.

Radiofaol yadrolarning o'zidan biron-bir turdagi zarralarni chiqarib, boshqa yangi yadroga aylanish jarayoni radiofaol yemirilish deyiladi. Radiofaol

yemirilishda radiofaol yadrolar sonining o'zgarishi

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (14.10)$$

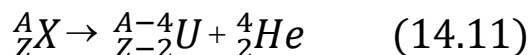
qonun bo'yicha o'zgaradi. Ushbu ifodani radiofaol yemirilish qonuni deb yuritiladi (14.15-rasm), bunda λ – yemirilish doimiysi.

Tabiatda mavjud yadrolarning radiofaolligi tabiiy radiofaollik deyiladi. Ba'zi hollarda radiofaol yadrolar biron-bir tur-g'un yadrolarni zarralar bilan yoki yadrolar bilan bombardimon qilish natijasida hosil bo'ladi. Bunday radiofaollikni sun'iy radiofaollik deyiladi.

Radiofaol moddani magnit maydoniga joylashtirilsa, zarralar dastasi uch turga α -zarrachalar, β -zarrachalar, γ -zarachalarga ajralgan.

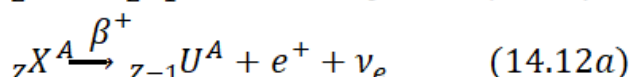
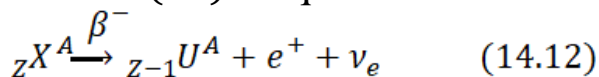
Radiofaol yemirilishlarning 5 xili uchraydi. Shulardan ikki xilini ko'rib chiqimiz.

1. α -emirilish. Og'ir yadrolarning o'z-o'zidan α -zarrachalar chiqarish jara-yoni α - yemirilish deyiladi. U

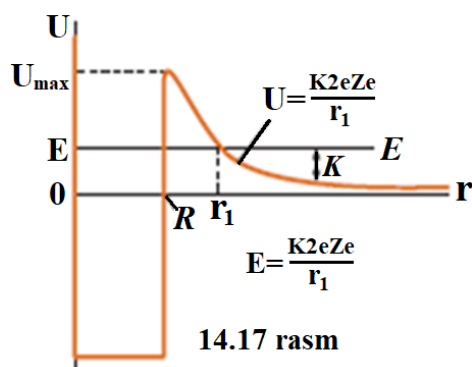


siljish qoidasiga bo'ysunadi. B

3. β -emirilish. Yadrolarning o'z-o'zidan elektronlarni (β^-) yoki protonlarni (β^+) chiqarishi β -emirilish deyiladi. Ular



siljish qoidalariga bo'ysunadi. Radiofaollik vaqtida bir yadro holatidan ikkinchi yadro holatiga o'tadi, bu bilan yadro o'z tarkibida bo'lgan va radiofaollik vaqtida vujudga keluvchi zarralar (M : alfa, proton, beta, va h.) yengil yadrolar hamda fotonlarni chiqarishi mumkin (14.16-rasm). Buning natijasida yemirilayotgan yadrolarning tarkibi yoki ichki energiyasi o'zga-radi. Rasmda toriy oilasini radiofaol yemirilishlari natijasi oxirida qo'rg'oshin bilan tugashi ko'rsatilgan.



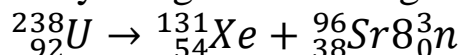
Radiofaol moddaning yarim yemiriulish davri yadrodagi zarrachalarning potensial Energi-yasiga bog'liqligini G.Gamov tekshirgan bo'lib, (1928 y) uning bu bog'lanish funksiyasi 14.17-rasmda keltirilgan.

Radiofaollik tabiiy sharoitda ro‘y berib qolmay, sun‘iy yo‘l bilan ham hosil qilish mumkin. Ammo ikkala radiofaollik orasida farq yo‘q. Radiofaollik qonunlari radiofaol izotopning qanday olinishiga bog‘liq emas.

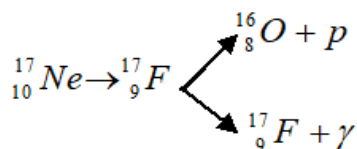
Radiofaollik yadroning ichki xususiyati bo‘lib, har bir yadro o‘ziga xos yemirilish turi, intensivligiga ega. Radiofaollik xususiyati tashqi ta’sirlar (temperatura, bosim, elektr yoki magnit maydon)ga bog‘liq emas. Ko‘pgina radiofaol yadrolar nishon yadroni turli tezlashtirilgan zarralar bilan bombardimon qilishlik bilan hosil qilinadi.

Dastlabki radiofaol nurlanishlar tahlili tabiiy radiofaollik vaqtida alfa, beta zarralar va qisqa to‘lqinli gamma fotonlar ekanligini ko‘rsatdi.

1939 yilda G.N.Flerov, K.A.Petrjaklar og‘ir yadrolarning (A=240) o‘z-o‘zidan ikkita o‘rtacha yadroga bo‘linishligini kashf etdi.



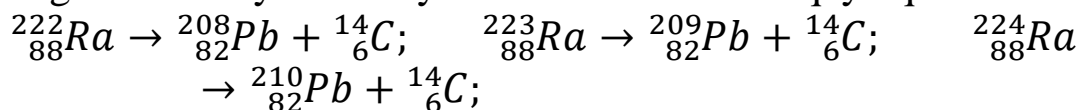
Qaysiki, yadrolarda protonlar soni bir protonga ortib ketsa, ikki proton yemirilishi mumkin. G.F.Flerov 1963 yili proton yemirilishini kuzatgan.



$$T_{1/2} = 0,1\text{s}$$

Albatta, proton yemirilish ehtimoliyati raqobatlashuvchi alfa va beta-yemirilishlarga nisbatan juda kichik bo‘ladi.

1984 yili Oksford universiteti xodimlari radiy yadrolarining alfa zarralarga nisbatan yirik ${}^{14}\text{C}$ yadrosini nurlanishini qayd qilishdi



1985 yilda Dubna (Rossiya) va Amerika fiziklari gamma-yemirilishni kashf etdilar.

Radiofaol yemirilish saqlanish qonunlarining bajarilishligi bilan ro‘y beradi.

Radiofaol yemirilish statistik xususiyatga ega bo‘lgan jarayondir. Yemiri-layotgan yadrolardan qaysi birini qachon yemirilishini oldindan aytish qiyin. Lekin vaqt birligi ichida nechtasi yemirilishligini aniqlash mumkin. Shuning uchun radiofaollikni yemirilish ehtimolligiga ko‘ra o‘rganish mumkin.

Radiofaol yadrolar qarimaydi, yoshga ega emas, yemirilish intensivligi vaqt birligida yemirilgan yadrolar soniga bog‘liq.

Vaqt birligida yemirilayotgan (dN) radiofaol yadrolarning soni shu radiofaol yadrolarning umumiy soni N ga proporsional. Masalan, dt vaqt oralig‘ida dN ga kamayayotgan bo‘lsa,

$$-dN = \lambda N dt \quad (14.13)$$

bo‘ladi. Bu yerda λ -radiofaol yemirilish doimiysi, o‘lchami [s^{-1}]. Vaqt birligida yemirilishlar soni, nisbiy kamayish tezligini ifodalaydi. -manfiy ishora vaqt to‘g‘ri bilan radiofaol yadrolar sonining kamayishini ko‘rsatadi. (14.13) tenglamani yechish uchun quyidagicha yozamiz:

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt$$

Integrallasak

$$\int \frac{dN}{N} = -\lambda \int dt \quad \ln N = -\lambda t + \ln C$$

$t = t_0$ bo‘lganda $N = N_0$, $\ln N = \ln C = \ln N_0 \quad N = N_0 = C$

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda \cdot t, \quad N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (14.14)$$

(14.14) formula radiofaol yemirilish qonuni deyiladi.

Bu qonunga ko‘ra radiofaol yadro vaqt to‘g‘ri bilan eksponensial ravishda kamayib boradi. Formula istalgan vaqt momentida yemirilish ehtimolligini aniqlashi mumkin. Lekin (14.14) formula radiofaol yadrolarning yemirilish intensivliklarini bevosita taqqoslab bo‘lmaydi, aniq fizik ma’noga ega emas. Shu maqsadda yarim yemirilish tushunchasi kiritiladi. Yarim yemirilish davri shunday vaqt, bu davr ichida dastlabki radiofaol yadro ikki marta kamayadi.

U holda (14.14) ifodani yoza olamiz:

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda \cdot T_{1/2}}; \rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda \cdot T_{1/2}} \quad \ln 2 = \lambda \cdot T_{1/2} \rightarrow T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

$$= \frac{0,693}{\lambda} \quad (14.15)$$

(14.15) ifoda yarim yemirilish davri bilan yemirilish doimiysi orasidagi bog‘lanishni ifodalaydi.

Radiofaollik yana o‘rtacha yashash vaqti deb ataluvchi τ - kattalik bilan ham xarakterlanadi. Biror t vaqt momentida yemirilmay qolgan yadrolarning yashash vaqti t dan katta bo‘ladi. Shu vaqt momentiga

qadar yemirilgan yadrolar esa t dan kichik yoki unga teng yashash vaqtiga ega. Bunday yadrolar soni

$$dN(t) = \lambda N(t)dt = \lambda N_0 e^{-\lambda t} dt$$

O‘rtacha yashash vaqti

$$\phi = t = \frac{\int_0^\infty t dN(t)}{\int_0^\infty dN(t)} = \frac{1}{\lambda} \quad (14.16)$$

(14.16) ni (14.15) ga qo‘ysak

$$T_{1/2} = \frac{1}{\lambda} \ln 2 = \phi \ln 2$$

Demak, o‘rtacha yashash vaqti radiofaol yadrolarning e -marta kamayish vaqti ekan.

Shuning uchun, radiofaollikni yemirilish doimiysi, yarim yemirilish davri va o‘rtacha yashash vaqti bilan xarakterlanishi mumkin ekan.

Yuqori energiyali har xil nurlanishlar manbai yadro yemirilishlari, reaksiya-lari zaryadli zarralar tezlatgichlari hamda kosmik nurlar hisoblanadi. Bu nurlanishlarning zaryadli yoki zaryadsiz, energiyalarining katta-kichik bo‘lishi ga qarab ta’sirlashayotgan muhit atomlari bilan turlicha ta’sirlashadilar. Shuning uchun yadro nurlanishlarining moddalar bilan ta’sirlashuvini o‘rganish, ta’sirlashuvdagi muhitning xususiyatlarini va nurlanishlar xususiyatlarini aniqlash imkoniyatini beradi. Ta’sirlashuvga ko‘ra muhit ichki tuzilishi, mustahkamligi, tarkibi, biologik xususiyatlarining o‘zgarishi, bundan tashqari, nurlanishlardan himoyalaniish va nurlanishlarni qayd qilishlik imkoniyatini beradi. Yadroviy nurlanishlarning moddalar bilan ta’sirlashuv qonunlarini o‘rganish yadro fizikasining amaliy maqsadlarda qo‘llanish asosini yaratadi.

Yadro nurlanish zarralari muhit atomlari bilan kuchsiz, elektromagnit va kuchli-yadroviy o‘zaro ta’sir kuchlari bilan bevosita ta’sirlashadilar.

Zaryadli og‘ir zarralar va gamma fotonlar muhitdan o‘tishda ta’sirlashuvni asosan elektromagnit ta’sirlashuv bilan amalga oshiradi, kuchli yadroviy ta’sirlashuvda qatnashmaydi, chunki qisqa masofada ta’sirlashadi, bundan tashqari, yadroda elektronlar Z -qadar ko‘pdir.

Yadro nurlanishlar energiyasi ($0,01 - 0,1 \text{ MeV}$ dan GeV gacha) atomlarda elektronlar ionizatsiya energiyasidan ($E_i = 13,5Z \text{ eV}$) juda

katta bo'lgani uchun elektronning atom qobigida bog'lanish energiyasini e'tiborga olmasdan elektronni erkin deb qarash mumkin.

Zarralar muhit bilan turlicha ta'sirlashadilar. Zarralarning muhit bilan ta'sirlashuv mexanizmini zaryadli yengil (elektron, pozitron), og'ir (elektron, pozitronidan boshqa) zarralar va gamma kvantlarga ajratish mumkin.

Zaryadli zarralar muhitdan o'tishda atom elektronlari va yadro elektromagnit maydoni bilan o'zaro ta'sirlashuvida energiyasi atomni uyg'otish yoki ionizatsiya-lashga sarflaydi, yengil zaryadli zarralar esa bu maydonda tormozlanishi natijasida o'z energiyasining bir qismini yo'qotishi mumkin.

Gamma nurlar o'z energiyalarini asosan fotoeffekt, kompton effekt, elektron-pozitron juftini hosil qilish jarayonlariga sarflaydi.

Agar gamma foton energiyasi juda katta $E_\gamma > 10 \text{ MeV}$ bo'lganda fotoyadro reaksiyalarini hosil qilishligi mumkin.

Moddalarga ionlashtiruvchi nurlanish ta'sirini yadro fizikasining dozimetriya bo'limi o'rganadi. Dozimetriya jismlarning ichki va tashqi olgan nurlanishini miqdor va sifat jihatdan aniqlaydi. Nurlanish dozasi bu nurlangan modda birlik massasining nurlanish vaqtida yutgan energiyasi miqdoriga teng bo'lib, u moddaning atomlari va molekulalarini ionlashtirishga sarflanadi.

Xalqaro o'lchov birliklar sistemasida nurlanishning yutilgan dozasi *Grey (Gr)* birlikda o'lchanadi. $1Gr$ bu $1kg$ moddada $1J$ ionlashtiruvchi nurlanish energiyasi yutilganiga teng bo'lib, $1Gr = \frac{1J}{1kg}$.

Nurlanishning yutilgan dozasi amalda aniqlash qiyin bo'lganligi uchun, odatda nurlanishning ekspozitsion dozasi tushunchasidan keng foydalaniladi. Bunda yutilgan doza nurlanishni havoni ionlashtirish ta'siriga qarab aniqlanadi. Rentgen va gamma nurlanishlarning ekspozitsion dozasi deb, quruq havoda shu nurlanishlar ta'sirida hosil bo'lgan bir xil ishorali ionlar elektr zaryadlarining, shu nurlanishni yutgan quruq havo massasiga nisbatiga aytiladi va Kl/kg birlikda o'lchanadi. Bundan tashqari rentgen deb nomlanuvchi ekspozitsion doza birligi ham qo'llanilib, u $1R = 187,4 \text{ erg/g}$ ya'ni $1gr$ quruq havoda $1SGSE$ zaryad birligiga teng miqdorda ionlar zaryadini hosil qiliuvchi nurlanish energiyasiga teng bo'lgan kattalikdir. Yutilgan doza quvvatin HB (SI) sistemasida Gr/s birlikda o'lchanadi.

Ionlashtiruvchi nurlanish dozasi dozimetrlarda o'lchanadi. Dozimetr lar ionlashtiruvchi nurlanish bilan moddaning o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'ladigan fizikaviy va kimyoviy jarayonlarni aniqlashga asoslangan bo'lib ularni turlari va vazifasiga qarab: shaxsiy, tibbiy, radiobiologik, radiatsion, texnik, reaktor ichki qismi uchun tayyorlangan dozimetrlarga bo'linadi. DRGZ02 va DRGZ – 03 dozimetrlari bilan asosan laboratoriya va ishlab chiqarish sharoitlarida rentgen hamda gamma nurlanish miqdori, quvvati, neytronlar oqimi zichligi, tez neytronlar shuningdek, radiofaol ifloslanish o'lchanadi. Har ikki dozimetr ham dedektor va o'lchash bloki asosiy qism bo'lib, doimiy tok kuchaytirgich, iste'mol tok manbai va o'lchov asbobidan tashkil topgan. Ish sharoitida dozimetrlarni etalon nurlanish manbaalari bilan doimo tekshirib turish kerak.

Kiyimlar, qo'llar, predmet yuzalarining radiofaol moddalar bilan ifloslan-ganligini o'lchash va gamma nurlanish va neytronlar oqimining intensivligini aniqlash uchun universal radiometr RUP – 1 xizmat qiladi. Alfa va betta faol moddalar bilan yuzalarning ifloslanganligini 1 sm² ga bir minutda parchalangan soni bo'yicha, gamma nurlanish dozasining quvvatini – millirentgenlarda, neytron nurlanishning intensivligini – 1 sekundda 1cm² maydondagi zarrachalar soni bilan ifodalanadi.

Atrof muhitda ma'lum bir miqdor radiatsiya foni mavjud bo'lib, ular kosmik nurlanish, qurilish materiallarining va tuproqning nurlanishi kabilar tufayli mavjud bo'ladi. Atmosferadagi ushbu foni aniqlash uchun maishiy dozimetrlardan foydalaniladi.

Tayanch iboralar: yadro massasi, zaryadi, spini va magnit momenti. Protonlar va neytronlar. Izotoplar. Yadroning planetar va tomchi modeli. Yadro reaksiyalari. Yadroning bo'linish reaksiyalari. Atom yadrosining bo'linishi. Neytronlar ta'sirida bo'ladigan zanjir reaksiya. Yadro reaktorlari. Tez neytronlarda ishlaydigan reaktorlar. Atom tuzilishining planetar modeli. Tomson modeli. Atom nurlanish spektrlari. Bor postulatlar. Vodorod atomining Bor taklif etgan modeli. Pauli tamoyili. Bor nazariyasi. Bor nazariyasining qiyinchiliklari. De-Broyl nazariyasi. Optik spektrlar, rentgen nurlari, radiofaollik. Tabiiy radiofaollik. Alfa, beta va gamma- nurlanishlar, Radiofaollik. Radiofaol yemirilish qonuni, yarim yemirilish davri, dozimetrlar.

Nazorat savollari.

1. Yadro ichida qanday kuchlar mavjud?
2. Moddaning massa defekti nima va qanday aniqlanadi?
3. Yadro tarkibi qanday aniqlanadi?
4. Yadroning boshlanish energiyasi deb nimaga aytiladi?
5. Atomning murakkab tuzilishini tasdiqlovchi xodisalarni ayting.
6. Rezerfordning α zarrachalar bilan o'tkazgan tajribasini tushintiring.
7. Rezerford atomining plonetar modelini tushuntiring .
8. Bor postulatlarini ta'riflang.
9. Atomning Bor –Rezerford modelini tushuntiring.
10. Radiofaollik hodisasi deb qanday hodisaga aytiladi?
11. Radioktiv nurlanish tabiati qanday?
12. α, β, γ –nurlarining tabiati qanday?
13. Radiofaol elementning yarim yemirilish davri va o'rtacha yashash davri qanday?
14. Radiofaol nurlanishlarning qanday biologik ta'siri bor?
15. Dozimetriya nima?
16. Radiofaol nurlanishlardan qanday maqsadlarda foydalanish mumkin?
17. Ularning foydali va zararli tomonlariga misol keltiring?

12-BOB

Agrometeorologiyaning predmeti va tadqiqot uslublari.

§15. Fanning rivojlanish tarixi va tadqiqot uslublari.

Agrometeorologiya yoki qishloq xo'jaligi meteorologiyasi, meteorologiya-ning muxim tatbiqiy sohalaridan biri bo'lib, - meteorologik, iqlimiy va gidrologik sharoitlarni qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi jarayonlari va ob'ektlariga ta'sirini o'rganuvchi fan. Ya'ni, agrometeorologiya ob-havo o'zgarishlarining qishloq xo'ja-lik ishlab chiqarishiga tasirini o'rganadi.

Agrometeorologiya tuzilishi jixatdan qishloq xo'jaligi ob'ektlarini ob-havo va iqlim bilan bog'liqligini ochib beruvchi qonunlar, usullar va tushunchalarni birlashtirgan xolda o'rganuvchi maxsus fandır.

Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini ko'pincha "osmon ostida ochiq joydagi tsex" deb yuritiladi, chunki unda barcha mahsulotlar asosan tabiiy sharoitda yaratiladi.

Qishloq xo'jaligida turli murakkab bo'lgan tabiiy sharoitlarga duch kelinadi, ulardan eng asosiysi meteorologik omillar bo'lib-juda tez o'zgarib turadi. Meteorologik omillarning qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishiga va ob'ektlariga, ayniqsa madaniy o'simliklarni hosildorligini ortishida, serhosil bo'lishida, mahsulotni sifatiga, tannarxiga, hamda ish unumiga ta'siri kattadir.

Qishloq xo'jaligi uchun ahamiyatga ega bo'lgan meteorologik, iqlim, gidrologik va tuproq sharoitlarining qishloq xo'jaligi ishlab chiqarish ob'ektlari va jarayonlari bilan o'zaro ta'sirini o'rganadigan fan qishloq xo'jaligi meteorologiyasi deb ataladi. Hozirgi zamon qishloq xo'jaligi meteorologiyasi agrometeorologiya, agroiklimshunoslik, agrogidrologiya va zoometeorologiya kabi sohalar bilan uzviy bog'liq. Agrometeorologiyani qishloq xo'jaligi meteorologiyasining asosiy, yetak-chi bo'limi deb aytish mumkin. Agrometeorologiya qishloq xo'jaligi meteorologiyasining meteorologik sharoitlarni, qishloq xo'jalik o'simliklarining o'sish, rivojlanish va hosilining shakllanish jarayonlari va agrotexnik tadbirlar bilan o'zaro ta'sirini o'rganadigan sohasidir. Agrometeorologiya qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi uchun ahamiyatga ega bo'lgan meteorologik, iqlim, gidrologik va tuproq

sharoitlarini qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi ob'ektlari va jarayonlari bilan o'zaro ta'sirini o'rganadigan fandır. Agrometeorologiyaga berilgan bu ta'rifning mazmuni qishloq xo'jaligi meteorologiyasiga berilgan ta'rif bilan deyarli mos tushadi. Bu esa qishloq xo'jaligi meteorologiyasidagi ishlarning asosiy ko'lami agrometeorologiyaga to'g'ri kelishini ko'rsatadi. Agrometeorologiyaning o'rganish ob'ektlariga ob-havo, iqlim, tuproqning suv va issiqlik rejimi, fizik va fizik-mexanik xossalari qishloq xo'jalik ekinlari, yaylov o'simliklari va qishloq xo'jalik hayvonlari hamda qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi jarayonlari kiradi. Agrometeorologiyada barcha ob'ektlarni organizmning atrof-muhit bilan o'zaro ta'siri nuqtai nazaridan o'rganiladi. Agrometeorologiya bir tomondan meteorologik kattaliklarning o'zgarishini o'rgansa, ikkinchi tomondan meteorologik kattaliklar ta'sirida madaniy va cho'l-yaylov o'simliklarining o'sishi va rivojlanishini bir vaqtda (paralel) kuzatib boradi va bu kuzatishlar asosida ob-havo va iqlim sharoitlarining o'simlikka ta'sirini aniqlaydi. Bu fan XIX asrning oxiridan boshlab meteorologiya fanining qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishiga qo'llanishini o'rganadigan bo'limi sifatida rivojlana boshlagan. Meteorologiya-Yer atmosferasi, uning tuzilishi va xossalari, atmosferada ro'y beradigan turli hodisalarni o'rganadigan fandır. Meteorologiya fanining asosiy vazifasi atmosferada ro'y beradigan hodisalarni fizika fani nuqtai nazaridan tushuntirishdir. Meteorologiya atmosferada ro'y beradigan jarayonlar va hodisalarni quruqlik va Dunyo okeani sirti bilan o'zaro ta'sirda o'rganadi. Meteorologiya so'zining o'zi qadimgi grek tilida «meteor»—osmon hodisasi, «logos» o'rganish, bilish degan ma'noni bildiradi. Shunday qilib, meteorologiya osmon hodisalarini o'rganadigan fandır. Meteorologiyaning asosiy vazifasi atmosfera jarayonlarini o'rganish bilan cheklanmasdan, balki ularga faol ta'sir etish-ob-havoning noqulay hodisalari zararini yo'qotish yoki kamaytirish masalalari bilan ham shug'ullanadi.

Masalan, do'l yog'adigan bulutlarga ta'sir etib yirik do'l yog'ishiga yo'l qo'ymaslik va shu bilan ekinlarni do'l urishidan saqlab qolish usullarini ishlab chiqadi. Meteorologiya fani havo tarkibi, zichligi, harorati va namligi, nuriy energiya va uning aylanishlari, bulutlar, yog'inlar, atmosferada havo massalarining vujudga kelishi va harakati, dovullar, qora sovuq (sovuq urish) lar, qurg'oqchilik, atmosfera

holatini tavsiflaydigan boshqa juda ko'p kattaliklar va hodisalarni quruqlik hamda Dunyo okeani sirti bilan o'zaro ta'sirda o'rganadi. Atmosfera holatining keskin o'zgarishiga sabab bo'ladigan biror fizik jarayonga atmosfera hodisasi deb yuritiladi. Biror joyda aniq vaqt paytidagi yoki vaqt oralig'idagi meteorologik kattaliklar va hodisalarning majmuasi bilan tavsiflanadigan atmosfera holati ob-havo deyiladi. Meteorologiyani ba'zan ob-havo to'g'risidagi fan deb ham ataladi. Sodda qilib aytilgan bu ta'rif fanning hozirgi kundagi mazmunini to'g'ri ko'rsatadi deb ayta olamiz. Havo holati va ba'zi atmosfera hodisalarining turlicha tavsiflariga meteorologik kattaliklar deyiladi. Meteorologik kattaliklar tushuncha-sini atmosfera holatini miqdor jihatdan tavsiflash uchun kiritiladi. Havo harorati va namligi, atmosfera bosimi, shamol tezligi va yo'nalishi, bulut miqdori, yog'ingar-chilik, ko'rinuvchanlik uzoqligi asosiy meteorologik kattaliklar hisoblanadi. Bu har bir kattaliklarning qiymati u yoki bu o'lchov birligida ifoda qilinadi. Masalan, atmosfera bosimini asosan gPa (gektopaskal) birlikda ifodalansada, ko'pincha uning mm simob ustuni birligining qo'llanilishini ham uchratamiz. Quyosh radiatsiyasi, Yer va atmosfera nurlanishi, quyosh shafag'i (yog'dusi) ning davomiyligi kabi nuriy energiyaning ba'zi tavsiflarini ham meteorologik kattaliklarga qo'shish mumkin. Meteorologik hodisalarga-tuman, yaxmalak, qor bo'ronlari, chang va qum bo'ronlari, momaqaldiroq, quyun, shudring, qirov va boshqalar kiradi. Ularni sifat jihatdan yoki meteorologik kata-liklar yordamida ifodalash mumkin. Masalan, «quyuq» tuman tushdi yoki 10-15 m masofani ko'rish mumkin bo'lgan tuman tushdi va h.k. Meteorologik kattaliklar va hodisalar o'zaro bog'liq, ulardan birining o'zgarishi boshqalarining o'zgarishini yuzaga keltiradi. Masalan, atmosferadagi jarayonlarning rivojlanishida bulutlik o'zgarsa, uning o'zgarishi o'z navbatida havo harorati, namligi, yog'inlar, shamollarning o'zgarishiga olib keladi. Natijada, ob-havo ham o'zgaradi. Shuning uchun ham ob-havo tez o'zgaruvchan va turlicha bo'ladi.

Qishloq xo'jalik o'simliklari va hayvonlari holati va mahsuldorligini aniqlay-digan meteorologik va gidrologik kattaliklar majmuasini agrometeorologik omillar, ularning biror vaqt davomidagi qiymatlarini agrometeorologik sharoitlar, olingan joydagi agrometeorologik sharoitlarning ko'p yillik rejimiga agroiqlimiy sharoitlar deb yuritiladi.

Tayanch iboralar. Agrometeorologiya, meteorologiya, agroiqlimshunoslik, agrogidrologiya, zoometeorologiya, fizik-mexanik xossa, ob'ekt, yillik rejim, ob-havo harorati, ob-havo, shamol, tuman, yaxmalak, qor bo'ronlari, chang qum bo'ron, momaqaldiraq, quyun, shudring, qirov, meteorologik kattalik, meteorologik hodisa, meteorologik omil.

Nazorat savollari.

1. Agrometeorologiya predmeti nimani o'rganadi?
2. Meteorologiya nimani o'rganadi?
3. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini ko'pincha yana deb nomlanadi?
4. Atmosfera hodisasi deganda nimani tushunasiz?
5. Meteorologik kattaliklar deganda nimani tushunasiz?
6. Ob-havo deganda nimani tushunasiz?
7. Agrometeorologik omillar deganda nimani tushunasiz?
8. Agrometeorologik sharoitlar deganda nimani tushunasiz?
9. Agroiqlimiy sharoitlar deganda nimani tushunasiz?
10. Meteorologik va gidrologik kattaliklar majmuasi nima deb ataladi?

§16. Agrometeorologiyaning vazifalari va boshqa tabiiy fanlar bilan o'zaro boqliqligi.

Agrometeorologiya fani, shuningdek meteorologiyaning atmosferada ro'y beradigan hodisalarning fizik qonuniyatlarini o'rganadigan va ob-havoni oldindan aytish usullarini ishlab chiqish bilan shug'ullanadigan bo'limi-sinoptik meteorologiya, iqlim hosil qiluvchi omillarni, turli hududlarning iqlim resurslarini va iqlim o'zgarishini o'rganadigan bo'limi-iqlimshunoslik fanlari bilan ham uzviy bog'langan.

Agrometeorologiyada ham boshqa tabiiy fanlar, jumladan fizika fanidagi kabi tadqiqotlarning uchta: kuzatish, tajriba va nazariy tahlil qilish kabi umumiy usullaridan foydalaniladi:

1. Kuzatish usuli. Bu usulda Yer sharining turli joylaridagi meteorologik obsyervatoriyalar, meteorologik Stantsiyalar va postlar, turli maqsadlarda kuzatish-ishlari olib boriladi va kuzatish natijalari tahlil qilinadi.

2. Tajriba usuli. Bu usulning mohiyati shundaki, unda qishloq

xo‘jaligi ishlab chiqarishi uchun ahamiyatga ega bo‘lgan jarayon (yoki hodisa) ni sun‘iy ravishda amalga oshirish uchun tajribalar o‘tkaziladi. Hozirgi vaqtda bu usul juda kam rivojlanganligini ta’kidlab o‘tamiz.

3. Nazariy tahlil qilish usuli. Bu usul agrometeorologik jarayon (hodisa) larning nazariy ravishda aniqlangan umumiy qonuniyatlarini fizika, biologiya, o‘simliklar fiziologiyasi, tyermodinamika va boshqa fanlar qonunlaridan foydalanib, matematikani jalb qilgan holda miqdoriy shaklda ifodalashga asoslangan.



Yuqorida biz tadqiqotlarning umumiy usullarini ko‘rsatib o‘ldik. Agrometeorologiyada bu usullarga asoslanib ishlab chiqilgan quyidagi xususiy tadqiqot usullari ham keng rivojlangan:

1. Meteorologik hodisalar va o‘simliklarni parallel ravishda kuzatishlar olib borish usuli. Agrometeorologiyada tadqiqotlarning eng asosiysi bo‘lgan bu usulda o‘simliklarning holati, o‘sishi, rivojlanishi va meteorologik sharoitlarni ayni bir vaqtda parallel ravishda kuzatib boriladi. Bu usul yordamida dala kuzatishlari davrida olingan materiallarga asoslanib, kuzatishlar o‘tkazilayotgan joydagi ob-havo sharoitlari bilan o‘simliklarning o‘sishi, rivojlanishi va hosilining shakllanishi orasida sifat va miqdoriy bog‘lanishlar o‘rnatiladi,

o'simliklarning asosiy hayot omillari-yorug'lik, issiqlik, namlik va oziq moddalar miqdorlariga talabi, turli xil o'simliklar uchun bu omillarning eng oz va ko'p miqdorlari, qora sovuq (sovuq urish), qurg'oq-chilik va boshqa hodisalarning o'simlikka ta'siri aniqlanadi. Shuningdek, kuzatish materiallari asosida turli xil o'simliklarda rivojlanish fazalarining boshlanishi uchun kerak bo'lgan havoning samarali haroratlari yig'indisi hisoblanadi.

2. Ekinlarni oldinma-keyingi muddatlarda ekish usuli. O'simliklarning turlicha ob-havo sharoitlarida o'sishi va rivojlanish qonuniyatlarini aniqlash uchun ko'p yillik agrometeorologik kuzatishlar olib borish kerak. Tadqiqotlar o'tkazish muddatini tezlashtirish uchun ekinlarni oldinma-keyingi muddatlarda ekish usuli qo'llaniladi. Bu usulda ekinlarni daladagi o'zaro teng maydonlarga har xil muddatlarda ekiladi, ularning o'sish va rivojlanishi hamda olingan joyning ob-havo sharoitlariga doir parallel kuzatishlar olib boriladi. Bu usul qo'llanganda o'rganilayotgan ekin navini bahordan boshlab vegetatsiya davrining oxirigacha har 5-10 kun o'tgandan keyin ekib boriladi. Bunda turli muddatlarda ekilgan ekinlarning rivojlanishi har xil meteorologik sharoitlarda o'tadi. Masalan, yerta bahor paytida ekilgan urug'lardan unib chiqqan o'simliklarning dastlabki rivojlanish fazalari tuproq va havo harorati-ning pastroq bo'lgan davrida o'tsa, yozda ekilgan ekinlarning dastlabki rivojlanish fazalari issiq va quruq ob-havo sharoitida o'tadi. Ekinlarni oldinma-keyingi muddatlarda ekish bo'yicha tajribalar natijasida olingan joyda hattoki bir yilning o'zidayoq u yoki bu meteorologik sharoitning o'simlikka qanday ta'sir ko'rsatishi haqida ma'lumotlar olish mumkin.

3. Ekinlarni turli geografik o'rinli joylarga ekish usuli. Bu usulda tekshirilayotgan o'simlik navi urug'larini turli qit'alardagi mamlakatlarda yoki biror mamlakatning turli geografik joylari (har xil tuproq va iqlim sharoitlari) da bir vaqtda ekiladi. Bu usulda ham oldinma-keyingi ekish usuldagi vazifalarni hal qilinadi, chunki har xil tuproq-iqlim sharoitiga ekilgan navlar turlicha namlik, harorat, kun uzunligida o'sadi va rivojlanadi. Bu usul tanlangan joylarga aynan bir xil navlarni bir vaqtda ekish, bir xil agrotexnik tadbirlarni qo'llash va bir xil dasturdagi agrometeorologik kuzatishlar o'tkazishni talab qiladi.

O'z-o'zidan ayonki, turlicha tuproq-iqlim sharoitidagi farqlar tekshirilayotgan o'simliklarning o'sishi, rivojlanishi va hosildorligiga

har xil ta'sir qiladi. Bu usul nisbatan kam qo'llaniladi, chunki bir mamlakatning turlicha tuproq-iqlim sharoit-larida yoki turli mamlakatlarda olingan ekinni bir vaqtda ekish tashkiliy jihatdan juda qiyin.

4. Dala-tajriba usuli. Bu usulda dala tajribalarida maxsus qurilmalar va tadbirlar yordamida o'simliklarni parvarish qilishning agrometeorologik sharoitlarini sun'iy ravishda o'zgartiriladi (tajriba dasturiga muvofiq tuproq harorati va namligi, yoritilganlik jadalligi va davomiyligi va boshqalar boshqariladi).

5. Fitotron usuli. Fitotron sun'iy iqlim hosil qiladigan qurilma bo'lib, o'simliklar uning ichida sun'iy iqlim sharoitida parvarish qilinadi.

Ularda o'simliklarni yorug'lik, issiqlik, namlik, gaz tarkibi va oziq moddalar-ning har xil qiymatlarida parvarish qilinadi va turlicha agrometeorologik sharoit-laring o'simlik o'sishi, rivojlanishi va hosildorligiga ta'siri o'rganiladi.

6. Masofadan turib o'lchash usuli. Bu usulda vyertolyotlar, samolyotlar va Yer sun'iy yo'ldoshlarida o'rnatilgan asboblarda yordamida katta maydonlardagi ekinlar-ning holati, harorat rejimi, namligi va boshqalar o'rganiladi.

7. Matematik modellash usuli. Keyingi yillarda agrometeorologiyada bu usul tez rivojlanmoqda va u agrometeorologik sharoitlarning o'simlik o'sishi, rivojlanishi va mahsuldorligiga ta'sirini matematik qonun va qoidalar yordamida matematik modellarini tuzish imkoniyatini beradi. Masalan, «tuproq-o'simlik-atmosfera» tizimidagi issiqlik, namlik, energiya almashinishi jarayonlarining matematik qonun va qoidalar yordamida matematik modelini tuziladi va yechiladi.

8. Matematik statistika usuli. Bu usulda o'simliklar o'sishi, rivojlanishi va mahsul-dorligining shakllanishiga ob-havo sharoitlarining ta'sirini aniqlash uchun juda ko'p kuzatishlar o'tkaziladi. So'ngra bunday kuzatishlar natijalarini ishlab chiqish asosida o'simliklar o'sishi, rivojlanishi va mahsuldorligining ob-havo sharoitlariga bog'liqligi xususiyati o'rganiladi. Yuqorida bayon qilingan agrometeorologik tadqiqot usullarining birinchisi hozirgi vaqtda Mustaqil Davlatlar Hamdo'stligi (MDH) dagi gidrometeorologiya va tabiiy muhitni muhofaza qilish boshqarmalariga qarashli 2300 dan ortiq meteorologik Stantsiyalardagi kuzatishlar dasturiga asos qilib olingan.

Tayanch iboralar. Kuzatish usuli, tajriba usuli, matematik statistika

usul, fitotron usul, dala-tajriba usul, oldinma-keyingi muddatlarda ekish usuli, kuzatishlar olib borish usuli, geografik o'rinli joy, ob-havo sharoitlari, meteorologik Stantsiya, o'lchash, issiqlik, namlik, energiya.

Nazorat savollari.

1. Agrometeorologiya fani qaysi fanlar bilan uzviy bog'langan?
2. Agrometeorologiyada ham boshqa tabiiy fanlar, jumladan fizika fanidagi kabi tadqiqotlarning qanday umumiy usullaridan foydalaniladi?
3. Kuzatish usuli deganda nimani tushunasiz?
4. Tajriba usuli deganda nimani tushunasiz?
5. Matematik statistika usuli deganda nimani tushunasiz?
6. Mitotron usuli deganda nimani tushunasiz?
7. Dala-tajriba usul deganda nimani tushunasiz?
8. Oldinma-keyingi muddatlarda ekish usuli deganda nimani tushunasiz?
9. Kuzatishlar olib borish usuli deganda nimani tushunasiz?

§17.O'zbekistonda agrometeorologiya taraqqiyotini qisqacha tarixi.

Qadimiy tarixiy manbaalarda agrometeorologiya fani kurtaklarining paydo bo'lishi.

O'zbekistonda agrometeorologiya fani rivojlanishining qisqacha tarixi qadimiy tarixiy manbaalarda agrometeorologiya fani kurtaklarining rivojlanishi hammaga ma'lumki, biz yerning qishloq xo'jalik ekinlari va chorvachilik mahsulotlari bilan oziqlanamiz, kiyinamiz. Tabiiyki, qishloq xo'jaligi mahsulotlari asosan ochiq yerlarda yaratiladi. Yer yuzida insonlarning yashashi uchun tabiiy geografik qulay sharoitlar yaratilgan joy ikki daryo-Sirdaryo va Amudaryo oralig'ida joylashgan hudud bo'lgan. Tog' oralaridagi vodiylarda, qiyaliklardagi yashil bog' orolar, yer osti suv boyliklari, yaylovlar, tabiati insonning yashashi uchun tabiiy sharoit yaratilganligi natijasida bu hududda dehqonchilik, chorvachilik va mayda hunarmandchilik rivojlangan. Tog'lar oralig'idagi vodiylarning sersuvli-gi, ya'ni qiyaliklar, bog'lar, yerosti boyliklari, tabiiy yaylovlar insonlarning yashashiga tabiiy sharoitlar mavjudligi chorvachilik, dehqonchilik, mayda hunar-mandchilik rivojlanganligi fanda isbotlangan. Bu hududda eramizdan oldin davlat shakllanganligi va fan taraqqiyot etganligini isbotlovchi dalillar yetarlidir. Har xil tarixiy davrlarda bu yerlar

Baqtriya, Movarounnahr, Turkiston, Oʻrta Osiyo va hozirda Markaziy Osiyo deb atalayotgan bu hudud Evrosiyo qitʼasining ichkarisi-dagi Kaspiy, Orol dengizlarining oʻrtasida joylashgan, Atlantika va Tinch okeanlaridan 4500 km uzoqlikda boʻlib, u qurgʻoqchil iqlimga ega. Ammo Markaziy Osiyo mintaqasi tarqoq dehqon xoʻjaligi shakllanganligi bilan farqlanib, XX asrgacha agrometeorologiya taraqqiyoti mustaqil fan sifatida juda sekin rivojlangan. Turli tarixiy-ilmiiy hujjatlar asosida Oʻrta Osiyoning qadimiy olimlari tahlillari natijasida qishloq xoʻjaligi ishlab chiqarishining ob-havo va iqlimga mosligini, havo, suv, tuproq muqaddasligini isbotlanishi qadimgi zamonda agrometeorologiya fanining kurtaklari paydo boʻlishiga imkoniyat yaratdi. Biz buni eʼtibordan chiqarib yubormasligimiz kerak. Masalan, 2700 yil oldin chop etilgan «Avesto» kitobida agrometeorologik elementlar: havo, suv, tuproq tabiatning ajralmas qismi va ilohiy sanalar edi. Kimki suvni, havoni, tuproqni ifloslantirsa, oʻsha davrdagi qabul qilingan qonun boʻyicha jazolangan. «Avesto» kitobi hozirgi paytda boy tarixiy-diniy maʼnaviyatga ega xalqimizning katta ahamiyatli kitobi hisoblanadi.

Bu kitob hozir ham yosh avlodni tarbiyalashda ularning oʻz ona yerini sevib asrashga undaydi, Orol muammosi paydo boʻlgan hozirgi vaqtda xalqni tabiatga alohida eʼtibor berishga chorlaydi. Qadimiy tarixdan maʼlumki, kundalik hayotda insonlar faoliyati raqamlar va oʻlchashlarga juda bogʻliq boʻlgan. Koʻp raqamlar va oʻlchashlar natijasini aniq bir qolipga solish kerakligini tushunib yetganlar, chunki inson aqli juda koʻp oʻlchashlarni, sonlarni miyasida saqlamaydi. Hozirgi vaqtda agrometeorologik masalalarni yechishda matematik va elektron hisoblashlardan keng koʻlamda foydalaniladi. Matematikani qoʻllashdan har xil hisob-kitoblar yechimini topishda Shaxsiy elektron hisoblash mashinalari (SHEHM) uchun maxsus dastur - hisoblash algoritmini tayyorlashga toʻgʻri keladi. «Algoritm» lotincha soʻz boʻlib, u buyuk matematik, geograf Muso al-Xorazmiy ismidan olingan. Al-Xorazmiy birinchi boʻlib Yerning quruq qismini obodonlashtirilgan hududga boʻlishda oʻsha davrdagi iqlim nazariyasidan toʻgʻri foydalangan va uning yozgan asari hozir ham dastlabki ilmiy asarlar qatorida hisoblanadi. Ahmad al-Fargʻoniy Fargʻona vodiysining Quva qishlogʻida tugʻilgan, taxminan 797 dan 865 yilgacha yashagan. Xalifa al-Mutavakkil qaroriga binoan 861 yilda Fustat (Misr) shahriga kelgan.

Kelishdan maqsad Nil daryosining suvini o'lash asbobi-nilomerni tuzatish bo'lgan va yangi nilomer yaratish uchun Nil daryosining suvini o'lash bilan shug'ullangan. Nil daryosining sersuvlik sathini aniqlab ekinlardan qancha hosil olish mumkinligini bashoratlagan va shunga qarab aholidan qancha miqdorda soliq olishga oid tavsiyalar bergan.

Tayanch iboralar. yashil bog' oralar, yer osti suv boyliklari, yaylovlar, tabiiy sharoit, qishloq xo'jalik ekinlari, chorvachilik mahsulotlari, tarixiy-ilmiy hujjatlar, agrometeorologik masalalar, hisoblash algoritmi, bashorat.

Nazorat savollari.

1. Agrometeorologiya fani rivojlanishini qanday ahamiyati bor?
2. Yer yuzida insonlarning yashashi uchun tabiiy geografik qulay sharoitlar yaratilgan joy qayer hisoblangan?
3. Tabiiy sharoitlar avval qayerlarda mavjud bo'lgan?
4. XX asrgacha agrometeorologiya taraqqiyoti mustaqil fan sifatida qanday rivojlandi va bunga sabab nima edi?
5. Hozirgi vaqtda agrometeorologik masalalarni yechishda qanday hisoblashlar-dan keng ko'lamda foydalaniladi?
6. Buyuk ajdodlarimizdan Muso al-Xorazmiy agrometeorologiya faniga qanday qanday hissa qo'shgan?
7. Buyuk ajdodlarimizdan Ahmad al-Farg'oniy qanday ishlar olib borgan?
8. Buyuk ajdodlarimizdan Xalifa al-Mutavakkil kimni nima uchun taklif qilgan?

§18. O'rta osiyoda xozirgi zamon agrometeorologiya fanining tashkil topishi va uning rivojlanishida O'zbekiston olimlarning hissasi.

Mirzo Ulug'bek (Muhammad Tarag'ay, 1394-1449 y) buyuk o'zbek astrono-mi va matematigi Samarqandga ko'zga ko'ringan olimlarni taklif qilib ular yordami-da obsyervatoriya qurgan. Bu Ulug'bek davrida ham, undan ancha keyin ham beqiyos ahamiyatga ega. Ulug'bek va uning shogirdlari astronomiyaga oid juda muhim ilmiy ishlarni bajardilar. Jumladan, ular turli joylarning geografik kengligi va uzunligini, quyoshning chiqishi va botishi aniq vaqtlarini ko'rsatib berdilar. Bu esa agrometeorologiyaning muhim omili bo'lgan quyosh

yogʻdusining davomiyli-gini hisoblab chiqish imkoniyatini yaratadi.

Zahiriddin Muhammad Bobur (1483-1530 y) va avlodlari Hindistonda uch asr hukmronlik qilishgan Boburiylar sulolasining asoschisidir. Uning «Boburnoma» kitobida Oʻrta Osiyoning iqlimiy sharoiti, qishloq xoʻjaligi bayoni keltirilgan. Bu kitobda juda koʻp sarlavhada tevarak atrofdagi tabiatni: daryolar, togʻlar, oʻsimliklar va yaylovlarga ajratilgan. Oʻsimliklarning hosildorligi, har xil iqlimiy sharoitga mosligi haqida yozilgan. Oʻrta Osiyoning qishloq xoʻjalik ekinlari hosildorligi, uning iqlimi, tabiati XI-XII asrlarda Oʻrta Osiyo olimlari Beruniy, Al Umariy, Mahmud Qoshgʻariy, Muhammad Ibn Najib Bekon kitoblarida ham qayd qilingan. Ayniqsa bundan 500-550 yil ilgari yozilgan qoʻlyozma «Ziratnoma» - «Dehqonchilik ilmi» kitobi alohida tarixiy ahamiyatga ega. Bu kitobda XV-XVI asrlarda Markaziy Osiyo sharoitida dehqonchilik bilan shugʻullanishda koʻp yillik ekinlarni ekish muddati, agrotexnik tadbirlar, hosilni yigʻib olish davri kabi maʼlumotlar jamlangan. Bundan tashqari oʻsimliklarni qora sovuqlardan saqlab qolish haqida ham yozilgan. Qish mavsumida oʻsimliklarni sovuqdan asrash va ularni ustini yopish, masalan anjirni qish mavsumida - 6°C haroratda sovuq urishi mumkinligi yozilgan, lekin achinarlisi shuki, qanday qilib harorat oʻlchanganligi va qanday qilib muhim agrometeorologik koʻrsatkich oʻrnatilganligi haqida yozilmagan. Har xil zararkunandalar bilan kura-shish haqida ham keng maʼlumot berilgan. Oʻzbekiston Fanlar Akademiyasining Sharqshunoslik instituti fondida bu kitobning asl nusxasi № 565 raqami bilan saqlanadi.

Meteorologiyaning amaliy tarmogʻi-agrometeorologiya XIX asrning oxirida yuzaga kelgan boʻlib,- Yer atmosferasi haqidagi va atmosferada yuz beradigan jarayonlarni oʻrganuvchi fan hisoblanadi. Yer sharini oʻrab olgan havo qatlamiga atmosfera deyiladi. Shu oʻrinda meteorologiyaga va atmosferaga oid avlodlarimiz yaratgan adabiyotlarni yodga olish maqsadga muvofiq boʻladi: Muso al-Xorazmiy (783-850) ning “ZIJ”i kitobi agrometeorologiya sohasiga asos solgan dastlabki buyuk kitoblardan hisoblanadi. Kitobda shaharlar, togʻlar, dengizlar, orollar va daryolardagi 2402 ta geografik joyning koordinatalari keltiriladi. Shaharlar daryolar togʻlar orollar, va boshqa obʻektlar iqlimlar boʻyicha taqsimlangan. Iqlim soʻzi aslida yunoncha klima-“ogʻish” soʻzidan kelib chiqqan boʻlib, uni fanga Gipparx (eramizdan oldingi II asr) kiritgan. Gipparx Yerning odamlar yashaydigan qismini

qismini 12 ta iqlimga ajratgan. Undan soʻng Ptolemey iqlimlarning sonini 8 tagacha kamaytiradi, lekin oʻz “Geografiya”sida u iqlimlar nazariyasiga Oʻta rioya qilmaydi, chunki geografik joylarni mintaqalar va yeparhiyalar boʻyicha taqsimlaydi.

Geografiyani iqlimlar nazariyasiga Oʻta rioya etgan holda birinchi marta Xorazmiy bayon qiladi. U yerning maʼmur, yaʼni insonlar yashaydigan obod qismini yeti iqlimga ajratadi. Xorazmiy qadimgi yunon olimi Ptolemeydan farqli oʻlaroq, mintaqalar, mamlakatlar va ulardagi geografik joylarni emas, balki 1 iqlimdan to yetti iqlimgacha joylashgan joylarni tavsif etadi. Axmad as Safariy (835-899) “Atmosfera hodisalari haqida kitob”, “Togʻlarning foydasi haqida kitob” Abu Hasr Farobiy (873-950) “Yulduzlar haqidagi qoidalarda nima toʻgʻri nima nooʻtishligi toʻgʻrisida”gi risolasida osmon jismlari bilan Yerdagi hodisalar oʻrtasidagi tabiiy aloqalarni, xususan, bulutlar va yomgʻirlar paydo boʻlishining Quyosh issiqligi taʼsirida bugʻlanishga sababiy bogʻliqligini koʻrsatgan).

Oʻzbekiston Mustaqillikga ega boʻlgandan keyin tarixiy hujjatlar, ilmiy kitoblarimizni topish va ularni koʻpchilik chet el kutubxonalaridan qaytarib olib kelish ishlari olib borilmoqda. Yaqin kelajakda agrometeorologiyaga oid tarixiy ilmiy ishlar topilishi shubhasizdir.

Oʻzbekiston Mustaqillikga ega boʻlgandan keyin tarixiy hujjatlar, ilmiy kitoblarimizni topish va ularni koʻpchilik chet el kutubxonalaridan qaytarib olib kelish ishlari olib borilmoqda. Yaqin kelajakda agrometeorologiyaga oid tarixiy ilmiy ishlar topilishi shubhasizdir.

Agrometeorolog olimlarning izlanishlaridan koʻrinadiki, tuproqni unumdor-ligini oshirish madaniyati ortganiga qaramasdan, ob-havo sharoitiga bogʻliqligi juda yuqori, shuning uchun hosildorlik yildan yilga tebranib turadi degan xulosaga kelishdi.

Dunyo meteorologik tashkilotlarining maʼlumotlariga koʻra, yogʻinlar Hindistonda bugʻdoy hosildorligini 75% gacha, AQSHda 36 dan 80% gacha, Kanadada 36 dan 62% gacha oʻzgartirib yuborar ekan.

Hozirgi paytda qishloq xoʻjaligini texnik jihatdan ilgʻor texnologiyalarda yaratilgan zamonaviy texnikalar bilan jihozlanganligi tufayli qiyin meteorologik sharoitlarda ham epchillik bilan ularni taʼsirini kamaytirishga erishilmoqda.

Tuproq-oʻsimlik-atmosfera boʻlmish tizimda madaniy oʻsimliklarni hosil solishidagi qonuniyatlarini kompleks oʻrganishda

asosiy meteorologik omillar bo'lgan yorug'lik, issiqlik va namliklarni miqdoriy tahlil qilib dasturlashtirilib bashorot qilinsa maqsadga muvofiq bo'ladi.

Madaniy o'simliklarni hosildorligini mo'l bo'lisida har bir hududning iqlimidan kelib chiqib, o'sha joylarga mosini ekilsa ko'proq mahsulot olinishiga erishiladi.

Shularni hisobga olsak, qishloq ho'jaligi xodimlari iqlim resurslaridan samarali foydalanib hosildorlikni oshirib va noqulay meteorologik hodisalar bilan doimo kurashib borishi kerak. Buning uchun ular qishloq xo'jalik ishlab chiqarishida atmosferaning Yerga yaqin sathida yuz beradigan hadisalar va jaroyonlarni fizik mohiyatini bilishlari shart.

Tayanch iboralar. mintaqalar, yeparhiyalar, zararkunanda, bulutlar, yomg'irlar obsyervatoriya, tarixiy ilmiy ishlar, texnologiya, hosildorlik, kompleks, tuproq, o'simlik, atmosfera, samarali, meteorologik hodisa,

Nazorat savollari.

1. Mirzo Ulug'bek (Muhammad Tarag'ay) kim bo'lgan va qanday ishlar olib borgan?
2. Zahiriddin Muhammad Bobur kim bo'lgan va agrpmeteorologiya sohasidaqanday ishlar olib borgan?
3. Gipparx kim bo'lgan va agrpmeteorologiya sohasida qanday ishlar olib borgan?
4. Muso al-Xorazmiyning "ZIJ"i kitobi agrpmeteorologiya sohasini rivojlanishida qanday o'rin tutadi?
5. Axmad as Safariy kim bo'lgan va agrpmeteorologiya sohasida qanday ishlar olib borgan?
6. Abu Hasr Farobiy kim bo'lgan va agrpmeteorologiya sohasida qanday ishlar olib borgan?
7. Agrometeorolog olimlarning izlanishlar natijasida qanday xulosalarga kelishdi?
8. Hozirgi paytda qishloq xo'jaligini texnik jihatdan ilg'or texnologiyalarda yaratilgan zamonaviy texnikalardan qanday yutuqlarga olib kelmoqda?
9. Tuproq-o'simlik-atmosfera bo'lmish tizimda madaniy o'simliklarni hosil solishida qanday vazifalar muximdir?
10. Iqlim resurslaridan samarali foydalanish deganda nimani tushunasiz?

13 – BOB

Atmosfera tuzilishi va kuzatish usullari.

§19. Yer atmosferasi qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishi uchun muxit sifatida.

Yuqorida ta’kidlaganimizdek Yer sharini o‘rab olgan havo qatlamiga atmos-fera deyiladi. U Yerdagi barcha organizmlar (anaerob bakteriyalardan tashqari) uchun yashash muhitidir (organizm-murakkab a’zolari bir-biriga muvofiq ravishda ishlab turadigan tirik mavjudot yoki o‘simlik). Turli jaroyonlar shulardan o‘simliklarning fotosintetik faoliyati tufayli Yer atmosferasi evolyutsion rivojlanib, million yil oldingiga o‘hshash hozirgi tarkibga ega bo‘ldi. Shuning uchun odam va qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarish ob’ektlari havoning hozirgi tarkibiga moslashgan holda undan foydalanadi, nafas oladi, qisqasi u yashash uchun shartli mavjudod hisoblanadi.

Atmosfera tuzilishi va kuzatish usullari quyidagicha izoxlanadi. Atmosferadagi xilma xil hodisalarni o‘rganish natijasida atmosferaning bir necha qatlamdan iborat ekani aniqlangan. Ular quyidagicha: 1. Yerga yaqin havo qatlami, 2. Traposfera, 3. Strotosfera, 4. Mezosfera, 5. Termosfera, 6. Ekzosfera

Yer sirtidan 2m balandlikkacha bo‘lgan havoni yerga yaqin havo qatlami deyiladi. Yer yuzasidagi tirik organizm shu yerga yaqin qatlamda hayot kechiradi. Shuning uchun qishloq xo‘jaligi meteorologyasida bu qatlamining fizikaviy xossalari aloxida o‘rganiladi.

T r a p o s f e r a qutblarda yer yuzidan 8-9 km, mo‘tadil kengliklarda 10-11 km, ekvatorida esa 16-18 km balandlikkacha yoyilgan. Demak yerga yaqin havo qatlami taposferaning eng pastki qismidir. Traposferadan yuqoriga ko‘tarilgan sari temperatura pasayib boradi va uning yuqoridagi chegarasida $-70^{\circ}C$ atrofida.

Atmosfera massasini eng ko‘p qismi 80%, suv bug‘ining esa deyarli hammasi troposfearda joylashgan ob- havoga ta’sir ko‘rsatagan va uni xarakterlaydigon hamma jarayonlar traposperada yuz beradi.

Qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarish traposferaning quyi qismida bo‘lgani uchun traposferada bo‘ladigan jaroyonlarni o‘rganib boriladi.

S t r a t o s f e r a 10-11 km dan 50-55 km balandlikkacha tarqalgan. Stratosferada bulut hosil bo‘limaydi. Stratosferadagi ozonning

ultra binafsha nurlarini yutishi natijasida unda harorati traposferadagiga qaraganda baland va yuqori chegarasida yillik o'rtacha harorat 0°C ni tashkil qiladi. Traposfera uchun xarakterli bo'lgan havoning harakati stratosferada kuzatilmaydi.

M e z o s f e r a Stratosfera ustida joylashgan bo'lib uning yuqori chegarasi 80-90km balandlikkacha tarqalgan. Mezasferada harorat pasayish natijasida uning yuqori chegaasida $-70 - 80^{\circ}\text{C}$ ni tashkil etadi.

T e r m o s f e r a 80-90 kmdan 800-1000 km balandlikkacha tarqalgan bo'lib, temperatura uzluksiz ko'tarila boradi va yuqori chegarasida 2000°C . Atmosferaning yuqori qatlamlarida quyosh nuri ta'siri bilan gaz moddalarining atomlarida ionlanlarga ajralish hodisasi yuz beradi. Buni natijasida termosfera ionlangan atomlardan va erkin elektronlardan iborat bo'lgan bir necha qatlamlar hosil bo'ladi.

E k z o s f e r a atmosferasining eng yuqori qatlami bo'lib, u 1000 km dan balandlikda joylashgan ekzosfera gaz, atomlarning olam fazosida tarqalib ketish hodisasi yuz beradi. Yer hamma jismlar qatori havoni ham o'ziga tortadi va shu sababli havoning og'irligi yengil bo'lgani bilan u baribir, balandligi katta bo'lgan ko'p kilometrni qalin havo qatlami Yer yuzasidagi hamma jismlarga katta bosim bilan ta'sir qiladi.

Atmosferani Yerga yaqin qatlamini o'rganishda o'tkaziladigan tadqiqotlar asosan butun Yer yuzining turli joylariga o'rnatilgan meteostantsiyalardagi doimiy kuzatishlarda (sutkasiga 4 yoki 8 marta) olingan natijalar orqali olib boriladi. Bunday kuzatishlar kerakli asbob-uskunalar bilan jixozlangan bo'ladi. Borish qiyin bo'lgan joylarda-tog'lar va h.k.larda avtomatlashtirilgan radiometeorologik stantsiyalari o'rnatiladi.

Atmosferani tadqiq qilishda hozirda Yerning sun'iy yo'ldoshlaridan foydalaniladi. Xozirgi kunda ularning soni bir necha mingni taskil qiladi. Masalan, Rossiya davlatidan uchirilgan kosmik meteorologik stantsiya yordamida 800 km balandlikdagi meteorologik elementlarni o'lchaydi. Meteor Yer atrofini 1,5 soatda aylanib chiqishga ulguradi. Katta hududlardagi atmosferada bo'ladigan jaroyonlarni o'rganishda ayrim joylardagi o'rnatilgan punktlardagi kuzatishlar bilan chekralanmaslik kerak. Kuzatishlar Yer yuzining barcha qismlarida, Yer

satxida va dengiz satxiga nisbatan olingan turli balandliklarda olib boriladi.

Bunday sun'iy yo'ldoshlar zamonaviy elektron asbob uskunalar bilan jihozlangan. Bu asboblarning Yerning qaysi nuqtasidan bo'lmagan meteorologik ma'lumotlarni yerga yetkazib turadi. Bu ma'lumotlarni zamonaviy komp'yuterlarda qayta ishlanib tahlil qilinadi. Tahlil xulosalari matbuotda, hattoki uyali aloqa tizimlari orqali ham doimiy ravishda insonlarga yetkazib turiladi. Masalan, uyali qo'l telefonlarga tog'larda sel bo'lishi ni, yoki qor ko'chishini berib borilishi.

Agrometeorologik stantsiyalar va postlarda asosiy meteorologik kuzatishlardan tashqari yilning issiq vaqtlarida yana qo'shimcha kuzatishlar olib boriladi.

Xar bir joydagi agrometeorologik stantsiyalar va postlar o'zlarining kuzatish natijalarini O'zgidrometning joylardagi operativ va ilmiy-tadqiqot organlariga ma'lum qiladilar. Shu bilan birga, o'ziga yaqin joylarda fermer xo'jaliklariga kundalik va kutilayotgan ob-havo haqida malumotlarni, dala ishlarini o'tkazish muddatlari hamda ekinlarning xolatiga bo'ladigan ta'sirlar haqida xabar berib turishadi.

Atmosferaning yer sirtiga yaqin sathidagi hamda tuproqdagi havoning tarkibi quyidagichadir. Atmosferani tashkil qiluvchi bir qancha gazlarning aralashmasini havo deb ataladi. Havoni asosan quyidagi gazlar tashkil qiladi: azot (N_2), kislorod (O_2), argon (Ar), uglekisli gaz (is gazi- (CO_2)) va suv bug'lari (H_2O). Qolgan gazlar atmosferada juda kam miqdorda bo'lganligi uchun ularning ta'sirini agrometeorologiya fazifalaridan bo'lgan havoning fizik xossalarini o'rganishda hisobga olmasa ham bo'ladi.

Bulardan tashqari atmosferada tabiiy xoldagi qattiq va suyuq zarrachalar va odamni faoliyati tufayli hosil bo'lgan aerozollar ham mavjud.

Past qatlamlardagi toza havoning tarkibi o'zining o'zgarmas qolishligi (turg'unligi) bilan xarakterlanadi. (1-jadval). Pastki qatlamlardagi havo tarkibining turg'unligi havoni doimiy ravishda vertikal va gorizontal harakati tufayli aralashib turishidadir. Faqat havo tarkibida kam bo'lgan (uglekisli) is gazi, ozon va ba'zi bir gazlar vaqt to'g'ri bilan fazoda o'zgarib bormoqda. Bunga sabab transportlarda, sanoat ishlab chiqarishi va boshqalarda yonilg'ilarning ko'plab yoqilishidir.

Jadvalda keltirilgan havo sun'iy ravishda changlardan, suv bug'laridan va tarkibidagi boshqa aralashmalardan tozalangan quruq havoga tegishli. Tabiatda havo ozmi-ko'pmi albatta ifloslangan bo'lish bilan birga tarkibida suvni gaz, suyuq, qattiq xolda saqlaydi. Yerga yaqin havo qatlamini tarkibida suv bug'lari bir necha mingdan bir foizdan 4% gacha bo'ladi. O'rtacha u polyar kengliklarda 0,02%, tropik kengliklarda esa 2,5%. Havoni tashkil qilgan suv bug'laring zichligi havoni o'zini zichligiga nisbatan tezroq kamayadi. 1,5-2 km balandlikda Yerga yaqin satxidagiga nisbatan ikki barobar kamaysa, 10-15 km balandlikda sezilmas darajada kamayib ketadi.

1-jadval

Gaz	Molyar massasi	Havodagi tarkibi (%)	Quruq havoga nisbatan zichligi
Azot	28,106	78,084	0,967
Kislorod	32,000	20,946	1,105
Argon	39,944	0,934	1,379
Uglekisliy (is) gaz	44,010	0,033	1,529
Neon	20,183	$18,18 \cdot 10^{-4}$	0,695
Geliy	4,003	$5,24 \cdot 10^{-4}$	0,138
Kripton	83,700	$1,14 \cdot 10^{-4}$	2,868
Vodorod	2,016	$0,5 \cdot 10^{-4}$	0,070
Ksenon	131,300	$0,87 \cdot 10^{-4}$	4,524
Ozon	48,000	Yer sathidan ko'tarilgan sari o'zgarib boradi Yerga yaqin joylarda- $(0 \div 0,07) \cdot 10^{-4}$ 20-30 km balandlikda- $(1 \div 3) \cdot 10^{-4}$	1,624

Tuproqdagi havoning tarkibi atmosfera havosinikidan keskin farq qiladi. Tuproqda organik moddalarning chirishi tufayli is gazi ajralib chiqish hodisasi yuz beradi va kislorod yutilishi yuz beradi. Tuproqda azot va kislorodning yutilishiga asosan bakteriyalarning yashash faoliyati sabab bo'ladi. Tuproqdagi havoda CO_2 1,0-1,2% ni

(botqoqlarda 6% gacha) tashkil qiladi, kislorod esa 20% gacha tushib ketadi.

Atmosfera bosimini tebranib turishi, diffuziya, shamolning ta'siri tufayli atmosfera bilan tuproq orasida doimiy havo almashishi-**tuproq aeratsiyasi** yuz berib turadi. Bunday tuproqda gaz almashishining intensivligi tuproqning tuzilishiga ham bog'liq bo'ladi. Jo'yak olingan (do'nglik) tuproqlarda, qiziganroq (tekkislik) tuproqlardagiga nisbatan aeratsiya intensivroq bo'ladi. Demak, jo'yak olish va boshqa barcha agrotexnik tadbirlar tuproqni aeratsiyasini ko'tarishga qaratilgan bo'lib, aeratsiya tufayli tuproq havosini kislorod bilan, yer sirti yaqinidagi havoni esa karbonat angidrid bilan boyitib turadi, natijada o'simliklarning o'sishi uchun qulay sharoit yaratiladi (tomirlarni rivojlanishi tezlashadi va tuproqni foydali bakteriyalarini yashash sharoiti yaxshilanadi). Aeratsiya natijasida Yer sirtida is gazini ko'payishiga sabab bo'ladi. Okeanlar, dengizlar, suv xavzalarida va o'simliklar atmosferadagi is gazini yutadi.

Tablitsada keltirilgan atmosfera tarkibi haqidagi ma'lumotlar atmosferaning quyi qatlamiga tegishli. 10 kmdan 60 kmgacha quyoshdan oqib kelayotgan ultrafiolet nurlar ta'sirida uch atomli kislorod molekulyasi (O_3) bo'lgan-ozon qatlami hosil bo'ladi. Atmosferada kislorodning oddiy molekulyar (O_2) kislorodga nisbatan ozon juda kam bo'lishiga qaramasdan Yerdagi mavjud hayotga uning foydasi juda yuqori. Ozon qatlami hayot uchun havfli bo'lgan ultrafiolet nurlarni bir qismini yutadi. Ozon qatlami asosan 25-50 km balandlikda joylashgan.

Havo tarkibidagi gazlarning qishloq xo'jaligi uchun ahamiyati.

Atmosferada doimiy harakatda bo'lgan organizmlarning murakkab tuzilishi bo'lgan biosfera hamda qishloq xo'jaligi uchun katta ahamiyatga ega bo'lgan gazlar asosan azot, kislorod, is gazi va suv bug'laridir.

A z o t-o'simliklarning tuproqdan oziqlanishida asosiy elementlardan biri hisoblanadi. Azot o'simliklar va jonli (tirik) organizmlarning oqsillari tarkibiga kiradi. Yer sirtida har gektariga 80 tonna azot to'g'ri keladi, lekin Yer sirtidan yuqorida bo'lgan o'simliklar azotning erkin molekulyalari bilan to'g'ridan-to'g'ri oziqlana olmaydi. Erkin azot molekulyasi tuproq va ildiz bakteriyalari bilan bo'g'lanish hosil qilib, tuproqni azot bilan boyitadi va o'simliklar uchun ozuqa

bo‘lib xizmat qiladi. Tuproqdan ozuqalanishni ko‘tarish maqsadida azotni mineral va organik birikmalarini tuproqqa o‘g‘it sifatida solinadi. Atmosferada yuz beradi-gan yog‘inlar tufayli tuproqqa tushadigan azotning miqdori juda kam (3-4 kg/ga).

Kislorod – nafas olish, yonish, chirish uchun zarur bo‘lgan gaz hisoblanadi. Kislorod bilan organik moddalarni tasirlashishi (oksidlanish) tufayli tirik organizmlar xujayralarida ularning hayotini ta‘minlovchi energiya ajraladi. Shuning uchun aeratsiyani yaxshilash natijasida erishiladigan tuproqni kislorod bilan boyitish orqali tuproqdagi tomirlarni va bakteriyalarni rivojlanishini yaxshilanishiga erishiladi.

Is gazi – o‘simliklar uchun havodagi oziqlanish manbai bo‘lib, hosildorlikni mo‘l bo‘lishi uchun eng muxim bo‘lgan gaz hisoblanadi. O‘simliklarni ko‘kalam-lashishi organik moddalar bilan is gazi va suvni quyosh energiyasini ta‘sirida yuzaga keladigan fotosintez jaroyonining maxsulidir. Nafas olinishi, yonish, chirish jaroyonlarini yuz berishi natijasida is gazi ajraladi va uning atmosferadagi tarkibi kerakli miqdorgacha bo‘tsa, qishloq xo‘jaligi ekinlarini hosilini mo‘l bo‘lishida ijobiy ta‘sir (foйда beradi) qiladi.

Xozirgi kunda ko‘plab yoqilg‘i resurslarini yonishi, parniklarda go‘nglarni chirishini ko‘pligi va hokazolar tufayli normadagidan ortiqcha is gazi ajralishi yuz bermoqda. Bunday hollarda fotosintez jaroyoni tezlashadi. Is gazi sovuqni kamay-tirish orqali Yerning issiqlik balansini ushlab turishda ham muxim o‘rin egallaydi. Atmosferadagi karbonat angidrid quyosh nurini yerga yaxshi o‘tkazadi, lekin yer sirtidan atmosferaga tomon yo‘nalgan nurni o‘tkazmay, tutib qoladi. Bu bilan atmosferadagi karbonat angidrid «issiqxona» effektini hosil qiladi ya‘ni u xuddi parnik oynasi kabi ta‘ssurot tug‘diradi. Bu esa yer sirtini ortiqcha sovushdan saqlaydi.

S u v b u g ‘ l a r i – tabiatdagi suvning aylanshida muxim ahamiyatga ega. U bulutlar hosil qilib yog‘inlarni bo‘lishini ta‘minlaydi, o‘simliklarni bug‘lanishini, tabiatni rang-barangligini ta‘minlashda ishtirok etadi. Atmosferadagi suv bug‘lari miqdorini havoning namligi deb ataladi. Namlik tirik organizmlar va o‘simliklar uchun, shu bilan birga hosilni mo‘l-ko‘l bo‘lishida katta ahamiyat kasb etadi.

Atmosfera bosimi haqida tushunchalar.

Har qanday gaz o'zini chegaralovchi idish devori yuziga biror miqdordagi bosim kuchlari bilan uriladi, ya'ni gaz molekulalarining idish devoriga urilish kuchi natijasida gaz bosimi vujudga keladi. Devordagi yuza birligiga nisbatan hisoblangan molekulalar urilish kuchlarining o'rtacha qiymati gaz bosimiga teng bo'ladi.

Atmosfera tarkibiga kirgan gazlar og'irlik kuchining ta'sirida yer yuziga va undagi jismlarga muayyan miqdordagi bosim kuchini vujudga keltiradi.

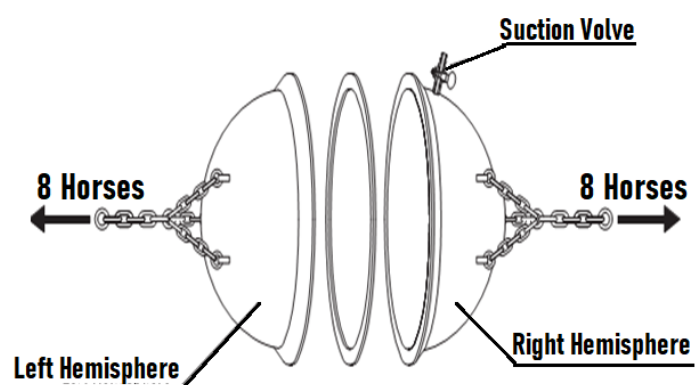
Atmosfera bosimi-bu yer sirtidan atmosferaning eng yuqori qatlami ustki chegarasigacha cho'zilgan havo ustunining yer sirtidagi birlik yuzaga ta'sir etuvchi kuchiga teng. Bundan ko'rinadiki, yer sirtidan yuqoriga ko'tarilgan sari, olingan qatlamga undan yuqoridagi qatlamlarning bosimi kamaya boradi, boshqacha aytganda atmosfera bosimi tik yo'nalishda (yoki balandlik bo'ylab) kamaya boradi.

Atmosfera bosimi asosiy meteorologik kattaliklardan biri bo'lgani uchun uni barcha meteorologik Stantsiyalarda o'lchab boriladi. Atmosferada ro'y beradigan turli hodisalar natijasida yer sirtining istalgan nuqtasida yoki istalgan balandlikda joylashgan qatlamda atmosfera bosimi bir necha soat yoki sutka davomida o'zgarib turadi.

Atmosfera bosimining o'zgarishi bilan olingan joyning ob-havosi ham tez o'zgaradi. Agar biror hududda atmosfera bosimi kamaysa, bu yerga boshqa hudud-lardan sovuq havo massalari bostirib kiradi, natijada bu yerning ob-havosi o'zgaradi. Masalan, bahor paytida O'zbekistonga arktik sovuq havo massalari kirib kelsa, bu yerda atmosfera bosimi ortadi, havo sovib ketadi va yog'ingarchilik boshlanadi. Demak, atmosfera bosimining ortishi yoki kamayishiga qarab yaqin kunlarda ob-havoning qanday bo'lishini oldindan aytib berish mumkin. Tog'larda o'simliklar kamroq atmosfera bosimida, vodiylarda o'simliklar esa atmosfera bosimining kattaroq qiymatlari ta'sirida o'sadi.

Hayvonlarning qon bosimi ham atmosfera bosimiga moslashgan.

Hozirgi vaqtda atmosfera bosimining asosiy o'lchov birligi qilib Pa (paskal) qabul qilingan. Atmosfera bosimi $1Pa = 1N/m^2$ birlikda o'lchanadi. Amaliyotda atmosfera bosimining $1gPa$ (gektopaskal) birligi keng tarqalgan bo'lib, $1gPa = 100Pa$ ga teng.



19.1 rasm

meteorologik asboblarning shkalalari mm sim. ustuni yoki mbar birliklarda darajalangan. Shuning uchun Pa , mbar va mm sim. ustuni birliklarining o'zaro bog'lanishini ko'rib chiqamiz.

Atmosfera bosimi- bu biror bir yuza bo'yicha olingan atmosferaning yuqori qismigacha hosil bo'lgan havo ustunini shu yuzaga normal xolda yo'nalgan ta'sir kuchidir. Atmosfera bosimi atmosfera holatini xarakterlaydigan kattalik bo'lib, u havoning asosiy fizik xususiyatini ifodalab, uning temperaturasi va zichligi bilan chambarchas bog'liq.

Zichlik fizik kattalik bo'lib, xajm birligidagi modda massasini ifodalaydi ($\rho = \frac{m}{V}$). Masalan, $4^{\circ}C$ temperaturada $1m^3$ hamda 1 tonna suv bo'ladi, havo esa $0^{\circ}C$ temperatura va normal bosimda $1m^3$ xajmda $1,293kg$ ga teng. Demak, yuqorida aytilgan sharoitlarda suvning zichligi $1000 \frac{kg}{m^3}$, havoniki esa $1,293 \frac{kg}{m^3}$ ni tashkil qiladi. Shunday qilib, havoning zichligi suvnikiga qaraganda 800 barobar kichik ekan.

Atmosferaning zichligi yuqoriga qarab kamayib boradi. 5,5 kmgacha atmosfera massasining yarmi joylashgan. 300 km balandlikda atmosfera bosimi dengiz satxidagiga nisbatan $4 \cdot 10^{10}$ marta kichik.

Atmosfera bosimi ko'pincha barometr trubkasidagi simob ustunining balandligi bilan o'lchanadi. Dengiz satxida trubkadagi simobning balandligi 760 mmga teng. Samarqand dengiz satxidan 600m balandda joylashgan bo'lib u yerda atmosfera bosimi 710-715 mm simob ustuniga tengdir. Bundan tashqari meteorologiyada atmosfera bosimi millibar (mb) birlik bilan ham ifodalanadi.

1980 yilda atmosfera bosimining birligi sifatida paskal (Pa) qabul qilingan.

Atmosfera bosimini ilgari mm simob ustuni va mbar (millibar) birliklarda o'lchangan. Atmosfera bosimining bu o'lchov birliklari hozirgi vaqtgacha ba'zi o'quv qo'llanmalarida, ommaviy adabiyotlarda uchrab turadi. Ilgari chiqarilgan ba'zi

$$1Pa = 1 \frac{N}{m^2} = 10^{-5} bar = 0,01mbar = 0,0075mm. sim. ust$$

Amalda bosim birligi sifatida kilopaskal (*gPa*) ishlatiladi. Bosimni o‘lchay-digan asboblarda hozirgacha ham mm yoki millibarlarda ko‘rinishda bo‘lgani uchun biz bosimning bu birliklari orasidagi bog‘lanishlarni bilishimiz zarur bo‘ladi:

$$1gPa = 1mbar = 0,75mm. sim. ustuni$$

Erkin tushish tezlanishining qiymati ekvatoridan qutbga tomon ortib boradi, balandlikka ko‘tarilgan sari kamayib boradi. Shuning uchun bosimni 45° kenglikda dengiz sathida o‘lchanadi. Shu joyda bosim 0°C temperaturada simob ustunining 760 mmga teng bo‘ladi va normal atmosfera bosimi deb ataladi.

$$1 mm sim. ust=133 Pa$$

Atmosfera bosimini o‘lchash uchun barometrlardan foydalaniladi. Atmosfera bosimini uzluksiz ravishda yozib borish uchun barograflardan foydalaniladi.

Bosimning balandlikka bog‘liq holda o‘zgarishi. Barik zina.

Kuzatishlar va nazariy fikrlashlardan ko‘rinadiki, bosim va havoning zichligi Yer sirtidan ko‘tarilgan sari kamayib boradi. Agar dengiz sathida normal atmosfera bosimi 1013 gPa bo‘lsa, u xolda 5,5 km balandlikda 500 gPa, 20 km balandlikda esa 50 gPa dan pastroq bo‘ladi.

Bosimni balandlikka bog‘liq holda kamayishini barik zina deb yuritiladi. Barik zina bu balandlik bo‘yicha olingan shunday masofa, bu masofaga ko‘taril-ganda bosim 1 gPa ga o‘zgaradi. Barik zina quyidagicha ifodalanadi:

$$h = \frac{8000}{p} (1 + 0,004t) \text{ birligi } \frac{m}{gPa},$$

bu yerda *p* va *t* barik zina o‘lchanayotgan nuqtadagi bosim (gPa larda) va temperatura (°C).

Faraz qilaylik, bosim 1000 kPa, temperature 5°C . U holda

$$h = \frac{8000}{1000} (1 + 0,004 \cdot 5) = 8,0(1 + 0,02) \approx 8 \frac{m}{gPa}.$$

Demak, berilgan sharoitlarda bosim 1 kPa ga ozgarishi har 8 metrga ko‘tarilganda yuz beradi.

Hisoblash formulasidan ko‘rinib turibdiki, havo bosimi va temperaturasi o‘zgarganda barik zina o‘zgaradi (2-jadval). Masalan,

bosim 1000 gPa bo'lganda temperatura -40°C dan $+40^{\circ}\text{C}$ gacha o'zgarsa, barik zina $2,6 \frac{\text{m}}{\text{gPa}}$ ga o'zgaradi. 0°C temperaturada uning qiymati $8 \frac{\text{m}}{\text{gPa}}$ ga teng.

Tayanch iboralar: Agrometeorologiya, meteorologiya, fotosintetik faoliyat, iqlim, gidrologik sharoit, havo qatlami, troposfera, strotosfera, mezosfera, termosfera, ekzosfera, atmosfera bosimi, ob'ekt, diffuziya, shamol, havo, issiqlik qatlami, gazlarning aralashmasi, tuproq aeratsiyasi, ultrafiolet nur, ozon qatlami, biosfera, quyosh energiyasi, azot, kislorod, is gazi, karbonat angidrid, suv bug'lari, fotosintez, yoqilg'i resurslari, issiqlik balansi, bakteriya, namlik, yog'in, oksidlanish, bug'lanish, «issiqxona» effekti, atmosfera bosimi.

Nazorat savollari.

1. Atmosfera deb nimaga aytiladi?
3. Ob- havoga ta'sir ko'rsatagan va uni xarakterlaydigan hamma jarayonlar atmosferaning qaysi qatlamida yuz beradi?
4. Yerga yaqin havo qatlami qanday tuzilgan?
5. Troposfera havo qatlami qanday tuzilgan?
6. Strotosfera havo qatlami qanday tuzilgan?
7. Mezosfera havo qatlami qanday tuzilgan?
8. Termosfera havo qatlami qanday tuzilgan?
9. Ekzosfera havo qatlami qanday tuzilgan?
10. Agrometeorologiya yoki qishloq xo'jaligi meteorologiyasi nimani o'rganadi?
11. Tuproq aeratsiyasi qanday jarayon?
12. Is gazi qanday hosil bo'ladi?
13. Tuproqda azot va kislorodning yutilishiga asosan nimalarning yashash faoliyatiga sabab bo'ladi?
14. Ozon qatlami asosan necha km balandlikda joylashgan?
15. Biosfera hamda qishloq xo'jaligi uchun katta ahamiyatga ega bo'lgan gazlar asosan nimalardan iborat?
16. Yer sirtida har gektariga necha tonna azot to'g'ri keladi?
17. O'simliklarning rivojlanishida azotning qanday ahamiyati bor?
18. Kislorod qanday gaz hisoblanadi?
19. Fotosintez qanday jhudud?
20. Qishloq xo'jaligi ekinlarini hosilini mo'l bo'lishida ijobiy ta'sir ko'rsatuvchi omillar qanday?
21. Atmosferadagi karbonat angidrid quyosh nurini yerga qanday o'tkazadi?
22. Suv bug'larining tabiatda qanday ahamiyati bor?
23. Atmosfera bosimining asosiy o'lchov birligi qilib nima qabul qilingan?
24. Atmosfera bosimi qanday o'lchanadi va birligi?

14-BOB

QUYOSH RADIATSIYASI

§20. Quyosh radiatsiya haqida tushuncha. Atmosferadagi Quyosh radiatsiya oqimining turlari. Yer fasllari hamisha quyoshning izmida

Quyoshdan kelayotgan nuriy energiya Yer sirtida va atmosferada bo'ladigan barcha fizik jarayonlarga energiya manbai bo'lib xizmat qiladi. Quyoshdan Yer yuziga kelib tushgan nuriy energiyasiga quyosh radiatsiyasi deyiladi. Quyosh-shar ko'rinishdagi juda qattiq qizigan gaz tarkibli bo'lib, uning xajmi Yerning xajmidan $1,3 \cdot 10^6$ marta kattadir. Massasi esa butun quyosh tizimini 99,87% ni tashkil qiladi. Quyoshdan atrofidagi fazoga $3,9 \cdot 10^{26} \text{Vt}$ miqdordagi energiya sochiladi. Shuncha energiyadan Yergacha $2,1 \cdot 10^{17} \text{Vt}$ ya'ni faqat ikki milliarddan bir qismigina (har 1km^2 ga tahminan $3,3 \cdot 10^8 \text{Vt}$ ga teng bo'lgani yetib keladi. Bunday quvvatga ega miqdordagi energiya $33 \cdot 10^4 \text{kVt}$ quvvatga mos keladi. Solishtiradigan bo'tsak Namangan viloyatida qurilayotgan issiqlik elektrostantsiyaning quvvati ($9 \cdot 10^5 \text{kVt}$) taxminan Yerning 3km^2 sirtiga tushayotgan quyosh energiyasi quvvatining qiymati bilan barobar holos.

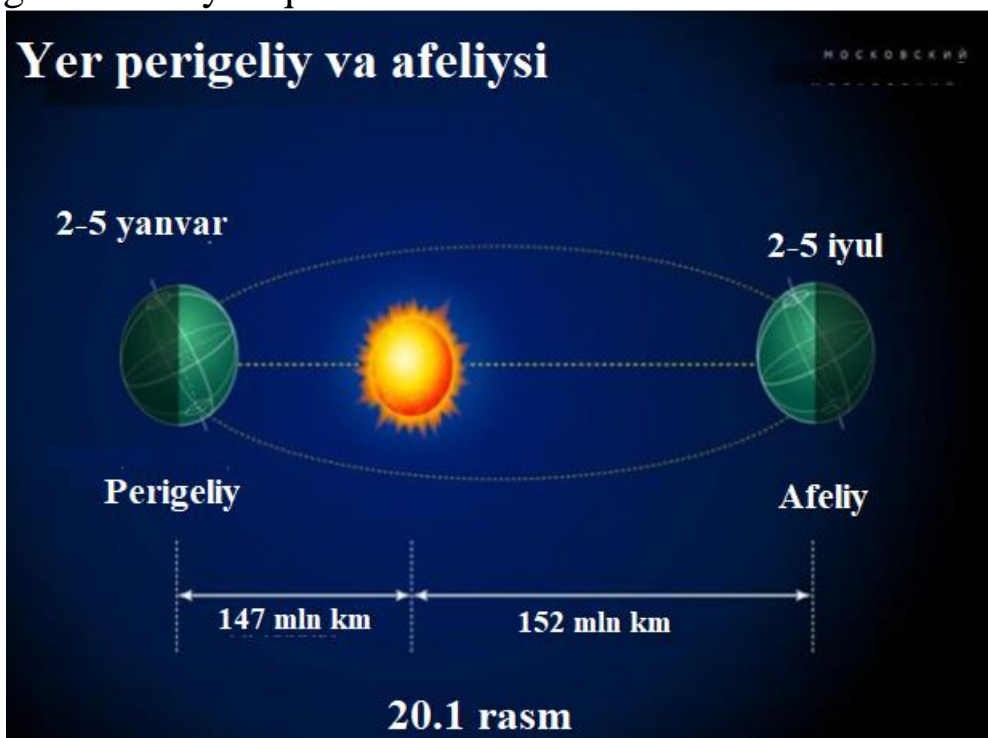
Yoki Yer Quyoshdan yiliga $5,74 \cdot 10^{24} \text{J}$ energiya oladi. Yer yuzining har bir kvadrat kilometr maydoniga yiliga o'rtacha $1,1 \cdot 10^{16} \text{J}$ energiya tushadi. Xuddi shuncha miqdordagi issiqlikni olish uchun esa $4 \cdot 10^8 \text{kg}$ dan ortiq toshko'mir yoqish lozim.

Quyosh Yerga 1,5 sutka davomida barcha mamlakatlar elektr Stantsiyalari-ning birgalikda bir yilda ishlab chiqqan energiyasiga teng energiya beradi.

Umuman olganda, Yer atmosferasiga yetib kelgan quyosh energiyasining 42 foizi atmosferadan qaytib yana kosmik fazoga tarqaladi, 14 foizi atmosferada yutiladi, qolgan 44 foizi esa atmosferadan o'tib Yer yuziga tushadi.

Meteorologiyaning Quyosh, Yer va atmosfera radiatsiyasini o'rganadigan bo'limini aktinometriya deb yuritiladi. Aktinometriyada nuriy energiya miqdori radiatsiya oqimi tushunchasi bilan tavsiflanadi.

Biror yuzaga vaqt birligida tushuvchi nuriy energiya miqdoriga radiatsiya oqimi deb yuritiladi. Aktinometrik kuzatishlarda odatda nuriy energiya oqimi zichligini o'lchanadi. Birlik yuzaga vaqt birligida tushadigan radiatsiya oqimi



miqdoriga radiatsiya oqimining zichligi deb aytiladi. Ilgarigi meteorologik adabiyot-larda radiatsiya oqimi zichligi tushunchasi o'rniga ko'pincha radiatsiya oqimi jadalligi tushunchasi qo'llanilgan.

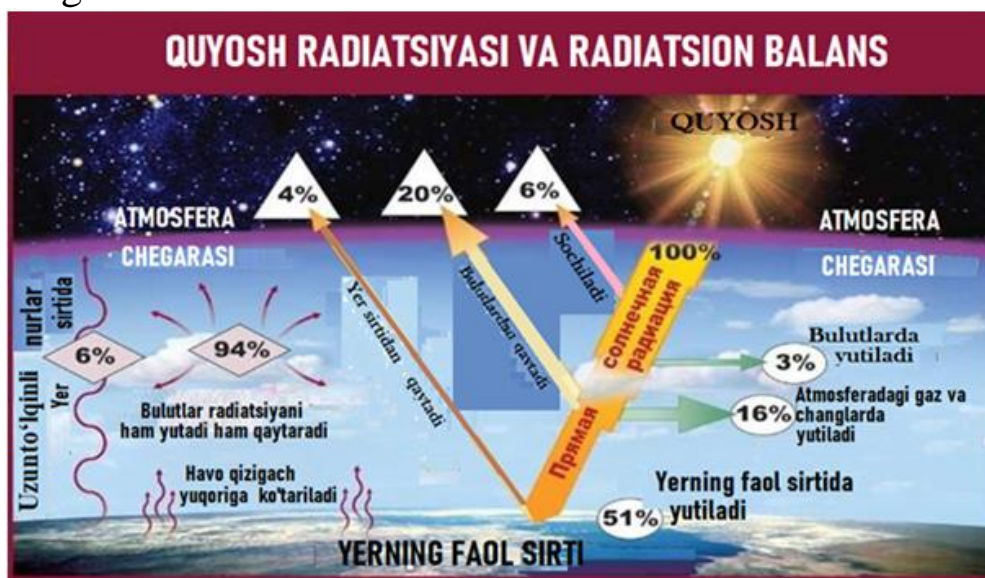
Hozirgi kunda bu tushuncha o'rniga esa radiatsiya oqimi energetik yoritilganligi tushunchasi qo'llaniladi. Radiatsiya oqimining energetik yoritilganligi XB (SI) tizimida $\left(\frac{Vt}{m^2}\right)$ birlikda o'lchanadi. Radiatsiya oqimi energetik yoritilganligining ilgarigi $kal/(cm^2 \cdot min)$ qo'llanib kelingan. $kal/(cm^2 \cdot min)$ birligi bilan Vt/m^2 orasida quyidagicha bog'lanish mavjud:

Atmosferaning yuqori chegarasigacha kelib tushayotgan radiatsiyaning miqdori Yerning quyosh atrofida eliptik orbita orqali harakat qilganligi uchun quyosh bilan Yer orasidagi masofani o'zgarishiga bog'liq bo'ladi. Yer quyoshga eng yaqinlashgan masofa (perigeliy) $147 \cdot 10^6 km$ bo'lib 2-yanvarga to'g'ri keladi. Eng uzoqlashgan masofa (afeliy) $152 \cdot 10^6 km$ bo'lib 5-iyulga to'g'ri keladi. Quyosh bilan Yer orasigagi o'rtacha masofa $149,5 \cdot 10^6 km$ ga tengdir.

Quyosh va Yer orasidagi o‘rtacha masofada atmosferaning eng yuqori chegarasidagi sirtiga perpendikulyar tushayotgan quyosh nuri ta’sirida yuzaga kelgan energetik yoritilganlik quyosh doimiysi deb ataladi. Uning qiymati $1,97 \cdot \frac{\text{kal}}{\text{cm}^2 \cdot \text{min}}$ yoki $1377 \frac{\text{Vt}}{\text{m}^2}$ ga tengdir.

Quyosh radiatsiyasining Yerga yetib kelguncha bir qismi atmosferada yutila-di, yana bir qismi Yer sirtidan hamda bulutlardan sochiladi, boshqa qismi esa qaytadi. Shuning uchun atmosferada uch xil radiatsiya kuzatiladi: to‘g‘ri , sochilgan, qaytgan (20.2 rasm). Energetik yoritilganlikni hosil qilayotgan Quyosh gardishidan Yerga kelib to‘g‘ri tushayotgan parallel nurlar dastasini to‘g‘ri radiatsiya deb ataladi. Atmosfera orqali o‘tayotganda quyosh radiatsiyasining bir qismi atmosferadagi gazlar va aerosol molekulalari tomonidan sochib yuboriladi va buni sochilgan radiatsiya deb ataladi. To‘g‘ri va sochilgan radiatsiyalar yig‘indisiga yig‘indi radiatsiya deyiladi. Quyosh radiatsiyasining Yer sirtidan qaytgan qismiga qaytgan radiatsiya deb yuritiladi.

Demak, Quyosh radiatsiyasi atmosferadan o‘tishda murakkab o‘zgarishlarga uchraydi. Atmosfera qatlamining yuqori chegarasidan Yergacha bo‘lgan masofada quyosh radiatsiyasining ma’lum qismi atmosfera gazlari va aralashmalar tomonidan



20.2 rasm

yutiladi va issiqlikka aylanadi. Quyosh radiatsiyasining yana bir qismi atmosfera gazlari, qattiq va suyuq aralashmalar tomonidan sochiladi. Quyosh radiatsiyasining yutilishdan, sochilishdan qolgan qismi esa yer yuzigacha yetib keladi. Yer yuziga yetib kelgan quyosh radiatsiyasi

qisman undan qaytadi va qolgan qismi yer yuzida yutilib, uni isitadi. Atmosferada sochilgan radiatsiyaning ma'lum qismi yana Yerga tushadi. Natijada, quyosh radiatsiyasi atmosferadan o'tishda yutilishi sababli miqdor jihatdan kuchsizlanadi va sochilishidan spektral tarkibi o'zgaradi. Demak, Yerga tushadigan quyosh radiatsiyasi to'g'ri va sochilgan turlarda bo'ladi. Va Quyosh gardishidan bevosita Yerga tushadigan radiatsiyani to'g'ri radiatsiya deb ataladi. Yer bilan Quyosh orasidagi masofa juda katta bo'lganligidan to'g'ri quyosh radiatsiyasini parallel nurlar oqimi deb qarash mumkin. Quyosh radiatsiyasining atmosferada havo molekulalari, bulut hamda boshqa turlicha zarrachalarda sochilgandan keyin yerga tushadigan qismini sochilgan radiatsiya deyiladi.

Yer sirti fizik modda sifatida $-273^{\circ}C$ temperaturadan yuqoriga ko'tarilgan sari nurlanayotgan manbaa bo'lib xizmat qiladi va buni Yerning issiqlik nurlanishi deb ataymiz. Bu nurlanish atmosfera tomon yo'nalgan bo'ladi va atmosfera tomonidan to'liq yutiladi. Atmosfera ham o'z navbatida ham kosmik fazoga, ham Yerga tomon issiqlikni nurlaydi. Atmosferadan tarqalayotgan nurning Yerga tomon nurlanayotgan qismini qarshi nurlanish deb ataladi.

Quyoshning nuriy energiyasini hamda Yer va atmosferaning issiqlik nurlanishi oqimlarini asosan to'lqin uzunligiga qarab shartli ravishda qisqa to'lqinli ($\lambda \leq 4mkm$) va uzunto'lqinli ($\lambda > 4mkm$) bo'laklarga bo'lishadi. To'g'ri, sochilgan va qaytgan nurlar qisqato'lqinli qismiga, Yerning issiqlik nurlanishini hamda qarshi nurlanishni uzunto'lqinli qismiga to'g'ri keladi.

Yuqorida keltirganimizdek, Quyosh nuriy energiyasi oqimini o'rganuvchi meteorologiyaning bo'limiga aktinometriya deyiladi. 3-jadvalda spektrlarni aloxida qismlarga bo'linishi va xarakteristikalari keltirigan.

Quyosh radiatsiyasining spektral tarkibi.

Quyosh radiatsiyasi turli to'lqin uzunligiga ega bo'lgan elektromagnit to'lqinlardan iborat. Aktinometriyada bunday to'lqin uzunliklarni mkm ($1mkm = 10^{-6}m$)-mikrometrlarda ba'zida esa nm ($1nm = 10^{-9}m$) -nanometrlarda ifodalanadi. Quyoshning nuriy energiyasini to'lqin uzunlik bo'yicha taqsimlanishini spektr deb ataladi. Quyosh spektri uch qismga bo'linadi: ultrabinafsha ($\lambda < 0,40mkm$), ko'rinarli ($0,40mkm \leq \lambda \leq 0,76mkm$) va infraqizil ($\geq 0,76mkm$).

Spektrdagi asosiy ranglarga mos to‘lqin uzunliklar chegaralarini quyidagicha ko‘rsatiladi:

binafshaga 390-455 nm,
ko‘kga 455-485 nm,
havorangga 485-505 nm,
yashilga 505-550 nm,
sariq-yashilga 550-575 nm,
sariq (zarg‘aldoq) qa 575-585 nm,
to‘q sariqqa 585-620 nm,
qizilga 620-760 nm.

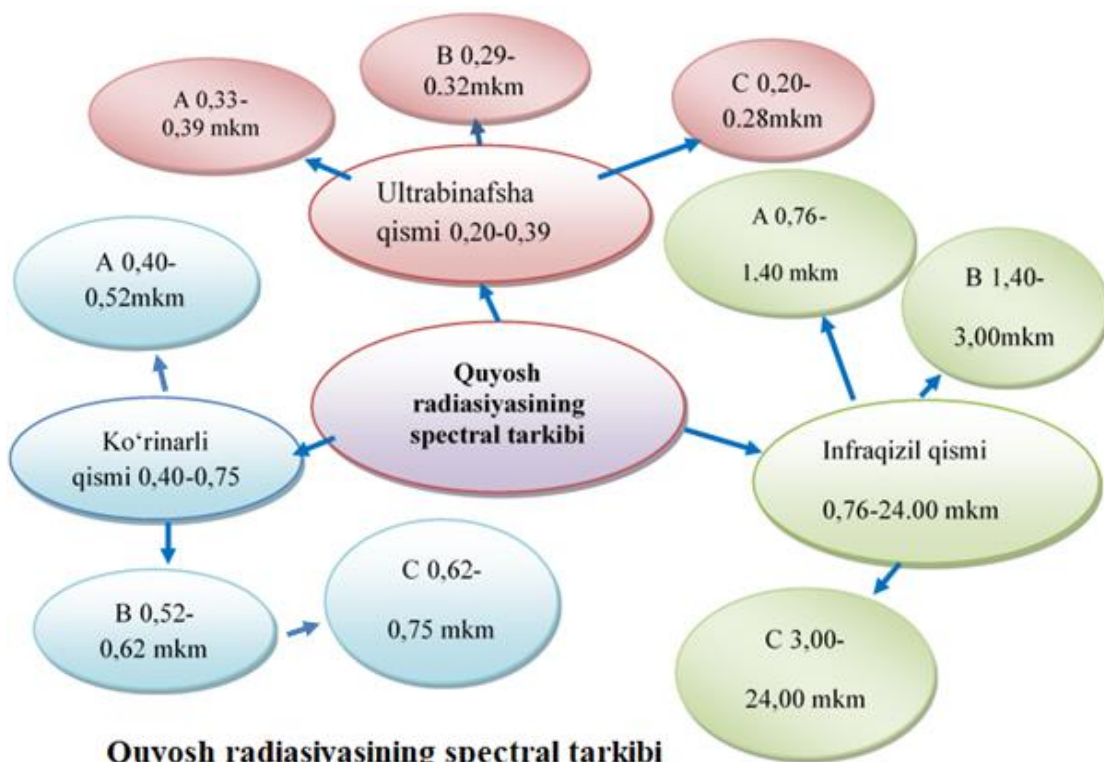
Qizil nurlar chegarasida 620-700 nm ni qizil deb, 700-760 nm chegaradagisini esa katta to‘lqinli qizil nurlar deb yuritiladi.

Atmosferaning eng yuqori chegarasida tushayotgan quyosh radiatsiyasini ko‘rinarli radiatsiya 46% ga, infraqizil radiatsiya esa 47% ga, ultravioletli radiatsiyasi 7% ga to‘g‘ri keladi. Ko‘rinarli radiatsiyasini spektri yoritilganlikni vujudga keltiradi. Yorug‘lik shaffof prizmadan otishda kamayib boruvchi quyidagi to‘lqin uzunlikdagi ranglar qatoriga ajraladi: qizil, olovrang, sariq, yashil, ko‘k, moviy, binafsha. Bu nurlar birgalikda inson ko‘ziga oq rang bo‘lib ko‘rinadi. Infraqizil nurlar ko‘rinmas. Ular issiqlik effektini ifodalaydi.

O‘simliklar fiziologiyasi nuqtai nazaridan ko‘k deganda to‘lqin uzunligi 400-500 nm, sariq-yashilda 500-600 nm, to‘q sariq-qizilda 600-700 nm ga va katta to‘lqinli qizil deganda 700-760 nm to‘lqin uzunlikli nurlarni tushuniladi. Biologiya va o‘simliklar fiziologiyasida infraqizil nurlarni ikki qismga: qisqa to‘lqinli infraqizil nurlar (760-1100 nm) va katta to‘lqin uzunlikli (>1,1 mkm) qismlarga ajratiladi.

Kishi ko‘ziga rangli nurlarining birgalikdagi ta’siri oq yorug‘lik taassurotini vujudga keltiradi. Quyoshdan Yerga tomon nurlanish oqimlaridan tashqari zaryadli zarralardan iborat korpuskulyar nurlanish ham keladi. Ammo korpuskulyar nurlanish Yer yuzidan 100 km dan oshiq balandliklardagi atmosfera qatlamlarida butunlay yutiladi.

Demak, quyoshdan nuriy energiyadan tashqari Yerga yana korpuskula ravishda kelib tushuvchi elektr zaryadlangan zarralar ham kelib tushadi. Bunday zarralar atmosferaning 100 km dan yuqori qismida yutib qolinadi. Quyosh nuriy energiyasining asosiy qismi 0,20 mkmdan 24,0 mkmgacha oraliqdagi spektrlarlarni o‘z ichiga oladi.



Quyosh radiyasiyasing spectral tarkibi

Quyosh radiatsiyasini 0,29 mkm dan past bo‘lgan to‘lqin uzunlikli spektrlarni

20.1-jadval

Spektr qismi	To‘lqin uzunliklar intervali (mkm)	Oqim energiyasi		Izox
		$\frac{Vt}{m^2}$	%	
Ultrabinafsha qismi	0,20-0,39	97,7	7	-
C	0,20-0,28	5,6	0,4	Ozon qatlamida to‘liq yutilishi xisobiga Yer sirtigacha yetib kelmaydi
B	0,29-0,33	17,4	1,2	
A	0,33-0,39	74,7	5,4	Yer sirtigacha yetib kelmadi
Ko‘rinarli qismi	0,40-0,75	635,2	46	
A	0,40-0,52	364,3	18	Binafsha, ko‘k, moviy nurlar
B	0,76-1,40	446,7	32	-
C	1,40-3,00	174,5	13	-
Umumiysi	0,20-24,00	1382,0	100	-

Yerning sun'iy yo'ldoshlari bo'lmish raketalar yordamida kuzatish orqali izlanishlar olib boriladi. Yerdagi kuzatishlar orqali 0,29-24,0 mkm oraliqdagi to'liq uzunlik-dagi quyosh spektrlar o'rganiladi. Spektrlar bo'yicha olinganda maksimal energiya 0,48-0,49 mkm oraliqda yotgan to'liq uzunlikdagi (ko'kimtir-yashil rangli) spektrlarga to'g'ri keladi. Yer sirtiga tushuvchi to'g'ri radiatsiya esa sariqroq-yashil rangli spektrlarga to'g'ri keladi.

Tayanch iboralar: radiatsiya oqimi, yoritilganlik, elliptik orbita, energetik oqim, energetik yoritilganlik, qarshi nurlanish, rangli spektrlar, Quyosh radiatsiyasi, to'liq uzunligi, elektromagnit to'liq, aktinometriya, shaffof plazma, mikrometr, nanometer, infraqizil nurlar, issiqlik effekti.

Nazorat savollari.

1. Qanday fizik jarayonlar energiya manbai bo'lib xizmat qiladi?
2. Quyosh radiatsiya deganda nimani tushunasiz?
3. Yer Quyoshdan yiliga qancha energiya oladi?
4. Radiatsiya oqimining energetik yoritilganligi XB (SI) sistemasida qanday birlikda o'lchanadi?
5. Quyosh doimiysi deganda nimani tushunasiz?
6. Nima uchun quyosh radiatsiyasi atmosferadan o'tishida spektral tarkibi o'zgaradi?
7. Quyosh radiatsiyasini parallel nurlar oqimi deb nimaga aytiladi?
8. To'g'ri radiatsiya deganda nimani tushunasiz?
9. Yerning issiqlik nurlanishi deganda nimani tushunasiz?
10. Qisqa to'liq ($\lambda \leq 4mkm$) va uzun to'liq ($\lambda > 4mkm$) bo'laklar nimani anglatadi?
11. Quyosh nuriy energiyasi oqimini o'rganuvchi meteorologiyaning bo'limi nimani o'rganadi?
12. Elektromagnit to'liqlar nimani anglatadi?
13. Aktinometriyada bunday elektromagnit to'liq uzunliklarni qanday o'lchamlarda ko'rsatadi?
14. Quyosh spektri necha qismga bo'linadi?
15. Spektrdagi asosiy ranglarga mos to'liq uzunliklar chegaralari qanday ranglardan iborat?
16. Ko'rinarli radiatsiya, infraqizil radiatsiya, ultrafioletli radiatsiyalar necha foizga to'g'ri keladi?

17. Yorug‘lik shaffof prizmadan otishda kamayib boruvchi qanday to‘lqin uzunlikdagi ranglar qatoriga ajraladi?
18. Issiqlik effekti deganda nimani tushunasiz?
19. Quyosh spektrlari qanday oraliqdagi to‘lqin uzunlikda o‘rganiladi?
20. Quyosh radiatsiyasini qanday kuzatiladi?

§21. Spektrlarni asosiy qismini biologik ahamiyati. Fotosintez.

Fotosintetik faol radiatsiya.(FFR)

Qisqa to‘lqinli radiatsiya 4 mkm dan kichik to‘lqin uzunligiga ega bo‘lgan qisqato‘lqinli radiatsiya o‘simliklarni hayotini ta‘minlaydigan fiziologik jarayonlar uchun uncha ahamiyatga ega emas. O‘simliklarga ko‘rsatadigan ta‘siriga qarab qisqato‘lqinli radiatsiyani ultrabinafsha, fotosintetik faol va yaqin infraqizilli spektrlarga ajratiladi (21.1-jadval).

Spektrlarni turli oraliqdagi soxalarini biologik ta‘siri **21.1-jadval**

Radiatsiya turi	Spektr qismi (mkm)	Quyosh radiatsiyasini foizi	O‘simliklarga radiatsiya ta‘sirining effekti		
			issiqlik	Fotosintez	O‘sish va rivojlanishi
Ultrabinafsha	0,29-0,38	0-4	Sezilmas	Sezilmas	O‘ta Sezilarli
Fotosintetik faol	0,38-0,71	21-46	O‘ta Sezilarli	O‘ta Sezilarli	“
Yaqin infraqizil	0,71-4,00	50-79	“	Sezilmas	“
Uzoq infraqizil	>4,00	-	“		Sezilmas

Quyoshning balandligi kamaysa Yerga kelib tushayotgan ultrabinafshali radiatsiya kamayadi. Balandligi 4 km yuqori bo‘lgan tog‘ hududlarida dengiz satxidagiga qaraganda uning qiymati ikki uch marta yuqori bo‘ladi. Ultrabinafshali radiatsiya ta‘sirida ko‘pincha o‘sish jaroyoni pasayadi. U asosan ko‘payishga xizmat qiluvchi a‘zolarini (masalan, baliq ikrasi) rivojlanishini tezlashtiradi.

Yaqin infraqizil radiatsiyasi o‘simliklar poyalari va barglaridagi suv tomoni-dan faol ravishda yutilishi bilan birga o‘simliklarni issiqlik effektida ham ishtirok etadi va ularni o‘shida muxim ahamiyatga ega.

4 mkmdan yuqori bo‘lgan uzoq infraqizil radiatsiya o‘simliklar uchun issiqlik ta’siri ko‘rsatadi xolos. O‘simliklarni o‘shishi uchun uning ahamiyati sezilarsiz. Baland tog‘larda infraqizil nurlar energiyasi ortishi hisobiga yetishmagan issiqlik o‘rnini bosadi. Quyoshning balandligi kamaygan sari infraqizil nurlarning ulushi ortib boradi. Namlik ortgan sari havodagi suv bug‘i molekularida yutilib infraqizil spektrining intensivligi kamayib boradi.

Ko‘zga ko‘rinarli radiatsiya fiziologik radiatsiya deb ham atalib (0,35-0,75 mkm), o‘simlik barglarining pigmentlari tomonidan O‘ta yutilib o‘simliklar hayoti uchun energetik manbaadir. Bu oraliqdagi spektrlar asosan fotosintetik faol radiatsiyani tashkil etadi.

Biz yuqorida quyosh radiatsiyasi ikki: qisqa va uzun to‘lqinli radiatsiyalar-dan iborat ekanligini ko‘rib o‘tdik. O‘simliklarning hayot faoliyatini ta‘minlaydi-gan jarayonlar uchun to‘lqin uzunligi 4 mkm dan kichik bo‘lgan qisqa to‘lqinli radiatsiya eng muhim ahamiyatga ega. Qisqa to‘lqinli radiatsiyaning o‘simlikka biologik ta’siriga qarab ultrabinafsha (UB), ko‘rinadigan va qisqa to‘lqinli infraqizil (IQ) radiatsiyalarga ajratiladi. Yer yuziga to‘lqin uzunligi $\lambda \leq 0,29$ mkm dan kichik UB radiatsiya tushmaydi, chunki $\lambda < 0,29$ mkm UB radiatsiyani atmosferadagi ozon (O_3) gazi butunlay yutadi. Shuning uchun Yer yuziga juda oz miqdor-da to‘lqin uzunliklari 0,29-0,38 mkm chegarasidagi UB nurlar tushadi va uning miqdori ham kun davomida o‘zgarib boradi.

Quyoshning gorizontdan balandligi oshgan sari Yerga tushadigan UB radiatsiya miqdori ortib, Quyosh gorizontga yaqinlashganda esa UB radiatsiya miqdori kamaya boradi. Yer yuzidan ko‘tarilgan sari UB radiatsiya miqdori ortadi.

Baland tog‘larning tepasida UB radiatsiya miqdori dengiz sathidagi qiymatidan ikki yoki uch marta ko‘p bo‘ladi. Tog‘larda UB radiatsiya ortganligidan, o‘sadigan o‘simliklar barglarining bo‘yalishi yanada kuchayadi. UB radiatsiya asosan o‘simliklarning o‘shish jarayonlarini sekinlashtirib ta’sir qiladi, boshqacha aytganda UB radiatsiya ta’sirida



o‘simliklarning bo‘yi juda ham cho‘zilib ketmaydi. Ultrabinafsha nurlar yashil bargda o‘tadigan fotosintez jarayoniga ta‘sir etmaydi, ammo hosil tarkibida vitamin C ning sintezlanishiga yordam beradi. Tiniq polimyer polietilen plyonkasi va oynali issiqxonalarda yetishtirilgan bodring hosilidan plyonka ostida yetishganlari shirinroq bo‘ladi. Chunki tiniq polimyer plyonka uzun to‘lqinli UB nurlarni oynaga nisbatan yaxshiroq o‘tkazadi. To‘lqin uzunligi $\lambda > 1,1$ mkm infraqizil (IQ) radiatsiyani o‘simlik barglari va poyalaridagi suv yaxshi yutadi va ularni yaxshiroq isitadi. Natijada, bargning harorati ortib fotosintez jarayonlarining jadalligi kuchayadi. Demak, IQ radiatsiya o‘simlikka bevosita ta‘sir ko‘rsatib, fotosintez bo‘lish uchun harorat sharoitini yaxshilaydi va o‘simlikning o‘sishi va rivojlanish jarayonlariga ijobiy ta‘sir qiladi.

To‘lqin uzunligi 4 mkm dan katta IQ radiatsiya o‘simlikka issiqlik ta‘sirini ko‘rsatsada, ammo o‘simlikning o‘sish va rivojlanishi jarayonlariga ta‘siri ahamiyatga ega emas. Quyoshning ufq (gorizont)dan balandligi kamayishi bilan quyosh radiatsiyasi oqimidagi IQ radiatsiya ulushi ortadi va aksincha. Suv bug‘i infraqizil radiatsiyani yaxshi yutganligi uchun havoning namligi oshishi bilan yer yuziga tushadigan infraqizil radiatsiya jadalligi kamayadi. Dengiz sathidan balandlik oshgan sari IQ radiatsiya ulushi ortadi, chunki balandlik oshgan sari IQ radiatsiyani yaxshi yutadigan suv bug‘i atmosferada kamayib ketadi. Shuning uchun tog‘li yerlarda infraqizil nurlarning energiyasi kattaroq bo‘lqdi. Bu o‘z navbatida o‘simlikning atrof muhitdan oladigan issiqligining kamayishini qoplaydi yoki baland yerlarda IQ radiatsiya ortib, o‘simlik o‘sishiga sabab bo‘ladi va bu bilan fotosintezning jadalligi ortishiga yordamlashadi. To‘lqin uzunliklari 0,35-0,75 mkm oralig‘idagi radiatsiyani odatda fiziologik radiatsiya deb yuritiladi. Spektrning shu qismidan alohida guruh qilib fotosintetik faol radiatsiya ajratiladi.

Quyosh radiatsiyasining atmosferadan o‘tishda kuchsizlanishi.

Quyosh radiatsiyasi Yer sirtiga atmosfera qatlamidan o‘tib tushadi, atmosferaning yuqori chegarasidan Yer sirtigacha bo‘lgan masofada quyosh radiatsiyasi miqdor va sifat jihatdan o‘zgarishlarga uchraydi. Quyosh radiatsiyasi atmosferadan o‘tishida havo molekullari va atmosferadagi qattiq va suyuq holatdagi aralashmalar tomonidan qisman yutilib issiqlikka aylanadi, bir qismi esa sochiladi va qolgan qismi yerga tushadi. Atmosferadan o‘tishda quyosh radiatsiyasining zaiflanishida

azot va kislorodning ta'siri juda kam, chunki ular quyosh radiatsiyasini juda kam yutadi, Quyosh radiatsiyasini havo tarkibidagi ozon, suv bug'i, karbonat angidrid gazi va turlicha aralashma zarrachalar tomonidan kuchli yutiladi. Natijada, yutilishi sababli quyosh radiatsiyasi atmosferadan o'tishda miqdor jihatdan birmuncha kuchsizlanadi (zaiflashadi), bundan tashqari spektral tarkibi ham o'zgaradi. Atmosfera tarkibidagi ozonning miqdori juda oz bo'tsada, u to'liq uzunligi $\lambda < 0,29$ mkm ultrabinafsha nurlarni kuchli yutadi. Ozon yer yuzidan 70 km gacha (eng ko'p zichligi 20-25 km) balandlikda uchrasada, uning kuchli yutishi natijasida yer yuziga $\lambda < 0,29$ mkm UB nurlar butunlay yetib kelmaydi. Karbonat angidrid gazi to'liq uzunliklari 1,44, 1,60, 2,02, 2,70 va 4,31 mkm infraqizil nurlarni yaxshi yutadi. Ammo CO_2 gazi ham atmosfera tarkibida juda oz miqdorda (hajm bo'yicha 0,033%) uchraydi. Quyosh radiatsiyasini suv bug'i eng ko'p kuchsizlantiradi. Suv bug'i to'liq uzunliklari 0,72, 0,84, 0,94, 1,14, 1,38, 1,87, 2,70 va 3,20 mkm infraqizil nurlarni yaxshi yutadi.

Tayanch iboralar: spektrlar, ultrabinafsha spektr, fotosintetik faol spektr, yaqin infraqizilli spektr, uzoq infraqizilli spektr, fiziologik radiatsiya, fotosintez, fotosintetik faol radiatsiya, energetik yoritilganlik, kompensatsiya, o'tkazma koeffisienti, yorug'lik spektri, to'liq uzunligi, yorug'lik kvanti energiyasi.

Nazorat savollari.

1. Yaqin infraqizil radiatsiyasi o'simliklar uchun qanday ahamiyatga ega?
2. Qachon infraqizil spektrining intensivligi kamayib boradi?
3. Qanday o'simlik barglarining pigmentlari tomonidan O'ta yutilib o'simliklar hayoti uchun energetik manbaadir?
4. Qanday radiatsiya o'simliklarning o'sish jarayonlarini sekinlashtirib ta'sir qiladi?
5. To'liq uzunliklari 0,35-0,75 mkm oralig'idagi radiatsiya nima deb ataladi?
6. Fotosintetik faol radiatsiya deganda nimani tushunasiz?
7. Quyosh radiatsiyasini havo tarkibidagi qanday zarrachalar tomonidan kuchli yutiladi?
8. Karbonat angidrid gazi to'liq uzunliklari qanday infraqizil nurlarni yaxshi yutadi?

9. Fotosintez jaroyonida quyoshdan kelayotgan nuriy energiyasini qancha oraliqda yotgan radiatsiya spektrlari ishtirok etadi va bu qanday nomlanadi?
10. Fotosintetik faol radiatsiya (FFR) qishloq xo'jaligi maxsulotlari uchun qanday muxim ahamiyati bor?
11. FFRning intensivligi qancha qiymatga teng?
12. Moddaning selektiv (tanlab) yutish qobiliyati bo'ladi, ya'ni yutish koeffitsientining qiymati nimaga bog'liq bo'ladi?
13. Yorug'lik biror muhit orqali o'tganida hamma vaqt qisman yutilishining sababi nimada?
14. O'simliklarda organik massa qanda jarayonda hosil bo'ladi?
15. Quyoshdan kelayotgan nuriy energiya nimani asosini ifodalaydi?

§22. Atmosferada Quyosh raqiasiyaning yutilishi, sochilishi hamda uning spectral tarkibini o'zgarishi.

Quyosh radiatsiyasi atmosfera orqali o'tayotganda atmosferadagi gazlar, aerezollarda yutilishi va sochilishi hisobiga susayadi. Bunda uning spectral tarkibi ham o'zgaradi.

To'lqin uzunligi 0,29 mkmdan kichik bo'lgan ultrabinafsha nurlari Yer sirtiga yetib kelmaydi. Bu nurlar atmosferaning eng yuqori qatlamlarida to'liq yutiladi. Ko'zga ko'rinarli spektrlardan asosan qisqa to'lqinli-ko'k va binafsha, unga qara-ganda kamroq uzun to'lqinli – qizil va olovrang spektrlar sochilishi hisobiga yutiladi. Infraqizil nurlar soxasida ham bir qism nurlarnig energiyasi ham is gazi va suv molekulalarida yutiladi. Atmosferaning meteo xolatini ifodalaydigan boshqa meteorologik kattaliklar o'zgarmas qolib, suv bug'lari qancha ortib borsa, to'g'ri radiasining Yerga yetib kelishi shuncha kamayadi.

Quyoshning turli balandliklaridan nurlarning atmosferada bosib o'tgan yo'li turlicha bo'ladi. Gorizont yuqorisidan (tik olinganda) balandligi qancha kam bo'tsa, quyosh nuri atmosferada shunchalik ko'proq yo'lni bosib o'tadi. m massani birga teng deb quyosh tik xolda turgandagi kelib tushayotgan nurlar massasi qabul qilinadi. Qachonki quyosh gorizontda bo'tsa, nur atmosferada gorizontga 90° burchak ostida bo'tsa, tushayotgan nurga nisbatan 35 marta ko'proq yo'l bosib o'tadi (22.1-jadval). Quyosh nurlari atmosferada qancha ko'proq yo'l bosib o'tsa, uning yutilishi va sochilishi kuchayadi va intensivligi hamda spektrlar soni (soxasi) ortadi.

22.1-jadval

Quyoshning turli balandliklari h_{\odot} uchun nurning bosib o'tgan yo'li l

h_{\odot}°	90	60	30	15	5	3	1	0	
l	1,00	1,15	2,00	3,82	10,40	15,36	25,96	~35	

bu yerda nurning bosib o'tgan yo'lini quyoshning tik paytidagi masofa l ni **1** ga teng deb olindi.

22.1-jadvalda dengiz sathida olingan ma'lumotlar keltirilgan. Dengiz satxidan yuqoriga ko'tarilgan sari atmosferada nurni bosib o'tgan yo'li bilan quyoshni balandliklari nisbati keskin o'zgaradi. Masalan, 5,5 km balandlikda bosimning qiymati 506 gPa bosimda, Quyosh tikkaga kelganda nurning bosib o'tgan yo'li 0,5 l ga teng bo'ladi.

Gaz molekularidan sochilgan radiatsiya, to'lqin uzunligini 0,1 qismidan kichik bo'lgan to'lqin uzunligiga to'g'ri kelsa, molekulyar sochilish qonuni (Reley qonuni) bo'yicha amalga oshadi. Bu qonunga asosan molekulyar sochilishning intensivligi K to'lqin uzunligi λ ni to'rtinchi darajasiga teskari proporsional bo'ladi:

$$K = \frac{C}{\lambda^4}$$

bu yerda C -xajm birligiga to'g'ri keluvchi sochilgan nurlar soni bilan bog'liq bo'lgan koeffisient.

Shuning uchun tushgan nurlarning to'lqin uzunliklari qancha kichik bo'tsa, ularning sochilishi ko'proq bo'ladi. Qizil nurlarga qaraganda to'lqin uzunligi λ 1,9 marta kichik bo'lgan binafsha nurlar 14 marta ko'proq sochiladi. Biroq, binafsha nurning to'lqin uzunligi ko'k va moviy nurlarning to'lqin uzunliklaridan kichik bo'lishi ga qaramasdan ularga nisbatan kamroq sochiladi. Bunga sabab ko'k va moviy ranglarning dastlabki energiyasi binafshanikiga nisbatan katta bo'lganligida. Shuning uchun Yerdan qaraganimizda Osmon havo ochiq paytida moviy tus olganligini ko'ramiz (moviy ranglarni ko'proq sochilganligi tufayli).

Quyosh radiatsiyasini sochilishini oqshom paytidagi g'ira-shira paytida yaqqol sezish mumkin. Quyosh botgandan so'ng atmosferaning yuqori qatlamlariga quyosh nurlari tushadi va bu nurlar sochilib, bu sochilgan nurlarning bir qismi Yerning sirtiga kelib tushadi, shuning uchun g'ira-shira bo'lgan yo'rug'likni yuzaga keltiradi. G'ira-shiralikni

davomiyligi Yer yuzasini qaysi kenglikdaligiga va yilning davriga bog'liq bo'ladi. Ekvatorda shom paytini davomiyligi 20-25 minutga teng. Yerning kengligi ortgan sari shomning davomiyligi ortadi va shimolga yaqin 60° (shimoliy kenglikda) kechasi bilan davom etishi mumkin (oq tunlar deb ataladi). $10^{-3}mm$ dan katta bo'lgan (tuman va bulut molekulalarida) zarralarda yorug'lik to'liqini bir hil sochiladi, shuning uchun tuman va bulut oq rang ko'rinishda bo'ladi.

Quyosh nurlarini bosib o'tgan yo'li qancha uzun bo'tsa, ya'ni quyoshning balandligi kam bo'lganda, qisqa to'liqinli (binafsha, ko'k, moviy nurlar) ko'proq sochiladi qizil va olovrang nurlar yetib kelishi ko'proq bo'ladi. Shuning uchun quyosh gorizontda bo'lganda qizaradi (olovang ko'rinishdagi nurlar intensivligi ko'proq bo'ladi).

22.2-jadvalda quyosh radiatsiyasining spektrlar soxasini Yergacha yetib kelgan qismini atmosferadan o'tgan nur massasiga bog'liqligi keltirilgan. Keltiril-gan ma'lumotlarga ko'rinish turibdiki, $m = 10$ bo'lganda, (quyoshning balandligi 5°) da ultrabinafsha spektrli radiatsiya yo'q hisobida, infraqizil radiatsiya energiyasi, ko'zga ko'rinarli spektrlar energiyasidan 2 marta katta. Bunda ko'kimtir moviy spektrlar soxasiga to'g'ri keluvchi energiyasidan qizil soxaga to'g'ri keluvchi soxaga o'tuvchi nurlar maksimum qiymatiga erishadi. Quyoshdan kelayotgan nurlarni sochuvchi zarralar atmosferada qancha ko'p bo'lsa, havoning ochiqligi shuncha yomon bo'ladi.

Havoning ochiqligini atmosferani ochiqlik koeffisienti bilan xarakterlanadi. Bu koeffisient \mathbb{P} atmosferani yuqori chegarasiga yetib kelgan tik radiatsiyaning qancha qismi sochilmasdan Yerga yetib kelishini bildiradi. Odatda atmosferani ochiqlik koeffisienti \mathbb{P} $0,60 \div 0,85$ gacha oraliqda tebranib turadi. Turli to'liqin uzunluklari uchun atmosferani ochiqlik koeffisienti \mathbb{P} turlicha bo'ladi. Chunonchi to'liqin uzunligi $0,30 mkm$ bo'lganda $\mathbb{P} = 0,36$ bo'tsa, $0,70 mkm$ bo'lganda esa $\mathbb{P} = 0,97$ ga teng bo'ladi.

Shunday qilib, quyoshdan kelib tushayotgan to'g'ri radiatsiyasi kuchsizla-nishi asosan ikkita omilga bog'liq: quyosh tik xolda turgandagi kelib tushayotgan

22.2-jadval

Quyosh radiatsiyasini to'g'ri tushuishidagi spektrlarni aloxida soxalarida

m ning turli qiymatlari uchun energiyani taqsimlanishi (%)

Radiatsiya spektrining soxasi (qismi)	0	1	2	3	4	6	8	10
Ultrbinafsha	6,6	4,2	2,7	1,8	1,1	0,5	0,2	0,1
Ko'zga ko'rinarli	46,8	45,8	43,8	42,0	40,0	36,5	33,2	30,3
Infraqizil	46,5	50,0	53,5	56,2	58,1	63,0	66,6	69,6
Kelib tushayotgan energiyaning eng maksimum qiymatiga to'g'ri keluvchi To'lqin uzunlik (nm)	475	500	525	585	615	625	645	665

nurlar massasi m bilan xarakterlanuvchi quyoshning turli balandliklaridan nurlar-ning atmosferada bosib o'tgan yo'liga va nurlarning kelib tushishida kuchsizlanuvchi, atmosferani ochiqlik koeffisienti P bilan xarakterlanuvchi kattalikka.

Havo ochiq bo'lganda, atmosferani yuqori chegarasiga kelib tushayotgan radiatsiyasini yutilisi tufayli kuchsizlanishini o'rtacha 20-25%, yerga kelib tushayotgan radiatsiyani 75-80% deb qabul qilingan.

Atmosferani quyi qatlamlarida havo qo'yiqli bulutli bo'lganda, havo ochiqli-gida Yer sirtiga kelib tushayotgan yig'indi radiatsiyaning 5-15% gina kelib tushadi.

Bulutli kunlar ko'p bo'lgan davrlarda don ekinlarining poyasi bo'sh bo'ladi va Yerga yotib qoladi, tushgan radiatsiya miqdorining kam bo'lishi ham, ortiq bo'lishi ham o'simliklarga zarardur. Quyosh radiatsiyasining o'simliklar uchun qanchalik ahamiyatga ega ekanligini ularning quyidagi xususiyatlardan bilsa bo'la-di; ba'zi o'simliklar quyosh nuridan ko'proq foydalanish uchun barglarini yoki gullarini quyoshga qaratishsa, boshqalari bargining va undan suvning bug'lanishini kamaytirish uchun quyoshga teskari qaratadilar. Ko'p yillik tekshirishlar natijasida o'simlik olgan radiatsiya miqdori bilan hosil miqdori orasida to'g'ridan to'g'ri bog'lanish borligi kuzatilgan. Masalan: S. Yuldoshev paxta o'simligini shonalash davrini tekshirgan, natijada soyadagi bir tup paxtadan 24,2 shona soyalanmagan tuplarda esa 32,5 shona hosil bo'lgani aniqlangan. Quyosh radiatsiyasi ob havoga va iqlimga katta ta'sir ko'rsatadi.



Fotosintez jaroyonida quyoshdan kelayotgan nuriy energiyasini barcha spektrlari ham ishtirok etavermaydi. Fotosintezda faqat 0,38-0,76 mkm oraliqda yotgan radiatsiya spektrlari ishtirok etadi. Bunday radiatsiyani fotosintetik faol radiatsiya (FFR) deb ataladi.

FFR qishloq xo'jaligi maxsulotlari uchun muxim bo'lib, FFR haqida tasav-vurga ega bo'lishlik, uning joylar va vaqt bo'yicha taqsimlanishini hisobga olishlik mo'l hosil olishning

garovidir.

Ma'lumki, quyosh nurining bu (FFR) oraliqdagi spektrlari ta'siri bilan o'simliklarda organik moddalar yig'iladi, shuning uchun quyosh radiatsiyasi qishloq xo'jalik ekinlari hosilining miqdoriga va sifatiga ta'siri ko'rsatadi. Buning uchun energetik yoritilganlik kompensatsion nuqtadan yuqori bo'lish kerak.

Quyoshsevar o'simliklarga kiruvchi qishloq xo'jaligi ekinlari uchun FFRning intensivligi $20 - 35 \frac{Vt}{m^2}$ ga teng. Bu qiymatdan past bo'lganda organik moddalar-ning nafas olishga sarfi, fotosintez jaroyonida organik moddalarning yig'ilishiga nisbatan ortadi.

22.1- rasmda turli o'simliklarni yorug'likka bog'liqlik egri chiqtlari keltiril-gan. Ular fotosintez jaroyonini tez borishini quyosh radiatsiyaga bog'lani-shini ifodalaydi. FFR kompensatsion nuqtadan $210 - 280 \frac{Vt}{m^2}$ gacha o'zgarganda fotosin-tezni unumi ortib boradi. Rasmda CO_2 ni tarkibi o'zgarmas qolib, FFRni yana orttirib borilsa, fotosintez jaroyonini ortmasligi tasvirlangan. Kunduzgi paytlarda FFR fotosenzlarni yuqori chegarasida asosan ortadi, bulutli kunlarda dalaga ekin ekish paytida va issiqxonalarda FFR yetarli bo'lmaydi. Bu paytda asosan, qalin ekilgan, o'simliklari ancha rivojlangan (o'sib ketgan) dalalarda fotosintez jaroyonini susayishiga shu bilan birga hosildorlikni kamayishiga olib keladi.

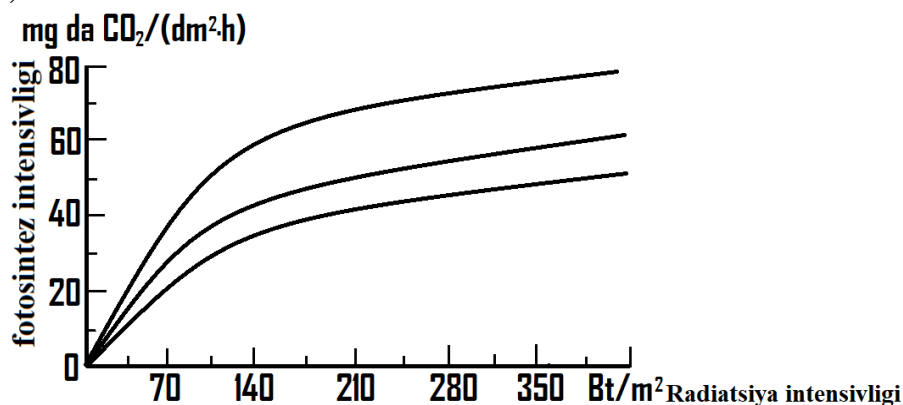
Yosh madaniy o'simliklar uchun kompensatsion nuqta ancha past bo'lishi keying yillardagi kuzatishlarda aniqlangan va oldingi

qiymatlariga qaraganda o'n barobargacha past ekanligi ma'lum bo'ldi. Yana o'simliklarni qariganida ham kompensatsion nuqtaning qiymati pasayishi aniqlangan.

Kelib tushgan to'g'ri, sochilgan va yig'indi radiatsiyalarni qiymatlarini bilgan xolda FFRni topish uchun o'tkazma koeffitsientlari topilgan. FFRni hisoblash ifodasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\sum Q_{FAR} = 0,43 \sum S' + 0,57 \sum D,$$

bu yerda $\sum S'$ va $\sum D$ aniq berilgan vaqtdagi (masalan, dekadadagi, bir oydag),



22.1 rasm. Yoruglik ta'siridagi turli o'simliklardagi fotosintez borishidagi egri chiziqlar. 1-bodring, 2-makkajo'xori, 3-lavlagi

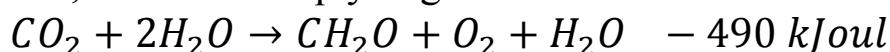
vegetasiya paytidagi va h.k) gorizontal sirtga tushayotgan to'g'ri radiatsiya va sochilgan radiatsiya yig'indisi.

Yig'indi radiatsiya Q ning berilgan qiymatlaridan foydalanib, FFRni aniqlashdagi o'tkazma koeffitsienti $C_Q=0$.

Ma'lumki, quyosh radiatsiyasi fotonlar oqimidan iborat. Ko'zga ko'rinarli radiatsiya (yorug'lik) fiziologik radiatsiya deb ham atalib (0,35-0,75 mkm), o'simlik barglarining pigmentlari tomonidan o'ta yutilib o'simliklar hayoti uchun energetik manbai bo'lib xizmat qiladi. Bu oraliqdagi spektrlar asosan fotosintetik faol radiatsiyani tashkil etadi.

Fotosintez jaroyonida xlorofill yoki boshqa ba'zi bir pigmentlarda yutilgan yorug'likdan foydalaniladi.

C (uglerod) o'simliklarda CO_2 ko'rinishda yutiladi; bu bilan bir vaqtda (O_2) kislorod ajraladi, va organik birikmalar tufayli yuzaga kelgan kimyoviy bog'lanishlarda quyosh energiya zahirasi to'planadi. Fotosintez jaroyoni tufayli oxirida sodda birikmalar uglevodlar hosil bo'lgan bo'tsa, fotosintezni quyidagi ko'rinishda ifodalash mumkin:



bu erda 490 kJoul bir mol CH_2O ($\frac{1}{6}\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), hosil bo'lishi uchun sarflangan energiya bo'lib, bitta molekula hosil bo'lishi uchun $5,1 \text{ eV}$ energiya kerakligini ifodalaydi. Olib borilgan tajribalardan ma'lumki, bu tenglamadagi ajralayotgan kislorod ma'lum b'ylishicha suvdan ajraladi. Fotosintez ko'proq kvant energiyasi $E = h\nu$ va yorug'lik fotonlari $\lambda = 650 \div 680 \text{ nm}$ bo'lgan to'liq uzunlikdagi yorug'lik fotonlari ta'sirida yuz beradi deb olsak, (bitta foton energiyasi $1,83 \text{ eV}$ bo'ladi) kamida 3 ta kvant yutilishi kerak bo'ladi.

Yorug'lik biror muhit orqali o'tganida hamma vaqt qisman yutiladi, bu yutilish elektromagnit energiyasining issiqlikka va boshqa tur energiyalarga aylanishi bilan bog'liqdir.

Yorug'likni zaif yutadigan moddalar shaffof moddalar, kuchli yutadigan moddalar shaffofmas moddalar deyiladi. Biroq moddalarning bunday bo'lishi nisbiy xarakterli, chunki shaffoflik faqat modda tabiatiga emas, balki bu modda qatlami qalinligiga ham bog'liq bo'ladi.

Umuman aytganda, har qanday moddaning ham oz yoki ko'proq darajada selektiv (tanlab) yutish qobiliyati bo'ladi, ya'ni yutish koeffitsientining qiymati yorug'lik to'liqining uzunligiga bog'liq bo'ladi. Masalan, suv va suv bug'i infraqizil nurlarni kuchli yutadi. Odatdagi shisha ko'rinadigan yorug'likni yaxshi o'tkazadi, biroq infraqizil nurlarni (to'liq uzunligi $\lambda > 2 \text{ m}\mu$) ancha zaif o'zlashtiradi va ultrabinafsha nurlarni ($\lambda > 0,38 \text{ m}\mu$) deyarli butunlay yutadi. Tirik o'simliklarning barglari ko'rinuvchi spektrning yashil ($0,52 \text{ m}\mu < \lambda < 0,60 \text{ m}\mu$) va to'q qizil ($\lambda > 0,70 \text{ m}\mu$) sohalaridan tashqari butun sohasini kuchli yutadi; bunday yutishga barglarda bo'ladigan pigment-xlorofill sabab bo'ladi.

Yorug'lik filtrlari shisha plastinkalar va ma'lum bo'yoq moddasi aralashgan jelatin plyonkalarining ishlashi tanlab yutishga asoslangan. Yorug'lik filtri spektrning qandaydir bir aniq qismini (yorug'lik filtrining rangiga to'g'ri keladigan qismini) o'tkazadi, qolgan barcha qismlarini esa yutib qoladi.

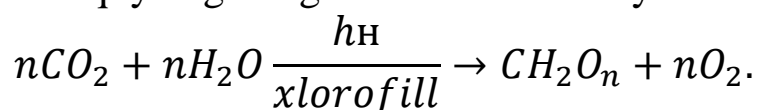
Keyingi yillarda issiqxona ramalarida oyna o'rniga shaffof polimer-poliamid plyonka muvaffaqiyatli qo'llanilmoqda. Oynadan farq qilib, bu plyonka faqat ko'rinadigan nurlarnigina emas, balki ultrabinafsha nurlarni ham o'tkazadi va infraqizil nurlarni kuchli (90 % ga yaqin) yutadi. Shu bilan birga, juda elastik, yengil, yetarlicha

mustahkam va ko'pga chidaydi. Plyonkaning bu sifatlari ayrim nodir o'simliklarni, maydonlarining bir necha jo'yaklari va uchastkalarini muhofaza qiladigan vaqtincha konstruksiyalar qurishiga imkon beradi.

Poliamid plyonka ostida issiqxona effekti oyna ostidagidan kuchliroq bo'ladi. Poliamid plyonkalardan (va boshqa ba'zi shaffof polimerlardan) foydalanish qishloq xo'jalik ekinlarining hosildorligini oshirish va hosil sifatini anchagina yaxshilashga va erta pishishiga imkon beradi.

Yerda yorug'lik ta'sirida bo'ladigan jarayonlardan eng muhimi shubhasiz fotosintezdir.

Fotosintez murakkab oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi bo'lib, uni oraliq zvenolarisiz quyidagi tenglama ko'rinishida yozish mumkin:



bu yerda n butun son bo'lib, hosil bo'ladigan turli uglevodlarning kimyoviy formulasiga to'g'ri keladi.

Taxminiy hisoblarga qaraganda Yer sharidagi quruqlik va suv o'simliklari har yili fotosintez vositasida 500 mlrd tonnadan ko'p organik moddalar hosil qilar ekan.

Fotosintez jarayonida organik moddalar hosil bo'lib, atmosferani karbonat anhidrid gazidan tozalaydi va kislorod bilan boyitadi. Shu yo'l bilan fotosintez jarayoni planetamizda hayotning mavjud bo'lishi uchun zarur sharoit yaratadi.

Garchi yashil o'simliklarning fotosintez faoliyati juda katta o'lchamlarda (butun Yer sharida) bo'tsada, o'simlik yutgan quyosh nuriy energiyasining juda kichik ulushi bevosita fotosintez uchun foydalaniladi. Bunday ulush odatda 5% dan ortmaydi (baxorgi bug'doy uchun 3,26%, kartoshka uchun 3,02%, makkajo'xori uchun 2,30%, va hokazo).

O'simliklarda organik massa fotosintez jarayonida hosil bo'ladi, shuning uchun qishloq xo'jalik ekinlarining hosildorligini oshirishning effektiv yo'llaridan biri fotosintez jarayonini intensivligini oshirish (fotosintez uchun quyosh energiyasidan foydalanish koeffitsentini oshirishdir). qishloq xo'jalik ishlab chiqarishining yangi tarmog'i yorug'lik ekinlari ana shu yo'ldan rivojlanmoqda; bunda o'simliklar

karbonat angidrid bilan boy ta'minlangani va ildizdan suyuq ozuqa berilgani holda sun'iy ravishda qo'shimcha yoritiladi.

Davlatimiz qishloq xo'jaligining asosiy ekinlaridan bo'lgan paxta ham hosilini asosan quyoshdan olgan energiya yordamida sintez qilish xisobiga yig'adi. Bilamizki, quyoshdan kelayotgan nuriy energiya yerdagi issiqlik effektini asosini ifodalaydi. Va bu issiqlik effekti samarali temperaturalar yig'indisi ko'rinishda bo'lib, paxta hosili pishguncha $2200 \div 2800^{\circ}\text{C}$ samarali temperaturalar yig'indisini yig'adi. Kunlik samarali temperaturani orttirib borish orqali umumiy samarali temperaturalar yig'indisini yig'ishga ketadigan vaqtni qisqartirishga erishilsa maqsadga muvofiq bo'ladi. qishloq xo'jaligi ekinlarini hosildorligini orttirishga fotosintez jarayonini intensivligini orttirish yo'li bilan ham erishish mumkin. Shu maqsadda paxta chigitini plyonka ostiga ekilsa, kunlik samarali temperatura plyonka ostida tashqaridagiga nisbatan yuqori bo'ladi fotosintez jarayoni esa intensivlashadi, yani tezlashadi.

Hulosa qilib aytsak, paxtadan mo'l hosil olish uchun paxta chigitini plyonka ostiga ekishni yanada ko'proq fermer xo'jaliklarimizda yo'lga qo'yilsa maqsadga muvofiq bo'ladi. Kuzatishlardan ma'lum bo'ldiki, chigit plyonka ostiga ekilganda na faqat mo'l hosil olinadi, balki 15-20 kun oldinroq pishishga erishiladi. Kuzatish-lardan ma'lumki paxta terimini solishtirsak, avgust oyida bir kunda yillik rejaga nisbatan $5 \div 8\%$ paxta hosili yig'ib topshirilsa, oktyabr oyida $0,3 \div 0,8\%$ paxta hosili yig'ib topshiriladi (o'n marta kam). Demak, paxta hosili qancha erta pishib yetilsa, uni qisqa vaqtda yig'ib-terib olinadi. Bunda albatta hosilning sifati yuqori bo'ladi, bu esa fermerlar daromadini ortishiga imkon beradi.

Shu nuqtai nazardan seleksioner olimlar yangi navlarni yaratishda ularni samarali temperaturalar yig'indisini mumkin qadar kamaytirishni e'tiborga olishlari kerak. Bunda yangi navlardan olinadigan hosilning sifati pasaymastligi muximdir.

Tayanch iboralar: fotosintetik faol radiatsiya, raqiasiya, yutilishi, sochilish, spectral tarkib, Quyosh radiatsiyasi, spektr, o'simliklar, kuzatishlar, infraqizil nurlar, fotosintez, meteo holat, malekulyar sochilish, malekulyar sochilish intensivligi, temperatura.

Nazorat savollari.

1. Quyosh radiatsiyasi atmosfera orqali o'tayotganda nima uchun spectral tarkibi ham o'zgaradi?
2. Ko'zga ko'rinarli spektrlardan asosan qanday spektrlar sochilishi hisobiga yutiladi?
3. Qanday hollarda Quyosh nurlarini atmosferada yutilishi va sochilishi kuchayadi va intensivligi hamda spektrlar soni (soxasi) ortadi?
4. Reley qonuni qanday ta'riflanadi?
5. Nima uchun Yerdan qaraganimizda Osmon havo ochiq paytida moviy tus olganligini ko'ramiz?
6. quyoshdan kelib tushayotgan to'g'ri radiatsiyasi kuchsizlanish asosan nechta omilga bog'liq?
7. Yer sirtiga kelib tushayotgan yig'indi radiatsiyaning necha foizigina kelib tushadi?
8. Havo ochiq bo'lganda, atmosferani yuqori chegarasiga kelib tushayotgan radiatsiyasini yutilisi tufayli kuchsizlanishini o'rtacha qancha foiz, yerga kelib tushayotgan radiatsiyani qancha deb qabul qilingan?
9. Paxta hosili pishguncha qancha samarali temperaturalar yig'indisini yig'adi?

15-BOB

HAVO VA TUPROQNING HARORAT REJIMI.

§23. Havoning isish, sovish jaroyonlari.

Quruqlikda yutilayotgan quyosh radiatsiyasi issiqlikka aylanadi. Bu issiqlikni bir qismi atmosferaning yerga yaqin qatlamlarini, o‘simliklarni, tuproqdagi va o‘simliklardagi suvlarni bug‘ga aylantirish uchun qizdirishga, yana bir qismi esa tuproqni pastki qismlariga uzatiladi. Quyoshdan kelayotgan radiatsiya sutka va yil davomida har xil bo‘lganligi uchun tuproq temperaturasi ham turlicha bo‘lib, u keng intervalda bo‘ladi.

Tuproqning temperaturaviy rejimi asosan radiasion balans tufayli yuzaga keladi, yani tushayotgan radiatsiyaga, albedo va samarali radiatsiyaga bog‘liqdir. Radiasion balansda musbat bo‘lsa, tuproqning yuqori qismi tez qiziydi. Agar radiasion balans manfiy bo‘lsa, u xolda tuproqning sirtqi qismi sovib, tuproqning quyi qatlamlaridan yuqori qatlamlariga issiqlik ko‘chishi yuz beradi. By esa tuproqning chuqur joylarini ham sovishiga sabab bo‘ladi.

Yer yuzasida yutilayotgan va sarflanayotgan issiqlik miqdori issiqlik balansi bilan xarakterlanib, quyidagilar orqali ifodalanadi: radiasion balans B ; yer yuzi va atmosfera orasidagi turbulent oqimi P ga, tuproqning quyi va yuqori qatlamlari orasidagi issiqlikning molekulyar oqimi A ga, parlanish bilan bog‘liq bo‘lgan issiqlik miqdori LE ga (bu yerda L -bug‘ hosil bo‘lishdagi yashirilgan issiqlik miqdori $2500 \frac{J}{g}$), E -bug‘lanish tezligi. Issiqlik balansi tenglamasi umumiy xolda quyidagi ko‘rinishga ega:

$$B = LE + P + A$$

Tuproqning issiqlik xossalari quyidagichadir. Quyosh nurlari atmosfera orqali o‘tib yer yuziga tushadi va uni isitadi. Ikki xil tuproqqa quyosh nuri bir xil tushayotgan bo‘tsada, ularning isishi xarxil bo‘ladi. Tuproqlarning bunday turlicha isishi ularning issiqlik sig‘imlariga va issiqlik o‘tkazuvchanligiga bog‘liq. Uning issiqlik sig‘imi 2 xil bo‘ladi, vaznli issiqlik sig‘imi va xajmli issiqlik sig‘imi.

Tuproq issiqlikni sekin o'tkazadi, uning yuqori sirti yaxshi qiziydi, lekin pastki qatlamlariga issiqlikni sekin o'tkazadi.

Tuproqning issiqlik rejimi asosan uni issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanligiga bog'liq bo'ladi.

Tuproqning issiqlik sig'imi.

Tuproqning issiqlik rejimi deb, tuproqqa issiqlikning kelishi, qaytishi, to'planishi va uning tuproq qatlamlariga uzatilishi kabi hodisalar majmuasiga aytiladi. Yer sirtining harorat rejimi asosan radiatsion balansga, ya'ni tushadigan quyosh radiatsiyasi miqdoriga, joyning albedosiga va samarali nurlanishiga bog'liq. Musbat radiatsion balansda tuproqning ustki (eng yuqoridagi) qatlami isiydi, bunda yuqorida aytganimizdek yutilgan issiqlikning ma'lum qismi pastki qatlamlarga uzatiladi. Agar radiatsion balans manfiy bo'tsa, tuproqning yuza qatlami soviydi, bunda issiqlik tuproqning pastki qatlamlaridan tuproq yuzasiga uzatiladi. Natijada tuproqning ichki (pastki) qatlamlari soviydi. Umuman, tuproq sirtida joylashgan yuqori qatlami bilan pastki qatlamlari orasida uzluksiz issiqlik almashinish davom etadi. Bu issiqlik almashinish asosan molekulyar issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan amalga oshadi. Tuproqdagi issiqlikning uncha ko'p bo'lmagan qismi yerning ichki qismidan ko'tariladigan issiqlikdan va yerning qattiq qoplami (litosfyera) ning yuqorigi qismlarida kechadigan kimyoviy reaksiyalar va biologik jarayonlar natijasida vujudga keladigan issiqlik hisobiga hosil bo'ladi. Organik moddalar (go'ng, o'simlik qoldiqlari, har xil chirindi kabilar) ning chirishidan ajraladigan issiqlik unchalik ko'p emas. Tuproqning isishida faol qatlamdagi suv bug'ining kondensatsiyasida ajralgan issiqlik ham (juda oz bo'tsada) ahamiyatga ega. Bundan tashqari yer qobig'ining ustki qatlamlaridagi tabiiy radiofaol moddalar-ning yemirilishida ajraladigan issiqlik ham tuproqni juda kam darajada isitadi. Tuproq yuzasi Yerning uzun to'lqinli nurlanishi, sovuq havo massalarining kirib kelishi natijasida soviydi. Tuproqning issiqlik-fizik xususiyatlari Tuproqning harorat holati, isishi va sovishi kabi jarayonlarga yer yuzasining xususiyatlari bilan bir qatorda tuproqning issiqlik-fizik xususiyatlari ham katta ta'sir ko'rsatadi. Ushbu xususi-yatlaridan biri issiqlik sig'imidir.

Issiqlik sig'imi ikki xil-xajmiy va solishtirma issiqlik sig'imlariga bo'linadi. Xajmiy issiqlik c_{xajm} sig'imi $1m^3$ tuproqni $1^{\circ}C$ ga o'zgartirish uchun olingan yoki berilgan issiqlik miqdoriga teng, birligi



$\frac{J}{m^3 \cdot K}$. Solishtirma issiqlik sig'imi c_{sol} 1kg tuproqni $1^\circ C$ ga o'zgartirishga sarflangan yoki olingan issiqlik miqdoriga teng, birligi $\frac{J}{kg \cdot K}$. Solishtirma issiqlik sig'imi bilan xajmiy issiqlik sig'imi orasida quyidagicha bog'lanish bor:

$$c_{xajm} = c_{sol} \rho$$

bu yerda ρ -tuproqning zichligi ($\frac{kg}{m^3}$).

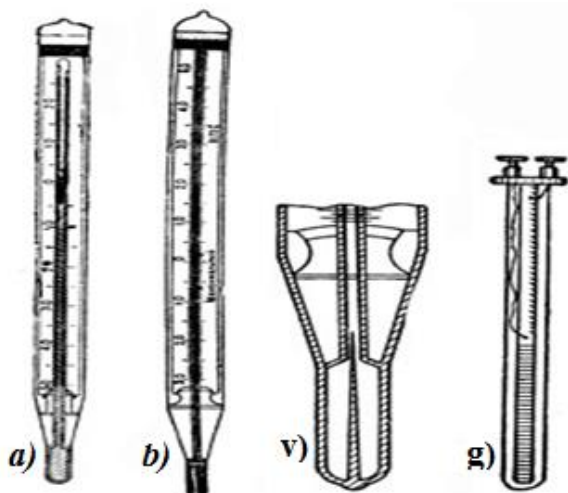
Minerali ko'proq tuproqlarning xajmiy issiqlik sig'imi mineralsiznikidan $2 - 2,5 \frac{J}{m^3 \cdot K}$ ga kattaroq, havo bilan suv orasidagi farq esa $3 \cdot 10^3$ marotaba farq qiladi. Shuning uchun tuproqning issiqlik sig'imi nafaqat minerali ko'pligiga balki, tuproqning namligiga ham bog'liq bo'ladi. Nam tuproqning issiqlik sig'imi quruq tuproqning issiqlik sig'imidan kattaroq bo'ladi. Demak, bir xil issiqlik tushayotganda quruq tuproq nam tuproqqa qaraganda ko'proq isiydi yoki soviydi.

Tuproqning issiqlik o'tkazuvchanligi.

Tuproqning bir qatlamidan ikkinchi qatlamiga issiqlik uzatish xossasiga tuproqning issiqlik uzatuvchanligi deyiladi. Issiqlik o'tkazuvchanligi kattaligini o'lchami qilib qalinligi $1m$ bo'lgandagi, $1m^2$ yuzali, yuzalar orasidagi temperaturalar farqi $1^\circ C$ bo'lgan tuproqda 1 sekundda o'tgan issiqlik miqdori olinadi. Issiqlik o'tkazuvchanlik tuproqning tarkibiga mineral miqdori, namligi, ichidagi bo'shlig'iga bog'liq bo'ladi. Suvning hajmiy issiqlik sig'imi havonikidan 3000 marta katta. Shuning uchun tuproqda suvning borligi uning hajmiy issiqlik sig'imini orttiradi yoki tuproq namligi ortishi bilan uning hajmiy issiqlik sig'imi ham kuchayadi. Tuproqda havo qancha ko'p bo'tsa, uning hajmiy issiqlik sig'imi shuncha oz bo'ladi. Shuning uchun nam tuproq quruq tuproqqa qaraganda sekin qiziydi va sekin soviydi. Quruq tuproq tez isiydi va tez soviydi. Suv isishda ko'p issiqlik yutadi va sovishda esa ko'p issiqlik ajratadi. Shuning uchun ham qishda uylar va himoya qilingan tuproq inshootlarini issiq suv bilan isitiladi.

Bahor oxirlarida qora sovuqlar tushish xavfi bo'lganda dehqonlar ekin-larni sug'oradilar. Suv sovishida ajralgan issiqlik hisobiga ekinlar

orasi va tepasidagi havo 1 – 2°C ga isib, ekinlarni qisqa muddatli qora sovuqlardan himoya qilish mumkin. Tuproqning issiqlik o‘tkazuvchanligi. Tuproqning ko‘proq isigan qatlamlaridan kamroq isigan qatlamlariga issiqlik uzatish xossasiga uning issiqlik o‘tkazuvchanligi deyiladi. Tuproqning issiqlik o‘tkazuvchanligi uning mineralogik tarkibiga, tuproqdagi organik moddalarning miqdoriga hamda suv va havoning hajmiy ulushlariga bog‘liq. Tuproqda suv va havolarning o‘zaro munosabati uzluksiz o‘zgarib turganligi uchun λ ham vaqtga nisbatan o‘zgaradi. Tuproq namligining dala sharoitida uchrab



turadigan chegaralarida namlik o‘zgarishi bilan hajmiy issiqlik sig‘im 3-4 marta o‘zgarsa, tuproq namligining xuddi shu chegaralarida aynan shu vaqtda λ esa 100 martadan ham ortiq o‘zgarishi mumkin. Issiqlik sig‘imdan farqli ravishda issiqlik o‘tkazuvchanlik tuproqni tashkil etuvchi fazalar va komponen-talarning hajmiy ulushlarigagina bog‘liq bo‘lmasdan,

balki tuproq elementar zarrachalarining o‘lchamlari, shakli va fazoviy joylashishiga ham bog‘liq. Bunday holat tuproqda issiqlik uzatishning qaysi usulda ro‘y berayotgani bilan bog‘liq. Tuproqda issiqlik almashish molekulyar issiqlik o‘tkazuvchanlik, konveksiya, nurlanish usullari bilan amalga oshib, ular orasida hal qiluvchisi mole-kulyar issiqlik o‘tkazuvchanlikdir. Issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti $\frac{J}{m \cdot s \cdot K} = \frac{Vt}{m \cdot K}$. va birliklarda o‘lchanadi.

Tuproqning turli komponentalari uchun issiqlik sig‘imini va issiqlik o‘tkazuvchanligini qiymatlari 9-jadvalda keltirilgan

9-jadval

Tuproqning tarkibiy qismi	Issiqlik sig‘imi		Issiqlik o‘tkazish koeffisienti $\left(\frac{Vt}{m \cdot K}\right)$
	solishtirma $\left(\frac{J}{kg \cdot K}\right)$	xajmiy $\left(\frac{J}{m^3 \cdot K}\right)$	
Qum va mayin tuproq	753,6-963,0	2,05-1,26	0,84-1,26
Torf	2009,7	2,51	0,84
Tuproq havosi	1004,8	0,0013	0,02
Tuproqdagi suv	4186,8	4,19	0,50

Tuproqdagi havoning issiqlik o'tkazuvchanligi suvnikiga qaraganda 25 marta kichik bo'lgani uchun, tuproqning issiqlik sig'imi hamda issiqlik o'tkazuvchanligi turoq namligiga bog'liq bo'ladi. Tuproq muzlaganda uning issiqlik miqdori ortadi chunki muzning issiqlik o'tkazuvchanligi suvnikiga qaraganda 4 marta katta bo'ladi. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini tuproqning xajmiy issiqlik sig'imiga nisbati harorat o'tkazuvchanlik koeffitsienti K deb ataladi.

$$K = \frac{\pi}{c_{xajm}}$$

bu koeffitsient tuproqning issiqlik tarqatish tezligini ifodalaydi.

Tuproqning issiqlikni o'zlashtiruvchanligi. Tuproqning issiqlikni to'plash qobiliyatini uning issiqlikni o'zlashtiruvchanligi deyiladi. Bu kattalikni issiqlik o'zlashtiruvchanlik koeffitsienti b bilan tavsiflanadi. Issiqlik o'zlashtiruvchanlik koeffitsienti b ning miqdori λ va c_h larning kattaligiga bog'liq ravishda o'zgaradi va quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$K = \sqrt{\pi \cdot c_h} = \sqrt{\pi \cdot c \cdot c}$$

Issiqlik o'zlashtiruvchanlik koeffitsienti $\frac{J}{m^2 \cdot ^\circ C}$ birlikda o'lchanadi.

Tuproq namligi kuchayishi bilan uning issiqlik o'zlashtiruvchanligi ortadi. G'ovak tuproqning issiqlik o'zlashtiruvchanligi, zich tuproqnikidan oz. Shuning uchun uni tuproqqa ishlov berish tadbirlarida foydalanish mumkin. Endi g'o'za vegetatsiyasi davrida tuproq qatlamidagi issiqlik-fizik xususiyatlarning tuproq namligiga bog'liq ravishda o'zgarishini qaraylik. Ma'lumki, tuproq issiqlik-fizik xususiyatlariga tuproq turi, mineralogik va mexanik tarkibi, tuproq holati va haro-rati, namligi va zichligi ta'sir qiladi. Tabiiy tuproqda bu ta'sirlar birikib turlicha hollarda ro'yobga chiqadi. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi amaliyotida issiqlik-fizik xususiyatlarining tuproq namligi o'zgarishlariga bog'liqligining borishini bilish muhim ahamiyatga ega. Professor I. Turopov O'zbekiston hududida tuproq issiqlik-fizik xususiyatlarining tuproq namligi o'zgarishlariga qanday bog'langanini aniqlash bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlarini 1963-64 yillarda Toshkent viloyatining Zangiota tumanidagi paxta dalalarida o'tkazgan. Bu tadqiqotda tuproq namligini tavsiflash uchun tuproqning 0 – 30cm qatlamdagi o'rtacha namligini olingan. 1963 yilda olingan ma'lumotlar 0 – 30cm qatlamda tuproq namligi ortishi bilan uning barcha issiqlik

xususiyatlari ham ortganligini ko'rsatadi. Vegetatsiya davrida sug'orishlar vaqtida tuproq namligi ortadi, sug'orishlar orasidagi muddatda esa kamayadi. O'lchashlar va maxsus formulalar yordamida olib borilgan hisobotlar natijasida c_h, λ, k va b larning qiymatlari aniqlanib borilgan. Bunda tuproq namligi 11 dan 19 foiz-gacha oshganida harorat o'tkazuvchanlik koeffisienti avval sekin, keyin esa jadal o'sgan, tuproq namligi 19 foizdan oshgach b ning ortishi so'na boshlagan. Namlikning olingan chegaralarida hajmiy issiqlik sig'im ham chiziqli ortgan. Ammo uning ortishi juda sekinlik bilan borgan. Tuproq namligining shu oraligida λ va b lar ham orta borgan, ammo namlik 19% dan oshgach λ ning ortishi kamaya boshlagan. Tuproqning issiqlik fizik xususiyatlarining qiymatlarini bilish tuproq issiqlik rejimini o'rganishda ahamiyatga ega. Tuproq issiqlik xususiyatlari tuproq yuzasi rangiga, tuproq zichligiga va strukturasi ham bog'liq.

Qora tuproqlar quyosh radiatsiyasini ko'proq yutishi hisobiga yaxshi isiydi, yorqin tuproqlar esa quyosh radiatsiyasini kam yutgani uchun qora tuproqqa qaraganda kam isiydi. Tuproq zichligi ortishi bilan quruq tuproqning issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanligi ham oshadi. Sug'orish va yog'inlar tuproq issiqlik sig'imini orttiradi, bunda tuproq issiqlikni bug'lanishga sarflab soviydi.

Tayanch iboralar: tuproq, qora tuproq, issiqlik-fizik xususiyat, tuproq turi, minieralogik tarkibi, mexanik tarkibi, tuproq holati va harorati, namligi va zichligi, tabiiy tuproq.

Nazorat savollari.

1. Tuproqning issiqlik rejimi deb nimaga aytiladi?
2. Tuproqning bir qatlamidan ikkinchi qatlamiga issiqlik uzatish xossasi nima deyiladi?
3. Hal qiluvchisi molekulyar issiqlik o'tkazuvchanlik nima?
4. Tuproqning issiqlikni o'zlashtiruvchanligi deb nimaga aytiladi?
5. Harorat o'tkazuvchanlik koeffisienti qanday ifodalanadi?
6. Issiqlik o'zlashtiruvchanlik qachon ortib boradi?
7. Tuproq issiqlik rejimini o'zgarishiga qanday omillar ta'sir qiladi?
8. Tuproq issiqlik rejimini o'rganishda qanday qiymatlarni bilishimiz kerak?

§24. Tuproq temperaturasini sutkalik, yillik o'zgarishlari va joyning rel'efiga, o'simlik va qor qatlamiga bog'liqligi.

Quruqlik sirtiga tushgan quyosh radiatsiyasining bir qismi undan qaytib atmosfera va kosmik fazoga tarqaladi, quruqlik yuzasida yutilgan qismi esa issiqlikka aylanadi, o'z navbatida bu issiqlikning bir qismi yer yuziga tutashgan havo qatlamini, o'simliklarni isitishga va tuproqning yuza qatlamidagi hamda o'simliklardagi suvni parlanishga sarflanadi. Yutilgan issiqlikning qolgan qismi esa tuproqning pastki qatlamlariga uzatiladi (tuproq yuzasining harorati pastki qatlamlarning haroratidan yuqori bo'lganda). Biror joyga tushuvchi quyosh radiatsiyasining miqdori bir-kecha kunduz va yil davomida o'zgarib turadi. Shuning uchun ham o'sha joydagi tuproqning isish darajasi quyoshning ufqdan balandligiga, joyning geografik kengligiga va relefiga, o'simliklar bilan qoplanish darajasiga, yil fasllariga bog'liq ravishda o'zgarib boradi, ba'zan bu o'zgarish juda keng chegarada ro'y beradi. Tuproq issiqlik rejimining asosiy ko'rsatkichi uning haroratidir.

Tuproq yuzasi haroratining sutka davomida o'zgarishining borishini uning sutkalik o'zgarishi deyiladi. Tuproq yuzasi haroratining sutkalik o'zgarishi 1 ta minimum (eng oz qiymat) ga va 1 ta maksimum (eng yuqori qiymat) ga ega. Tuproq yuzasi haroratining minimal qiymati havo ochiq kuni ertalab quyosh chiqishi oldidan kuzatiladi.

Bu vaqtda radiatsion balans hali manfiy, tuproq bilan yerga yaqin havo qatlamlari orasidagi issiqlik almashinish juda kam bo'ladi. Quyosh chiqqandan keyin biroz vaqt o'lgach radiatsion balans musbat ishoraga o'tadi va quyoshning ufqdan balandligi oshgan sari ortib boradi, natijada tuproq harorati ham ortib borib. o'zining maksimal qiymatiga mahalliy vaqt bilan soat 16 larda erishadi. So'ngra radiatsion balansning kamaya borishi sababli tuproq yuzasining harorati pasayib borib. yertalab quyosh chiqishi oldidan minimum qiymatiga tushib qoladi. Tuproq yuzasi harorati sutkalik o'zgarishining ko'rsatilgan tarzda borishi bulutlik, yog'ingarchilik va shamollar ta'sirida o'zgarishi mumkin. Bunda tuproq haroratining maksimumi va minimumi boshqa vaqtlarga suriladi.

O'simlik va qor qoplami. O'simliklar qoplami tuproq yuzasi haroratining sutkalik o'zgarish amplitudasini kamaytiradi. Chunki o'simlik qoplami o'tishda quyosh radiatsiyasi ancha miqdorda ozayadi va tuproqni kam qizitadi, kechasi esa tuproqning uzun to'lqinli

nurlanishini o‘simliklar to‘sib qoladi, natijada tuproq kam soviydi. Qor qoplaminig issiqlik o‘tkazuvchanligi juda kam. Shuning uchun qish vaqtida qor qoplami tuproqning juda ham sovib ketishdan saqlaydi. Umuman, qor va o‘simlik ostidagi tuproq harorati amplitudasi ochiq yerdagidan kichik bo‘ladi.

Joyning reliefi. Janubga qaragan yonbag‘irlar kunduzi tekislikka qaraganda kuchliroq qiziydi. Shimolga qaragan yonbag‘irlar esa eng kam isiydi, g‘arbiy yonbag‘ir esa sharqiy yonbag‘irdan ko‘proq isiydi. Tuproq haroratining o‘zgarish amplitudasi ham ularga mos ravishda o‘zgaradi.

Tuproq yuzasi haroratining yil davomida o‘zgarishini yillik o‘zgarishi deb yuritiladi. Tuproq haroratining yillik o‘zgarishi ham xuddi sutkalik o‘zgarishi kabi asosan radiatsion balansning yillik o‘zgarishi bilan bog‘langan. Tuproq yuzasining o‘rtacha oylik haroratining eng katta qiymati shimoliy yarim sharda iyul-avgust oylariga, eng oz qiymati esa yanvar-fevral oylariga to‘g‘ri keladi. Yil davomidagi tuproq yuzasi o‘rtacha oylik haroratlarining eng katta va eng kichik qiymatlari orasidagi ayirmaning tuproq haroratining yillik o‘zgarish amplitudasi deyiladi. Tuproq yuzasi haroratining yillik o‘zgarish amplitudasiga joyning geografik kengligi, reliefi, o‘simlik va qor qoplami, tuproqning issiqlik sig‘imi va issiqlik o‘tkazuvchanligi, tuproq rangi va bulutliklar ta‘sir qiladi. Tuproq yuzasi harorati-ning yillik o‘zgarish amplitudasi, geografik kenglik oshgan sari ortadi (sutkalik o‘zgarish amplitudasi esa geografik kenglik oshgan sari kamayadi). Masalan, 10° shimoliy kenglikda, amplituda 3°C ga, 30° kenglikda 10°C atrofida, 50° kenglikda esa o‘rtacha 25°C ga teng. Quruqliklarning qutbiy hududlarida esa yillik amplituda 70°C dan ham katta bo‘ladi.

Bildikki, Yer sirti quyosh nurini yutib isiydi va o‘z navbatida issiqlikni Yerni pastki qatlamlariga va atmosferaga uzatadi. Quyosh nurini qabul qilib isiydigan va so‘ngra issiqlikni boshqa tomonga beradigan sirti faol sirt deyiladi. Yer sirti turlicha bo‘lishi mumkin, tuproq tosh, qum yerni qoplagan o‘simlik yoki qor va hokazo. Tuproq temperaturasining davriy ravishda kunduzi ko‘tarilib kechasi pasayishi tuproq temperaturasining tebranishlari deyiladi. Tuproq temperaturasining maksimum va minimumi orasidagi farq temperatura amplitudasi deb ataladi.

$$A = [t_{max} - t_{min}]$$

bunda A – temperatura amplitudasi

Tuproq temperaturasiga yillik davriy o'zgarishlar ham mavjud bunda yillik tebranishlar ham sutkalik tebranishlarga o'xshash quyosh radiatsiyaning o'zgarishi-ga bog'liqdir. Issiqlik tebranishlar natijasida tuproqning temperaturasi iyul oyida maksimumga va yanvar oyida minimumga erishadi. Tuproqning sirtqi qatlamidan pastki qatlamlariga issiqlik o'tib borganda xar bir qatlamda issiqlikning bir qismi yutilib qoladi. Natijada qatlamdan qatlamga o'tayotgan issiqlik miqdori kamaya boradi. Tuproqning pastki qatlamlarida ham temperatura kunduzi ko'tarilib kechasi pasayadi, lekin pastki qatlam yer yuzasidan qancha uzoq joylashgan bo'tsa maksimum va minimumlarning kattaligi shuncha kamaya boradi. Shunigdek qatlam qancha chuqur joylashgan bo'lsa temperatura amplitudasi ham shuncha kichik bo'ladi va qandaydir chuqurlikda amplituda nolga teng bo'ladi.

Temperatura tebranishlarining tuproq ichiga tomon tarqalishi quyidagi qonunlarga asoslanadi.

1. Tebranish davri hamma chuqurliklarda bir xil bo'ladi ya'ni hamma chuqurliklarda ham sutkalik va yillik temperatura tebranishlari bor.
2. Maksimal va minimal temperaturalar chuqurlikka proportsional ravishda kechikib keladi ya'ni qatlam qancha chuqur joylashgan bo'tsa maksimum va minimal shuncha kech bo'ladi. Masalan: sutkalik maksimum va minimum xar 10sm chuqurlikka 2,5–3,5 soat kechikib keladi.
3. Agar chuqurlik arifmetik progressiya bo'yicha o'zgarib borsa temperatura Amplitudasi geometrik progressiya bo'yicha o'zgaradi.

Tuproq temperaturasini joyining rel'efiga o'simlik va qor qatlamiga bog'liqdir.

Biror joyning reliefi deganda o'sha joydagi yer yuzasining turlicha shakllari (gorizontal tekisligi, qiyaligi, botiqligi, do'ngligi va h.k.) ni tushunamiz. Turlicha relefli yerlarga tushadigan quyosh radiatsiyasining miqdori har xil bo'ladi. Natijada turlicha relefli joylardagi tuproq ham o'ziga tushuvchi quyosh radiatsiyasini oz yoki ko'p darajada yutadi va isiydi. Demak, darajasiga bog'liq ravishda tuproqning isishi va sovishi har xil darajada bo'ladi. Shimoliy yarim sharda janubga qarab nishab bo'lgan yonbag'irlarga tushuvchi to'g'ri quyosh radiatsiyasi eng ko'p bo'lganidan, janubiy yonbag'irdagi tuproq eng ko'p isiydi, shimolga qaragan nishablardagi tuproqlar eng kam isiydi. Janubga qaragan

yonbag'irlarning yotiq yerga nisbatan qiyaligi qancha katta bo'tsa, u shuncha ko'p isiydi. Havо ochiq kuni kunduz davomida g'arbiy yonbag'irga quyosh radiatsiyasi qancha tushsa, xuddi shunday qiyalikdagi sharqiy yonbag'irga ham o'shancha quyosh radiatsiyasi tushadi. Ammo qiyalik darajalari bir xil bo'lgan g'arbiy yonbag'ir, sharqiy yonbag'irdan ko'proq isiydi. Chunki sharqiy yonbag'irda issiqlikning bir qismi ertalab tuproq va o'simlikdagi shudringni bug'lantirishga sarflanadi. G'arbiy yonbag'irga esa quyosh radiatsiyasi asosan tushdan keyin shudring yo'q vaqtda tushadi va shuning uchun yonbag'ir ko'proq isiydi. Iqlimshunos olimlarning ma'lumotiga ko'ra janubga qaragan yonbag'irdagi 20cm chuqurlikda 10°C li o'rtacha oylik tuproq harorati gorizonta yerdagi o'shancha chuqurlikdagiga qaraganda 5-10kun erta keladi, shimolga qaragan yonbag'irdagi o'shancha chuqurlikda esa 5-10 kun kechikib erishadi. Yonbag'irdagi yalang tuproq esa o'simlik bilan qoplangan tuproqdan ko'proq isiydi. Masalan, Y.I. Chirkov ma'lumotiga asosan hozirgi Sankt-Petyerburg shahri yaqinidagi qiyalik darajasi 20-22° bo'lgan janubiy va shimoliy qiyaliklardagi yalang va o'simlik bilan qoplangan yonbag'irlardagi tuproqlar haroratlar farqi, iyul oyida yalang yerlarda 10cm chuqurlikda o'rtacha 16°C ga, o'l bilan qoplangan yerlarda esa janubiy va shimoliy yonbag'irlardagi 10 cm chuqurlikda tuproqlar harorati farqi o'rtacha 7° ga teng bo'lgan. O'simliklar qoplami tushuvchi quyosh radiatsiyasining ma'lum qismini to'sib qoladi. Shuning uchun o'simliklar tagidagi tuproq yuziga ochiq yerdagiga qaraganda quyosh radiatsiyasi oz tushadi va tuproq kam isiydi. Umuman olganda o'simliklar tagidagi tuproq harorati yozda ochiq yerdagidan pastroq, qishda esa issiqroq bo'ladi. O'rmondagi tuproq haroratiga o'rmon pardasi kuchli ta'sir ko'rsatadi. O'rmon pardasi kunduzi quyosh radiatsiyasining ancha qismini to'sib qoladi, kechasi esa samarali nurlanish sababli tuproqning ortiqcha sovishiga yo'l qo'ymaydi. Bundan tashqari o'rmon-dagi tuproq haroratiga hazon to'shamasi ta'sir qiladi. Hazon to'shamasining issiqlik o'tkazuvchanligi tuproqnikidan kam. Shuning uchun hazon to'shamasi bahorda tuproqning isishini sekinlashtiradi, kuzda esa tuproqning sovishini kechiktiradi. O'rmondagi tuproq ustki qoplaminig harorati yozda ochiq daladagi tuproqnikidan pastroq bo'ladi. Tuproq yuzidan chuqurlik oshgan sari esa bu farq kamaya boradi. Yilning sovuq vaqtida esa o'rmondagi tuproq ustki qatlamining harorati ochiq daladagidan issiqroq bo'ladi, chunki hazon

to'shamasi va qor qoplami tuproqning issiqlik yo'qotishini kamaytiradi. O'rmondagi tuproq daladagiga nisbatan kamroq chuqurlikda muzlaydi. Tuproq haroratiga qor qoplami ham ta'sir qiladi. Qish paytida yalang yerdagi tuproq yuza qatlamining harorati, qor qatlami ostidagi o'shancha chuqurlikdagi tuproq haroratidan past bo'ladi. Qalinligi 30cm dan oshmagan qor qoplami kuzgi ekinlarning qish paytida sovuq urmasligiga (yoki sovuq urishni kamaytirishga) olib keladi. Qorning, ayniqsa g'ovak qorning issiqlik o'tkazuvchanligi juda kam. Shuning uchun tuproqning pastki qatlamlaridan yuqoriga yo'nalgan issiqlikni qor qoplami ushlab qoladi. Natijada ekin (bug'doy, arpa) larning ildizi joylashgan chuqurliklarda harorat keskin pasayib ketmaydi va o'simlik nobud bo'lmaydi.

Daraxtlarning qishloviga faqatgina qor qatlamining qalinligi emas, balki uning zichligi hamda dalalardagi qor qatlamining yotish xususiyati ham ta'sir qiladi. Ochiq yerlarda kuchli shamollar qorni ancha masofalarga uchirib ketadi, natijada dalalarda qor qoplami bir xil qalinlikda bo'lmaydi. Buning oqibatida qor qatlami yupqa bo'lgan yerlarda ekinlarning zararlanishi ro'y beradi.



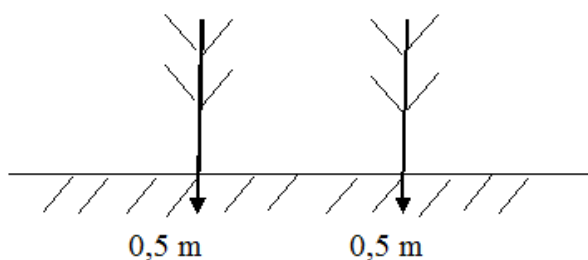
Joyning rel'efi tuproqning temperaturasiga ta'sir ko'rsatadi tuproqning isishi Yerning qiyaligiga va qiymatining qaysi tomonga Janubga yoki Shimolga yo'nalishiga bog'liq bo'ladi.

Yerning o'simlik qoplami ham tuproq temperaturasiga ta'sir ko'rsatadi. O'simliklar to'g'ri tushgan radiatsiyaning ko'p qismini yutib qoladi, ammo qizil nurlarining 50% ga yaqinini yaxshi o'tkazadi. Shunday qilib tuproq sirtiga o'simliklar orqali o'tib tushgan radiatsiyaning ochiq yerga tushgan radiatsiyanikidan farq qiladi, undan tashqari yana tuproq sirtiga tarqalgan radiatsiya ham kelib tushadi.

Lekin to'g'ri va sochilgan nurlarni hammasini birga olganda ham o'simliklar bilan qoplangan tuproq sirti ochiq yerdagiga qaraganda kamroq isiydi.

1-rasmdan ochiq Yer bilan o'simlik qoplangan yerning iyun oyidagi tempe

ratura farqi ko‘rinib turibdi. O‘simliklar kunduz kuni tushayotgan radiatsiyani yutib qolish bilan birga yer sirtidan kechasi ko‘tariladigan



Quruq yer 14°—15°cm
1-rasm.

11—12°cm o‘simlik bilan qoplangan

issiqlikni ham ushlab qoladi va tuproqning sovishini sekinlashtiradi, shuning uchun kunduz kuni ochiq yer o‘simlik bilan

qoplangan yerdan issiqroq bo‘ladi, kechasi esa o‘simlik bilan qoplangan yerga qaraganda sovuqroq bo‘ladi.

Tayanch iboralar: sutkalik o‘zgarish, yillik ozgarish, issiqlik tebranishlar, temperatura tebranishlari, tebranish davri, temperarura amplitudsi, geometrik progressiya, joy rel’efi, gorizontal tekisligi, qiyaligi, botiqligi, do‘ngligi, hazon to‘shamasi, issiqlik o‘tkazuvchanlik, tebranish, amplituda.

Nazorat savollari.

1. Joyning rel’efi tuproqning temperaturasi deganda nimani tushunasiz?
2. Hazon to‘shamasi bahorda tuproqning isishi va sovishiga qanday ta’sir ko‘rsatadi?
3. O‘rmondagi tuproq haroratiga o‘rmon pardasi qanday ta’sir ko‘rsatadi?
4. Agar chuqurlik arifmetik progressiya bo‘yicha o‘zgarib borsa temperatura Amplitudasi qanday o‘zgaradi?
5. Tebranish davri hamma chuqurliklarda qanday bo‘ladi?
6. Temperatura tebranishlarining tuproq ichiga tomon tarqalishi qanday qonunlarga asoslanadi?
7. Tuproq temperaturasining maksimum va minimumi orasidagi farq nima deb ataladi?
8. O‘simliklar qoplami tuproq yuzasi haroratining sutkalik o‘zgarish nimasini kamaytiradi?

§25. Havo va tuproq temperaturasini qishloq xo‘jaligi ekinlarini rivojlanishi uchun ahamiyati.

Yuqoridagi aytilganlardan qor qatlami yordami bilan tuproq temperaturasiga ta‘sir ko‘rsatish mumkin degan xulosaga kelish mumkin. Tuproqning temperaturasiga ta‘sir ko‘rsatishining boshqa usullar ham bor bu usullar quyidagilardan iborat:

1. Mulchalash kuz oylarda tuproq temperaturasiga ta‘sir ko‘rsatish maqsadida qo‘llaniladigan agrotexnik tadbirlardan biri bunday tuproqning sirti maxsus mulch qogoz yoki boshqa materiallar (Torf, somon, yog‘och qipigi va xokazo) bilan qoplanadi. Xuddi shu maqsad bilan Yerni tiniq va tiniq bo‘lmagan polietilen pardalari bilan ham qoplash mumkin. Mulchalash tuproqning issiqlik rejasiga va namligiga ta‘sir qilib, o‘simliklarning tez isishiga va hosilning oshishiga yordam beradi. So‘nggi paytlarda mulchalash uchun polietilen pardalar ko‘p ishlatilmoqda shuning uchun tuproq namligining saqlanishiga erishilmoqda.

Qora polietilen parda begona o‘llarni yo‘qotish xususiyatiga ham ega. Tuproqni mulchalash sohasida o‘tkazilgan izlanishlar natijasida mulchalashning samaradorligi yuqori ekanligi aniqlangan.

2. Qorni eritish quyoshli kunlar yetarli bo‘lgan lekin baxor kech boshlana-digon joylarda tuproq temperaturasiga ta‘sir etish uchun qorni sun‘iy eritish usulidan foydalanish mumkin. Bu usulda qor sirtiga ko‘mir maydasi, tuproq yoki torf maydasi, mayda qum sepiladi. Mazkur moddalarning zarralari qorga qaraganda issiqlikni ko‘proq yutadi va tezroq isiganligi uchun atrofdagi qorni tezroq eritadi.

3. Sug‘orish yordami bilan ham tuproq temperaturasiga ta‘sir ko‘rsatish mumkin sug‘orilgan yerda tuproq temperaturasi sug‘orilmagan yerlarda qaraganda past bo‘ladi, 10 cm chuqurlikda ba‘zi vaqtlarda bu farq 7 – 8°C gacha yetishi mumkin.

Har bir organizmning o‘zi va rivojlanishida tashqi muxitning ta‘siri katta o‘rin tutadi. Jumladan tuproqning temperaturasi o‘simliklarining unib chiqishiga va ildizlarining rivojlanishida aloxida ahamiyatga ega. O‘simlikning rivojlanishi uchun zarur minimal, optimal va maksimal temperatura mavjuddir. Tuproqning temperatu-rasi minimal issiqlikdan past bo‘lsa urug‘ unib chiqmaydi u maksimaldan baland bo‘lsa ham o‘simlikning rivajlanishi susayadi. O‘simlik faqat optimal haroratdagina

eng yaxshi o'sadi va rivojlanadi, masalan, makkajuxorining unib chiqishi va rivojlanishi uchun zarur minimal harorat 8 – 10°C optimal 25 – 30°C maksimal 35 – 40°C dan iborat. 25.1 jadvalda ba'zi o'simliklarning urug'lari unib chiqishi uchun kerak bo'lgan minimal harorat ko'rsatiladi.

Tuproqning issiqligi ildizlarning rivojlanishiga ta'sir ko'rsatadi. Agar tuproq temperaturasi past bo'tsa ildizlarning rivojlanishi susayadi tuproqda namlik va mod-

25.1-jadval

t/r	O'simlikning turi	Temperatura (°C)
1	Kuzgi bug'doy	1-2
2	Arpa	1-2
3	Makka juxori	8-10
4	Sholi	12-14
5	G'o'za	10-12
6	Lavlagi	6-8
7	Kartoshka	7-8
8	Beda	5-6

dalarining yetarli bo'lishi ga qaramasdan o'simlik undan kerakligicha oziqlana olmaydi. Tuproqdagi organik moddalarning chirishi, ozuqa moddalarning suvda erishi suvning bug'lanishi kabi hodisalarning barchasi Yerning temperaturasiga bog'liqdir. Ikkinchi tomondan olganda issiqliki ortishi qishloq xo'jaligi uchun zararli bo'lgan hashorotlarni ko'payishiga sabab bo'ladi.

Tuproqning issiqlik rejimini maqbullashtirish. Avval aytganimizdek tuproq issiqlik rejimining asosiy ko'rsatkichi uning harorati ekanligini bilamiz. Qishloq xo'jalik ekinlarining unib chiqishi, ildiz tizimining rivojlanishi, o'simliklar rivojlanishi fazalari orasidagi muddatlar, fotosintez jadalligi kabilarga bevosita aloqador bo'lgan o'simlik hosildorligi tuproqning issiqlik sharoitlariga bog'liq. Tuproqda issiqlik yetishmasa (yoki tuproq harorati me'yorida past bo'tsa) o'simlikning hosili kamayib ketadi, hattoki o'simliklar nobud bo'ladi. Shuning uchun tuproq issiqlik rejimining shakllanishi qonunlarini va uni maqbullashtirish tadbirlarini bilish muhim ahamiyatga ega.

Turli tipdagi tuproqlarning issiqlik rejimlari A.N. Vaykov, A.F.

Chudnovskiy, M.I. Budiko, A.M. Shulgin, V.N.Dimo, I.T. Turopovlar tomonidan ancha batafsil o'rganilgan. Tuproqning harorat rejimini tavsiflashda tuproqning 20cm chuqurlik-dagi faol harorati ($> 10^{\circ}\text{C}$) ning davomiyligi davri muhim ahamiyatga ega. Chunki shu chuqurlikdagi tuproq qatlamida ekinlar va tabiiy o'llarning ildiz tizimining asosiy qismi tarqalgan. Quruqlikdagi faol yuza radiatsion balansining geografik xususiyatlari ma'lum darajada tuproq va yerga tutash havo qatlami haroratlarining nisbati bilan aniqlanadi. O'simlik esa ular orasida oraliq qism bo'lib qoladi. Bu masalaning ahamiyati katta ekanligini hisobga olib, V.N. Dimo vegetatsiya davridagi tuproq faol haroratlar yig'indisining, havo faol haroratlar yig'indisiga nisbatini tuproqning isuvchanlik darajasini ifodalaydigan termik ko'rsatkich sifatida qabul qilishni taklif qilgan. Uning matematik ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$H = \frac{\sum t_{T,20} > 10^{\circ}\text{C}}{t_h > 10^{\circ}\text{C}} \quad (3)$$

bu yerda: H –tuproqning isuvchanlik ko'rsatkichi; $\sum t_{T,20}$ - tuproqning 20cm chuqurlikdagi faol haroratlari yig'indisi. $\sum t_h$ havoning faol haroratlari yig'indisi. Bu ifodaning fizik ma'nosi tuproqning quyosh nuriy energiyasi tushishidan vujudga kelgan issiqlikni yutish qobiliyatini bildiradi (tuproq va havo haroratlari 10°C dan yuqori bo'lgan davrdagi). Isuvchanlik ko'rsatkichi shuningdek faol haroratlar davrida tuproq yerga yaqin havo qatlami tizimidagi issiqlik almashishning afzal yo'nalishini ham aniqlaydi. Agar $H < 1$ (tuproq havodan sovuq) bo'tsa, issiqlik almashinishning afzal yo'nalishi bo'lib, havodan tuproqqa tomon yo'nalish hisoblanadi. Agar $H > 1$ bo'tsa, issiqlik almashinishning afzal yo'nalishi tuproq-dan havoga yo'nalish hisoblanadi. Isuvchanlik ko'rsatkichining son qiymati (boshqa sharoitlar teng bo'lganda) qanchalik katta bo'lsa, bug'lanish imkoniyati shunchalik yuqori bo'ladi. Tadqiqotlar, agar $H > 1$ bo'tsa, tuproq iqlimi qurg'oqchil, $H < 1$ bo'tsa tuproq iqlimi ortiqcha namlik sharoitida bo'lishi ni ko'rsatadi. Namlik yetarli sharoitda H ning son qiymati 1 ga teng yoki unga juda yaqin bo'ladi. Aytish mumkinki, tuproqning 0,2m chuqurlikdagi faol haroratlar yig'indisi tuproqning issiqlik bilan ta'minlanganligining asosiy ko'rsatkichidir. V.N.Dimo bo'yicha MDH hududlaridagi tuproqlarning issiqlik bilan ta'minlanishini 8-jadvaldagi kabi baholash

mumkin. Tuproqning harorat holatini

Turli tipdagi tuproqlarning issiqlik bilan ta'minlanganligi.

25.2 jadval.

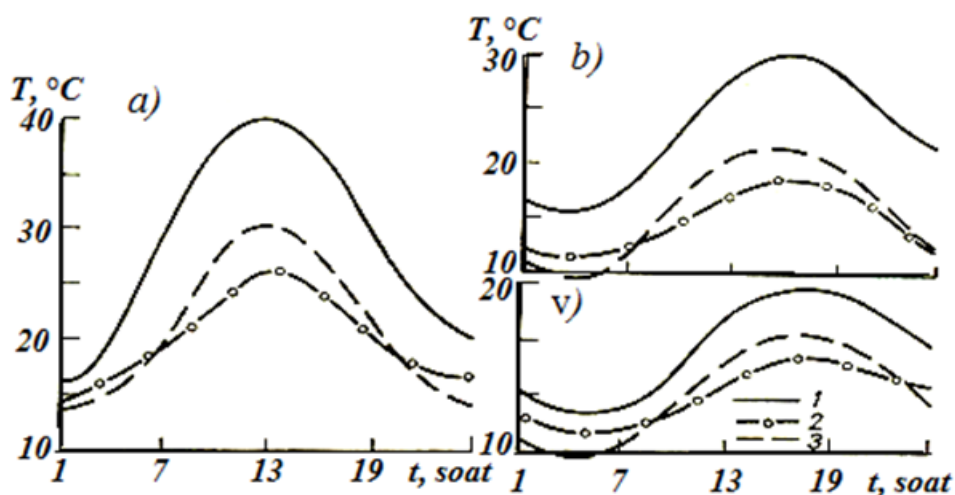
Tuproqning 0,2m chuqurlikdagi faol haroratlari yig'indisi, °C larda	Tuproqning issiqlik bilan ta'minlanishi
0-400	Past
400-800	juda kuchsiz
800-1200	Kuchsiz
1200-1600	o'rtachadan past
1600-2100	o'rtacha
2100-2700	o'rtachadan yuqori
2700-3400	Yaxshi
3400-4400	juda yaxshi (eng yaxshi)
4400-5600	Yuqori
5600-7200	juda yuqori (eng yuqori)

baholashda, shuningdek qishki davrdagi sharoitlari ham e'tiborga olinadi. Bunda tuproqning 0,2m chuqurlikdagi manfiy haroratlarining yig'indisi va tuproq yuzasidagi mutlaq (absolyut) minimum haroratlardan o'rtachasi olinadi. Ana shu parametrlarga ko'ra: iliq, mo'tadil iliq, mo'tadil, mo'tadil sovuq, muzlik va uzoq muddatda mavsumiy muzlaydigan tuproqlar ajratiladi.

Tuproqning ana shunday ajratish qishloq xo'jalik ekinlarining issiqlikka bo'lgan talabiga ko'ra parvarish qilish imkonini beradi. Tuproqning issiqlik bilan ta'minlanish darajasini va qishki kuchli sovuqlardagi tuproq sharoitini bilish qishloq xo'jalik ekinlari navlarini hududlashtirishda, agrotexnik va turli melioratsiya tadbirlarini ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega. Dastavval qayd qilish kerakki, tuproqning ayrim issiqlik xossalari o'zgartirib, boshqalarini o'zgarishsiz qoldiradigan tadbirni yaratish qiyin va bunday tadbir juda kam uchraydi. Tuproqning barcha xossalari bir-biri bilan uzviy bog'langan, uning issiqlik xossalari o'zgartirish bilan, albatta, boshqa xossalari ham o'zgarib ketadi. Ayniqsa tuproqdagi suv va issiqlik o'zaro kuchli bog'langan. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida tuproqning issiqlik rejimini talabga qarab maqbullashtirish uchun turli xil agrotadbirlar qo'llaniladi. O'zbekiston Respublikasi iqlimi sharoitida ba'zi ekinlarni bahorda yertaroq muddatlarda ekishni boshlash uchun haydalma qatlam

tuproq'ining (ayniqsa uning yuzasiga yaqin qismlari) haroratini oshirishga qaratilgan tadbirlar qo'llaniladi. Yozda esa kechki ekinlar urug'ini sepish (yoki ekishda) tuproqning haroratini pasaytiradigan tadbirlar qo'llaniladi. Har qaysi tadbirning aniq maqsadi bor. Tuproqning fizik xossalari va ularga ta'sir qilish tadbirlari o'zaro bog'liq. Shuning uchun biror tadbirning tuproq issiqlik omillariga ta'sirini tekshirishda, bu omillarga boshqa tadbirning ta'sirini ham hisobga olish kerak. Dala sharoitida tuproqning issiqlik rejimini o'zgartiradigan agrotadbirlardan biri mulchalash tadbiridir. Tuproq issiqlik rejimini boshqarishning samarali vositasi bo'lib mulchalash, ya'ni tuproq yuzasini maxsus matyeriallar bilan yopish (yoki qoplash) tadbiri hisoblanadi. Mulchalash natijasida tuproq-havo tizimi chegarasida issiqlik va massa almashinish sharoitlari o'zgaradi, demak o'simlikning o'sishi va rivojlanishini aniqlaydigan omillarga ta'sir ro'y beradi. Mulcha matyeriallar sifatida maydalangan torf, bo'r, somon, o'simlik barglari, shag'al, qog'oz, karton va keyingi yillarda tiniq polimyer plyonkalar qo'llanilmoq-da. Tuproq yuzasini mulchalash sohasidagi dastlabki tadqiqot ishlarida mulcha matyeriali sifatida somon va karton ishlatilgan. A.F. Chudnovskiy ma'lumotiga ko'ra, yuqorida aytilgan mulchalar ishlatilgan joyda qish paytida tuproq harorati ochiq (mulchalanmagan) joydagidan yuqori, yoz faslida esa mulcha ostidagi tuproq harorati ochiq joydagidan past bo'lgan. Bunda somon mulchaning issiqlik effekti, karton mulchaning issiqlik effektidan yuqori bo'lgan. Bu yerda mulchalashning issiqlik effekti deganda mulcha tagidagi va ochiq joydagi bir xil chuqurlikdagi tuproq haroratining ayirmasini tushunamiz. Xoyzer tajribalariga ko'ra yanvar oyida karton mulcha ostidagi 5cm chuqurlikdagi issiqlik effekti $\Delta T=0,1^{\circ}\text{C}$ bo'lgan, somon mulchaning ostida 5cm chuqurlikdagi issiqlik effekti $\Delta T=0,8^{\circ}\text{C}$, may oyida esa karton mulchaning issiqlik effekti $\Delta T=-0,8^{\circ}\text{C}$ ga teng. Samon mulchaning xuddi shunday chuqurlikdagi issiqlik effekti $\Delta T=-3,7^{\circ}\text{C}$ ga teng bo'lgan. Bu ma'lumotlardagi «-» ishorasi yozda yuqoridagi mulchalar tagidagi tuproq harorati, ochiq joydagi xuddi shunday chuqurlikdagi tuproq haroratidan pastligini bildiradi. Somon va o'simlik barglaridan bo'lgan mulchalar tuproq namini saqlashga yordam beradi, ammo bahorda tuproqning isishini kechik-tiradi, chunki tuproqqa tushadigan quyosh radiatsiyasini kamaytiradi. Rossiya davlatining Sankt-Petyerburg shahridagi

Agrofizika institutida o'tkazilgan tajribalar ko'rsatadiki, bitum bo'yog'i (qora rangdagi) bilan tuproq yuzasini bo'yalganda tuproq harorati oshgan, tuproq yuzasini bo'r bilan oq rangga bo'yalganda esa tuproq harorati ochiq maydondagi (bo'yalmagan) tuproq haroratidan pasaygan. Bunday bo'lishiga sabab bo'yalgan yuzalarning albedosining o'zgarishidir. Qoraytirilgan yuza albedosi, ochiq yerdagi bo'yalmagan tuproq albedosidan kichik. Shu sababli qora yuza tushuvchi quyosh yig'indi radiatsiyasini ochiq yerdagi tuproqdan ko'proq yutadi va kuchliroq isiydi. Oq yuzaning albedosi katta bo'lganidan, oqqa bo'yalgan tuproqda quyosh radiatsiyasi ochiq maydondan kam yutilgan va shuning uchun tuproq kam isiydi. Keyingi yillarda O'zbekiston Respublikasi va xorij davlatlarida mulchalash uchun polietilendan tayyorlangan polimyer plyonkalar yil sayin ko'proq ishlatilmoqda. Yorug'likka tiniq va qora polietilen plyonkalarining issiqlik meliorativ ta'sirini ko'plagan ilmiy-tadqiqot ishlarida o'rganilgan. Ular orasidan eng ko'p qiziqishga N.G. Zaxarov va G.T. Semikinalarning 1964 yilda o'tkazgan tajribalari bo'lib, ular o'z tadqiqotlarini ikki xil iqlim zonalarida: Moskva va Toshkent viloyatlarida o'tkazganlar. Ularning tuproq issiqlik rejimiga doir tadqiqotlari ko'rsatadiki, yorug'likka tiniq polimyer plyonka ostidagi tuproqning ildiz o'sadigan qatlamdagi harorati kunduzi ochiq maydondagi tuproqning xuddi shunday chuqurlikdagi haroratidan ancha yuqori bo'lgan. Qora polimyer plyonka bilan yopilgan yerdagi ildiz o'sadigan qatlamdagi harorat kunduzi nazorat (mulchalanmagan) yerdagi xuddi shunday chuqurlikdagi haroratdan past bo'lgan (25.1 rasm).



25.1 rasm. Tuproq yuzasidagi a), 0,05m chuqurlikdagi b) va 0,10 m chuqurlikdagi v) tuproq haroratlari sutkalik o'zgarishining borishi. 1-tiniq polimyer plyonkadan mulcha; 2-qora polietilen plyonkadan mulcha; 3-nazorat maydoni.

Ushbu rasmdagi ma'lumotni quyidagicha tushuntirish mumkin: tuproq yuzasi g'adir-budur bo'lganligi uchun yopilgan plyonka bilan tuproq sirti orasida yupqa havo qatlami vujudga keladi va bu yupqa havo qatlami mulchalovchi materialning optik xossalariga bog'liq ravishda ikki xil ta'sir ko'rsatadi. Ma'lumki, quyosh radiatsiyasining ancha qismi ko'rinadigan yorug'likdan tashkil topgan. Shuning uchun yorug'likka tiniq plyonkani qo'llanilganda, plyonkadan o'tgan yorug'lik energiyasi bevosita tuproq yuza qatlamida yutiladi, yupqa havo qatlami esa tuproqning sovishiga qarshilik ko'rsatadi. Mulcha sifatida qora (tiniqmas) plyonkadan foydalanilganda quyosh energiyasi plyonka yuzasida yutiladi, plyonka ostidagi yupqa havo qatlami esa tuproqqa yo'nalgan issiqlik oqimini ancha kamaytiradi. D.A.Kurtenyer, G.T. Semikina va T.I. Turmanidzelar (1966) Gruziyaning janubiy qismida dengiz sathidan 2200 m balandda tog'li sharoitda yorug'likka tiniq polietilen plyonkani mulchalashda qo'llashga doir tajriba ishlarini o'tkazganlar. Ularning tajribalarida kunduzi mulchalashning issiqlik effekti $\Delta T = 8 \div 10^\circ\text{C}$ gacha yetgan. Demak, baland tog'li sharoitda tiniq polietilen plyonkaning ta'siri juda samarali bo'ladi. Sutka davomida mulchaning issiqlik effekti miqdori ancha o'zgarsada, baribir musbatligicha qolgan. Hozirgi kunda O'zbekistonda chigitni yorug'likka tiniq polietilen plyonka ostidagi egatlar pushtalariga ekish texnologiyasi keng yoyilgan. Bunda egatlar usti plyonkalar bilan yopilib, qator oralari esa ochiqligicha qoladi. Egat ustiga yetarli qilib yopilgan plyonkaning ikkala chekkasini tuproq bilan ko'miladi, chigitlar ekilgan yerlarda ustida plyonkani teshib qo'yilgan.

Yig'indi quyosh radiatsiyasining plyonka qatlamidan o'tgan qismi egatlarning ustki qismida ko'proq yutiladi. Isiyotgan tuproqning uzun to'lqin uzunlikli nurlanishining ancha qismini plyonka qatlami yutib qoladi. Natijada egatlarning pushtalaridagi tuproq qatlamining harorati, tekis yerdagi (egatlar orasidagi) xuddi shunday chuqurlikdagi tuproq haroratidan yuqori bo'ladi. Bu esa chigitlarning tezroq unib chiqish uchun maqbul harorat sharoitini yaratadi. Bundan tashqari plyonka qatlami tuproqdan ko'tarilgan suv bug'ini tashqariga o'tkazmaydi va ularning asosiy qismi yana tuproqqa qaytib tushib, tuproq namligini yaxshi darajada saqlaydi. Professor I. Turopov 1963-64 yillarda O'zbekistonda birinchilardan bo'lib, tiniq polimyer polietilen plyonkani chigit ekilgan egatlarni mulchalashda qo'llagan. Kuzatishlar sutka davomida mulchalangan maydondagi tuproq harorati nazorat maydonidagi xuddi shunday chuqurlikdagi haroratdan yuqori bo'lishi ni tasdiqladi. Muljallangan maydondagi chigit ochiq yerdagidan bir necha kun oldin unib chiqadi, o'suv davrida bo'yi ham uzunroq bo'ladi, ko'saklar erta ochiladi va nihoyat hosildorligi ham yuqori bo'ladi. Natijada paxta hosilini kuzgi yog'in-sochinlarga qoldirmasdan terib olinadi, hosil sifati yaxshi bo'ladi. Shunday qilib, mulchalash agrotadbiri tuproq issiqlik rejimiga ta'sir qilishning samarali usullaridan biridir. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida tuproq yuzasining relefini o'zgartirishni nazarga tutadigan agrotexnik tadbirlar bor. Masalan, sabzavot ekinlarini egatlarning pushtalariga ekish. Tuproq yuzasi mikrorelefining tuproqdagi issiqlik sharoitlariga ta'sirini o'rganishga juda ko'p ilmiy-tadqiqot ishlari o'tkazilgan. Ular orasidan biz I. Turopov, R. Avezov, B.Qosimovlarning chigitni egatlar pushtasiga ekish bo'yicha dala tajribalari, nazariy izlanish va hulosalari ahamiyatga ega deb qayd etamiz. Ular o'zlarining chigitlarni egatlarga ekishga doir tajriba ishlarini Toshkent viloyatining O'rtachirchiq tumani-dagi Toshkent irrigatsiya va mexanizatsiyalashtirish instituti o'quv xo'jaligining o'tloqi sur tuproqli dalalarida chigitni ekishdan toki hosilni yig'ib-tyerib olguncha muddatda o'tkazganlar. Tuproq sirtining ufqqa (gorizontga) biror burchak ostiga joylashishi tuproq-yerga yaqin havo chegarasidagi issiqlik almashinishi sharoitlari-ning o'zgarishiga olib keladi. Ma'lumki, quyosh radiatsiyasi og'ma sirtga gorizont sirtga qaraganda ko'proq tushadi va shuning uchun ko'proq yutiladi. Yuqoridagi mualliflarning ma'lumotlariga ko'ra, erta bahor davrida,

aniqrog‘i 15 mart kuni tekis gorizontal yerga qiyaligi 10, 20, 30° bo‘lgan janubga qaragan egatlar yonbag‘irlarida yig‘indi quyosh radiatsiyasining yutilishi, tekis yerda yutiladigan yig‘indi quyosh radiatsiyasi miqdoridan mos ravishda 9, 15 va 23 foizga ko‘p bo‘ladi. Xuddi shu og‘ish burchaklarida egatlardagi haroratlarning ortishi mos ravishda 1,8, 3,3, 4°C ga teng bo‘lgan. Bu ma‘lumotlardan egatning tekis yerga nisbatan og‘ish burchagi qanchalik katta bo‘lsa, bu egatlar yuzasi shunchalik ko‘proq quyosh radiatsiyasini yutadi va ko‘proq isiydi deb ayta olamiz. Egatlar tepasi (pushtasi)dagi tuproqning o‘rtacha yillik harorati, yuzasi yotiq (tekis) tuproq haroratidan 3 – 6°C ga, egatlar-ning o‘rtacha sutkalik harorati esa 2,5 – 3°C ga ortiq bo‘lgan. Bu esa egatlar-dagi tuproq harorati bahorda chigit ekish uchun ertaroq yetilishini ko‘rsatadi. Shunday qilib, relefni o‘zgartirib ham tuproqning issiqlik rejimiga ta‘sirini amalga oshiriladi. Yuqoridagilardan tashqari qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishida tuproqning issiqlik rejimini boshqarish uchun tuproqni yumshatish va zichlashtirish agrotadbirlari ham keng tarqalgan. Bu agrotadbirning maqsadi tuproq yuqori qatlamlarning zichligini o‘zgartirishdir. Tuproqni yumshatishda uning g‘ovakligi ortadi, natijada tuproq g‘ovaklarida havo ko‘payadi, bu esa haydalma qatlam tuprog‘i-ning issiqlik o‘tkazuv-chanligining kamayishiga olib keladi. Shuning uchun g‘ovak tuproq qatlami kunduzi haydal-magan (zich) tuproqdan ko‘ra ko‘proq isiydi. Tuproqni zichlashtirish esa tuproq g‘ovakligini kamaytiradi va issiqlik o‘tkazuvchanligini orttiradi. Shuning uchun kunduzi haydalgan yer yuzasiga qaraganda, haydalmagan yer yuzasi kamroq isiydi (chunki issiqlikning pastki qatlamlarga uzatilishi yaxshi). Shunday qilib, tuproqni haydab yumshatishda undagi issiqlik almashinish jarayon-larini tezlash-tiradi. Haydalgan va g‘ovaklashtirilgan dalaning isishi va sovishi, haydalmagan va g‘ovaklashtirilmagan yernikidan kuchliroq bo‘ladi. Haydalgan va g‘ovaklashtirilgan tuproqning harorati, haydalmagan va g‘ovaklashtirilmagan tuproq haroratidan 5°C va undan ko‘proq farq qiladi. Tuproq haroratini boshqarish-ning eng muhim omillaridan yana biri, qishloq xo‘jalik ekinlarini sug‘orishdir. Yerni sug‘organda uning 30cm dan oshiq chuqurligiga qadar tuproq harorati pasayadi. A.M. Shulgin ma‘lumoti bo‘yicha, sug‘orish tuproq yuza qatlamlarining haroratini 10°C atrofida pasaytiradi. Masalan, yuqoridagi muallifning

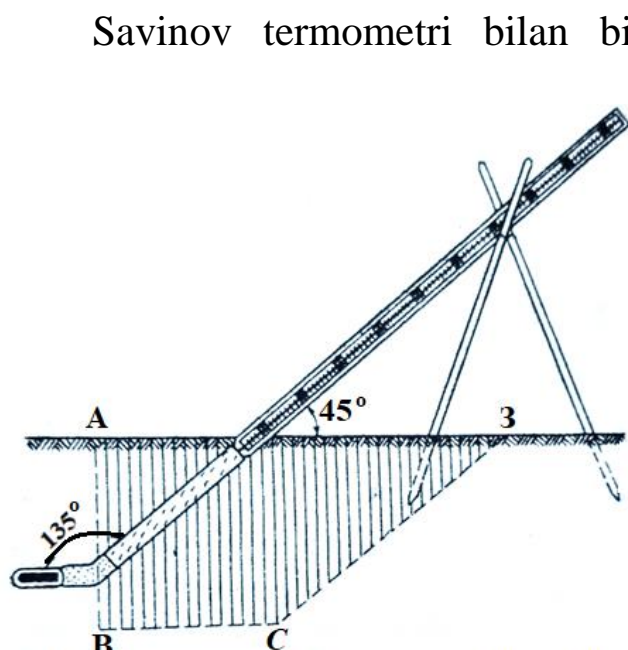
ma'lumotiga ko'ra yozgi oylarda sug'oriladigan yerlardagi tuproq yuzasining o'rtacha oylik harorati sug'orilmay-digan tuproq yuzasidan $10 - 11^{\circ}\text{C}$ ga past bo'lgan. Bu farq ba'zi kunlarda $20 - 22^{\circ}\text{C}$ ga yetgan, 5cm chuqurlikda esa bu farq 10°C ga, 10cm chuqurlikda esa $6 - 8^{\circ}\text{C}$ ga, nihoyat 20cm va 30cm chuqurliklarda esa bu farq $2 - 4^{\circ}\text{C}$ ga yetgan. Shunday qilib, qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida bahorda ekinlarni ertaroq muddatlarda ekish uchun haydalma qatlam tuprog'ining haroratini ko'tarish, yoz vaqtida esa ildiz o'sadigan tuproq qatlami haroratini pasaytirish tadbirlari qo'llaniladi.

Tuproq temperaturasini o'lchash quyidagicha amalga oshiriladi. Tuproq qatlamlaridan temperaturani o'lchash uchun asosan simobli termometrlar ishlatiladi. Odatda termometrlar meteorologik stantsiyada soya tushmaydigan ochiq yuzaga o'rnatiladi. Bunda tuproq yuzasi yalang'och, yani o'simliksiz bo'lishi kerak. Maydoncha baxorda 25-30 cm chuqurlikda chopib qo'yiladi. Tuproq qatlamlaridagi temperatura meteorologik stantsiyalarda tuproq yuzasida va 5, 10, 20, 40, 60, 80, 120, 160, 240 va 320 cm chuqurliklarda o'lchanadi. 60 cm chuqurlikkacha tuproq temperaturasi sutkasiga 4 marta, 80cm va undan chuqur bo'lgan joylarda esa bir marta soat 13^{00} da o'lchanadi.

Tuproq yuzasidagi temperatura muddatli, maksimal va minimal termometrlar bilan, 20 cm chuqurlikkacha bo'lgan qatlamlardagi temperatura esa egilgan simobli Savinov termometrlari bilan o'lchanadi (25.2-rasm).

Tuproq yuzasida yotgan minimal, maksimal va muddatli termometrlar yoniga meteorologik maydonchanning shimol tomonidan kelib, termometrlarni o'rnidan qo'zg'atmagan xolda hisob olinadi. Oldin muddatlinva maksimal termometrlarning ko'rsatkichi, keyin minimal termometr ko'rsatkichi yoziladi. So'ngra maksimal va minimal termometrlarni kelgusi kuzatishlarga tayyorlab, yana joyiga qo'yiladi (o'rnatiladi).

Tuproq termometrlari shkalasi $0,5^{\circ}$ ga teng bo'limlarga ajratilgan. Simobli idishcha silindr shaklida bo'lib, diametri 8 mm gat eng. Savinov termometri 135° ga egilgan bo'lib, uzunligi 290-500 mm, u kerak bo'lgan chuqurlikka o'rnatiladi. Tuproqning 20 cmdan chuqur qatlamlari temperaturasi maxsus ibonent tayoqcha-larga o'rnatilgan, chuqurlikka tushirilib, o'lchash vaqtida tortib olinadigan termo-metrlar bilan o'lchanadi. Bu termometrlar chuqurlik bo'yicha ketma-ket o'rnatiladi.



25.2 rasm. Savinov termometrini o'rnatish

konussimon uchlik qilib tayyorlangan metall g'ilofning ichiga joylashtirilgan (25.2-rasm). Termometr rezervuari ham konus-simon uchlik ichida. Konussimon uchlik bilan rezervuar orasida issiqlik kontakti yaxshi bo'lishi uchun rezervuar konussimon uchlik ichiga solingan mis kukunlariga joylashtirilgan. Issiqlikning g'ilofdan rezervuarga uzatilmasligini ta'minlash uchun termometrning konussimon uchi g'ilofning boshqa qismlaridan ebonit taglik bilan ajratilgan. G'ilofning ustki tomonida termometr shkalasini ko'rish uchun bo'ylama kesik teshik qo'yib kesilgan. Bu termometrni vertical xolatda saqlash va o'rnatish kerak.

Havoning harorati. Havoning isish va sovish jarayonlari.

Atmosferadagi temperaturaning taqsimoti, asosan uni yer bilan issiqlik alma-shinuvi va quyosh radiatsiyasining yutilishi bilan ifodalanadi. Atmosfera quyosh radiatsiyasini bevosita yutishi natijasida juda kam, aniqrog'i $0,5^{\circ}\text{C}$ chamasida isiydi. Atmosferaning yuqori qatlamlari quyosh radiatsiyasini pastki qatlamlaridan kuchli-roq yutadi. Atmosferaning quyi qatlamlari yuqori qatlamlariga nisbatan quyosh radiatsiyasini kamroq yutadi. Toposferani isishiga asosiy sabab Yerning faol sirtining isiganligidir. Kunduzi radiatsion balans musbat bo'lganda Yerning faol sirti havoga nisbatan issiqroq bo'ladi, shuning uchun Yerdan issiqlik havoga o'tib havoni isishiga sabab bo'ladi. Kechasi esa

Savinov termometri bilan bir qatorda tuproq temperaturasini o'lchashda termometr-shchup deb ataluvchi termometrlar ham ishlatiladi. Bu termometr Yerning xaydash qatlamida tuproqning 3cmdan 40 cmgacha chuqurliklaridagi temperaturasini o'lchash uchun ishlatiladi. Suyuqlikli termometrning bu turida termometrik suyuqlik sifatida toluoldan foydalanilgan va shkala-sida 1 ta bo'limining qiymati $1,0^{\circ}\text{C}$.

Termometrni pastki qismi

havoga nisbatan sovuqroq bo'lib, sirtga yopishib turgan havoni sovutadi.

Uning harorati havo haroratidan yuqori bo'lib qoladi. Shuning uchun issiqlik havoga uzatiladi. Kechasi esa faol yuza samarali nurlanish sababli havoga nisbatan ko'proq soviydi. Natijada issiqlik havodan faol yuzaga uzatiladi, oqibatda havoning o'zi ham soviydi. Faol yuza bilan atmosfera orasida, shuningdek atmosferaning o'zida issiqlikning almashinuvi quyidagi jarayonlar yordamida ro'y beradi:

Issiqlik konveksiyasi-deb yerning faol sirtini turli joylarda har xil qizishi tufayli havo hajmlarini vertikal (balandlikka) ko'chishiga aytiladi. Yerning qizigan faol sirtidan issiqlikni olib havo massasi tepaga ko'tariladi, uning o'rniga sovuqroq havo egallaydi, o'z navbatida bu havo massasi ham qiziydi va vertikal yo'nalishda ko'tariladi. Shu tarzda konveksiya yuz beradi.

Atmosferaning yuqori qatlamlariga issiqlik uzatishda issiqlik konveksiyasi jarayoni muhim ahamiyatga ega.

Kunduzi Yer sirtining barcha qismlari bir xil isimaydi, ya'ni ba'zi yerlar ko'proq isiydi, boshqalari esa kamroq isiydi. Masalan, shudgor (haydalgan yer) maydoni bir tomonidan qalin daraxtzor va ikkinchi tomonidan katta suv havzasi bilan chegaralangan bo'lsin. Kunduzi shudgor suv havzasi va daraxtzordan ko'p isiydi. Natijada uning ustidagi havo ham qo'shni maydonlar ustidagi havodan ko'proq isiydi. Shudgor ustidagi ko'p isigan havo kengayadi. Kengayayotgan havo-ning zichligi atmosferadagi sovuqroq (yoki sovuq) havo zichligidan kam bo'ladi, shuning uchun issiq yengil havo tik yo'nalishda yuqoriga ko'tariladi. Uning o'rniga atrofdagi sovuq havo bostirib kiradi, o'z navbatida u ham isib yuqoriga ko'tariladi. Tik yo'nalishda ko'tarilayotgan issiq havo massalari qancha balandlikka ko'tarilsa, o'sha qatlamlardagi havoni isitadi. Jarayon shunday bo'lib o'tadiki, issiq havo massalari yuqoriga ko'tariluvchi oqimni tashkil qilsa, atrofdagi sovuq havo massa-lari pastga yo'nalgan sovuq havo oqimini tashkil qiladi. Yuqoriga ko'tarilgan havo atrofidagi sovuq havoga o'z issiqligini uzatib soviydi. Qulay sharoitlarda issiqlik konveksiyasi troposferaning butun qalinligi bo'ylab tarqalishi mumkin. Quruqlik ustida issiqlik konveksiyasi kunduzgi soatlarda vujudga keladi, dengiz ustida esa kechasi suv sirtining harorati, unga yondoshgan (tutashgan) havo haroratidan yuqori bo'lgan hollarda vujudga keladi.

Turbulentlik (uyurmali)-shamol yoki shabodani hosil qilgan havo massa-larning bir qismi uyurmali harakatlanib (havo massalari turli tezliklarga ega bo'lgani uchun) issiqroq va sovuqroq havoni aralashib ketishiga sabab bo'ladi.

Havoning jadal ravishda isishiga sabab bo'ladigan omillardan yana biri havoning juda ham harakatchanligidan vujudga keladigan turbulentlik jarayonidir. Havo juda kam hollardagina tinch (osoyishta) bo'ladi, ko'pincha esa gorizontal yo'nalishda harakatda bo'lib shamol esadi. Uning uncha katta bo'lmagan hajmiy qismlarining harakati tartibsiz (xaotik) xossasiga ega. Bunday harakatni turbulent aralashish yoki qisqacha turbulentlik deb yuritiladi. Atmosferaning turbulent aralashib ketishi natijasida issiq qatlamlardan sovuq qatlamlarga issiqlik ancha jadal ravishda ko'chadi. Havoning yerga tegib turgan eng pastki qatlami bilan yer sirti orasida ishqalanish kuchlari mavjud bo'lgani uchun eng pastki havo qatlami kamroq tezlik bilan harakatlanadi. Undan yuqoridagi qatlam esa pastki qatlam havosidan tezroq harakatlanadi. Natijada bunday ikki havo qatlami orasida ishqalanish kuchlari hosil bo'ladi. Bundan tashqari shamolning umumiy oqimida uning ayrim hajmlari turli sabablarga ko'ra har xil tezlik bilan ko'chadi. Tezlik katta bo'lganida shamolning umumiy oqimi ichida turli yo'nalishlarda, shu jumladan tik yo'nalishda tarqaluvchi uyurmaviy oqimlar vujudga keladi. Pastki issiq qatlamlardan ko'tarila-yotgan issiq havo oqimlari yuqori qatlamlarning sovuq havosi bilan aralashib ketib ularni ham isitadi. Havo massalari harakati vaqtida do'ngliklarni, turlicha to'siqlar (binolar, daraxtlar va h.k.) ni o'tishida ham uning ichida yuqoriga yo'nalgan uyurmalar paydo bo'ladi. Pastdan ko'tarilayotgan issiq havo uyurmali sovuq havo bilan aralashib ularni isitadi. Natijada turbulentlik vositasida atmosferaning yuqori qatlamlari ham isiydi.

Temperaturaning vertikal gradiyenti. Temperatura inversiyasi.

Yuqoriga ko'tarilgan sari har 100 metrda temperaturani o'zgarishi temperatu-raning vertikal gradiyenti (VGT) deyiladi. VGT quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$VTG = \frac{t_p - t_y}{z_y - z_p} \cdot 100$$

bu yerda $t_p - t_y$ pastki va yuqori qatlamlardagi temperaturalar farqi ($^{\circ}C$). $z_y - z_p$ temperaturalar o'lchangan joylar farqi (metrlarda).

Agar $t_y < t_p$ bo'lsa, yuqoriga kotarilgan sari temperatura kamayib boradi, VTG musbat bo'ladi. Temperaturani bunday ozgarishi asosan tropasfera uchun hosdir. Agar $t_y > t_p$ bo'lsa, u holda temperatura inversiyasi yuz beradi (temperatura yuqoriga ko'larigan sari ortib boradi), VTG manfiy bo'ladi. Agar $t_y = t_p$ bo'lsa, $VTG = \frac{0^\circ\text{C}}{100m}$. Temperaturani yuqoriga qarab o'zgarishligi izoterma deyiladi.

VTG ko'pgina faktlarga asoslanadi: yilning davrlariga (qishda kam, yozda ko'p), sutkadagi vaqtlarga (kechasi kam, kunduzi katta), issiq va sovuq havo massalarini o'zaro joylashishiga (agar sovuq havo yuqorisiga sivilik havo joylashgan bo'lsa, VTG o'z ishorasini o'zgartiradi). Troposferada o'rtacha VTG $\frac{0,6^\circ\text{C}}{100m}$ qiymatga ega bo'ladi. Shamol VTG ni kamaytiradi, chunki shamol havo temperaturasini hamma joyda bir xil ushlab turishi mumkin. Yuqoriga ko'tarilgan sari VTG kamayib boradi.

Yer sirtidagi issiqlikning havo qatlamlariga ko'tarilishidan konvektsiya va turbulent harakatlari asosiy ro'lni bajaradi, shunday qilib xar bir havo qatlamii o'zidan pastdagi qatlamdan issiqlikni olish bilan birga yuqorida joylashgan qatlamga uzatadi. Kunduzgi soatlarda xar bir qatlamning pastdan olgan issiqligi yuqoriga uzatgan issiqlikdan ko'proq bo'ladi va atomsfera isiydi eng issiq havo qatlami Yer sirtiga yaqin joylashgan havo qatlami bo'ladi. Yuqoriga ko'tarilgan sari havoning temperaturasi pasayib boradi. Taxminan 550 metr balanlikdan yuqorida YTG ga havoning sutkalik o'zgarishi ta'sir etmaydi.

Havo temperaturasining inversiyasi quyidagicha bo'ladi. Havo temperaturasi-ning balandlikka qarab ortishi temperatura inversiyasi deyiladi. Yer sirti yaqinida hosil bo'luvchi inversiyani hosil bo'lish sharoitiga qarab uni radiattsiya va advektiv turga bo'linadi.

1. Radiasion inversiya-bunday inversiya issiq oylarda kechqurun, qishda esa kunduz kunda ham sodir bo'ladi.

Tungi inversiya radiasion balans nolga teng bo'lganda ($B = 0$) quyosh chiqishdan 1- 1,5 soat oldin yuz beradi. Tuni bilan Yer siritining nurlanishi ortib boradi quyosh chiqishi oldidan maksimumda yetadi. Quyosh chiqishi bilan Yerning faol sirti va atmosfera isiydi va inversiya buziladi. Inversiya qatlamining balandligi bir necha 10 metr vodiylarda esa 200 metrgacha yetishi mumkin. Bunga asosiy sabab vodiyni o'rab

turuvchi balandlik tog'lardan tushuvchi sovuq havo oqimlaridir. Havoning bulutdorligi inversiyani susaytiradi, tezligi $2,5 - 3 \frac{m}{s}$ dan yuqori bo'lganda shamol inversiyani buzib tashlaydi. Qalin o'simliklar ostida o'rmonlarda yozda kunduz kuni ham inversiya kuzatiladi.

1. **Advektiv inversiya.** Sirtni egallab olayotgan sovuq havo adveksiya tufayli issiq havoni ornini egallashiga advektiv inversiya deb ataladi.

Samarali temperaturalar yig'indisi.

Agrometeorologiyada temperaturalar yig'indisi-o'rganiluvchi joyning issiqlik xarakteristikasini xarakterlovchi muxim kattalikdir. Temperaturalar yig'in-disi o'simliklarni issiqlikka bo'lgan talabini xarakterlovchi kattalik sifatida 1734 yil Reomyur tomonidan kiritilgan. G.T.Solyaninov tomonidan birinchi marotaba faol temperaturalar yig'indisi degan kattalik ishlatilgan. O'rtacha sutkalik temperaturalar-ning 10 gradusdan yuqori bo'lgan o'rtacha sutkalik temperaturalar yig'indisi faol temperaturalar yig'indisi deyiladi. M.I.Budiko tomonidan faol temperaturalar yig'in-disi va yillik radiatsion balans orasida chambarchas bog'lanish borligi aniqlangan. O'simliklarni issiqlikka bo'lgan talabini ifodalashda samarali temperaturalar yig'in-disi degan kattalikdan foydalaniladi. Samarali temperaturalar yig'indisi qaralyotgan o'simlik biologik rivojlansa, oladigan minimal temperaturadan yuqori o'rtacha sutkalik temperaturalar yig'indisidir. Masalan, 10 gradus issiqdan yuqori bo'lgan samarali temperaturalar yig'indisini hisoblashda o'rtacha sutkalik temperaturalardan 10 gradusni ayrib qolgan yig'indi temperatura qo'shiladi. O'simliklarni rivojlanishi-ni biologik minimum temperaturasi turli o'simliklar uchun turlichadir.

1. Biologik minimum temperaturadan yuqori temperaturalarda o'simlik yaxshi rivojlanadi. Havo temperaturasini o'simliklarga ta'sirini o'simliklarning temperaturalariga bo'lgan talabini xarakterlash uchun samarali temperaturalar yig'indisi degan tushuncha keng qo'llaniladi va har bir o'simlik ma'lum rivojlanish fazasini o'tkazish uchun temperaturasi ma'lum bir chegaradan past bo'lmasligi kerak, bu chegara biologik minimum deyiladi. Biologik minimumdan ortiqcha bo'lgan gradusga samarali temperaturalar deb ataladi. Biologik minimum sifatida don ekinlari uchun 5 gradus, makkajuxori uchun 12 gradus, va paxta uchun 13 gradus qabul qilingan. Paxtaning janubiy navlari uchun

biologik minimum xatto 15 gradusga teng. Sutkalik samarali temperatura quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$t_{sam} = \bar{t} - t_b$$

bu yerda t_{sam} sutkalik samarali temperatura, \bar{t} -sutkalik o'rtacha temperatura, t_b -biologik minimum.

Ma'lum bir davr ichidagi sutkalik samarali temperaturalarni o'zaro qo'shib

25.3-jadval

T/r	Rivojlanish fazalari	Efektiv temperaturalar yigindisi ($t_b=10$ gradus)
1	Ekishdan unib chiqishigacha	80
2	Ekishdan ruvak chiqarishigacha	750
3	Ekishdan sut pishqlik davrigacha	1200
4	Ekishdan mum pishqlik davrigacha	1460

25.4- jadvalda ba'zi o'simliklarning butun vegetasiya davri uchun kerakli samarali temperaturalar yig'indisi keltirilgan.

25.4-jadval

T/R	O'simliklar turi	Butun vegetatsiya davri uchun kerakli samarali temperatura ($t_b=10$ gradus)
1	Baxorgi bug'doy	1300
2	Makkajuxori	1500-2000
3	Kartoshka	900-1000
4	Lavlagi	1200-1500
5	Paxta (g'o'za)	1700-2000

o'sha davr ichida bo'lgan samarali temperaturalar yig'indisi aniqlanadi. Bunday samarali temperaturalar yigindisini dekada, oy, o'simlikning rivojlanish fazasi yoki butun vegetasiya davri uchun hisoblash mumkin.

25.3-jadvalda makkajuxorining maxalliy navi uchun ekilgandan tortib turli fazalari-gacha kerak bo'lgan samarali temperaturalar yig'indisi keltirilgan.

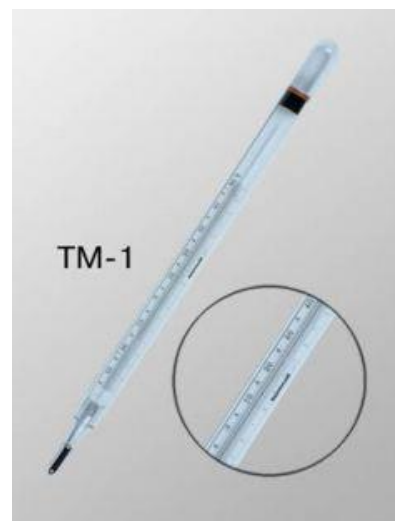
Samarali temperaturalar yig'indisi turili omillar ta'siri natijasida o'zgarishi mumkin. Masalan: ekish muddati shunday omillardan biridir. Ekish eng optimal muddatlarda o'tkazilsa, o'simlik kerakli temperaturalar yig'indisini eng qisqa davr

25.5-jadval

T/R	Ekish muddati	Birinchi ko‘saklar ochilishi	Ekishdan birinchi ko‘saklar ochilishigacha o‘tgan kunlar soni
1	I IV	14 IX	167
2	II IV	15 IX	159
3	III IV	22 IX	155
4	I V	2 X	155
5	II V	21 X	154

ichida olib ulguradi va tezroq yetiladi. Samarqand gidrometeoobservatoriyasining xodimi Y.M. Petrov 25.5-jadvalda ekish muddatiga qarab ekilgan birinchi ko‘saklar ochilishigacha 1840 effektiv temperatura yig‘indisi olish uchun qancha kun o‘tishi mumkinligini ko‘rsatgan

Shu o‘rinda ushbu ma‘lumotni keltirishni lozim topdik. 2016-2018 yillar davomida muallif P.A.Xakimov tomonidan piyozning samarali haroratlar yig‘indisi o‘rganilgan. Izlanishlar davomida shu narsa ma‘lum bo‘ldiki, piyozning ekilgandan to pishgunga qadar temperatura 35°C dan ortmagan. Ma‘lumki piyozning eng optimal rivojlanishi 20 ÷ 30°C temperaturalarda, lekin 35°C dan ortganda piyoz rivojlanishdan to‘xtaydi. Adabiyotlarda keltirildan 3200 ÷ 3400°C o‘rniga piyoz-ning samarali haroratlar yig‘indisi 2600 ÷ 2700°C ekanligi aniqlangan. Buni shunday izohladik, O‘zbekiston hududlarida iyunning ohiri, iyul, avgust oylarida temperatura 45°C dan yuqoriga ko‘tarilishi mumkin. Adabiyotlarda keltirilgan hisoblashlarda kunlik o‘rtacha temperaturalarni hisoblashda 35°C dan yuqori temperaturalar olingani hisobiga hatolik ko‘proq bo‘lgan.



O‘rtacha sutkalik, o‘rtacha oylik va yillik haroratlar.

Maksimal va minimal haroratlar. Havo haroratining sutkalik va yillik o‘zgarishi amplitudalari. Havoning o‘rtacha sutkalik haroratini aniqlash uchun havo harorati-ni bir sutkada 8 marta, ya’ni har 3 soatda o‘lchab bori-ladi, 8 marta o‘lchash natijalarini o‘zaro qo‘shib, 8 ga bo‘linadi. Boshqacha aytganda havoning o‘rtacha harorati 1 sutkada o‘tkazilgan 8 ta o‘lchash natijalari-ning o‘rtacha arifmetik qiymatidir. O‘rtacha oylik harorat oy davomidagi o‘rtacha sutkalik haroratlarning yig‘indisini oydagi kunlar soniga taqsimlab aniqlanadi. O‘rtacha yillik havo haroratini esa, o‘rtacha oylik haroratlar yig‘indisini yildagi oylar soniga, ya’ni 12 ga taqsimlab aniqlanadi. Havoning o‘rtacha yillik harorati issiqlikning umumiy miqdori haqida tasavvur bersada, u haroratning yil davomida o‘zgarishini ko‘rsatmaydi.

O‘rtacha oylik va o‘rtacha dekadalik haroratlarni alohida davrlardagi harorat sharoitini tavsiflash uchun foydalaniladi. Ammo barcha o‘rtacha qiymatlar haroratning sutkalik va yillik o‘zgarishining bori-shi haqida to‘liq tasavvur bermaydi. O‘simliklarning o‘sishi va rivojlanishi uchun esa havo haroratining sutkalik, oylik va yillik harorati muhim ahamiyatga ega.

Issiqlik sharoitini to‘laroq tavsiflash uchun yuqoridagilardan tashqari havo-ning maksimal, minimal haroratlarini ham bilish kerak. Masalan, alohida oylardagi minimal haroratni bilish orqali kuzgi ekinlar va mevali daraxtlarning qishlovi sharoitlari haqida fikr yuritish mumkin. Yozda esa maksimal harorat haqidagi ma’lumotlar eng issiq kunlar sonini ko‘rsatadi. Havo haroratining sutkalik va yillik o‘zgarishi amplitudasi iqlimning kontinentalligini belgilaydi. Masalan, O‘zbekiston okean va dengizlardan uzoqda, Evroosiyo materigining ichkarisida joylashgani uchun kontinental iqlimga ega bo‘lib, havo haroratining sutkalik o‘zgarish amplitudasi 15 – 20°C ga teng, bu esa qishloq xo‘jalik dalalarining issiqlik rejimining muhim ko‘rsatkichidir. O‘simliklarning issiqlikka talabi o‘simliklarning o‘sishi va rivojlanishi uchun asosiy hayot omillaridan biri issiqlik ekanini bilamiz. Turli xildagi o‘simliklarning issiqlikka talabi har xil bo‘ladi. Ba’zi o‘simliklar issiqlikka juda talabchan bo‘lsa, boshqa turlari esa kamroq talabchan bo‘ladi. Agrometeorologiyada berilgan joyning issiqlik sharoitlarini baholash uchun haroratlar yig‘indisi tushunchasi keng tarqalgan. Bu tushuncha berilgan joyda aniq davrdagi issiqlik miqdorini tavsiflovchi

ko'rsatkich sifatida keng qo'llaniladi. Olingan joyning harorat sharoitlarini belgilash uchun bunday uslubni birinchi marta Reomyur o'zining 1734-35 yillarda o'tkazilgan kuzatishlari asosida kiritgan. U kuzatishlar natijasida aniq davrdagi haroratlar yig'indisi yildan-yilga o'zgarishini va unga bog'liq ravishda hosil miqdori ham o'zgarishini payqagan. G.T. Selyaninov iqlimning termik resurslarini qishloq xo'jalik maqsadlarida baholash uchun faol haroratlar yig'indisidan foydalangan. Faol haroratlar yig'indisi qishloq xo'jalik ekinlarining faol vegetatsiya davrida issiqlik bilan ta'minlanligi ko'rsatkichi sifatida ishlatiladi. Faol haroratlar yig'indisi havoning 10°C dan yuqori bo'lgan o'rtacha sutkalik haroratlari yig'indisi tarzida aniqlanadi. Agrometeorologiyada faol haroratlar yig'indisi tushunchasidan tashqari samarali haroratlar yig'indisi tushunchasi ham keng tarqalgan. Har qaysi turdagi o'simliklarning o'sishi va rivojlanishi uchun havo harorati ma'lum aniq qiymatlardan past bo'lmasligi kerak. O'simlik rivojlanadigan bunday eng oz haroratni biologik minimum deb yuritiladi. Haroratning biologik minimumidan boshlab hisoblangan o'rtacha sutkalik haroratni samarali harorat deyiladi. O'simliklarning rivojlanishi uchun zarur haroratning biologik minimumidan boshlab hisoblangan o'rtacha sutkalik haroratlar yig'indisini samarali haroratlar yig'indisi deb yuritiladi. Masalan, bir oydagi 10°C dan yuqori samarali haroratlar yig'indisini aniqlash uchun oydagi har bir kun uchun o'rtacha sutkalik haroratdan 10°C ni ayirib, so'ngra qolgan natijalarni qo'shib chiqish zarur. Samarali haroratni o'rtacha sutkalik havo harorati-dan o'simlikning rivojlanishi uchun eng past (biologik minimum) haroratni ayirib topiladi. Masalan, makkajo'xori uchun biologik minimum 10°C ga teng. O'rtacha sutkalik harorat 22°C ga teng bo'lsa, samarali harorat $22^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C} = 12^{\circ}\text{C}$ ga teng bo'ladi. O'rtacha sutkalik harorat biologik minimumdan yuqori bo'lgandagina o'simlik rivojlana oladi. Turli o'simlik-lar uchun haroratning biologik minimumi ham turlichadir. Masalan, bahorgi va kuzgi bug'doylar uchun biologik minimum 5°C ga, loviya uchun 12°C ga, pomidor o'simligi uchun 12°C ga, g'oz uchun 13°C (g'ozaning janubiy navlari uchun 15°C) ga teng. Odatda samarali haroratlar yig'indisi dekada, oy, o'simlikning rivojlanishi fazalari yoki butun vegetatsiya davri uchun hisoblanadi. Hozirgi vaqtda qishloq xo'jalik ekinlarining ko'pchiligi uchun butun vegetatsiya davriga zarur samarali haroratlar yig'indisidan tashqari rivojlanishning asosiy fazalarini

o'sishiga kerak bo'lgan samarali haroratlar yig'indisi ham hisoblangan. O'rtacha sutkalik havo haroratning 5°C, 10°C larda turg'un o'sishi qishloq xo'jalik ekinlarining faol vegetatsiyasi boshlanishining asosiy shartlaridan biridir. Bunda, albatta, o'simlikka zarur boshqa omillar, masalan tuproq namligi yetarli bo'lishi kerak. O'zbekiston Respublikasi hududlarida bahorda bunday o'rtacha sutkalik havo haroratlarining qachon boshlanishi va kuzda 10°C, 5°C lardan pasayish muddatlarini bilish qishloq xo'jaligi xodimlari uchun ahamiyatga ega. Bu haqdagi ma'lumotlarni 5.2-jadvaldan ko'rish mumkin. 10°C lik o'rtacha sutkalik haroratning boshlanishi esa o'rtacha hisobda mart oyining oxirgi dekadasida-aprel oyining birinchi yarmida amalga oshadi. Kuzda 10°C dan past haroratlarga o'tish o'rta hisobda oktyabr oyida va noyabr boshlarida boshlanadi. Issiq davrning termik resurslarini ko'pincha samarali haroratlar yig'indisi (10°C dan yuqori) bilan tavsiflanadi. Adabiyotlarda yozilishicha O'zbekistonda 11 apreldan 31 oktyabrgacha bo'lgan vegetatsiya davri uchun tekisliklarda samarali haroratlar yig'indisi 2300 – 3100°C ni tashkil qiladi. Bundan ko'rinadiki, respublikamiz iqlimining termik resurslari eng issiqsevar o'simliklardan bo'lgan g'ozaning issiqlikka talabiga javob bera oladi.

Havo haroratining o'simliklar uchun ahamiyati-havo harorati-ekinlarni ekishdan boshlab, to hosilni yig'ib olguncha bo'lgan davrda uning o'sishi va rivojlanishi

9-jadval

Respublika, Viloyat	Stantsiya nomi	Havo haroratining...°C lardan o'tish muddatla								Harorati quyidagilardan yuqori bo'lgan davr (kunlar) davomiyligi			
		5	10	12	15	15	12	10	5	5	10	12	15
		Bahorda				Kuzda				5	10	12	15
Qoraqalp oqiston Respublikasi	Qo'ng'iro t Nukus	22.III	11.IV	14.IV	25.IV	28.I	8.X	17.X	8.XI	230 - 236	189 198	178 184	156 164
		19.II	2.IV	11.IV	19.IV	30.I	14.X	.X	11.XI				
Navoiy	Nurota Navoiy	4.I	28.III	5.IV	18.IV	6.X	21.X	1.XI	27.XI	268 283	218 225	197 207	171 179
		15.III	23.III	31.II	12.IV	8.X	23.X	31.X	3.XI				
Toshkent	Yangiyo'l Dalvarzin (Qovunch	11.III	25.III	31.II	14.IV	5.X	19.X	31.X	25.XI	268 279	221 230	203 212	173 183
		25.II	20.III	29.II	9.IV	8.X	27.X	1.XI	21.XI				

a)													
Xorazm	Urganch Xiva	15. III	1.I V	8.IV	17.I V	3. X	15 .X	22 .X	16. XI	244	204	191	168
		14. III	31. III	7.IV	17.I V	2. X	17 .X	22 .X	15. XI	247	205	193	169
Namangan	Namangan Pop	2.I II	23. III	29.II I	9.IV 10.I V	8. X	21 .X	2. XI	24. XI	268	224	206	182
		29. II	22. III	29.II I		9. X	24 .X	1. XI	25. XI	271	225	210	183
Andijon	Andijon Sovoy	2.I II	25. III	30.II I	11.I V	6. X	20 .X	30 .X	22. XI	265	219	205	178
		8.I II	28. III	4.IV	17.I V	1. X	17 .X	25 .X	17. XI	254	213	198	167
Buxoro	Buxoro Qorako'l	25. II	22. III	29.II I	10.I V	8. X	20 .X	27 .X	27. XI	244	223	204	181
		24. II	19. III	26.II I	9.IV	9. X	24 .X	5. XI	2. XII	285	228	215	187
Jizzax	Jizzax G'allaorol	2.I I	25. III	31.II I	14.I V	11 .X	28 .X	3. XI	3. XII	246	225	212	180
		11. III	1.I V	9.IV	25.I V	1. X	13 .X	22 .X	18. XI	254	205	187	158
Sirdaryo	Sirdaryo Yangiyer	4.I II	25. III	1.IV 29.II I	14.I V	4. X	18 .X	28 .X	22. XI	264	216	200	173
		25. III	22. III		10.I V	14 .X	30 .X	6. XI	3. XII	280	230	215	187
Farg'ona	Fedchenko Farg'ona	2.I II	24. III	31.II I	11.I V	6. X	21 .X	29 .X	24. XI	267	220	204	178
		2.I II	25. III	31.II I	12.I V	8. X	21 .X	29 .X	24. XI	267	218	203	177
Samarqandaryo	Kattaqo'rg'on Samarqand	27. II	27. III	2.IV	18.I V	9. X	25 .X	3. XI	1. XII	246	221	205	175
		2.I II	27. III	6.IV	18.I V	4. X	20 .X	30 .X	28. XII	272	217	198	169
Qashqadaryo	Shaxrisabz Qarshi	15. II	20. III	26.II I	12.I V	16 .X	1. XI	11 .X	10. XII	290	236	225	185
		16. II	17. III	27.II I	10.I V	14 .X	1. XI	8. XI	7. XII	293	237	218	187
Surxondaryo	Shyeroobod Termiz	30. I	6.I II	20.II I	30.II I	31 .X	15 .X	29 .X	16. XII	320	269	242	215
		5.I I	10. III	19.II I	1.IV	18 .X	5. XI	14 .X	10. XII	307	249	270	119

sharoitiga ta'sir qiladigan asosiy meteorologik omillardan biridir. O'simliklar organizmlarida kechadigan fiziologik jarayonlar (fotosintez, nafas olish) faqat muayyan haroratlar chegaralaridagina o'tadi.

Ekinlarda fotosintez va nafas olish jarayonlari ayni bir vaqtda o'tadi, ammo fotosintez jarayoni faqat yorug'likda o'tsa, nafas olish jarayoni esa yorug'likda va yorug'lik tushmaganda (kechasi) ham o'taveradi. Serquyosh respublikamizda qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishining tarmog'ining ko'prog'i asosan paxtachilikdan iborat. G'ozaning normal o'sishi va rivojlanishi uchun (chigitning unib chiqishini ham hisobga olganda) havoning optimal harorati 25 – 30°C hisoblanadi. Havo harorati 17°C gacha pasayganda g'ozaning rivojlanishi pasayib ketadi. G'ozaga uchun ko'sak tugish davrida maksimal harorat 37°C deb olinadi. Havo haroratining 37°C dan oshib ketishi g'ozaga to'qimalarini qizdirib yuboradi, harorat 40°C dan oshganda shonalar to'kila boshlaydi. Ancha yuqori harorat g'ozaning oziqlanish sharoitini susaytiradi, tola chiqish foizini kamaytiradi va tola uzunligini qisqartiradi. G'ozaga vegetatsiyasi vaqtida issiqlik yetishmasa ham tola ingichkalashadi va unchalik pishiq bo'lmaydi.

O'rtacha sutkalik havo haroratining bahorda va kuzda **5, 10, 12, 15°C** lardan turg'un o'tish va vegetatsiya davri davomiyligining ko'p yillik o'rtacha sanalari (F.A. Mo'minov, H.M. Abdullaev bo'yicha)

Tayanch iboralar: sun'iy ta'sir, issiqlik rejimi, harorat rejimi, haroratlar yig'indisi, mulcha material, mulchalash, Xouzer tajribasi, albedo, quyosh energiyasi, issiqlik effekti, Savinov termometri, meteorologik maydoncha, konussimon uchlik, rezervuar, shkala, temperaruraviy rejim, havo harorati, havoning isishi, havoning sovishi, issiqlik konveksiyasi, turbulentslik(uyurmaviylik), malekuyar issiqlik almashinuvi, radiatsion issiqlik almashinuvi, kandensatsiya(sublimatsiya), optiml temperature, termoregulyatsiya, troposfera, issiqlik sharoiti, samarali (samarali) haroratlar yig'indisi, termik resurslar, meteorologik omil, fiziologik jarayonlar (fotosintez, nafas olish), vegetatsiya davri, o'rtacha sutkalik havo harorati.

Nazorat savollari.

1. Tuproqning isuvchanlik darajasini ifodalaydigan termik ko'rsatkich sifatida nima qabul qilingan?
2. Sug'orish yordami bilan ham tuproq temperaturasiga ta'sir ko'rsatish mumkinmi?
3. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida tuproqning issiqlik rejimini talabga qarab maqbullashtirish uchun qanday tadbirlar qo'llanilmoqda?

4. Dala sharoitida tuproqning issiqlik rejimini o'zgartiradigan agrotadbirlardan biri qanday tadbiridir?
5. Maydalangan torf, bo'r, somon, o'simlik barglari, shag'al, qog'oz, karton va keyingi yillarda tiniq polimyer plyonkalar qanday materiallar sifatida qo'llanilmoqda?
6. Tuproq qatlamlaridan temperaturani o'lchash uchun asosan simobli termometrlar ishlatiladi
7. Tuproq yuzasidagi temperature qanday aniqlanadi?
8. Savinov termometri qanday tuzilishga ega va qanday o'rnatiladi?
9. Radiasion issiqlik otkazuvchanlik deganda nimani tushunasiz?
10. Turbulentlik (uyurmali) deganda nimani tushunasiz?
11. Molekulyar issiqlik almashinuvi deb nimaga aytiladi?
12. Havo massasining gorizontal yo'nalishda ko'chishini nima deyiladi?
13. Kondensatsiya (sublimasiya)-qanday jarayon?
14. Optimal temperatura deyilganda nimani tushunasiz?
15. Optimal temperatura paxtaning unib chiqishi uchun necha gradus shonalash davri uchun necha gradus bo'lmog'i kerak?

16-BOB

HAVODAGI SUV BUG‘LARI. YOG‘INLAR. TUPROQ NAMLIGI.

Suv bug‘lari atmosfera tarkibidagi eng asosiy tashkil etuvchilaridan biridir Suv va tuproqning yuzasidan, o‘simliklardan doimo bug‘lanish yuz berib turadi. Bu bug‘ atmosferaga o‘tib havoning namligini tashkil etadi. Qor sirtida odam va xayvon organizmida ham muntazam bug‘lanish bo‘lib, lekin ular havo namligiga kam ta‘sir ko‘rsatadi.

Umuman suv va havodagi mavjud suv bug‘larining atmosfera jarayonlarida, shuningdek, tirik organizmlarning normal rivojlanishida, insonlarning yashash va ishlash sharoitida ahamiyati katta.

§26. Havo namligi. Havo namligini xarakterlovchi kattaliklar. Havo namligini o‘lchash usullari.

Atmosfera havosidagi suv bug‘larining miqdoriga *havo namligi* deyiladi.

Havo namligi miqdor jihatdan quyidagi kattaliklar, bilan tafsiflanadi.

Suv bug‘larining parsial bosimi, to‘yingan bug‘ bosimi, absolyut namlik va h.k.lar bilan xarakterlanadi. Suv bug‘larini parsial bosimini, atmosfera bosimi kabi birliklarda millimeter simob ustunida, millibarlarda, gektopaskalarda o‘lchanadi.

Havo bug‘lari keskin o‘zgarish xususiyatiga ega bo‘lib, u ko‘p omillarga bo‘g‘liq, shulardan joyning fizikaviy-geografiyaviy sharoitlariga, yilning va sutkaning vaqtlariga va boshqalarga.

Havo tarkibidagi suv bug‘larining parsial bosimining eng katta ahamiyat kasb etuvchi kattaliklaridan biri to‘yingan suv bug‘larining bosimidir. Temperatura yuqoriga ko‘tarilgan sari havoda suv bug‘larining miqdori ortib boradi (26.1 jadval). Shuning uchun ekvatorida havodagi suv bug‘larining miqdori qutbdagiga qaraganda 10 marotaba ko‘proqdir.

Distillangan suv yuzasi yuqorisida to‘yingan suv bug‘larining bosimi musbat

bo'lganda temperaturaga bog'liq bo'ladi, manfiy bo'lganda esa bug'lanayotgan

26.1 jadval

To'yingan suv bug'larini temperaturaga bog'liq miqdoriy xarakteristikasi

Temperatura, °C	1m ³ havodagi suv bug'larining miqdorining maksimal qiymati	Suv havzalarining tepasidagi to'yingan bug' bosimi	
		mm.sim.ust	GPa
-30	0,46	0,38	0,51
-20	1,08	0,94	1,25
-10	2,38	2,14	2,86
0	4,89	4,58	6,11
10	9,46	9,20	12,27
20	17,42	17,53	23,37
30	30,60	31,82	42,43

sirtning qanday fazada ekanligiga (muzdek suv yoki muz) ham bo'g'liq. Sovitilgan suvdan bug'lanish shu sovigan suv temperaturasi bilan bir xil temperaturada bo'lgan muzdan bug'lanayotgan suv bug'lari kam bo'ladi. $-5^{\circ}C$ O'ta sovitilgan suv yuqorisida $4,21gPa$ bo'tsa, muz yuqorisida $4,01gPa$ ga teng.

Suv bug'larining xossalari quyidagichadir.Havo namligi miqdor jihatdan quyidagi kattaliklar bilan xarakterlanadi;

1. Havoning absolyut namligi $-a$ deb $1m^3$ havodagi suv bug'ning gramlarda ifodalangan miqdoriga aytiladi va u $\frac{g}{m^3}$ birlikda o'lchanadi. Ba'zan havoning absolyut namligi deb $1m^3$ havodagi suv bug'ining zichligiga aytiladi.

2. Suv bug'ning elastikligi $-e$ deb havodagi suv bug'larining parsial bosimiga aytiladi. Suv bug'ning elastikligi XB sistemasida $\frac{N}{m^2}$ birlikda va sistemadan tashqi birlik millibarda o'lchanadi. Ular orasidagi munosabat $1mb = 10^2 \frac{N}{m^2}$. Havoning absolyut namligi va suv bug'ining elastikligi orasidagi bog'lanish quyidagicha ifodalanadi:

$$a = \frac{0,81e}{1 + 6t} \cdot \frac{g}{m^3}$$

bunda, e – millibarlarda ifodalangan suv bug‘i elastikligi; t – havo temperaturasi;

6- gazning issiqlikdan hajmiy kengayishi koeffitsienti.

3. Mazkur temperaturadagi suv bug‘ining maksimal elastikligiga to‘yinish elastikligi E deyiladi va $e = E$ da suv bug‘i to‘yingan bo‘ladi.

4. Havoning nisbiy namligi f deb mazkur temperaturadagi suv bug‘i elastikligi e ning, shu temperaturadagi to‘yingan bug‘ elastikligi E ga nisbatiga aytiladi va protsent hisobida quyidagicha ifodalanadi:

$$f = \frac{e}{E} \cdot 100\%$$

Nisbiy namlikni ba‘zan mazkur temperaturadagi suv bug‘i zichligi c ning, ayni shu temperaturadagi to‘yingan suv bug‘i zichligi c_0 ga nisbati tarzida ham aniqlanadi. Bun ikkala usulda ham prosentlarda ifodalangan nisbiy namlik bir hil bo‘ladi.

5. Namlik defitsiti (yetishmovchiligi) d -mazkur temperaturadagi, to‘yingan suv bug‘i elastikligi E bilan, havo tarkibidagi mavjud suv bug‘i elastikligi— e ning ayirmasiga teng:

$$D = E - e$$

Namlik yetishmovchiligi, bug‘ elastikligi kabi mb yoki mm . sim. ust. birliklarida o‘lchanadi. Havoning nisbiy namligi oshsa, namlik defitsiti pasayadi va $f = 100\%$ da namlik defitsiti nolga teng bo‘ladi.

Shudring nuqtasi t_{sh} deb havodagi mavjud suv bug‘ining to‘yinish xolatiga o‘tish haroratini aytiladi. Nisbiy namlik $f = 100\%$ bo‘lganida havo harorati shudring nuqtasi bilan mos tushadi. Jadval bo‘yicha to‘yingan bug‘ bosimi $12,3gPa$ bo‘lsa, mazkur vaqtda havoning harorati qandayligiga qaramasdan shudring nuqtasi $10^{\circ}C$ ga teng bo‘ladi, chunki shu haroratda to‘yingan suv bug‘i $12,3gPa$ bosim beradi. Demak, shudring nuqtasini aniqlash uchun suv bug‘ining parsial bosimi e ni bilish kerak. U holda to‘yingan bug‘ bosimi jadvaliga qarab, e ning qiymati bo‘yicha, uning to‘yingan bug‘ga aylanishi haroratini aniqlash lozim, holos.

Tayanch iboralar: havo namligi, absolyut namlik, distillangan suv, to‘yingan suv bug‘lari, muzdan bug‘lanayotgan suv bug‘lari, sovigan suv temperaturasi, sovtilgan suvdan bug‘lanish, suv bug‘lari, havoning absolyut namligi, to‘yinish elastikligi, to‘yingan bug‘i zichligi, suv bug‘i zichligi, namlik yetishmovchiligi, bug‘ elastikligi, nisbiy namlik ,shudring nuqtasi, to‘yingan bug‘.

Nazorat savollari.

1. Havo namligi deganda nimani tushunasiz?
2. Absolyut namlik deganda nimani tushunasiz?
3. To‘yingan suv bug‘lari deganda nimani tushunasiz?
3. Muzdan bug‘lanayotgan suv bug‘lari deganda nimani tushunasiz?
4. Sovigan suv temperaturasi deganda nimani tushunasiz?
5. Ovitilgan suvdan bug‘lanish deganda nimani tushunasiz?
6. Suv bug‘lari, deganda nimani tushunasiz?
7. Havoning absolyut namligi deganda nimani tushunasiz?
8. To‘yinish elastikligi deganda nimani tushunasiz?
9. To‘yingan bug‘i zichligi nima

§27. Havo namligini sutkalik va yillik o‘zgarishi.

Ma’lumki, butun yer sirtining 70 foizcha qismini suv qoplagan. Atmosferada mavjud suv bug‘ining asosiy qismi okean va dengizlarning bug‘lanishidan hosil bo‘ladi. Ko‘llar, daryolar, suv havzalari, nam tuproq va o‘simliklarning bug‘lanishidan ham atmosferaga ancha miqdordagi suv bug‘i o‘tadi. Qor qoplami va muzlik-larning bug‘lanishi juda kam darajada bo‘ladi. Bu misollardan ko‘rinadiki, bug‘lanuvchi sirt turiga qarab bug‘lanish har xil jadallikda o‘tadi. Bir joyning o‘zida ham bug‘lanish haroratga bog‘liq ravishda o‘zgarib turadi. Suv bug‘lanishida havoning suv sirtiga yondoshgan qatlamlarida eng ko‘p suv bug‘i bo‘ladi. Suv bug‘i atmosferaning yuqori qatlamlariga asosan havo bilan birgalikda issiqlik konveksiyasi, turbulent aralashish va molekulyar diffuziya jarayonlari bilan ko‘tariladi. Havodagi suv bug‘i-ning miqdori joyning fizik-geografik sharoitlariga bog‘liq ravishda o‘zgaradi. Bundan tashqari havodagi suv bug‘ining miqdori yil fasllariga, sutka vaqtiga va ob-havo sharoitlariga bog‘liq. Shuning uchun ham havodagi suv bug‘ining miqdori ham o‘zgaruvchidir. Atmosferada uzluksiz ravishda bug‘lanishga teskari jarayon suv bug‘ining havodan suvga, tuproqqa, o‘simlik, qor va muz qoplamlariga to‘g‘ri ham ro‘y berib turadi. Agar ajralib chiquvchi suv molekulalarining soni, qaytuvchi suv molekulalari sonidan oshiq bo‘lsa, natijaviy jarayon bug‘lanish bo‘ladi. Bug‘lanayotgan sirt ustidagi suv bug‘ining miqdori ortgan sari birlik yuzadan vaqt birligida ajralib chiqayotgan molekulalarning soni, qaytib tushayotgan molekulalar soniga teng bo‘lib qolishi mumkin, ya’ni bug‘lanayotgan muhit bilan uning ustidagi bug‘ orasida harakatli

muvozanat vujudga keladi. Bunday holatdagi bug'ni to'yingan bug' deyiladi. Agar bug'lanayotgan sirtidan uchib chiquvchi molekulalar soni, bug'lanayotgan sirtga qaytib tu-shuvchi molekulalar sonidan kam bo'tsa, natijaviy jarayon – suv bug'ining kondensatsiyasi bo'ladi. Suv bug'i boshqa gazlar kabi bosimga ega. Suv bug'ining parsial bosimini ko'pincha suv bug'ining elastikligi deb ham yuritiladi. Havodagi mavjud suv bug'ining parsial bosimini e harfi bilan belgilanadi. Havoda suv bug'lari ortsa suv bug'i-ning parsial bosimi e ham ortadi. Suv bug'ining parsial bosimi e ni hozirgi vaqtda gPa (gektopaskal) birlikda o'lchanadi ($1 gPa = 1mb$ ekanligini eslang). Berilgan haroratda suv bug'ining parsial bosimi (elastikligi) biror maksimal E qiymatgacha ortishi mumkin va uni bug'-ning shu haroratdagi maksimal elastikligi yoki to'yingan bug' elastikligi deb yuritiladi. Demak, $e < E$ da bug'ni to'yinmagan bug', $e = E$ da esa to'yingan bug' deb yuritiladi. Shunday qilib, havodagi suv bug'ining berilgan haroratda mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan eng katta parsial bosimini to'yingan bug' bosimi deyiladi va E harfi bilan belgilanadi, To'yingan bug' bosimi E ni ham gPa birlikda ifodalanadi. Havoning harorati qanchalik yuqori bo'tsa, to'yingan bug' bosimi ham kattalasha boradi. Masalan, harorat $0^{\circ}C$ bo'lganda suvning tekis sirti ustidagi to'yingan bug' bosimi $6,1 gPa$ ga, $10^{\circ}C$ da esa $12,3 gPa$ ga, $20^{\circ}C$ da $23,4 gPa$ ga, $30^{\circ}C$ da $42,4 gPa$ ga teng bo'ladi. Bu misollardan ko'rinadiki, harorat oshgan sari havo tobora ko'p suv bug'ini saqlay oladi. Musbat haroratlarda distirlangan suvning tekis sirti ustidagi to'yingan bug' bosimi faqat haroratga bog'liq. Manfiy haroratlarda esa u yana bug'lanayotgan sirtning qanday (O'ta sovigan suv yoki muz) holatda ekanligiga bog'liq. Biror haroratda muz ustidagi to'yingan bug' bosimi, xuddi shu haroratdagi O'ta sovigan suv ustidagi to'yingan bug' bosimidan kichik. Masalan, harorat $-5^{\circ}C$ bo'lganda O'ta sovigan suv ustidagi bug' bosimi $4,21gPa$, muz ustidagi bug' bosimi esa $4,01gPa$ ga teng. Demak, suv ustidagi bug'ning to'yinishi, muz ustidagi to'yinishga qaraganda ko'proq bosimda boshlanadi. To'yingan bug' bosimi harorat va bug'lanayotgan sirtning qanday fazaviy holatda ekanligidan tashqari, bug'lanayotgan sirtning egriligining turiga ham bog'liq. Qavariq sirt, masalan tomchi ustidagi to'yingan bug' bosimi, xuddi shu haroratdagi tekis sirt ustidagi to'yingan bug' bosimidan katta. Botiq sirt, masalan kapillyar naydagi

suv sathi ustidagi bug‘ bosimi xuddi shu haroratdagi tekis sirt ustidagi to‘yingan bug‘ bosimidan kichik bo‘ladi. Ammo bu farqlar radiusi 10^{-4} cm dan kichik tomchilar ustida va tuproqdagi juda ingichka kapillyarlar ustida sezilarli bo‘ladi. Havo namligini aniqlaydigan asosiy kattaliklar havodagi suv bug‘ining miqdoriga havo namligi deyiladi. Havoning namligi suv bug‘ining parsial bosimi, to‘yingan bug‘ bosimi, absolyut namlik, havoning nisbiy namligi, to‘yinish yetishmovchiligi, shudring nuqtasi kabi kattaliklar bilan aniqlanadi.

Havo namligini sutkalik borishini kuzatishda stansion va aspiratsion psixrometrlar yordamida olingan natijalardan foydalaniladi.

Havo namligini parsial bosimini sutkalik borishi Okean, dengiz va ularga yaqin quruqliklardagi suv va havo temperaturasini borishi bilan o‘xshash.

Maksimum qiymatga soat $14^{00} - 15^{00}$ da erishadi, minimum qiymatiga esa quyosh chiqishi vaqtidan ozgina oldin erishadi. Xuddi shunga o‘xshash yilning sovuq paytlarida materiklardagi suv bug‘ining sutkalik borishi bir xil bo‘ladi. Yilning issiq paytlarida, asosan yozda Yer sirtiga yaqin joylarda suv bug‘lari havoning konveksiya va turbulenti tufayli yuqoriga ko‘tarilishi hisobiga kamayib ketadi. Bu paytlarda bug‘ elastikligining qiymati peshinda minimumga, kechqurun va saxarda maksimumga ega bo‘ladi.

Havodagi suv bug‘larining parsial bosimini yillik borishi quruqlik yuqorisida bo‘ladimi, okean yuqorisida bo‘ladimi temperaturaning yillik borishi bilan bir xil bo‘ladi. Shimoliy yarim sharda suv bug‘ining elastikligi maksimum qiymatiga iyulda erishsa, minimum qiymatiga yanvar oyida erishadi.

Havoning nisbiy namligi f ning sutkalik borishi temperaturaning sutkalik borishiga teskari yo‘nalgan. Bu, temperatura ortishiga qarab bug‘lanishni intensivligini ortishi natijasida havoga qo‘shilayotgan suv bug‘lariga nisbatan to‘yinish elastikligi tezroq ortishi bilan tushuntiriladi. Demak, E, e ga nisbatan tezroq ortadi. Shuning uchun f kamayadi va havoning nisbiy namligining sutkalik minimumiga soat 14-15 larda erishadi. Maksimum qiymatiga esa qechqurun yoki saxarda erishadi. Bundan, peshin paytlarda nam havo oqimlarini olib kelinadigan dengiz qirg‘oqlariga yaqin joylar istasno.

Havo nisbiy namligi f ning yillik borishida minimum qiymatiga yozda, maksimum qiymatiga esa qishda erishadi. Mussonli (mussn-

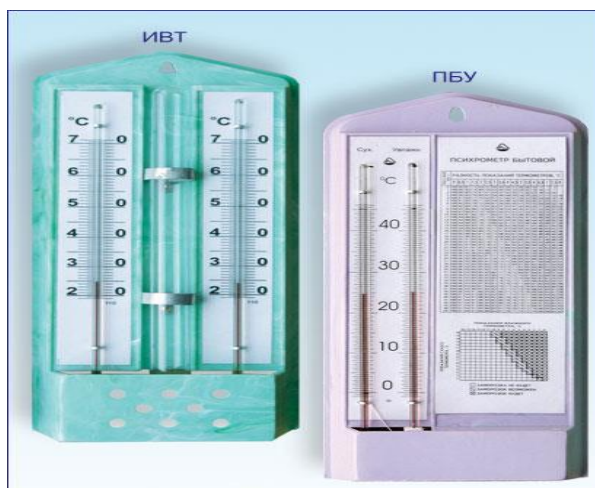
qishda dengizga tomon, yozda esa qirg'oqqa tomon esadigan shamol) iqlimga ega bo'lgan hududlarda (Uzoq Sharq, Xindiston) minimum qishga, maksimum yoz pytiga to'g'ri keladi.

Geografiya nuqtai nazardan olsak, ikkita havoning nisbiy namligi f katta iqlim zonasiga bo'linishi bilan xarakterlanadi. Birinchisi Issiq yuqori bo'lishi

hisobiga bug'lanish ko'p bo'lgan va havoning nisbiy namligi f ning yillik o'rtacha qiymati 85% to'g'ri keluvchi Ekvator. Ikkinchisi Shimoliy Muz okeaniga yaqin qirg'oqlar va orollar. Havo nisbiy namligi f ning eng past qiymati saxrolarga to'g'ri kelib, yillik o'rtacha qiymati 15 – 20% ni tashkil qiladi, ba'zi joylarda bundan ham kam bo'lishi mumkin.

To'yingan suv bug'i defisitining borishi, havo temperaturasining borishi bilan bog'liq xolda kechadi. To'yingan suv bug'ining defisiti soat 14⁰⁰ – 15⁰⁰ larda maksimumga, sahar Quyosh chiqishdan oldin minimumga erishadi. To'yingan suv bug'i defisitining yillik borishida maksimumga yozning eng issiq kunlariga to'g'ri kelsa, minimum qishning eng sovuq kunlariga to'g'ri keladi.

Bulutlarda dastavval vujudga kelgan suv tomchilari, muz kristallari juda kichkina bo'lishi ni ta'kidlab o'tganmiz. Shuning uchun ularning har biriga ta'sir etuvchi og'irlik kuchi, havoning ko'tarilma harakati va qarshilik kuchidan kichik bo'l-ganligi uchun ular atmosferada muallaq holatda mavjud bo'ladi. Atmosferada zaruriy fizik sharoitlar yetarli bo'lganda bulutning bunday elementlari (suv tomchilari, muz kristallari) 0,1 – 0,2mm va undan ham kattaroq o'lchamlargacha yiriklashadi. Bu paytda yiriklashgan suv tomchilari (yoki muz kristallari) ni havoning qarshilik kuchi va ko'tarilma harakati ushlab turolmaydi, ya'ni tomchilarga ta'sir etuvchi og'irlik kuchi havoning qarshilik kuchi va ko'tarilma harakatining ta'siridan katta bo'lib qoladi. Yiriklashgan tomchilar bulutlardan yog'in tarzida yerga tushadi. Tomchilar qanday usullarda yiriklashadi degan savolga javob beraylik. Tomchilarning kerakli o'lchamlargacha yirikla-shuvi kondensatsiya usuli bilan amalga



oshmaydi. Kondensatsiya sababli juda mayda tomchilar hosil bo‘ladi va ular bu usulda yomg‘ir tomchisigacha o‘smaydi, chunki bunday o‘shish uchun juda uzoq vaqt muddati kerak. Bulutlardan yomg‘ir tarzida yog‘adigan ancha yirik tomchilar dastavval mayda tomchilarning o‘zaro qo‘shilishidan hosil bo‘ladi. Tomchilarning kattalashuvi elektr kuchlari ta‘sirida ham ro‘y beradi. Qarama-qarshi ishorali zaryadlangan tomchilarning o‘zaro birikishi (qo‘shilishi) ehtimoli katta. Tomchilarning o‘zaro qo‘shilishida ularning o‘lchami ham ahamiyatga ega. Chunki yirik tomchilarning pastga tushish tezligi katta, mayda tomchilarning tushish tezligi kam bo‘ladi. Masalan, tajribalardan aniqlanishicha, normal atmosferada bosimi va havo harorati 20°C bo‘lganda radiusi $r_1 = 0,1\text{mm}$ bo‘lgan tomchining tushish tezligi $x_1 = 0,72\text{cm/s}$ ga teng bo‘lsa, radiusi $r_2 = 3\text{mm}$ bo‘lgan tomchilar esa $x_2 = 9,18\text{cm/s}$ tezlik bilan tushadi. Qor uchqunlari, xuddi shunday massali tomchilarga nisbatan kamroq tezlik bilan tushadi, chunki ularning sirti katta bo‘lganligi uchun havoning ko‘proq qarshiligiga uchraydi. Qor uchqunlarining tezligi $0,1 - 1,0\text{cm/s}$ atrofida bo‘ladi. Tomchilarning o‘lchami $5 - 7\text{mm}$ gacha yetadi, undan katta tomchilar parchalanib ketadi. Tezroq tushayotgan katta tomchilar mayda tomchilarni quvib etib urilib ularni o‘ziga qo‘shib olib kattalasha boradi. Tomchilarning shunday yiriklashuvini gravitatsion koagulyatsiya deb yuritiladi. Bulut elementlari va yomg‘ir tomchilarining paydo bo‘lishi da asosiy rolni gravitatsion koagulyatsiya o‘laydi. Turbulentlik ham tomchilarning toqnashuviga sabab bo‘ladi

Bunday usul bilan qatlamli bulutlardan ba‘zan shivalama yomg‘ir, kuchli to‘p-to‘p bulutlardan esa-mayda va jadalligi kam yomg‘ir yog‘adi. Ammo mo‘l yog‘inlar bu usul bilan hosil bo‘lmaydi. Mo‘l yog‘inlarning hosil bo‘lishi uchun bulutlar aralash bo‘lishi, ya‘ni ularda o‘ta sovigan tomchilar va muz kristallari yonma-yon mavjud bo‘lishi kerak. Yuqori qatlamli, yomg‘irli qatlam va yomg‘irli to‘p-to‘p bulutlar xuddi shunday tuzilgan. Agar o‘ta sovigan tomchilar va kristallar o‘zaro yaqin mavjud bo‘lsa, namlik sharoiti shunday bo‘ladiki, unda havo tomchilarga nisbatan to‘yinmagan, kristallarga nisbatan o‘ta to‘yingan bo‘ladi. Bunday sharoitda tomchilar bug‘lanib ketadi, kristallar esa sublimatsiya yo‘li bilan o‘sadi (kattalashadi). Bu jarayon ayniqsa -12°C haroratda jadal o‘tadi, chunki bu haroratda o‘ta sovigan suv va muz ustidagi to‘yingan bug‘ bosimlarining farqi eng katta bo‘ladi. Demak,

bunday jarayonda tomchilarning bugʻlanishi natijasida hosil boʻlgan suv bugʻlari muz kristallarida sublimatsiyalanib, ularning kattalashuviga sabab boʻladi. -12°C dan yuqori va past haroratlarda bu jarayon -12°C dagidan sekinroq oʻtadi, ammo u ham bulutlardan yogʻadigan yirik qor uchqunlarini vujudga keltiradi. Yiriklashgan kristallar odatda bulutlarning ustki qismi-dan yogʻa boshlaydi (chunki bulutlarning yuqori qismida muz kristallari afzal ravishda mavjud). Tushish paytida ular sublimatsiya yoʻli bilan yana kattalashishini davom ettiradi. Bundan tashqari kristallar tushish paytida oʻta sovigan tomchilar bilan toʻqnashib, ularni ham muzlatib oʻziga qoʻshib olib yiriklashadi. Shunday qilib, bulutning yoki bulutlik qatlamining pastki qismida yirik kristallar paydo boʻladi. Agar bulutning quyi qismida harorat 0°C dan yuqori boʻlsa, kristallar erib tomchiga aylanadi va yomgʻir tarzida yerga tusha boshlaydi. Hosil boʻlgan tomchilarning tezligi turlicha boʻlganidan tushish paytida bir-biri bilan yoki bulutdagi boshqa tomchilar bilan oʻzaro koagullashadi (qoʻshiladi) va natijada yanada yiriklashadi. Baʼzi hollarda kristallar bulutning ostida erib ketadi va yana yomgʻir yogʻadi. Agar bulutlarning ostidan toki yer sirtigacha havo harorati manfiy boʻlsa yogʻinlar qor yoki oqishoq qor koʻrinishida yogʻadi. Agar yogʻinlar doʻl yoki muz tarzida boʻlsa, namlik sharoiti yana murakkablashadi, ammo hodisaning mohiyati xuddi yuqorida-giday boʻladi.

Atmosfera yogʻinlari fazaviy holatlari boʻyicha qattiq, suyuq, aralash yogʻin-larga boʻlinadi. Yogʻish xususiyatiga koʻra yogʻinlar uch turga: burkama, jala va shivalama yogʻinlarga ajratiladi. Suyuq yogʻinlarga burkama yomgʻir, jala yomgʻir va shivilama yomgʻirlar kiradi.

Burkama yomgʻirlar yomgʻirli qatlam yoki yuqori qatlamli bulutlardan afzal ravishda yogʻadi. Oʻrta oʻlchamdagi tomchilardan tashkil topgan bunday yomgʻirlar juda katta hududlarga yogʻadi. Ularning jadalligi unchalik katta boʻlmay surunkali yoki vaqti-vaqti bilan Oʻtab bir necha soat yoki bir necha kun davom etadi. Jala yomgʻirlar yirik tomchilardan iborat boʻlib, yomgʻirli toʻp-toʻp bulutlardan yogʻadi. Jala yogʻinlar toʻsatdan boshlanadi va jadalligi $1\text{mm}/\text{min}$ ga yetganda jalaga aylanadi. Jala yogʻishi uzoq muddatga choʻzilmaydi va kichik hududlarga yogʻadi. Baʼzan jala yogʻinlar kuchli qor yogʻishi koʻrinishida boʻladi. Shivalama yomgʻirlar diametri $0,5\text{mm}$ dan kichik suv tomchilaridan iborat boʻlib, odatda qatlamli,

baʼzan esa qatlamli toʻp-toʻp bulutlardan yoki tumanlardan yogʻadi. Aralash yogʻinlarga hoʻl qor kiradi.

Qattiq yogʻinlarga qor, oqshoq qor, qor donalari, muz donalari, muzli yomgʻir va doʻl kiradi. Burkama qor yomgʻirli qatlam, qatlamli toʻp-toʻp va yuqori qatlamli bulutlardan yogʻadi. Yomgʻirli toʻp-toʻp bulutlardan qor va muz donalari, kuchli qor va doʻl yogʻadi. Qishloq xoʻjaligi ishlab chiqarishi uchun doʻl ayniqsa xavfli yogʻindir. Doʻl bahor va kuz oylarida kuchli yomgʻirli toʻp-toʻp bulutlardan yogʻadigan sharsimon va noaniq shaklli zich muz donalari koʻrinishidagi atmosfera yogʻinidir.

Yogʻinlarning asosiy xususiyati boʻlib yogʻin jadalligi hisoblanadi. Yogʻin miqdori yer sirtidagi gorizontaal yuzada yogʻin paytida toʻplangan suv hosil qilgan qatlamning (suvning tuproqqa shimilishi, bugʻlanishi va oqib ketishi boʻlmagan-dagi) balandligi bilan oʻlchanadi. Masalan, 1ga gorizontaal yuzada yogʻindan 1mm qalinlikdagi suv tekis toʻplansa, u holda yigʻilgan suv hajmi V ga teng boʻladi: $V = 10^4 m^2 \cdot 1mm = 10^4 m^2 \cdot 10^{-3} m = 10m^3$; bu suvning massasi m , zichligi ρ boʻlsa $m = \rho V$ formulaga asosan:
 $m = 10^3 kg/m^3 \cdot 10m^3 = 10t$. (tonna) ga teng boʻladi. Vaqt birligida yoqqan yogʻin miqdoriga yogʻin jadalligi deyiladi. Agar yogʻin jadalligini i harfi bilan, vaqtni t va yogʻindan hosil boʻlgan suv qalinligini h bilan belgilasak, quyidagi formulani yoza olamiz:

$$i = \frac{h}{t} \quad (7.1)$$

Masalan, biror maydonga 10min davomida 3mm qalinlikdagi yomgʻir yogʻsa, uning jadalligi quyidagicha boʻladi:

$$i = \frac{3mm}{10min} = 0,3 \frac{mm}{min}$$

Xuddi shu jadallikda 1 ga yerga har sekundda yoqqan yogʻin miqdorini aniqlaymiz:

$$i = \frac{h}{t} \text{ dan } h = i \cdot t \text{ yoki } h \cdot s = i \cdot s \cdot t$$

bundan:

$$v = h \cdot s = i \cdot s \cdot t = 0,3 \frac{mm}{min} \cdot 10^4 m^2 \cdot 1s = 0,3 \cdot 10^{-3} \frac{m^3 \cdot s}{min} \\ = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 10^3}{60} l = 50l$$

Demak, 1 ga yerga har sekundda 50l (litr) dan yomg‘ir yog‘adi. Yog‘inlar-ning faqat umumiy yillik miqdorigina emas, balki ularning qaysi oylarda yog‘ishi, aniqroq qilib aytganda qaysi oylarda ko‘proq yog‘ishi yoki qaysi oylarda kamroq yog‘ishi ham qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishi uchun ahamiyatga ega. Shuning uchun ularni muntazam ravishda o‘lchab boriladi. O‘lchashlar natijasida yog‘inning sutkalik, oylik va yillik miqdori aniqlanadi. Yer sharining turli qismlarida, jumladan O‘zbekiston Respublikasining hududlarida yog‘inlar notekis taqsimlangan. Yer sharining ba‘zi joylarida nihoyatda ko‘p yog‘in yog‘sa, boshqa joylarida yil davomida juda kam yog‘in yog‘adi. Masalan, Xindistonning Cherrapunji (25,8°shim.kenglik, 91,8° sharqiy uzunlik) hududi butun dunyoda eng ko‘p yomg‘ir yog‘adigan hududlardan bo‘lib, yillik yog‘in miqdori 11000 – 12000 mm ga yetadi. Peru sahrolarining ayrim joylariga hamda Sahroi Kabirga ba‘zan yillab yog‘in yog‘maydi. Kavkazda yillik yog‘in miqdori 2500 – 3000 mm ni, Rossiya Fede-ratsiyasining Evropa qismida 500 – 600 mm ni tashkil qiladi. Meteorologik Stantsiyalarda yog‘in miqdorini Tretyakov yog‘in o‘lchagi-chi va plyuviograf bilan o‘lchanadi. Dala sharoitida yog‘in miqdorini o‘lchash uchun F.F. Davitaya yomg‘ir o‘lchagichidan foydalaniladi. Yog‘in miqdorini uzluksiz yozib berish uchun plyuviograf ishlatiladi. Yog‘inlarning sutkalik va yillik o‘zgarishi. Yer yuzida va O‘zbekiston hududlarida yog‘inlarning taqsimlanishi Yog‘in miqdorining sutkalik o‘zgarishi bulutlik o‘zgarishining borishi va xususiyati bilan aniqlanadi. Yog‘inlarning sutkalik o‘zgarishini kontinental va dengiz (yoki qirg‘oq) iqlimli turlarga ajratiladi.

Kontinental iqlimli hududlarda yog‘inlar yog‘ishining sutkalik o‘zgarishida ikkita maksimum va ikkita minimum bor. Birinchi bosh maksimum tushdan keyingi soatlarga to‘g‘ri keladi, chunki bu vaqtda quruqlik ustida konveksiya bulutlari eng kuchli rivojlangan bo‘ladi. Ikkinchi, ancha kuchsiz maksimum esa erta tongda kuzatiladi, chunki bu vaqtda qatlamli turdagi bulutlar eng kuchli rivojlanishga erishadi. Demak, yog‘inlarning sutkalik o‘zgarishida yog‘inlar yog‘ishining kucha-yishi

tushdan keyin va erta tongda ro‘y beradi. Yog‘inlarning birinchi bosh minimu-mi tun yarmidan keyin, ikkinchi minimumi esa tushdan oldin



kuzatiladi. Dengiz (yoki qirg‘oq) iqlimli hududlarda esa yog‘inlar yog‘ishining bitta maksimu-mi va bitta minimumi bor. Yog‘inlar yog‘ishining maksimumi kechasi, minimumi esa kunduzi tushdan keyingi soatlarda kuzatiladi. Buni quyidagicha tushuntiriladi. Kechasi dengiz ustida haroratning tik yo‘nalishdagi gradienti ortadi, buning oqibatida turg‘unmas stratifikatsiya vujudga keladi va bulutlarning hosil bo‘lishi boshlanadi.

Kunduzi, dengiz havosi ancha isigan quruqlik ustiga ko‘chganda nisbiy namligi kamayadi, natijada bulutlar hosil bo‘lishi qiyinlashadi. Kunduzi dengiz ustida havoning tik ravishda pastga yo‘nalgan oqimi ham kuchaygan bo‘ladi, bu ham o‘z navbatida bulutlar hosil bo‘lishi ga qarshilik ko‘rsatadi. Demak, qirg‘oq iqlimli hududlarda kunduzi tropik, subtropik, mo‘tadil iqlimli turlarga ajratiladi. Ekvatorial zona ($0 - 10^\circ$ shimoliy va janubiy kengliklar) da yiliga eng ko‘p yog‘in yog‘adi. Bu hududda yillik yog‘in yig‘indisi o‘rta hisobda 2000 mm gacha yetadi. Yog‘in miqdori Tinch okeanning ba‘zi orollarida yiliga $5000 - 6000\text{ mm}$ gacha yetadi. Bu hududda yog‘inlarning ikkita maksimumi-bahorgi va kuzgi teng kunliklar (aprel, oktyabr) dan keyin, minimumi esa yozgi va qishki quyosh turishi vaqtidan (iyun, yanvar) dan keyin kuzatiladi. Bunday yog‘in rejimi ayniqsa Markaziy Afrikada yaqqol namoyon bo‘lgan. Bu zonaning hech qayerida qurg‘oqchil davr (o‘simliklar o‘sishi va rivojlanishi nuqtai nazaridan) bo‘lmaydi, bu zonada yog‘in yil bo‘yi deyarli bir xil yog‘adi deb ayta olamiz. Tropik zona ($10 - 23,5^\circ$ shimoliy va janubiy kengliklar) da yozgi to‘rt oy muddatli yomg‘ir davri mavjud, qolgan oylarda esa yog‘inlar deyarli yog‘maydi. Yer sharidagi yog‘inlarning deyarli yarmisi 20° shimoliy kenglik bilan 20° janubiy kenglik orasida joylashgan yerlarga tushadi.

Subtropik zona ($23,5 - 40^\circ$ shimoliy va janubiy kengliklar) da yogʻinlar nisbatan kam yogʻadi. Bu zonada yogʻin miqdori keng intyervalda oʻzgaradi. Masalan, Himolay togʻi yonbagʻirlarida yillik yogʻin miqdori 12700mm ga yetsa, choʻllarda esa 50mm ga teng. Zona boʻyicha yogʻinlarning oʻrtacha yigʻindisi 250mm ga teng. Tropiklar yaqinida, har ikkala yarim sharning 20° kengligidan $30 - 32^\circ$ kengligigacha boʻlgan yerlarda qurgʻoqchil zonalar yoki choʻllar bor. Tipik tropik choʻllarda yogʻin onda-sonda yogʻadi. Masalan, shunday hududga kiruvchi Sahroi Kabirda baʼzi yillarda $10 - 40\text{mm}$ atrofida, Atakama choʻlida esa yillik yogʻin miqdori $0,1 - 5\text{mm}$ atrofida boʻladi. Bu hududda



yogʻinlar mavsumlar boʻyicha notekis yogʻadi. Bu zonada yogʻinlarning eng koʻpi bahorda yogʻadi, qish yozga nisbatan kam qurgʻoqchil boʻladi. Moʻtadil kengliklar ($40 - 58^\circ$ shimoliy va janubiy kengliklar) da quruqlik ustida yogʻinlar maksimumi yozga, minimumi esa qishga toʻgʻri keladi. Okeanlar ustida esa buning aksi roʻy beradi. Bu hududda materiklarning ichki qismida yiliga $300 - 500\text{mm}$ yogʻin yogʻsa, okeanlarga esa $750 - 1000\text{mm}$ yogʻin yogʻadi. Endi Oʻzbekiston hududida yogʻinlarning taqsimlanishiga toʻxtala-miz. Oʻzbekistonda yogʻin miqdori kam va hudud-lar boʻyicha notekis taqsimlangan. Bunga respub-likamizning materik ichki qismida joylashganligi, okeanlardan uzoqligi, havo massalarining xususi-yatlari va relʼefi sabab boʻladi. Oʻzbekistonda qish davrida Sibir antitsikloni, yozda esa Azor antitsikloni taʼsir qiladi. Oʻzbekiston tekislik qismiga, ayniqsa uning shimoli-gʻarbiga yogʻin juda kam yogʻadi. Respublikamizda eng kam yogʻin yogʻadigan joylarga Quyi Amudaryo, Qizilqum choʻlining gʻarbi va Fargʻona vodiysining gʻarbiy qismlari kiradi. Ularda yiliga oʻrtacha $80 - 100\text{mm}$ yogʻin (Navoiyda 177mm , Qoʻqonda 98mm , Fargʻonada 174mm) yogʻadi. Oʻzbekistonning qolgan tekislik qismida yillik yogʻin miqdori $100 - 300\text{mm}$ atrofida boʻladi. Buni quyidagi misollardan koʻrish mumkin: Chirchiqda- 122mm , Shofirkonda- 120mm , Termizda- 133mm , Qarshida- 225mm ga teng. Oʻzbekis-

tonning tog' oldi hududlariga yiliga o'rtacha 300 – 350 mm (Denovda-360 mm , Samarqandda- 328mm , Toshkentda- 359 mm , Jizzaxda-425 mm, Kitobda-525mm) gacha yog'in yog'adi. G'arbiy Tyanshan, Zarafshon va Hisor tog'larining g'arbiy va janubi-g'arbiy yonbag'irlariga eng ko'p yog'in yog'ib, yiliga o'rtacha 550 – 900 mm gacha yetadi. Masalan, Chimyonda-787mm , Xumsonda 879mm , Omon-qo'londa-881 mm yog'in yog'adi. Yog'inlarning O'zbekiston hududlari bo'yicha taqsimlanishi quyidagi 8-rasmda keltirilgan. O'zbekistonda umumiy yog'in miq-dorining 30-50 foizi bahorga, 25-40 foizi qishga, 10-12 foizi kuzga, 1-10 foizi yozga to'g'ri keladi. Demak, mamlakatimizda eng ko'p yog'in miqdori bahor va qish oylariga, eng kam yog'in esa yozga to'g'ri keladi. Respublikamizning tog' oldi va tog' mintaqasida ham eng ko'p yog'in bahorga to'g'ri keladi. Bu yerlarda bahordagi yog'in miqdori yillik yog'inning 41 foizi, Samarqandda 49 foizi bahorga to'g'ri keladi. Respublikamizda yil davomida eng ko'p yog'in mart oyiga, eng kam yog'in yoz oylariga to'g'ri keladi O'zbekistonda qish faslida yog'inlarning ko'p qismi qor shaklida yog'adi. Qor qoplami havoning turg'un manfiy haroratlari vaqtida qor yog'ishi natijasida yer sirtida qor qoplami vujudga keladi. Qor qoplami tuproq va havoning issiqlik rejimiga kuchli ta'sir ko'rsatadi. Qor qoplami Arktika va Antarkti-kada yil bo'yi, Rossiya Fedyeratsiyasining asosiy qishloq xo'jalik hududlarida 4-6 oy, Sibirning shimolida 9-10 oy, Ukrainada 30 kundan 100 kungacha, 45°shimoliy kenglikda esa salkam 1 oy erimay yotadi. Qor O'zbekiston Respublikasining hamma joyida yog'adi. Qor qoplami O'zbekiston tekisliklarida noyabr oyining ohirida, janubiy tumanlarida esa dekabr oyining uchinchi o'n kunligida hosil bo'ladi. Respublikaning shimoliy hududlarida qor qoplamli kunlar soni 60 kunga, tog'larda esa 100 kunga yetadi. Tekisliklarda qor qoplaminig o'rtacha balandligi 4 – 8 cm ga, ba'zi yillarda esa 20 – 30 cm ga yetadi. O'zbekistonning tog' oldi tumanlarida qor qoplaminig o'rtacha qalinligi 10 – 20 cm, maksimal qiymati esa 40 – 60 cm ni tashkil etadi. Tog'li hududlarda qor qoplaminig o'rtacha balandligi 60 cm, maksimal balandligi esa 1,5 – 2 m dan ortiq bo'lishi mumkin. O'zbekiston iqlimi sharoitida turg'un qor qoplaminig yotishi faqat shimoliy hududlarda-Ustyurtda va qisman Orol dengizi sohillarida, shuningdek balandligi 1000 m dan ortiq tog'li hududlarda bo'lishi mumkin. Tekisliklarning qolgan qismida

va tog' oldi hudud-larda turg'un qor qoplami faqat ayrim yillardagina hosil bo'ladi. Shamolsiz vaqtlar-da gorizonttal yerlarga bir tekisda yoqqan qor qalinligi hamma joyda bir xil qor qoplami hosil qiladi. Shamol ta'sirida qor qoplaminig qalinligi juda notekis: do'ng yerlarda yupqa, pastqam yerlarda esa qalin bo'ladi. Tog'larda, shamolga qaragan yonbag'irlarda qor qoplami yupqa, shamolga teskari yonbag'irlarda esa qalin bo'ladi. Qor qoplami holatining balandligi, zichligi va yotish xususiyati bilan aniqlanadi. Qor qoplaminig balandligi yoqqan qor miqdoriga va uning zichligiga bog'liq. Qor qoplaminig zichligi olingan qor namunasi massasining hajmi nisbatiga teng. Yangi yoqqan qorning zichligi $0,01g/cm^3$ ga, uzoq muddat yotib qolgan va eriy boshlagan qorning zichligi $0,6 - 0,7 g/cm^3$ chamasida bo'ladi. Yangi yoqqan qorning zichligi havo haroratiga va qor yog'ayotgan paytdagi shamol tezligiga bog'liq. Qor yog'ayotgan vaqtda havo harorati past va shamol kuchsiz bo'lsa qor zichligi kichik, agar harorat yuqori va shamol kuchli bo'lsa qor zichligi shuncha katta bo'ladi.

Yog'inlarning qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi uchun ahamiyati.

Yog'inlar qishloq xo'jalik dalalaridagi namning asosiy manbai bo'lib, o'simliklar hayotida muhim ahamiyatga ega. Yog'inlarni tuproqning o'zlashtirishi joyning relefiga, tuproq tarkibi va namlanganligiga, taglik sirtning turiga, shuningdek yog'inlarning jadalligi va davomiyligiga bog'liq. Yog'inlar joyning relefiga bog'liq ravishda tuproqni bir tekisda namlamaydi. Kichik gorizonttal dalani yog'in bir tekisda namlaydi deb aytish mumkin. Ammo katta gorizonttal maydonlarni yog'in bir xil namlaydi deb tasdiqlash qiyin. Tepalik va pastqamlik relefli joylarda yomg'ir suvi pastga oqib tushadi. Natijada yonbag'irning ustki qismi namni kam, pastki qismi yuqori qismlaridan namni 1,5-2 marta ortiq oladi. Yuqori tarkibli tuproqlar namni tarkibsiz yoki kam tarkibli tuproqqa qaraganda yaxshi o'zlashtiradi. Atmosfera yog'inlari tarkibsiz tuproqlardan sekin o'tadi. Ekinlarga tushgan yog'inlarning bir qismi o'simlik sirtini ho'llashga sarflanadi, qolgan qismi esa tuproqqa yetib boradi.

Tayanch iboralar: porsial bosim, issiqlik konveksiyasi, turbulent aralashish, molekulyar diffuziya, kontinental iqlim, tropik iqlim, subtropik iqlim, mo'tadil iqlim, turg'un qor qoplami, tepalik va pastqamlik relefli, atmosfera yog'inlari.

Nazorat savollari.

1. Parsial bosim deganda nimani tushunasiz?
2. Issiqlik konveksiyasi deganda nimani tushunasiz?
3. Turbulent aralashish deganda nimani tushunasiz?
4. Molekulyar diffuziya deganda nimani tushunasiz?
5. Kontinental iqlim deganda nimani tushunasiz?
6. Tropik iqlim, subtropik iqlim, mo'tadil iqlim deganda nimani tushunasiz?
7. Turg'un qor qoplami deganda nimani tushunasiz?
8. Tepalik va pastqamlik relefli deganda nimani tushunasiz?
9. Atmosfera yog'inlari deganda nimani tushunasiz?

§28. Havo namligining qishloq xo'jaligik ishlab chiqarish uchun ahamiyati.

Suv bug'larini parsial bosimi, atmosfera bosimiga qaraganda yuqoriga qarab 4-5 marta tezroq kamayib boradi. Dengiz sathidagiga qaraganda 6km balandlikda suv bug'larining parsial bosimi 9-10 marta kichik bo'ladi. Bunga sabab asosan, atmosferaning Yer sirtiga yaqin qatlamlarida tuproqdan, o'simliklardan va okeanlardan suvni doimiy ravishda bug'lanishi natijasidir. Bu bug'lar Yer sirtiga yaqin qatlamlar nisbatan yuqori qatlamlarga ko'tarilishi kam bo'lgadi. Bundan tashqari yuqori qatlamda suv bug'lari ko'payib ketsa, temperaturaning pastligi tufayli to'yinib, yog'inlar ko'rinishida yana Yerga qaytib tushadi.

Havoning nisbiy namligi f vertical bo'ylab notekis tarqalgan. Yoz kunlarida Yer sirtiga yaqin qatlamlarida yuqoriga qarab havo temperaturasini kamayib borishi hisobiga bir muncha ortib boradi, so'ngra yana suv bug'larini ko'tarilishi kamayganligi tufayli pasayadi, va yana ortib borib 100% ga yetadi, bulutli qatlamlarni hosil qiladi.

O'simlik bilan qoplangan Yerlarda yalang tuproqqa nisbatan namlik ko'proq bo'ladi. Bunga sabab o'simlik yalang tuproqqa nisbatan ko'p miqdordagi suvni bug'lantirish bilan birga shamolni ta'sirini kamaytirishi oqibatida havoning turbulentlik diffuziyasi kamayadi. Shuning uchun asosan kunduzgi soatlarda suv bug'larini parsial bosimi o'simlik bilan qoplangan Yerlarda, yalang tuproqqa nisbatan yuqori bo'ladi.

Shuningdek, havoning nisbiy namligi f o'simlik bilan qoplangan joylarda yuqori bo'ladi.

Ekinli maydonlarda to‘yingan bug‘ bosimining defisiti ekinsiz yalang maydonlarga nisbatan sezilarli darajada kam bo‘ladi. Uning taqsimoti o‘simlikning yuqori qismidagi barglaridan pastki qismidagi barglariga qarab ortishi bilan xarakterlanadi.

Makkajuxori ekilgan yer bilan ekinsiz yalang yer yuqorisidagi havoning nisbiy namligi va to‘yingan bug‘ bosimi defisitining vertical bo‘yicha taqsimoti

28.1 jadval

Uskuna joylashtirilgan balandlik	Ekinsiz yalang yer		Ekilgan yer		Izoh
	Nisbiy namlik %	To‘yinish Defitsiti <i>gPa</i>	Nisbiy namlik %	To‘yinish Defitsiti <i>gPa</i>	
200	23	24,5	27	21,9	O‘simliklarning Balandligi 200-240
150	-	-	33	20,0	O‘simlik zichligi 40ming o‘simlik/ga
100	22	27,2	40	18,1	
50	-	-	45	15,5	
25	-	-	48	14,3	
10	24	31,5	52	13,5	Qator oralarining soyalanishi 95%

Yozda suv bug‘ini parsial bosimi va nisbiy namlik o‘rmonlarda daraxtsiz maydonlarga nisbatan yuqori bo‘ladi.

Havodagi mavjud suv bug‘larining atmosfera jarayonlarida, shuningdek, tirik organizmlarning normal rivojlanishida, insonlarning yashash va ishlash sharoitida ahamiyari katta.

Havo namligining qishloq ho‘jaligi ishlab chiqarishi uchun ahamiyati quyida-gichadir. Havo namligi haqidagi ma’lumotlarning qishloq ho‘jaligi ishlab chiqarishi uchun ahamiyati katta. Havo namligi bevosita o‘simlik transpirasiyasiga, temperaturasiga, changlanish sharoitlariga, yig‘im-terim mashinalari ishining unum-dorligiga va sifatiga ta’sir qiladi. Namlikning kamayishi ekinlar hosildoligining pasayishiga olib keladi. Masalan, O‘zbekistonning lalmikor

dehqonchilik hududla-rida, ayniqsa, tekislik va do'ng tekislik (adirlarda) zonalarida yetishtirilgan g'alla ekinlarining doni havoning nisbiy namligi uzoq muddatga 30% kam bo'lgani-da puch bo'lib qoladi va hosil keskin kamayadi. Havoning yuqori namligi ekinlarning gullash davrida changdonlarning ochilishiga va shamol yordamida changlanishiga to'sqinlik qiladi, bunday sharoitda o'simliklarning hasharotlar yordamida changlanishi qiyinlashadi.

Ma'lumotlarga qaraganda, bahori bug'doy ekinida poyalarning qalinligi va iqlim sharoitlariga bog'liq ravishda butun vegetatsiya davrida yoqqan barcha yog'inlarning 10-35 foizi o'simlik sirtini ho'llashga sarflanadi va tuproqqa yetib bormaydi. Shuning uchun yog'indan ochiq yer (shudgor) yoki qator oralarini chopiq qilinadigan ekinlar ostidagi tuproq, zich o'simlik qoplami ostidagi tuproqdan ko'proq nam oladi. G'ovak tuproq zich tuproqqa nisbatan namni ko'p o'zlashtiradi. Kam namlangan tuproq namni ko'proq namlangan tuproqqa nisbatan kuchliroq o'zlashtiradi. Burkama yog'inlar tuproqqa yaxshi singadi, chunki ularning ja-dalligi unchalik katta emas va yog'ish vaqti esa ancha katta. Jala yog'inlar ko'pincha qisqa muddatda yog'adi va jadalligi katta bo'ladi. Bunda tuproq yog'in suvini shimib (singdirib) ulgurolmay qoladi, natijada to'plangan suv pastqam yerlarga qarab oqadi, suv oqimlari yonbag'irlardan tuproqni yuvib va bo'sh ildiz olgan o'simliklarni ko'chirib olib ketadi. Yog'inlarning o'simlikka ta'siri o'simlik rivojlanishining fazalariga va holatiga, yog'inlarning jadalligi va yog'ish davomiyligiga qarab foydali yoki zararli bo'lishi mumkin. O'rib uyum-uyum qilib to'plab ketilgan g'alla poyalari va boshhoqlari bir necha kun yomg'ir ostida qolib ketsa, g'allaning unib chiqishini vujudga keltiradi. Bunday holat, yanchish ishlarining borishiga salbiy ta'sir qiladi. Masalan, yomg'irlar kungaboqarning gullashi oldidan va gullaganidan keyingi hafta muddatida qulay (foydali). Ammo yomg'irlarning ikki haftadan keyin ham davom etishi ko'pincha hosilning kamayishiga olib keladi. Mevali daraxtlar gullaganidan keyin ham kuchsiz qisqa muddatli yog'inlar foydali. Tok uchun gullashdan keyin mo'l va qisqa muddatli yog'inlar qulay, chunki ular tuproqdagi namlik zahirasi to'ldiradi. Shamol bilan birgalikda yog'adigan kuchli yomg'irlar tok novdalarini sindirib, tuproq qatlamini yuvib ketadi, gullarning yaxshi changlan-masligiga va ko'plab to'kilib ketishiga olib keladi. Uzum pishishiga yaqin yoqqan yomg'irlar ta'sirida g'ujumlar

po'sti yorilib, hosil sifatiga putur yetadi. O'zbekistonda do'l yog'ishi ko'proq tok avj olib o'sayotgan davr (aprel-may oylari) ga to'g'ri keladi. Do'l ayniqsa, yosh novdalar jadal o'sayotgan, tok gullayotgan, g'ujumlar rivojlanayotgan davrda juda xavfli va kelgusi yil hosiliga jiddiy zarar etkazadi. Do'l ta'sirida o'simlik-ning naysimon-o'tkazuvchan tizimi hamda moddalar almashinuvi (metabo'lizm) jarayoni buziladi. Shunday qilib, o'simlik rivojlanishining suvga eng ko'p talab davrlarida yoqqan yomg'irlar eng samarali bo'ladi. O'simlik rivojlani-shining kritik davrlarda, ya'ni suv eng ko'p istemol qilinadigan davrlarida nam etarli bo'tsa, o'simlik to'xtovsiz o'sadi va rivojlanadi. Hosilni yig'ishtirib olish davrida uzoq davom etgan yomg'irlar qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishiga zarar etkazadi. Don ekinlarining hosili pishgan davrdagi kuchli yomg'irlar bu ekinlarning yotib qolishiga sabab bo'ladi, shuningdek o'simlik poyalarining qaytadan ko'karib o'sishiga olib kelib g'alla o'rish kombaynlarining ishini qiyinlashtiradi. Ammo yog'inlarning uzoq vaqt bo'lmasligi ham qurg'oqchilikni keltirib chiqaradi. Hattoki tuproq namligi etarli bo'lgan yerlarda ham iyun, avgust oylarida 8-10 kun yog'in bo'lmasa haydalma qatlamda namlik etishmay qoladi. Yog'inlar uzoq muddat bo'lmasa va havoning harorati yuqori bo'tsa haydalma qatlam tuprog'i quriy boshlaydi.

Havo qancha quruq bo'tsa o'simliklardagi bug'lanish shuncha kuchli bo'ladi. Tuproq shuncha tez quriydi. Havoning tempertaturasi past bo'lganda o'simliklar tez o'sib g'ovlab ketadi. O'simliklar tarkibida azot, kraxmal va mineral moddalar kam bo'ladi, xlorofilning hosil bo'lishi susayadi. Donli ekinlar tez pishmaydi va ularni yig'ib olish qiyinlashadi. Kombaynlarning ish unumi pasayadi. Meva va donni quritish saqlashda havo namligini ta'siri katta, namlik katta bo'lgan hududlarda unib olingan don yetarli darajada quruq bo'lmaydi. Uni saqlash uchun don quritadigan mashinalar bilan yana quritish kerak bo'ladi bu esa ortiqcha sarf xarajatni yuzaga keltiradi.. Kuz sovuq yoki nam kelsa, paxtaning ochilishi susayadi. Uni quritishi ham qiyinlashadi.

Turli xil qishloq xo'jalik ishlarini o'tkazish, masalan, begona o'tlarga qarshi kurash, don ekinlarini o'rish, silos bostirish, omborhonalarni shamollatish, g'allani quritish va boshqa ishlarning muddati havoning namligi va temperaturasiga bog'liq.

28.1 jadval

T/r	Havoning temperaturasi	Havoning tuyintiradigan miqdor g/m ³	Tuyingan bug‘ning elastikligi	
			Simob ustunining mm lari	MB
1	0	4,6	4,9	6,1
2	10	9,2	9,4	12,3
3	20	17,5	17,3	23,4
4	30	31,8	30,4	73,8

Don ekinlarining pishishi davrida ortiqcha namlik donning va poyalarning tekis qurishiga to‘sqinlik qiladi, bu esa o‘rim mashinalarining ishlashini qiyinlash-tiradi va ish sifatini pasaytiradi. Nisbiy namlik oshib ketse, ekinlarda har xil kasal-liklarning tarqalishiga va rivojlanishiga, masalan, kartoshka va pomidorning fitoftora; uzumning mild (soxta un-shudring), kungaboqarning oq chirishi, don ekinlarining turlicha zang kasalliklariga sabab bo‘ladi.

Issiqxona ekinlarining o‘shishi va rivojlanishida ham havo namligining ahamiyati katta. Issiqxonalarda havo namligini sun‘iy ravishda boshqarib turiladi. Issiqxona va parniklarda havoning optimal nisbiy namligi bodring va baqlajon uchun 70% , salat va karam ko‘chatlari uchun 65%, pomidor va qalampir ko‘chat-lari uchun 60% atrofida bo‘lishi kerak. Ularning ko‘chatlarini o‘lkqzgandan keyin havo namligi yana 20% ga oshiriladi, shundan so‘ng toki hosil yig‘ib olinguncha issiqxonada havoning nisbiy namligini bodring va baqlajon uchun 90%, salat va karam uchun 80%, pomidor va qalampir uchun 60% qilib saqlanadi.

Pomidor havoning past namligiga talabchan ekin bo‘lganidan siyrak, ammo qondirib sug‘oriladi. Bodring esa yuqori namlikka talabchan, shuning uchun uni o‘shish davrida, ayniqsa, ko‘k barrasi yetila boshlaganda tez–tez har galgi terimdan keyin 2-3 kun oralatib sug‘orib borish kerak.

Shunday qilib, qishloq xo‘jaligida ekinlardan yuqori hosil olish uchun havo va tuproq namligini ham e‘tiborga olish zarur.

Hullas havodagi mavjud suv bug‘larining atmosfera jarayonlarida, shuning-dek, tirik organizmlarning normal rivojlanishida, insonlarning yashash va ishlash sharoitida ahamiyati katta.

Havo namligini o'lchash quyidagicha amalga oshiriladi.

1. Sochli gigrometr havoning nisbiy namligini aniqlash uchun xizmat qiladi. Gigrometr quritilgan sochning havo namligi o'zgartirishiga qarab uzayish va qisqarish xususiyatiga asoslangan. Gigrometr quyidagicha tuzilgan sochning bir uchi metall ramkaning yuqori qismidagi regulyatorning vintiga biriktirilgan sochning ikkinchi uchi ramkaning pastidagi blokka o'ralgan sochni tortib turish uchun blokka tosh osilgan shuningdek strelka ham o'rnatilgan havoning namligi oshganda soch uzayadi va tosh og'irligi bilan blokni aylantiradi va blok bilan birga strelka o'ng tomonga buriladi va havo namligini oshganligini ko'rsatadi. Havoning namligi pasayganda soch qisqarada va blokni teskari tomonga aylantiradi va strelka chapga buriladi. Gigrometr o'lchash va ishlatish uchun qulay asbob hisoblanadi. Agar u xato ko'rsatsa regulyator yordami bilan strelkani psixrometrga solishtirib to'g'ri lab qo'yish mumkin. Gigrometr, psixrometr butka ichiga o'rnatiladi

2. Havodagi suv bug'i elastikligini va nisbiy namligini aniqlash uchun psixrometr ishlatiladi. Psixrometr ikkita bir xil termometrdan biri quruq ikkinchisi xo'l termometrlardan iborat. Qurug'i havoning haroratini ko'rsatadi. Ikkinchi xo'llangan termometrning rezervuari batist bilan o'ralgan va batistning uchi stakandagi distirlangan suvda tushirlangan bo'lib, rezervuarni o'rab turgan batist doim ho'l holatda bo'ladi va undan suv bug'lanib termometrni sovitadi. Shuning uchun ho'llangan termometrlarning ko'rsatilishi doimo past bo'ladi. Havo qancha quruq bo'tsa ikkala termometrning ko'rsatilishida farq shuncha katta bo'ladi. Havoda to'yingan bug' bo'lgandagina batistga bug'lanish O'taydi va ikkala termometr bir xil natijani ko'rsatadi.

3. Ma'lumki psixrometrning ko'rsatilishi shamol va uning tezligiga bog'liqdir shamol yo'q vaqtda xo'llangan termometr atorfida tezda tuyingan bug' hosil bo'ladi u esa keyingi bug'lanishni qiyinlashtiradi va psixrometr havo haroratini xato ko'rsata boshlaydi, bu kamchilikni yo'qotish maqsadida psixrometrga maxsus ventilyator o'rnatiladi. Bunday psixrometrni aspiratsion psixrometr deyiladi. U ham ikkita quruq va ho'llangan termometrdan iborat ularning rezervuari navbat devorli naychalar ichiga joylashtirilgan bu naychalar umumiy nay orqali aspiratsion psixrometrga o'rnatilgan ventilyator bilan tutashgan.

4. Yerga yaqin joylarda havo kamligida o'simliklar orasida havoning namli-gini o'lchash uchun fitopsixrometr ishlatiladi. U ikki

qavatli konus shaklli ximoya ichiga oʻrnatilgan ikki termomertdan iborat. Termomterlarning birinchisi quruq, ikkinchisi hoʻllangan boʻladi. Fitopsixrometr quruq balandlikda ximoyaning ochiq tomoni shimolga qaratib oʻrnatilgan.

5. Nisbiy namlikning oʻzgarishining uzluksiz ravishda lentaga yozib borish uchun gigrograf xizmat qiladi. Unda nisbiy namlikning oʻzgarishiga qarab soch uzayadi yoki qisqaradi va gigrografning yozuvchi qismini harakatga keltiradi.

Tayanch iboralar: toʻyingan bugʻ bosimining defisiti, nisbiy namlik, parsial bosim, suv bugʻlari. transpirasiya, temperatura, changlanish sharoiti, vegetatsiya davri, kritik davr, moddalar almashinuvi (metaboʻlizm), ortiqcha namlik, suv bugʻlari, sochli gigrometr, gigrometr, suv bugʻi elastikligi, psixrometr, aspiratsion psixrometr, fitopsixrometr, gigrograf.

Nazorat savollari.

1. Toʻyingan bugʻ bosimining defisiti deganda nimani tushunasiz?
2. Nisbiy namlik deganda nimani tushunasiz?
3. Parsial bosim deganda nimani tushunasiz?
4. Changlanish sharoiti deganda nimani tushunasiz?
5. Vegetatsiya davri deganda nimani tushunasiz?
6. Kritik davr deganda nimani tushunasiz?
7. Moddalar almashinuvi (metaboʻlizm) deganda nimani tushunasiz?
8. Ortiqcha namlik deganda nimani tushunasiz?

§29. Bugʻlanish. Kondensatsiya. Sublimatsiya. Bulutlar.

Bugʻlanishni sutkalik va yillik borishi.

Bugʻlanish deb moddani suyuq holatidan gaz holatiga toʻgʻri ga aytiladi. Dunyodagi okeanlar yuzasidan bir yilda $450 \cdot 10^3 km^3$, quruqlikdan esa $70 \cdot 10^3 km^3$ suv bugʻlanadi. Bunchalik suvni bugʻga aylantirishga zarur boʻlgan energiyani quyoshdan kelayotgan radiatsiya taʼminlaydi. Bugʻlanish bir qancha omillarga bogʻliq boʻladi. Bularga asosan bugʻlanayotgan sirtning temperaturasi, havo namligi va shamollar kiradi.

Miqdor jihadan bugʻlanish-bugʻlanish tezligi bilan xarakterlanadi. Bu birlik sirdan birlik vaqtda bugʻlangan suv massasi. Bugʻlanish tezligi (mm) suv sathining balandligiga teng.

Dalton qonuniga koʻra bugʻlanish tezligi quyidagiga teng:

$$W = A \frac{(E - e)}{p}$$

bu yerda A —shamol tezligiga bog‘liq bo‘lgan proporsionallik koeffisienti.

$E - e$ orasidagi farq qancha katta bo‘lsa, bug‘lanish tezligi ortadi. Bosim katta bo‘lganda bug‘lanish sekinlashadi, chunki suv molekulalarini sirdan uzilib chiqib ketishi qiyinlashadi.

Bug‘lanish havo namligining asosiy manbayi bo‘lib dengiz ko‘l va daryolarda tuproqning yuza qismida o‘simliklarda qishda esa qor va muz sirtida yuz beradi. Bug‘lanish kattaligi asosan havo haroratiga, namlik defitsitiga, shamolning tezligiga bog‘liq. U bug‘langan suv qatlamining qalinligi orqali ifodalanadi. Yirik kesakli maydonlar zich tuproqqa qaraganda suvni kamroq bug‘lantiradi, chunki unda kapilyalarning geometriyasi kattaroq bo‘ladi. Bu ularda suv baland ko‘tarilishiga nam tuproqda suvning bug‘lanishi quruq tuproqnikiga qaraganda kuchliroq bo‘ladi. Tuproq sirtida yuz beradigan bug‘lanishiga o‘simliklar ham ta‘sir ko‘rsatadi. Ekinlar quyoshning to‘g‘ri nurlarini ushlab qolishi natijasida tuproqning harorati pasayadi o‘simliklar shamolning tezligini ham susaytiradi. Bularning hammasi o‘simlik bilan qoplangan tuproqning suvni yalan yerdagi tuproqqa qaraganda kamroq bug‘lantirishga sabab bo‘ladi.

Bug‘langanlik. Tuproq va ekinlardan xaqiqiy bug‘lanish gidrometeorologik shartlarga ko‘ra imkonidan ancha kam bo‘ladi. Dasht cho‘llarda suvning tanqisligi tufayli bug‘lanish o‘ta kam bo‘ladi. Sug‘orish va boshqa ishlarni amalga oshirish uchun berilgan joyni eng yuqori bug‘lanish imkoniyati haqida tasavvurga ega bo‘lish ya‘ni bug‘langanlik muxim ahamiyatga ega. Bug‘langanlik deb, mavjud meteorologik sharoitda suv yoki nam tuproq yuzasidan imkoni boricha yuz beradigan bug‘lanishga aytiladi.

Bug‘langanlikni turli usullar bilan aniqlanib, bug‘langan suvni mm qalinlikda o‘lchanadi.

Bug‘langanlik Toshkentda 1200 mm qalinlikda bo‘ladi. Qurg‘oq hududlarda Bug‘langanlik bilan xaqiqiy bug‘lanish orasida farq katta bo‘ladi. Masalan, Toshkentda yillik xaqiqiy bug‘lanish 200 mm ni tashkil qilib, bug‘langanlikdan 6 marta kam.

Bug‘lanish tezligi faqatgina meteorologik omillargagina bog‘liq bo‘lmasdan, balki bug‘lanayotgan yuzani xossasiga bog‘liq.

Suvli yuzada bo'ladigan bug'lanish. Suvli yuzada bo'ladigan bug'lanish tezligi bug'lanayotgan yuqorisida suv bug'i elastikligi defisitini, temperaturani va shamolni tezligini ortishiga bog'liq xolda ortadi. Shamolning ta'siri quyudagicha bo'ladi; bug'lanayotgan sirt yuqorisidagi suv bug'larini boshqa hududlarga uchirib ketadi va turbulent almashishi hisobiga bug' havo orniga quruq havo egallaydi. Atmosfera bosimi kamayganda bug'lanish tezligi biroz ortadi.

Bulardan tashqari suvli yuzada bo'ladigan bug'lanish tezligiga Quyosh radiatsiyasi ham tasir qiladi. Quyosh radiatsiyasi ta'siri tuzli suvga nisbatan tiniq (ichimlik suvu) suvli yuzadan suv molekulalarini uzib havoga osonroq tezroq bug'lantiradi.

Shamol kichikroq suv xavzalaridan dengiz va okenlarga nisbatan suvni tezroq bug'latadi, chunki bunday joylarda quruq havo ko'proq bo'lishligi.

Tuproq yuzasidan bo'ladigan bug'lanish. Tuproq yuzasida yuz beradigan bug'lanish tezligi uni temperatursiga, shu joyni havoni namligiga, shamol tezligiga, tuproq namligiga, tuproqni fizik xossalriga, rel'efiga, yuzani xolatiga (tekis-notekisligiga), o'simlik bilan qoplanganligiga bog'liq.

Tashqi sharoit o'zgarish xolda namligi katta bo'lgan tuproqdan bug'lanish namsiziga nisbatan (ma'lum bir qiymatga ega bo'lguncha) tezroq boradi. Quyosh radiatsiyasi tuproq sirtini qizdirishi tufayli bug'lanish tezligini tezlashtiradi. Qora tuproq esa ochrog'iga nisbatan tezroq qiziydi va tezroq bug'lanadi. Tuproqning silliq sirtidan, g'adir-budir sirtiga nisbatan kamroq namlik chiqaradi, buni sababi g'adir-budir yuza bug'laydigan yuza silliq yuzaga nisbatan kattaroq bo'ladi. Yana g'adir-budir tuproqda turbulentlik yuqori bo'lib, bug'larni atrofga tezroq tarqatadi. G'ovakli (chopilgan tuproq) tuproq kapillyarlarni qirqilib buzilishi hisobiga sekin-roq bug'lanish xususiyatiga ega.

Rel'ef shamolni tezligini o'zgarishiga, tuproqni temperaturasini har xil bo'lishi ga sabab bo'ladi. Tepaliklarni shimolga yuzlangan tomonidan, janubga yuzlangan tomonida bug'lanish tezroq boradi. O'simliklar bilan qoplangan tuproq yuzasini quyosh nurlaridan to'sib qo'yishi tufayli bunday yuzadan bug'lanish tezligini pasaytiradi.

O'simliklardan suvni bug'lanishi. O'simliklarni suvni bug'lashi-ancha murakkab fizikaviy-biologikaviy jaroyon bo'lib, uni transpirasiya deb ataladi. O'simliklar tomirlari orqali tuproqdan suvni so'rib olib,

barglari orqali bug‘lantiradi. O‘simliklarda bug‘lanish ikki xil ahamiyatga ega. Birinchidan, tuproqdan kotari-layotgan suv, turli mineral moddalarga boy aralashmaga ega bo‘lib, o‘simlikning rivojlanishi uchun ozuqa bo‘lib xizmat qilsa; ikkinchidan, suvni bug‘lash hisobiga o‘simlik o‘z temperaturasini pasaytiradi. Kunning yarmiga kelib, kuyib ketmaslik (xlorofili kuyadi) uchun osimliklar ko‘proq suvni bug‘lantirishga majbur bo‘lishadi.

Massa birligidagi quruq moddani o‘simlik sifatida ushlab turish uchun o‘simlikka kerak bo‘lgan suv miqdoriga transpirasiya koeffisienti deyiladi.

Transpirasiya koeffisienti o‘simlikni turiga va naviga, o‘simlikni xolatiga va o‘sish fazasiga, tashqi muxit sharoitiga-atmosferaga, tupoqqa, quyosh radiatsiyasiga bog‘liq o‘tadi. Umuman olganda yuqoridagi omillarni ta‘siriga qarab transpirasiya koeffisienti 300 dan 800 gacha o‘zgaradi.

Ekin ko‘rinishdagi o‘simliklar tomonidan suvni bug‘lantirishini tezligi asosan havoni namligiga, osimlik bug‘layotgan a‘zo yuzasini temperaturasiga va yoritilganligiga bog‘liq. To‘g‘ri radiatsiya bug‘lanishni keskin optadi. Shamol esa, bug‘i ko‘proq havoni uchirib ketib, o‘rniga quruq havoni olib keladi. Bulardan tashqari bug‘lanish tuproqning namligiga ham bog‘liq bo‘ladi. Shuni aloxida takidlash kerakki, o‘simliklarning o‘zlari bug‘lanishni tartibga solib turish xossasiga ega, masalan, o‘simliklar barglarini quyoshga teskari qaratib olishi.

Tuproq yuzasidan bug‘lanayotgan bug‘ bilan transpirasiya yig‘indisini yig‘indi bug‘lanish deyiladi.

Bug‘lanishni sutkalik va yillik borishi quyidagichadir. Tabiiy xolda bug‘lanish uzluksiz davom etadi, lekin sutka davomida uning qiymati o‘zgarib turadi. Uning maksimumi bug‘lanayotgan yuzaning temperaturasi eng yuqori bo‘lganda, to‘yingan suv bug‘ini defisiti va shamolning tezligini eng yuqori bo‘lgan vaqt soat 13-14 larga to‘g‘ri keladi.

Shimoliy yarim sharda bug‘lanishni maksimum qiymati iyul oyiga, minimum esa noyabr-dekabr oyiga to‘g‘ri keladi. Yer sirtidan yuqoriga ko‘tarilgan sari suv bug‘lari kamayib boradi, shuning uchun ularni borligi bilinmas darajada bo‘ladi.

Bug‘lanishni sutkalik va yillik borishiga pazm soladigan bo‘tsak, uning ortishi yoki kamayishi havo namligini ortishi yoki kamayishiga, temperaturani ortishi yoki kamayishiga bog‘liq bo‘ladi.

Kondensatsiya. Sublimatsiya. Bulutlar.

Suv bug‘ini suyuq xolatga o‘tish hodisasiga kondensatsiya deyiladi. Ayrim hollarda suv bug‘lari suyuq xolatni chetlab o‘tib, to‘g‘ri dan-to‘g‘ri qattiq holat - muzga aylanadi. Bunday hodisani sublimasiya deb ataladi. Kondensatsiya va sublimatsiya hodisalari ham atmosferada, ham Yer sirtida mavjud o‘simliklar yoki jismlarda yuzaga keladi.

Kondensatsiya hodisasini amalga oshishini asosiy sharti bu havoni sovishidir. Havo temperaturasi pasayib shudring nuqtasiga yetganda havodagi bug‘lari to‘yin-gan xolatiga o‘tadi. Havoni yanada sovitib borilsa, optiqcha bug‘lar kondensatsi-yanaladi.

Kondensatsiyani hosil bo‘lishligiga havodagi mavjud turli zarralar muxim rol o‘ynaydi. Bu zarralarga tuz kristallari (radiusi $10^{-5}mm$) va xk lar kiradi. Gigrosko-pik zarralar o‘z atrofidagi suv bug‘larini adsorbsiyalab (suv zarralarini yutib) tuzli aralashma ko‘rinishdagi tomchilarni hosil qiladi. Bu zarralarning sirtiga yaqin bo‘lgan bug‘ biror suvli yuzaga nisbatan kam bo‘lganida ham ya’ni nisbiy namlik 100% dan kam bo‘lganda ham kondensatsiya hosil bo‘laveradi. Havodagi bug‘larning qiymatini yanada ortib borishi bilan kondensatsiya hosil bo‘lishini tezlashtiradi.

Kondensatsiya hosil qiluvchi zarralarni kondensatsiya yadrolari deyiladi. Hozirgi paytda ko‘plab ko‘mir, gaz, neftlarni yonishi hisobiga havoda kondensatsiya yadrolarini soni ortib bormoqda.

Atmosferani quyi qatlamida 1 cm^3 havoda bir necha minhlab kondensatsiya yadrolari mavjud. Katta shaxarlarda esa 1 cm^3 havoda milliongacha yetadi.

Demak, atmosferada kondensatsiya hosil bo‘lishi uchun quyidagi shartlar bajarilishi kerak:

- a) havo temperaturasini shudring nuqtasidan past bo‘lishligi,
- b) kondensatsiya yadrosini mavjudligi.

Temperaturani tushib ketishiga konveksiya tufayli issiq havo massalarini yuqoriga ko‘tarilishi, uning o‘rnini esa sovuq havo massalarini egallashi cabab bo‘ladi.

Muz kristallarini hosil b‘lishi havo temperaturasi $12 - 17^{\circ}C$ bo‘lganda tomchilarning muzlashi tufayli yuz beradi. Ba’zi paytlarda

osmonda -40°C dan past bo'lgan kristallar ham uchrab turadi. Va bular muz kristallari hosil bo'lishi uchun kristallanish markazi bo'lib xizmat qiladi.

Suv bug'ini kondensasiyasi tufayli hosil bo'lgan maxsulini gidrometeorlar deyiladi. Bunga osmonda bulut, Yerga yaqin sirtlarda tuman kiradi. Yerdan esa shudring, qirov, qor zarrasi kristali, hamda muzlama (yaxmalak)lar gidrometeorlar deyiladi.

Kondensatsiya va sublimasiya tufayli Yerdan va Yerdagi jismlarda hosil bo'ladigan maxsulotlar quyidagilardir. Tuproqning sovigan sirtiga, Yerdagi jismlar-ga va o'simliklarga urilib, havo shudring nuqtasigacha sovishi mumkin. Yanada sovib borib havodagi oshiqcha bug'lar sovigan sirtida kondensatsiyalanadi yoki sublimasiyalanadi. Sovigan yuzani sovuqligiga qarab, shudring, qirov, qor zarrasi kristali, hamda muzlama hosil bo'lishi mumkin.

S h u d r i n g-tuproq yuzida, toshlarda va Yerdagi boshqa jismlarda, hamda temperatura 0°C yuqori bo'lganda o'simliklar barglarida hosil bo'ladigan suvning mayda tomchilaridir. Shudring Yerning faol sirtini tinch havo ochiq bo'lgan kechalari radiasion sovib ketishi tufayli yuzaga keladi, bunda temperatura shudring nuqtasidan pastlab, havoni kondensatsiyalanishini yuzaga keltirishi tufayli sirtida tomchilar hosil bo'ladi. Shudring quyosh chiqqandan so'ng bug'lanish hisobiga yo'qolib ketadi.

Shudring asosan qurg'oq hududlarda o'simliklar uchun namlik manbai bo'lib xizmat qiladi, va issiq paytlarda $10 \div 30\text{mm}$ yog'in (gektariga $100 \div 300$ tonna suv) beradi. Namlik manbai bo'lish bilan birga shudring kopayib ketishi o'rim-yig'imga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Shudring hosil bo'lishi da ajraladigan issiqlik energiyasi sovib ketishni oldini olishi mumkin.

Q i r o v-tuproq va Yerdagi jismlarni qoplab oluvchi muzning mayda kristallari. U ham shudring kabi hosil bo'ladi faqat bunda shudring nuqtasi 0°C dan past bo'ladi, hamda Yer sirti 0°C dan sovib ketadi. Qirov suv bug'larini muzlashi tufayli emas balki bug' suyuq fazani chetlab o'tib hosil bo'ladi.

M u z l a m a – 0°C pastgacha sovib ketgan Yer sirtida, daraxtlarda, va Yerdagi jismlarda yomg'ir tomchilarini yoki tuman tufayli yuzaga kelgan suv bug'lari tomchilarini muzga aylanishi tufayli hosil bo'lgan tiniq yoki xiralashgan muz qatlamidir.

T u m a n – suv yoki muzning juda ham mayda zarralaridan tashkil topgan. Tuman xosol bo‘lishi ga asosiy sabab, atmosferaning eng quyi qatlamlarida kondensatsiya yoki sublimasiya tufali bug‘ hosil bo‘lishi.

Bulutlar deb, Yerdan bir muncha balandlikda bo‘lgan, kondensatsiya yoki sublimasiya tufayli muallaq hosil bo‘luvchi suv bug‘lariga aytiladi. Tarkibiga qarab bulutlar uch guruxga ajratiladi: 1) suv tomchilaridan tashkil topgan suvli; 2) muz kristallaridan tashkil topgan muzli, 3) aralashma korinishdagi suv tomchilaridan va muz kristallaridan tashkil topgan.

Bulutni hosil qilgan bug‘ va muz elementlarini yiriklashishi hisobiga yog‘in-lar paydo bo‘ladi. Bulutlarda yog‘inlar, momoqaldiroqlar yuz berib turadi. Bulutlar quyoshdan kelayotgan nuriy energiya-radiatsiyani intensivligiga ta’sir qilib, o‘sha joydagi tuproq bo‘ladimi, suv xavzasi bo‘ladimi, havo bo‘ladimi-bularni temperaturaviy rejimini o‘zgarishiga ta’sir qiladi.

Shartli ravishda bulutlarni ichkimassali-mavjud bir jinsli havo massalari ichida bujudga keluvchi, frontal-temperaturalari, namligi va baoshqa xossalari turlicha bo‘lgan havo massalarini to‘qnashishi tufayli paydo bo‘ladigan bulutlarga ajratiladi.

Suv bug‘lari ko‘tarilib biror balandlikda kondensatsiyalansa, bu balandlikdagi sirtni kondensatsiya satxi deyiladi. Havo bu satxdan adiabatik ko‘tarilganda, suv bug‘larini kondensatsiyalanishi boshlanadi, va buning natijasida havoni isitish xossasiga ega bo‘lgan issiqlik ajraladi.

Havoda kondensatsiya satxidan ko‘tarilganda kondensatsiya maxsuli bulutlar hosil bo‘ladi.

Kondensatsiya satxidan pastga tushilgan sari havo xar 100 metrda 1°C ga qiziydi. Bunda to‘yingan suv bug‘larini bosimi E ortadi, nisbiy namlik 100% kamayadi, natijada kondensatsiya tufayli hosil bo‘lgan bulut voda suv bug‘lariga aylanishi hisobiga yo‘qolib ketadi. Bunday jaroyon asosan yoz kunlarining ikkinchi yarmida konveksiya kuchsizlangan paytda yuz beradi.

Bulutlarni balandligi va ularni ichki tuzilishi kondensatsiya satxini qanchalik balandda ekanligiga bog‘liq bo‘ladi.

Osmonning bulut bilan qoplanish darajasini bulut miqdori ded yuritiladi. Bulut miqdori 10 ballik shkala bo‘yicha belgilanadi. Osmonda bulut yo‘q bo‘lganda “0” ball qo‘yiladi. Agar bulut osmon gumbazining

0,1 qismini qoplasa 1 ball, 0,2 qismini qoplasa 2 ball va xokazo to'liq qoplaganda 10 ball qo'yiladi. Bulutlar juda ko'p, tez o'zgaruvchan tuzilishlarga ega. Dunyoning ko'plab meteostantsiyalarida uzoq yillar kuzatishlar natijasida bulutlar to'g'risida ko'p ma'lumot to'planganligi tufayli, xalqaro bulutlar klassifikatsiyasini yaratish imkoniyatiga ega bo'lingan.

Xalqaro klassifikatsiyasiga muvofiq bulutlar 4 ta oilaga va 10 ta turga bo'linadi

Bulutlar klassifikatsiyasi bilan qisqacha tanishtiramiz. Bulutlarning turlari, o'zbekcha va lotincha nomlari hamda ularni qisqacha belgilash quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

A. yuqori satxli bulutlari (ularning quyi chegarasi Yerdan 6 km da baland bo'ladi).

I. Patsimon *Cirrus* (sirus)-*Ci*

II. Patsimon to'p-to'p *Cirrocumulus* (sirrokumulus)-*Cc*

III. Patsimon serqatlam (qat-qat) *Cirrostratus* (sirrotatus)-*Cs*

Yuqori sathli bulutlar mayda muz kristallchalardan iborat bo'lib, ularning orasida Quyosh, Oy, ba'zan havorang osmon ham ko'rinib turadi.

B. O'rta sathli bulutlari (quyi chegarasining chegarasi Yerdan $2 \div 6$ km).

IV. Baland to'p-to'p-*Alto cumulus* (altokumulus)-*Ac*

V. Baland serqatlam-*Altostratus* (altrosatus)-*As*

O'rta sath bulutlari yuqori sathnikiga qaraganda ancha zichroq. O'rta satx bulutlari yuqori satx bulutlariga nisbatan ancha zichroq. O'rta satx bulutlari orqali Quyosh xira ko'rinishi mumkin yoki butunlay ko'rinmaydi. Ular asosan muz kristallchalari va suv tomchilaridan iborat bo'ladi. O'rta satx bulutlaridan kuchsiz yog'inlar yog'adi.

C. Pastki satx bulutlari (quyi chegarasining chegarasi Yerdan balandligi 2 km dan pastda).

VI. Serqatlam to'p – *Stratocumulus* (stratocumulus) -*Sc*

VII. Serqatlam –*Stratus*-*St*.

VIII. Yomg'irli serqatlam-*Nimbostratus*-*Ns*

Pastki satx bulutlari odatda quyuvq (zich), qora kul tusda bo'ladi va osmonni to'liq q oplaydi. Ular orqali Quyosh va Oy ko'rinmaydi. Yomg'irli serqatlam bulutlardan qor va yomg'ir yog'adi.

D. Vertikal rivojlanuvchi bulutlar. Bunday bulutlar oilasining pastki chegarasi $0,4 \div 1,5$ km gacha bo'lib, yuqori chegarasi esa yuqori satx bulutlari balandligigacha ko'tarilib boradi.

IX. To'p-to'p *Cumulus* – Cs

X. Yomg'irli-to'p *Cumulonimbus* – Cu

To'p-to'p bulutlar odatda yilning issiqroq paytida yuzaga kelib, bir-biridan

aloxida joylashgan bulut massalaridan iborat. Bunday bulutlar massalarining asosi yassi bo'lib, tepasi esa ko'tarilayotgan bulut tog'lari yoki qavariq gumbazlarga, minoralarga o'xshash bo'ladi. Ularni ajratib turadigan xususiyati: bulutlarning cho'qqisi doim oq tusda, asosi esa oq, kulrang va qora kulrang bo'lishi mumkin. To'p-to'p bulutlar odatda ertalab paydo bo'ladi va kunduzi kattalashib, tushki paytda juda yiriklashgan ko'rinishda bo'ladi. Kunning ikkinchi yarmida yassilashib tarqalib ketadi. Ammo havoda namgarchilik ko'p bo'lib, havo isishda davom etsa, aloxida-aloxida bulutlar tobora balandlashib bir-biri bilan qo'shib ketadi va bulutlar osmonni butunlay qoplaydi. To'p-to'p bulutlar quyuq qalin bulutlarga aylanadi. Bulutlardagi bunday o'zgarishlar to'p-to'p bulutlarning yomg'irli bulutlarga aylanganligini bildiradi, tezda yomg'ir, ba'zan jala quyishi, momaqaldiroq bo'lishi, qor va xatto do'l ham yog'ishi mumkin. Biroq, turli Yerlarga xar xil miqdorda yog'in yog'adi. Masalan, Toshkent viloyatining ba'zi tumanlarida yomg'ir oz yog'sa, ba'zi tumanlarida xuddi chelaklab quygandek yog'adi.

Tayanch iboralar. gigroskopik zarralar, gidrometeorlar, namlik manbai, shudring, issiqlik energiyasi, patsimon to'p-to'p, bulut miqdori, bulutlar, kondensatsiya, sublimasiya, pastki satx bulutlar, vertikal rivojlanuvchi bulutlar, namgarchilik, bug'lanish, bug'lanish tezligi, transpirasiya, transpirasiya koeffisienti, transpirasiya yig'indisi, Dalton qonuni, namlik defisiti, gidrometeorologik shart, sutkalik bug'lanish, yillik bug'lanish.

Nazorat savollari.

1. Kondensatsiya deganda nimani tushunasiz?
2. Kondensatsiya yadrosi deganda nimani tushunasiz?
3. Gidrometeorlar, muzlama (yaxmalak)lar deganda nimani tushunasiz?
4. Sovigan sirt deganda nimani tushunasiz?
5. Namlik manbai, shudring deganda nimani tushunasiz?

6. Issiqlik energiyasi , qirov, muzlama deganda nimani tushunasiz?
7. Sublimasiya, muz kristall deganda nimani tushunasiz?
8. Suv tomchilari deganda nimani tushunasiz?
9. Bug‘lanish deganda nimani tushunasiz?
10. Bug‘lanish tezligi, transpirasiya deganda nimani tushunasiz?
11. Transpirasiya koeffisenti deganda nimani tushunasiz?
12. Dalton qonuni tushuntiring.
13. Hidrometeorologik shart deganda nimani tushunasiz?
14. Meteorologik sharoit, bug‘langanlik deganda nimani tushunasiz?
15. Sutkalik bug‘lanish vayillik bug‘lanish deganda nimani tushunasiz?

17-BOB

YOG‘INLAR. TUPROQ NAMLIQI.

§30. Yog‘inlar. Yog‘inlarning turlari va tabiati.

Yer sirtiga kelib tushayotgan yog‘inlar, tuproqning namlik zahirasini to‘ldirib turadi. Sovuq paytlarda qor ko‘rinishda Yer sirtini qoplaydi. Bu omillar qishloq xo‘jaligida katta ahamiyatga ega.

Adirliklarni qiyaligiga qarab va yomg‘irning jadalligiga qarab tog‘adir yonbagirliklaridagi suv miqdorini aniqlasa bo‘ladi.

Bulutlarda dastavval vujudga kelgan suv tomchilari, muz kristallari juda kichkina bo‘ladi. Bunday holda ularning har biriga ta‘sir etuvchi og‘irlik kuchi, havoning ko‘tarilma harakati va qarshilik kuchidan kichikbo‘lganligi uchun ular atmosferada muallaq holatda mavjud bo‘ladi. Atmosferada zaruriy fizik sharoitlar yetarli bo‘lganda bulutning bunday elementlari (suv tomchilari, muz kristallari) 0,1-0,2 mm va undan ham kattaroq o‘lchamlargacha yiriklashadi. Bu paytda yiriklashgan suv tomchilari (yoki muz kristallari) ni havoning qarshilik kuchi va ko‘tarilma harakati ushlab turolmaydi, ya‘ni tomchilarga ta‘sir etuvchi og‘irlik kuchi havoning qarshilik kuchi va ko‘tarilma harakatining ta‘siridan katta bo‘lib qoladi. Yiriklashgan tomchilar bulutlardan yog‘in tarzida yerga tushadi. Tomchilar qanday usullarda yiriklashadi degan savolga javob beraylik. Tomchilarning kerakli o‘lchamlargacha yiriklashuvi kondensatsiya usuli bilan amalga oshmaydi. Kondensatsiya sababli juda mayda tomchilar hosil bo‘ladi va ular bu usulda yomg‘ir tomchisigacha o‘smaydi, chunki bunday o‘shish uchun juda uzoq vaqt muddati kerak. Bulutlardan yomg‘ir tarzida yog‘adigan ancha yirik tomchilar dastavval mayda tomchilarning o‘zaro qo‘shilishidan hosil bo‘ladi. Tomchilarning kattalashuvi elektr kuchlari ta‘sirida ham ro‘y beradi. Qarama-qarshi ishorali zaryadlangan tomchilarning o‘zaro birikishi (qo‘shilishi) ehtimoli katta. Tomchilarning o‘zaro qo‘shilishida ularning o‘lchami ham ahamiyatga ega. Chunki yirik tomchilarning pastga tushish tezligi katta, mayda tomchilarning tushish tezligi kichik bo‘ladi. Masalan, tajribalardan aniqlanishicha, normal atmosfera bosimi va havo harorati 20°C bo‘lganda radiusi $r_1 = 0,1\text{mm}$ bo‘lgan tomchining tushish tezligi $x_1 = 0,72\text{ cm/s}$ ga teng bo‘lsa, radiusi $r_2 = 3\text{mm}$ bo‘lgan tomchilar esa $x_2 = 9,18\text{ cm/s}$ tezlik bilan tushadi.

Qor uchqunlari, xuddi shunday massali tomchilarga nisbatan kamroq tezlik bilan tushadi, chunki ularning sirti katta boʻlgan-ligi uchun havoning koʻproq qarshiligiga uchraydi. Qor uchqunlarining tezligi $0,1 - 1,0 \text{ cm/s}$ atrofida boʻladi. Tomchilarning oʻlchami $5 - 7 \text{ mm}$ gacha yetadi, undan katta tomchilar parchalanib ketadi. Tezroq tushayotgan katta tomchilar mayda tomchilarni quvib yetib urilib ularni oʻziga qoʻshib olib kattalasha boradi. Tomchilarning shunday yiriklashuvini gravitatsion koagulyatsiya deb yuritiladi. Bulut elementlari va yomgʻir tomchilarining paydo boʻlishi da asosiy rolni gravitatsion koagulyatsiya oʻlaydi. Turbulentlik ham tomchilarning toqnashuvi-ga sabab boʻladi.

Atmosfera yogʻinlarini fazaviy xolatiga qarab uchta koʻrinishga boʻlishadi: qattiq yogʻinlar (qor, qor bulduruq, muz bulduruq, doʻl), suyuq (yomgʻir, burkama yomgʻir) yogʻinlar va aralash yogʻinlar. Yogʻishiga qarab yogʻinlarni uch turga boʻlishadi: burkama, jala va shivalama.

Yogʻinlarning asosiy xarakteristikasi ularning intensivligi hisoblanadi. Yogʻinlar miqdori, gorizonta yuzaga yogʻin paytida tushgan suvning hosil qilgan qatlamining (suvning tuproqqa shimilishi, bugʻlanishi va oqib ketishi boʻlma-gandagi) balandligi bilan oʻlchanadi. Masalan, 1 ga gorizonta yuzaga yogʻindan 1mm qalinlikdagi suv toʻplansa, u xolda yigʻilgan suv xajmi quyidagicha hisoblanadi:

$$V = 10^4 \text{m}^2 \cdot 1 \text{mm} = 10^4 \text{m}^2 \cdot 10^{-3} \text{m} = 10 \text{m}^3 = 10^4 \text{l} = 10 \text{tonna}$$

Vaqt birligida yoqqan yogʻinlar miqdoriga yogʻin intensivligi deyiladi.

Agar yogʻin intensivligini I bilan, vaqtni t bilan belgilasak, u xolda quyidagi formulani yozish mumkin:

$$I = \frac{h}{t} \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

Misol uchun Yer yuziga 10 minutda 6mm qalinlikda yogʻin yogʻsa, uning intensivligi $I = \frac{6 \text{mm}}{10 \text{min}} = 0,6 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$ ga teng boʻladi, u xolda 1ga Yerga xar sekunda yoqqan yomgʻir miqdori quyidagicha boʻladi:

$$V' = I \cdot 10^4 \text{m}^2 = 10^4 \text{m}^2 \cdot 0,6 \frac{\text{mm}}{600 \text{s}} = \frac{6 \cdot 1000 \text{l}}{600 \text{s}} = 10 \frac{\text{l}}{\text{sek}}$$

teng boʻladi.

Atmosfera yogʻinlarining yuqorida keltirilgan turlarini ikki asosiy gruppaga ajratish mumkin:

a) bulutlardan tushadigan yogʻinlar-qor, yomgʻir, doʻl, bulduruq, shivalama yomgʻirlar;

b) havoning Yerga yaqin qatlamlaridagi suv bugʻlarining Yer yuzida yoki undagi buyumlar sirtida kondensatsiyasi va sublimasiyasidan hosil boʻladigan yogʻinlar-shudring, qirov, yaxmalaklar.

Barcha meteorologik stantsiyalarda suyuq yogʻinlargina miqdor jixatdan oʻlchanadi. Ammo xar doim ikkala gurux yogʻinlarining boshlanishi, yogʻishdan Oʻtash vaqti va intensivligi kuzatish daftariga maxsus shartli belgilar yordamida qayd qilinib boriladi.

Yogʻishiga qarab yogʻinlarni uch turga boʻlishadi: burkama, jala va shivalama.

B u r k a m a y o g i n l a r yomgʻirli qatlamdor va baland qatlamdor bulutlardan yogʻadi. Bunday yomgʻirlar juda katta hududlarni qamrab oladi. Uning intensivligi unchalik kuchli boʻlmay, uzluksiz yoki vaqt-vaqti bilan quyib bir necha soat yoki bir necha kun davom etishi mumkin.

J a l a y o g i n l a r yomgʻirli toʻp-toʻp bulutlardan yogʻadi. Jala yogʻinlart toʻsatdan oshlanadi va intensivligi $1 \frac{mm}{min}$ ga yetganda jalaga aylanadi. Ularning intensivligi oʻzgarib turadi. Jala uzoq muddatga choʻzilmaydi kichik hududlarga yogʻadi. Oʻzbekistonda kuchli jala yogʻinlar koʻpincha bahor oylarida roʻy beradi. Baʼzan jala yogʻinlar kuchli qor yogʻishi boʻladi.

S h i v a l a m a yomgʻirli toʻp-toʻp bulutlardan yogʻadigan yomgʻirlar. Juda mayda suv diametrik 0,5 mm chamasida qor tomchilaridan iborat katta hududlarni qamrab oladi va uzoq vaqt yogʻadigan sust yomgʻirdir.

Yogʻinlar qishloq xoʻjalik dalalari uchun namlikning asosiy manbaidir. Chunki oʻsimliklar asosan ildiz orqali suv bilan taʼminlanadi. Bu Yerda oqar suvlar ham yogʻinlar hisobiga paydo boʻladi.

Oʻzbekistonda Toshkent va Samarqand shaxarlari togʻlarga yaqin joylashgan-ligi uchun yogʻin koʻproq yogʻadi ularning yillik miqdori 330-370 mm gacha yetadi. Qizilqumda oʻrtacha yillik yogʻin miqdori 80-100 mm dan oshmaydi. Oʻzbekistonda eng koʻp yogʻin bahor va qish oylarida yogʻadi. Mart eng koʻp yogʻingarchilik oyi hisoblanadi, yoz oylarida esa yogʻinlar deyarli deyarli boʻlmaydi. Serquyosh

respublikamizning territoriyasidan kuzning birinchi yarmi ko'pincha qurg'oqchilik bilan o'tadi.

Yog'inlarning kimyoviy tarkibi o'rganishga oxirgi 50-55 yilda kirishildi. Agrokimyogar, gidrokimyogar, geokimyogar, ekologiya ya'ni atrof muxitni muxofazasi bilan shug'ullanuvchi mutaxassislar va boshqa ko'plab kasb egalariga tuproqdagi minerallar tarkibidagi minerallarni miqdorini, tabiatdagi suvlar va havoli muxitning tarkibini bilish uchun yog'inlarni tarkibi haqidagi ma'lumotlar zarur.

Atmosferadagi yog'inlar tarkibida tuzlar bo'lgan suvli eritmadan iborat. Yog'inlar tarkibidagi minerallar miqdori 3 – 4 dan 50 – 60mg/l oraliqda bo'ladi. Evida (mo'tadil) bo'lgan iqlimda yog'inlar tuproqqa yiliga 50 dan 150kg/ga turli moddalarni olib keladi. Bularni eng asosiylaridan kontinentlardagi yo'ginlarda sulfidlar dengiz yuzasi tepasida esa xloridlar. Bulardan tashqari, o'simliklar uchun asosiy oziq elementi bo'lgan azot birikmalari (yiliga 3 – 4kg/ga) ni yog'inlar tuproqqa olib keladi.

Yog'inlar tarkibidagi kimyoviy elementlar miqdori Tuindrada va Taygada eng kam bo'ladi, cho'lu-biyobonlarda atmosferani ifloslovchi shamol erroziyasi tufayli eng yuqori bo'ladi. Katta sanoati kop markazlarda bu ko'rsatkichlar evidan ancha yuqori bo'ladi, natijada "kislotali yomg'irlar" yomg'irlar yog'adi.

Yog'inlardagi radioaktivlik sistematik ravishda o'lchanishi keying o'n yilliklarda boshlandi. Bu o'lchashlardan ma'lum bo'lishi cha suyuq yog'inlarga qaraganda qattiq yog'inlar radiofaollarga boy bo'larkan. Yog'inlar atmosferani radiofaol aerozolardan tozalaydi. Yog'inlardagi tabiiy radiofaollik sezilmas darajada kam, lekin atom yoki yadro portlashlarida keskin ortib ketadi.

Yog'inlarning sutkalik va yillik borishi va yog'inlarni Yer sirtida taqsimlanishi quyidagichadir. Yog'inlarning sutkalik borishi havoni bulutlikligiga bog'liq bo'ladi. O'rta kengliklarda yog'inlarni sutka davomida quruqlik tepasida ikkita maksimumi va ikkita minimum kuzatiladi. Asosiy maksimum peshin atrofiga to'g'ri kelsa, asosiy minimum tunning yarmidan keying to'g'ri keladi. Ikkinchi maksimum saxar kuzatilsa, ikkinchi minimum kunduzining yarmigacha (peshingacha) kuzatiladi.

Dengiz iqlimiga (qirg'oqlarida) o'xshash iqlimlarda tungi maksimum kuzatiladi, minimum esa kunning yarmidan o'tganda

kuzatiladi. Shuni takidlashimiz kerakki, ko'pchilik xollarda frontal yog'inlar bilan bog'liq bo'lgan havo massalarini kirib kelishi tufayli yog'inlarni sutkalik borishi buziladi.

Yog'inlarning yillik borishi to'rtta asosiy turga ajratiladi: ekvatorial, tropikaviy, subtropikaviy, va evida bo'lgan mintaqalar.

Ekvatorial mintaqalarda ($10^{\circ} J.k. - 10^{\circ} sh.k$) yog'inlar miqdori eng ko'p (yiliga $2000mm$, ba'zi joylarda masalan tinch Okeanining orollarida $5000 \div 6000mm$). Bu joylarda ikkita baxorgi va kuzgi kun va tun teng bo'lgan vaqtdan keyinoq va yozgi quyosh turishi (22-iyun; quyosh ekvatorning janubidagi eng uzoq nuqtadan o'tadigan kun; shu kuni kunduzi eng uzoq, kechasi eng qisqa bo'ladi) hamda qishki quyosh turishi (22-dekabr; quyosh ekvatorning shimolidagi eng uzoq nuqtadan o'tadigan kun; shu kuni kechasi en uzoq, kunduzi eng qisqa bo'ladi) dan keyinoq ikkita minimumga ega bo'ladi.

Tropik mintaqalarda yog'inlar nisbatan kamroq bo'ladi. Yog'inlarning yillik

borishi katta oraliqda yotadi: Himolay yon-bag'irlarida $12700 mm$ cho'llarda $50mm$. ni tashkil qiladi. Mintaqa bo'yicha o'rtacha yillik $250mm$ ni tashkil etadi.

Evida bo'lgan mintaqalarda kontinent yuqorisida yog'inlarning maksimum qiymati yozga to'g'ri keladi, minimum esa qishga to'g'ri keladi, okeanlar yuqorisida buning teskarisi. Kontinentlarni ichkarisida yiliga $300 \div 500mm$ ni okeanlar yuqo-risida $700 \div 1000mm$ ni tashkil qiladi.

Yerda yog'inlarning eng ko'p qiymati Himolay yonbag'irlariga (Hindiston-ning Cherapunji hududiga) to'g'ri kelib, o'rtacha $12700mm$ ni tashkil qilsa, 1961 yili $23200 mm$ ni taskil qilgan.

O'zbekistonda Toshkent va Samarqand shaxarlari tog'larga yaqin joylashgan-ligi uchun yog'in ko'proq yog'adi ularning yillik yog'in miqdori $330-370 mm$ gacha yetadi. Qizilqumda o'rtacha yillik yog'in miqdori $80-100 mm$ dan oshmaydi.

Yog'inlarning qishloq xo'jaligidagi ahamiyati quyidagichadir. Yog'inlar qishloq – xo'jaligi maydonlari uchun asosiy namlik manbai hisoblanadi. Yoginlarning eng yaxshisi burkama yomg'irlar bo'lib, hamma joyga teng yog'adi va tuproqqa yaxshi singadi. Jala yomg'irlar qisqa vaqt davom etadi intensivligi juda yuqori bo'ladi. Bunda tuproq suvni

singdira olmasligi tufayli suv oqimi tuproqni, ba'zida esa tomiri kichik bo'lgan o'simliklarni yuvib ketadi (suvli yemirilish).

Kuchli yomg'irlar o'simliklarni yotib qolishiga va qishloq xo'jaligi ishlarini og'irlashishiga sabab bo'ladi. Yomg'irlarni uzoq vaqt davom etganda; o'simliklar gullash davrida changlanishini yomonlashtiradi, o'rim-yig'im paytida esa namlik yuqoriligi uchun urug'larni ko'klab ketishiga sabab bo'ladi. Do'l yoqqanda o'simliklarga katta talofat etadi.

Ba'zi joylarga yog'inlarning evidan ko'p bo'lib ketishi (sutkalik bug'lanish miqdoridan yog'inlar miqdori ko'p bo'lganda) tufayli tuproqlarni botqoqlikka aylana-nishiga sabab bo'ladi. Ekin ekiladigan tuproqlarda ortiqcha namlik tuproq aeratsi-yani yomonlashtirib o'simlik ildizini chirib ketishiga olib keladi.

Ekin ekilgan Yerlarda masalan, baxorgi bug'doyda yuqori qismini namlanishi hisobiga tuproqni ustki sirtiga yog'inlar miqdorining 10÷35% i yetib bormaydi.

Yog'inlarning uzoq vaqt bo'lmasligi qurg'oqchilikka olib keladi. Namlikning kamayishi ekinlar hosildorligini va sifatini pasayishiga olib keladi. Bunda, namsizlik tufayli, o'simliklarni organik moddalarni yig'ish jaroyoni keskin pasayib ketadi. Fotosintez jaroyonida suv molekulasini yetishmasligi hisobiga o'simliklarning barglarini qurishiga sabab bo'ladi.

Tayanch iboralar. yo'g'in,, jala, yomg'ir, shivalama yomg'ir, agrokimyogar, gidrokimyogar, geokimyogar, ekologiya, kislotali yomg'irlar, kimyoviy elementlar, kimyoviy tarkib, aerosol, yog'inlardagi radiofaollak, tabiiy radiofaollik, yadro portlashlar. ekvatorial mintaqa, tropik mintaqa, yog'in sutkalik borishi , yog'in yillik borishi, yog'in miqdori, suvli yemirilish, intensivlik, ortiqcha namlik, qurg'oqchilik, fotosintez.

Nazorat savollari.

1. Yo'g'in, jala, yomg'ir, shivalama yomg'ir deganda nimani tushunasiz?
2. Agrokimyogar, gidrokimyogar, geokimyogar deganda nimani tushunasiz?
3. Kislotali yomg'irlar deganda nimani tushunasiz?
4. Aerosol nima?
5. Yog'inlardagi radiofaollak deganda nimani tushunasiz?
6. Tabiiy radiofaollik deganda nimani tushunasiz?

7. Yog‘in sutkalik borishi , yog‘in yillik borishi deganda nimani tushunasiz?
8. Yog‘in miqdori deganda nimani tushunasiz?
9. Suvli yemirilish deganda nimani tushunasiz?
10. Ortiqcha namlik deganda nimani tushunasiz?
11. Qurg‘oqchilik deganda nimani tushunasiz?
12. Fotosintez deganda nimani tushunasiz?

§31. Tuproq namligi.

Manfiy temperaturalarda Yer sirtiga yog‘adigan qor , qor qoplami hosil qilib, havo va tuproq temperataviy rejimiga katta ta’sir qiladi.

Qor qoplamini holatini, uning qalinligi, zichligi va Yerda yotish davomiyligi belgilaydi.

Qor qoplaminin g qalinligi yoqqan qorning miqdoriga va zichligi bilan ifodalanadi.

Qor zichligi uning xajm birligida olingan massasiga tengdir. U 0,01 dan (yangi yoqqan qor) $0,60 \frac{g}{cm^3}$ (qor eriy boshlagan paytda) gacha bo‘ladi.

Yerda yotish davomiylilik xususiyati joyning rel’efiga, sirtning xarakteriga, shamolning tezligiga bog‘liq bo‘ladi.

Qor qoplami o‘zining katta albedosi (yangi yoqqan qorda 90-95%) ning qattaligi va issiqlik o‘tkazychanligini kichikligi bilan xarakterlanadi. Zichligi o‘rtacha $0,2 - 0,3 \frac{g}{m^3}$ bo‘lganda uning issiqlik o‘tkazish koeffisienti tuproqnikiga nisbatan 10 marotaba kichik bo‘ladi.

Qor qoplami xalq xo‘jaligining turli sohalari uchun katta ahamiyat kasb etadi. Qishloq xo‘jaligi uchun bu-o‘simliklar uchun suv zahirasi, kuzgi va ko‘p yillik maysalarni mevali danaksiz mevali o‘simliklar tomirlarini muzlashdan saqlash degani.

Tuproq namligi deganda quyidagilarni tushunamiz.O‘simliklar hayotida namlik ornini xech narsa bilan almashtirib bo‘lmaydigan omillardan biri bo‘lib, o‘simliklar asosan tuproqdagi namlikdan ko‘proq foydalanadi. Shuning uchun turli iqlimli sharoitlarda namlikni fazoda o‘zgarishini vaqtga bog‘lanish qonuniyatlarini bilishlik muxim ahamiyatga ega. Hosildorlikni tuproq namligiga bog‘liqlik qonuniyatlarini yaratish-ekin ekishda va o‘shida muxim ro‘l o‘ynaydi.

Tuproq namligini o'lchash Tuproq namligini olchashda thermostat-tarozidan foydalaniladi. Bu usulda tuproq maxsus parma idish orqali xar 10 cm dan, 50 yoki 100 cantimetr gacha kovlanib namunalar olinadi. Parmali stakanning quyisidan $\frac{1}{3}$ qismidagi tuproqni maxsus alumindan tayyorlangan stakanlarga solinadi va 0,1 gr aniqlikda tortiladi. Bunda har bir stakan raqamlangan bo'ladi, massalari ma'lum (tajriba jurnaliga yozilgan) tortilgandan so'ng qopqog'i ochiq holda stakanlar termostatga qo'yiladi va bunda 100 – 105°C temperaturada ular massalarining farqi 0,1 gramm qolgun-cha quritiladi. Odatda qumliroq tuproq 6-7 soat; sof tuproqni 7-8 soat quritiladi. Olingan natijalarni quyidagi ifodaga qo'yib tuproq namligi foizlarda topiladi.

$$W = \frac{P_1 - P_2}{P_2} \cdot 100\%$$

bu yerda W – tuproq namligi (%), P_1 – nam tuproq massasi, P_2 – quritilgan

keyingi tuproq massasi. Masalan: $P_1 - P_2 = 5$ gramm, $P_2 = 25$ gr, u xolda

$$W = \frac{5 \cdot 100}{20} = 20\%.$$

Dala maydonlarining suv balansi quyidagichadir. Tuproqdagi suv, uni sarflanishi, yana tiklanishi va qayta taqsimlanishi ko'p omillar ta'sirida yuz beradi. Tomirlar suvni so'rib oladigan tuproq satxidagi suv zahirasi dinamikasi suv balansi bilan ifodalanadi va keluvchi va sarflanuvchi namliklar farqiga teng. Dala maydoniga keluvchi suv balansini asosi quyidagilardan iborat: tuproq sirtigacha ko'tariladigan yog'inlar, r , tomir ichadigan satxga oqib keladigan yerdagi suvlar M_y , Yerning qiya sirtidan dala maydoniga oqib keladigan suvlar M_s , tuproqning ichidan keladigan ichki suvlar M_{is} , atmosferadan tuproqda kondensatsiyalanadigan namliklar.

Tuproq namligini sarflanuvchi qismi quyidagi parametrlardan iborat: tuproq sirtidan bug'lanuvchi namlik E_b , transpiratsiya (qattiq holatdan gaz holatiga o'tish -sublimatsiyasi) E_T , tuproqning tomir ololmaydigan tomoniga singib ketadigan namlik f_s , ma'lum olingan qiya sirtidan oqib chiqib ketuvchi namlik f_o , tuproq ichiga singib ketuvchi namlik f_{tis} .

Yuqorida keltirilgan parametrlar suvning to‘liq balansini tashkil qilib, quyida-gi tenglama bilan ifodalanadi:

$$W_{f_{bn}} - W_{f_{on}} = (r + M_y + M_s + M_{is} + \pi) - (E_b + E_T + f_s + f_o + f_{tis}),$$

bu yerda $W_{f_{bz}}$ -namlikning boshlang‘ich zahirasi; $W_{f_{oz}}$ -namlikning oxirgi davridagi zahirasi.

Amalda suv balansi formulasini soddalashgan faqat asosiy omillarni o‘z ichiga olgan ifodasidan foydalanadilar.

$$W_{f_{bn}} - W_{f_{on}} = r - E_b - E_T,$$

yoki

$$W_{f_{bn}} - W_{f_{on}} = r - E,$$

bu yerda E –bug‘lanishlar yig‘indisi ($E = E_b + E_T$).

Meteorologik parametrlar tuproqning namlik rejimiga ta’siri juda katta. Yilning sovuq paytlarda suv balansi ifodasidan bug‘lanishga va transpirasiyaga sarflangan namlikni chiqarib tashlanadi (chunki maydon qor bilan qoplangan bo‘ladi).

Tuproqning suv rejimini sozlash quyidagicha bo‘ladi. Suv rejimini sozlashni asosiy usullari quyidagilardan iborat, ular quritish (zaxob yerlarni zovurlar qazib va quvurlar o‘tkazib quritish yoki suvini qochirish), sug‘orish, shudgorlash va tuproq-dagi foydasiz namliklarni bug‘lantirish.

Issiq qurg‘oq hududlarda tuproqni suv rejimini yaxshilashni samarali usuli bu sug‘orishdir. Suvg‘orish yo‘li bilan tuproq namligi sozlanadi va yuqori hosil olish mumkin bo‘ladi.

Suv chiqarishda, sug‘orishda tashqi ob-havoni kelishiga qarab tartibga solinishi kerak, ya’ni sug‘orilishi uchun ishlatiladigan suvni nixoyatda reja bilan tejab ishlatilishi kerak, chunki hozirgi paytda sug‘orish uchun ishlatiladigan suv (ichimlik suvi) resursi juda tanqis. Shu nuqtai nazardan hozirgi vaqtda Andijon qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar institutida tomchilab sug‘orish bo‘yicha katta ishlar amalga oshirilmoqda .

Zax, botqoq yerlarda namlikni mo‘tadillash (suvni qochirish uchun) uchun turli usullardan foydalaniladi. Bularga zovurlar qazish, yoki maxsus tayyorlangan quvurlar yotqizish (yopiq drenaj) va xokazolar kiradi. Yerlarni bunday usullar bilan yoki umuman quritilganda Tuproqning aeratsiyasi hamda temperaturaviy rejimi

yaxshilanadi, bu esa qishloq xo‘jaligi maxsulotlarini ortishi uchun qulay sharoit yaratadi. Tuproqni bunday quritilgan yerlarda o‘g‘itini sozlab borish yo‘li bilan gektariga 3-4 tonnagacha g‘alla hosili olinadi va bunday joylarda ekin ekishda o‘sha yerning namlik sharoitidan kelib chiqqan xolda tanlanish maqsadga muvofiq bo‘ladi, shu nuqtai nazardan Andijon qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar instituti olimlari zax yerlarga ko‘proq sholi ekishni tavsiya qilishadi. Shunday sharoitlar bo‘ladiki, bunday zax maydonlarda ham yog‘ingarchilik kamroq kelgan yillarda tuproqning yuqori qismining namligi evidan pasayishi mumkin bo‘ladi, bunday sharoitlarda suvni qochirish bilan birga sug‘orish ishlari birgalikda qo‘shib olib boriladi.

Tayanch iboralar: tuproq namligi, nam tuproq massasi, quritilgan tuproq massai, qumli tuproq; sof tuproq, suv balansi, bug‘lanuvchi namlik, meteorologik sharoit, namlik rejimi, havo va tuproq temperataviy rejimi, qor zichligi, qor qoplami qalinligi, shamol tezlig, issiqlik o‘tkazish koeffisenti, muzlash, qor qoplami, issiq qurg‘oq hudud, suv resursi, suv rejimi, zax Yer, botqoq Yer, tuproqning aeratsiyasi, yog‘inlar

Nazorat savollari.

1. Suv balansi deganda nimani tushunasiz?
2. Bug‘lanuvchi namlik, meteorologik sharoit deganda nimani tushunasiz?
3. Namlik rejimi deganda nimani tushunasiz?
4. Havo va tuproq temperataviy rejimi deganda nimani tushunasiz?
5. Issiqlik o‘tkazish koeffisenti deganda nimani tushunasiz?
6. Muzlash, qor qoplami deganda nimani tushunasiz?
7. Issiq qurg‘oq hudud deganda nimani tushunasiz?
8. Suv resursi, suv rejimi deganda nimani tushunasiz?
9. Zax Yer, botqoq Yer deganda nimani tushunasiz?
10. Tuproqning aeratsiyasi deganda nimani tushunasiz?
11. Yog‘ingarchilik deganda nimani tushunasiz?

18-BOB

§32. Shamollar. Qishloq xo‘jaligi uchun xavfli xodisalar.

Shamol deb havoning Yerga sirtiga nisbatan shunday harakatiga aytiladiki, bunda gorizontal tashkil etuvchisi ustunroq bo‘ladi. Shamol yo‘nalishi, tezligi va shiddati bilan xarakterlanadi. Shamol hosil bo‘lishiga asosiy sabab Yer sirtini turli nuqtalarida atmosfera bosimini har xil bo‘lishi bo‘lib, u gorizontal barik gradiyentni vujudga keltiradi. Barik gradiyent ta’sir kuchi tufayli yuzaga keladiga havoning harakati bu gradiyent yo‘nalishiga mos kelmaydi, ya’ni yuqori bosimdan past bosimga qarab to‘g‘ri chiziq bo‘ylab emas, balki gradiyent kuchini Yerni aylanishi tufayli hosil bo‘lgan markazdan qochma va markazga intilma hamda ishqalanish kuchlarini ta’siri tufayli yuzaga kelgan ancha murakkab trayektoriya bo‘ylab harakat qiladi.

Yerning aylanishi ta’sirida harakatlanayotgan havo barik gradiyentdan shimoliy yarim sharda o‘ngga, janubiy yarim sharda chapga og‘adi. Markazga intilma kuch havoni egri chiqli trayektoriya bo‘ylab harakatida hosil bo‘ladi. Ishqalanish kuchlari harakatlanayotgan havoni Yer sirti bilan bir-biriga tegishi, hamda havo massalarini tezliklari turlicha bo‘lgan qatlamlarini o‘zaro ishqalanishi tufayli yuzaga keladi. Ishqalanish ketayotgan havo qatlamlarini tezligi boshqa qatlamlardagi havoning tezligidan past bo‘ladi. Ishqalanish kuchlari havoni tezligi bilan birga uni barik gradiyentini og‘ishini ham kamaytiradi.

Yuqorida ta’kidlangan kuchlarning birgalikdagi ta’siri natijasida shamolning kuchi atmosferaning quyi qismida barik gradiyent quruqlikda $50 - 60^\circ$ ga dengiz tepasida esa $60 - 70^\circ$ ga og‘adi. Gradiyentning og‘ish burchagi yuqoriga (baland-likka) qarab taxminan 1000-1500 metrlarda 90° ga yaqinlashadi.

Samolning shiddati, uning tezligi ortishi bilan ortib boradi. Shamolning shiddati, ya’ni shamolning sakrab kuchayishi yoki susayishi tezligi $5 - 10 \text{ m/s}$ bo‘lganda $\pm 3 \text{ m/s}$ ni taskil qilsa, tezligi $10 - 15 \text{ m/s}$ da ortadi va $\pm 5 \div 7 \text{ m/s}$ ni taskil qiladi.

Shamol tezligi sekundiga metr (m/s) coatiga kilometr (km/soat yoki km/h) larda va ballarda o‘lchanadi. Yonalishini shamolning qaysi

tomondan esayotganiga qarab belgilanadi. Yonalishi kompasning ko'rsatkichi rumblarda (ular 16 ta) yoki burchak graduslarida o'lchanadi.

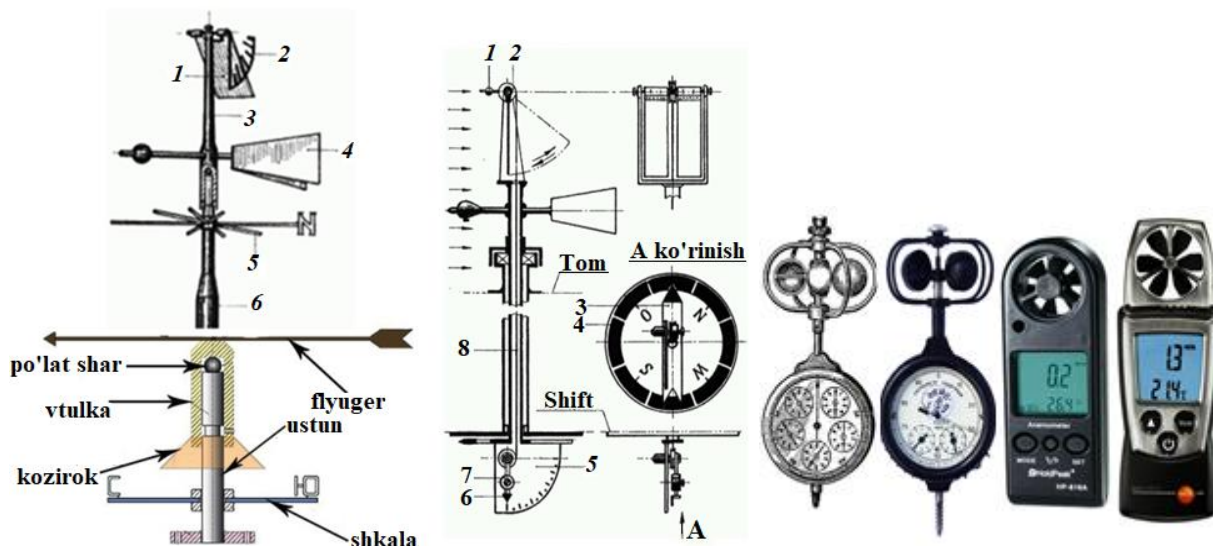
Shamolni tezligini o'lchashda va u Yer sirtidan 10-12 metr balandlikka o'rnatilgan flugerdan foydalaniladi.

Fermer xo'jaliklari dalalari va shunga o'xshash maydonlarda shamol tezligini o'lchashda qo'l anemometridan foydalaniladi. Bu o'rtacha tezliklarni o'lchash uchun mo'ljallangan ixcham uskuna va unda kichik vaqtlar orasida (asosan 100 sekunda) o'lchashlar olib boriladi.

Meteorologik stantsiyalarda shamol tezligini o'lchash uchun elektrli anemo-metrlar, anemorumbometrlar hamda havoning tezligini va yo'nalishini doimiy yozib boruvchi-anemorumbograflar ishlatiladi.

Shamolni turli yo'nalishlarda takrorlanib turishini o'rganish uchun grafik tuziladi. Bunda qaysi vaqtda shamol qaysi yo'nalishda ko'proq esishi aniqlanadi (oylik, mavsumiy, yillik).

Demak, havoning yer yuziga nisbatan gorizontal harakatini shamol deyiladi. Havoning atmosferada bosimi katta joydan kam bosimli tomonga harakati shamolni hosil qiladi. Shamolni yo'nalishi, tezligi va o'qtin-o'qtinligi bilan karakterlaydilar.



Barik gradient kuchi ta'sirida vujudga kelgan havo harakatining yo'nalishi barik gradient yo'nalishi bilan aniq mos tushmaydi, balki barik gradient kuchining Yerning o'z o'qi atrofida harakatidan og'diruvchi kuch, markazdan qochma kuch va ishqalanish kuchlari ta'sirida murakkab traekto-riya bo'ylab harakatlanadi. Aytib o'tilgan

kuchlarning birgalikdagi ta'siri natijasida atmosferaning pastki qatlamidagi quruqlik ustida shamol shimoliy yarim sharda barik gradient yo'nalishidan o'ngga $50-60^\circ$ ga, dengiz ustida esa $60-70^\circ$ ga og'adi, 1000-1500 m balandlikda esa og'ish 90° ga yaqinlashadi. Shamol tezligi va yo'nalishi bilan harakterlanadi. Shamol yo'nalishi gorizontning shamol esayotgan nuqtasidan boshlab aniqlanadi. Masalan, shamol shimol yoki g'arb tomondan esganda shimoliy yoki g'arbiy shamol deyiladi. Shamol yo'nalishini rumblarda va graduslarda aniqlanadi. Shamol yo'nalishini va tezligini aniqlash uchun meteorologik Stantsiyalarda flyugyer ishlatiladi. Meteorologik Stantsiyalarda flyugyer yog'och yoki metall machtaga yerdan 12 m balandlikka o'rnatiladi. Ular yordamida 1 m/s dan 40 m/s gacha chegaradagi shamol tezligi o'lchanadi. Shamol tezligini o'rmonlarda, dala sharoitida aniqlash uchun qo'l anemometrlari qo'llanilib, ular yordamida 1m/s dan 20 m/s gacha chegaradagi shamol tezligini o'lchanadi.

Shamolning ham yillik, oylik, sutkalik o'zgarishi aniqlanadi, quruqlikda sutkalik o'zgarish aniq, ammo dengiz ustida aniq chegaralab bo'lmaydi.

Shamol tezligining yillik o'zgarishi atmosferaning umumiy sirkulyatsiyasi qonuniyatlari bilan anqlanadi. Mahalliy shamollar tog'-vodiy, fyon va bora kabi turlarda uchraydi. Tog'-vodiy shamollari respublikamizning barcha vodiylarida kuzatiladi, ayniqsa Chirchiq-Oxangaron vodiysida barqaror bo'ladi, tog'-vodiy shamoli kunduzi vodiyan toqqa, tunda tog'dan vodiya tomon esadi. Respublika-mizda Bekobod, «Afgo'n», Qo'qon shamollari kabi mahalliy shamollar uchraydi [3],

Qishloq xo'jaligi uchun shamolning ahamiyati kattadir, chunki shamol ham muhit. Shamol qattiq esganda o'simliklar nobud bo'ladi, yer quriydi, dovul bo'tsa xalq xo'jaligiga va qishloq xo'jaligiga zarar keltiradi. Shamol okean va dengizlardan nam havoni quruqlikka olib keladi, hamda atmosfera gazlarini tarkibini doimiyligini saqlash bilan birga o'simliklarni namlik bilan ta'minlaydi. Shamolni zararli ta'siri shundan iboratki, tuproq ustidagi namlikni bug'lantiradi. Shamol ta'sirida o'simlik-lar jarohatlanadi. Shamol bo'roni bo'lsa, elektr tarmoqlar, ko'priklar, yo'llar buzila-di, hatto suv toshqini bo'ladi. Yerga o'g'itlar sepish uchun oldindan shamolning yo'nalishini bilish muhimdir. Ko'chatlarni ekkanda ham, qorni to'plash va boshqa qishloq

xo‘jalik ishlarida shamolni yo‘nalishi hisobga olinishi kerak [1]. Ayniqsa mahalliy shamolni hisobga olib qishloq xo‘jalik ekinlariga ishlov beramiz.

2. Aniq bir joyda va aniq vaqtda uzluksiz o‘zgarib turadigan atmosfera holatini ob-havo deb yuritilishni bilamiz. Ob-havoning davriy va davriy bo‘lmagan o‘zgarishlari mavjud. Ob-havoning davriy o‘zgarishlari bu meteorologik elementlar-ning sutkalik va yillik o‘zgarishlari bilan ta‘minlangan o‘zgarishlardir. Ob-havoning davriy bo‘lmagan o‘zgarishlari-bu havo massalari-ning ko‘chishi bilan bog‘liq bo‘lgan o‘zgarishlardir. Ular meteorologik elementlarning sutkalik va yillik o‘zga-rishlarining normal borishini buzadi.

Atmosferada juda katta havo massalarini yyer sharining bir hududidan boshqa hududlariga ko‘chiradigan havo oqimlarining murakkab sistemasi mavjud. Yer sharidagi asosiy havo oqimlarining to‘plamini atmosferaning umumiy sirkulya-tsiyasi deyiladi.

Troposferaning katta qismida, qutb va tropik kengliklarni e‘tiborga olma-ganda, 1-2 km balandliklarda havoning g‘arbiy ko‘chishi afzal, ya‘ni havo massalari ko‘proq g‘arbdan sharqqa ko‘chadi. [4]

Havo massalari o‘zi vujudga kelgan hududning hususiyatlariga bog‘liq bo‘lib, harorat, namlik, chang, bulutlilik kabi parametrlarga bog‘liq bo‘ladi.

Havo massalari qaysi geografik zonada xosil bo‘lishi ga qarab quyidagilarga bo‘linadi:

1. *Arktikalik (Antarktikalik) - Arktika (yoki Antarktika)da hosil bo‘ladi va quyidagi kengliklarga tomon harakatlanadi.*

2. *Mo‘tadil kengliklarda hosil bo‘luvchi, shimolga va janubga karab harakatlanuvchi*

3. *Tropik va subtropik kengliklarda hosil bo‘luvchi*

4. *Ekvatorial -Yerning ekvator mintaqasida hosil bo‘luvchi*

Shu yuqoridagi havo massalarining o‘zidan dengiz yoki quruqlik ustida xosil bo‘lishiga ajratiladi. O‘rta kengliklarda dengiz havo massalari yozda quruqlik havo massasiga nisbatan sovuqroq, qishda esa issiqroq bo‘ladi. Ikkita havo massalari oralig‘idagi o‘tish zonalarini frontal zona yoki frontlar deyiladi. Frontal zona kengligi havo massalarining o‘lchamiga qaraganda juda kichik bo‘ladi. Frontning Yer sirti bilan kesishish chizig‘ini front chizig‘i deyiladi.

Atmosferaning umumiy sirkulyasiyasi tizimida atmosfera bosimi past va yuqori sohalar mavjud. Past bosimli sohani siklon deb ataladi. Eng kam bosim siklonning markazida kuzatiladi, uning chekkalarida bosim ortadi. Siklonning markazida bosim ham, havoning harorati markazga tomon yunalgan bo'ladi. Tsiklonlarning o'lchamlari, har xil bo'lib, kattalarining diametri 1000-1500 km gacha bo'lgan maydonlarni egallaydi. Tsiklon bir joyda turmaydi. U rivojlanib front bo'ylab siljib boradi. Tsiklonlar bosib o'tayotgan hududlarning ob-havosiga ta'sir ko'rsatadi. Tsiklon kelishi bilan shamol bo'ladi, havoning harorati, bosimi o'zgaradi.

Katta bosimli sohani antitsiklon deb ataladi. Eng katta bosim antitsiklon markazida bo'ladi, chekkalariga tomon bosim kamayadi. Antitsiklon diametri 2-3 ming km hududlarni qamrab oladi. Antitsiklon issiq havo massasiga sovuq havo massasining singib kirishidan hosil bo'ladi

Antitsiklon tarqalgan hududlarda asosan havo ochiq bo'lib, bulut kam bo'ladi. Qishda bulutning kam bo'lishi yerdan atmosferaga yo'nalgan energiya oqimini kuchaytirib, yer sirtining sovishiga olib keladi. Shu sababli qishda antitsiklon haroratni pasaytiradi, kuchli sovuq ro'y beradi. Yozda esa antitsiklon Yer sirtining kuchli isishiga olib keladi.

Antitsiklonda bulut kam shamolning sust bo'lishi qishloq xo'jalik ekinlari-ning yetishib pishishi uchun, kuzda esa hosilni yig'ib olish uchun qulay sharoit yaratadi. Lekin antitsiklonning yozda uzoq vaqt bir joyda saqlanib qolishi qurg'oq-chilikka sabab bo'lishi ham mumkin. Ob-havoni oldindan aytib berish uchun siklon, antitsiklonlarning harakat yo'lini bilish muhim ahamiyatga ega.

Katta hududlardagi olingan vaqt momentidagi ob-havoning holatini sinoptik xarita yordamida yaqqol tasavvur qilish mumkin.

Meteorologik Stantsiyalarda kuzatishlar har 3 soatda o'tkazilganda, xarita-larni ketma-ket tuzilganidan va o'zaro taqqoslab borilganidan havo massalarining harakat yo'nalishlarini, siklonlarning rivojlanishi, frontlarning aralashishini va ularga bog'liq bo'lgan yog'inlar zonalarini aniqlash mumkin. Sinoptik haritani tahlil qilib ob-havo o'zgarishini oldindan aytish mumkin.

Shamol tezligini sutkalik va yillik borishi va shamol tezligiga-havo tegib turgan tuproq sirtini ta'siri quyidagichadir. Okeanlar

tepasidagi shamolning tezligi kamroq o'rganilgan, lekin quruqlik yuqorisidagi shamolning sutkalik borishi yaxshi o'rganilgan. Tun oxirida shamol tezligi eng kam bo'ladi, kunning yarmidan o'tganda esa maksimum qiymatiga erishadi. Shamol tezligini asosan yozning ochiq kunlari-dagi sutkalik o'zgarishi yaxshi o'rganilgan. Bunday kunlarda yerning sirtini qattiq qizishi hamda kamroq qizishi tufayli havoni uyurmali aralashishini taminlovchi konveksiyani kuchayishi sabab bo'ladi.

Shamolni 200-300m balandikkacha ko'tarilishi sutkalik borishida kuzatiladi. Bundan ham balandroqlarda shamol havoni qarshiligiga uchramaydi va kechasiyam susaymaydi. Katta havo massalarini kirib kelishi shamol tezligini evidagi sutkalik borishini buzishga olib keladi.

Shamol tezligini yillik borishi atmosferani umumiy uyurmasi bilan bog'liq qonuniyatlari bilan bog'liq xolda o'tadi. Shuning uchun Yer sharini turli hududlarida bir xilmas. Yerdagi shamol tezligini eng katta qiymatlari Antarktidaning ayrim hududlarida kuzatilib, o'rtacha sutkalik tezlik $45m/s$ ni maksimum qiymati $90 m/s$ gacha yetadi.

Shamolning tezligiga havoniung yer sirtiga yaqin qatlami katta ta'sir ko'rsatadi. Okeanlar yuqorisida shamol tezligi eng yuqori bo'ladi. Quruqlikning baland past-notekis joylarida ishqalanish ta'sirida shamol tezligi kamayib boradi.

Chuqurliklarda vodiylarda shamol tezligi tepalikdagiga qaraganda kichik, shaharda daladagiga nisbatan past, o'rmonlarda dala yoki cho'llardagiga nisbatan kamroq bo'ladi. Shamol tezligi yer sirtiga yaqin qatlamlarda sezilarli darajada kamayadi. Yer sirtidan 10cm yuqori maysazorda shamol tezligi 2m balandlikdagi $3 - 5m/s$ ga qaraganda 65-80 % ga kamayadi.

Maxalliy shamollar quyidagilardir. Berilgan geografik kengliklarda quyi sirtlarda bo'ladigan havo oqimlariga maxalliy shamollar deyiladi.

Sh a b o d a l a r-bu dengiz yoki katta ko'llarining qirg'oqlarida suv va quruqlik yuzasi orasida havo ochiq paytida bo'ladigon shamollardir. Kunduzi quruqlikdan iborat yerlarda qattiq qizishi tufayli bosim suv yuzasiga qaraganda kamayadi va atmosferaning 100 metrlik qatlamida suv tomondan havoni ko'chishi yuz berib, qirg'oqdan 30-40km masofagacha kirib boradi. Kunduzgi dengiz shabodasi quruqlikdagi jaziramani pasaytiradi (yumshatadi), o'simliklarni yaxsi o'sishiga ta'sir qiluvchi havoning namligini orttiradi. Kechasi suv

yuzasidagi havo qirg'ocqdagiga nisbatan issiqroq bo'ladi va shaboda quruqlikdan dengizga qarab esa boshlaydi.

Dengiz shabodasi soat 8-10 larda boshlanib, kunning yarmida o'tgan vaqtda maksimum qiymati ($5 - 6 m/s$) ga erishadi, quyosh botishidan oldin so'nadi. Quruqlik shabodasi kechasi esgani uchun dengiz shabodasidan past bo'ladi va $3 - 4 m/s$ ni tashkil qiladi. Shabodalar uyurmali bo'lib, yopiq bo'lib maxalliy hisoblanadi.

T o g ' - v o d I y sh a m o l l a r i havo ochiq paytlarda tog' qiyaliklarini qattiq qizishi tufayli vujudga keladi. Kunduzi qizigan havo qiyaliklardan tepaga qarab esadi va vodiy shamollarini yuzaga keltiradi. Kechasi qiyalilar soviydi va vodiy issiq bo'lgani uchun pastga vodiya qarab esadi va issiq havoni yuqoriga siqib chiqaradi. Bu tog' shamolini yuzaga keltiradi. Baxorda bunday shamollar havo temperaturasini tushishiga sabab bo'lishi mumkin, bu esa bog'lardagi gullayotgan daraxtlar uchun xavfli bo'ladi.

O'rta Osiyo territoriyasida katta Tyan-Shan va Pomir Oloy tog' tizmalari bo'lgani uchun unda tog' vodiy shamollari keng tarqalgan.

O'zbekistonda tog' vodiy shamollariga misol qilib Chirchiq, Oxangaron, Surxandaryo va boshqa vodiylarda hosil bo'ladigan shamollarni aytish mumkin.

F y o n - s h a m o l i - issiq quruq shamol bo'lib, u o'simliklarga ko'pincha garmsil kabi ta'sir qiladi. Fyon-shamoli tog' orqali havo massalarining oshib borishi natijasida hosil bo'ladi. Havo tog'dan oshib o'tib pastga tushayotganda isiydi, shuning uchun havoda suv bug'lari kamayadi, havo quriydi yangi issiq quruq shamol hosil bo'ladi va o'simliklarga garmsil kabi ta'sir ko'rsatadi.

Masalan, agar tog' yonbag'ri orqali ko'tarilishdan oldin uning temperaturasi $20^{\circ}C$, nisbiy namligi 50% ni tashkil qilgan bo'tsa, 3000 metrlik cho'qqidan oshib o'tib tushganda uning temperaturasi $29,5^{\circ}C$, nisbiy namlik 14% ni tashkil qiladi.

Havo tushayotgan balandlik qancha baland bo'lsa, temperaturasi shuncha yuqori, nisbiy namligi shuncha kam bo'ladi.

Ozbekistonda fyon shamoliga Oxangaron vodiysi shamoli sharq yo'nalishida esuvchi shamollar misol bo'la oladi. Yana Bekobod shamoli ham fyon shamoliga misol bo'la oladi.

Ta'kidlash kerakki, atmosferaning butun uyurmasiga taalluqli katta hudud-larni egallab oluvchi alohida o'ziga hos shamol turi mussonlar

mavjud. Mussonlar – havoning turg'un oqimi bo'lib, o'z yo'nalishini yiliga ikki marta o'zgartiradi. Shuning uchun yozgi va qishgi mussonlarga bo'linadi. Quruqlikda qishda atmosfera bosimini ko'tarilishi hisobiga shamol quruqlikdan suv tomonga esadi. Yozda musson shamoli quruqlikka esadi va kop miqdorda namlik olib keladi. Bu esa katta miqdordagi yog'inlarga sabab bo'ladi.

Shamol havoni aralshishiga sabab bo'lib, bunda havoni tashkil qilgan gazlarni tarkibini doimiylikini ta'minlab beradi. Ular dengiz, okeanlardan kontinentga o'simliklarga zarur bo'lgan namlik olib keladi.

Qishloq xo'jaligida shamolning ahamiyati juda katta bo'lib ekinlar uchun ham foydali ham zararli tomonlari bor. Shamolning asosiy foydali ta'sirlari quyidagi-lardan iborat.

1. Kuchsiz shamol o'simliklarning changlanishiga bu esa hosilning mo'l bo'lishi omillaridan biri hisoblanadi.

2. Shamol muqobil energiya manbai. Undan qishloq xo'jaligida tegirmon-larni, qishloq xo'jaligi mashinalarini harakatga kelitirish, chorva xo'jaliklarida yem xashak tayyorlash va suv bilan ta'minlash uchun foydalanadilar. Buning uchun turli markali shamol dvigatellari ishlatiladi.

3. Shamol-harorati va namligi har xil bo'lgan havo qatlamlarini aralastirib gazlarni atrofga tekkis taqsimlanishiga yordam beradi.

Shamolning zararli ta'sirlari qatoriga quyidagilarni kiritish mumkin:

1. Kuchli shamol o'simliklarni sindirib mevalarni to'kib hosilga katta zarar yetkazadi. Kuchli shamollardan keyin yotib qolgan ekinzor o'rim yig'imini qiyinlashtiradi.

2. Kuchli shamol tuproq zarrachalarini uchirib chang bo'ron hosil qiladi. Tuproq ko'chishi natijasida o'simliklarni ildizlari ochilib quriydi. Qattiq shamolning tuproq mayda zarrachalari bilan birga chirindi va oziq moddalarini ham uchirib ketadi. Natijada tuproqning strukturasi buziladi. Bu esa tuproq unumdorligining pasayishiga olib keladi.

3. Shamol o'simliklardan va tuproq yuzasidan suvning bug'lanishini kuchaytiradi va shu bilan birga tuproqdagi namlikning befoyda nobud bo'lishi ga sabab bo'ladi.

Aytib o'tganimizdek, ob-havo deb ma'lum bir territoriyaning atmosferadagi muayyan vaqt davomida meteorologiyani harakterlovchi

kattaliklarini majmuasiga aytiladi. Ob-havo tez o'zgaruvchanligi va turliligi bilan ajralib turadi.

Masalan, sutka davomida shamol bo'lishi yog'in, yog'ishi havo temperature-sining o'zgarishi kabilar sutkalik ob-havoni belgilaydi. Ob-havo sutkalik xaftalik va oylik bo'lishi mumkin.

Ob-havoni davriy hamda nodavriy o'zgarishlariga bo'linadi.

Ob-havoning davriy o'zgarishlari meteorologik kattaliklarni sutkalik va yillik o'zgarishlari bilan belgilanadi. Ob-havoni nodavriy (davriy bo'lmagan) o'zgarish-lari havo massalarini ko'chishi bilan bog'liq bo'ladi, havo massalarini kirib kelishi xatto meteorologik kattaliklarni sutkalik va yillik o'zgarishi rejimini buzadi. Bu esa ob-havoni keskin o'zgarishiga sabab bo'ladi.

Har bir hudud yuqorisida o'ziga xos havo massasi mavjud. Dengiz va okeanlar yuqorisida katta namlikka ega bo'lgan dengiz havo massasi, katta quruqliklar yuqorisini markaziy qismida quruq continental havo massasi mavjud. Bunga Qozog'iston hududida hosil bo'ladigan havo massalari kontinental havo massasiga misol bo'la oladi.

Havo massalarini hosil bo'lishi joyining kengligiga qarab arktika havo massasi, o'rta kengliklar havo massasi, tropik havo massasi, ekvator havo massasi kabilarga bo'linadi. Turli joylarda hosil bo'lgan havo massalri bir-biridan harorati va namligi bilan farq qiladi.

Frontlar. Siklon va antisiklonlar ikkita havo massalarini o'zaro chegarasidan bir-biriga o'tish joyini front joyi yoki front deyiladi. Front joyini kengligi havo massa-larining o'lchamligidan ancha kichik bo'ladi. Shuning uchun ikkita havo massalarini ajratib turgan sirtni front deyiladi. Front Yer sirti bilan juda kichik burchak (1gra-dusning ulushida) ostida joylashgan bo'ladi. Bunda issiq havo massasi sovuq havo massasi ustida yotadi.

Asosiy havo massalarini orasidagi ajrati turuvchi frontga bosh front deyiladi. Ularga arktik (antarktik)-arktika (antarktika) havosi bilan o'rta kengliklar havosi orasidagi; polyar-o'rta kengliklar havosi bilan tropik havosi orasidagi; tropik-tropik havo massasi bilan ekvatorial havo massasi orasidagi frontlar kiradi. Butun atmosfera havosini uyurmaviyliyini va siklonli harakatini ta'minlashda polyar front muxim ahamiyatga ega. Bosh frontdan tashqari bitta havo massasi ichidagi ikkinchi darajali front ham mavjud.

Agar issiq havo sovuq havo ichiga kirib borsa, uni issiq front, agar sovuq havo issiq havo ichiga kirib borsa uni sovuq front deb ataladi.

Atmosferning umumiy sirkulyasiyasi tizimida past va baland qiymatli bosimlar mavjud. Past bosimli mintaqani siklon deyiladi. Past bosim esa siklonning markazida joylashgan bo'lib markazdan uzoqlashgan sari ortib boradi.

Siklonlar atmosfera frontlarida vujudga keladi, va bunda front bilan ajratilgan ikkita havo massalarini birlashtiradi. Front sirtida to'liqlar vujudga keladi, bunda issiqroq havo sovuq havo ichiga kiradi va issiq front hosil qiladi. Issiq havo massasi orqasini sovuq havo massasi egallab issiq frontni vujudga keltiradi. Bora-bora to'liq kuchayib soat strelkasi aylanishiga teskari aylanuvchi havoni vujudga keltiradi.

Issiq va sovuq frontlar o'tib ketgan joylarda bulutlarning tashqi ko'rinishida malum o'zgarishlari kuzatiladi va yog'inlarni olib keladi. Sovuq front jalani va kuchli shamollarni olib keladi.

Atmosfera fazosida bosim yuqori bo'lgan joyni antisiklon deyiladi. Bunda bosimning eng katta qiymati antisiklonning markazida bo'ladi. Antisiklon 2-3 ming km va undan ortiqroq hududlarni qamrab oladi. Bunda havoning harakati sezilmas darajada bo'lgani uchun havo ochiq, kambulutli bo'ladi. Yozda u qurg'oqchilikni yuzaga keltiradi. Qishda antisiklon Yerga yaqin havo inversiyasini hosil qiladi. Asosan antisiklon markazida shamol kuchsiz bo'ladi. Barik maydonni siklon va antisiklonlardan tashqari yana boshqa ko'rinishlari ham mavjud.

Ob-havoni oldindan bilish (bashoroti) mamlakatimiz xalq xo'jaligi uchun katta ahamiyatga ega. Ob-havoni bashoroti qishloq xo'jaligi ishlarini rejalashtirish-da, ularni o'z vaqtida o'tkazishga yordam beradi.

Bir joyda olib borilgan kuzatishlarga qarab, ob-havo bashorotini tuzish mumkin emas. Ob-havo bashorotini tuzish uchun juda keng hududlarda meteoro-logik stantsiyalari yordami bilan uzluksiz kuzatishlar olib borilishi kerak. Ob-havo malumotlarini olishda qancha katta mintaqalarda kuzatishlar o'tkazilgan bo'tsa, u shunchalik xaqiqatga yaqin bo'ladi. Bunda Yer sirtini barcha qismlarini qamragan xolda izlanishlar olib borishni talab etadi. Izlanishlar olib boriladigan meteostan-tsiyalar quruqlikda zichroq okean va cho'l hududlarda siyrakroq joylashgan. Bu siyrak joylargagi kamchiliklarni orniga

avtomatik meteostantsiyalar oʻrnatiladi. Barcha meteostantsiyalar davriy ravishda ishlab turadi.

Hozirgi fan-texnika rivojlangan paytda Yerning sunʼiy yoʻldoshlaridan turib sinoptik meteorologiyadan foydalanilmoqda. Bu esa ob-havo bashorotini tuzishda juda katta imkoniyatlarni ochib beradi. Sunʼiy yoʻldoshlar yordamida siklonlarning paydo boʻlishi, ularni harakati, bulutlarni hosil boʻlishi, toʻplanishi hamda issiq va sovuq havo massalarining yoʻnalishlarini, fotografiyasi va boshqa koʻp maʼlumotlarni qisqa muddat ichida olishga erishilmoqda va bu maʼlumotlar boshqasi bilan solishtirilib aniqlik kiritiladi.

Yer yuzining turli joylari bir xil qizimaganligi uchun havo massalari doim koʻchib yuradi. Bunda havo bir necha minglab kilometr yoʻl bosib oʻtadi.

Havo massalarini koʻchib yurishi ob-havo xolatiga, uning oʻzgarishiga katta taʼsir koʻrsatadi. Masalan biz yashayotgan mintaqaga namligi katta boʻlgan dengiz havo massasi kelsa, u bulut hosil qilib, yogʻinlarni vujudga keltiradi. Arktika havo massalarining kelishi esa temperaturaning keskin pasayishiga sabab boʻladi. Janubiy saxrolardan keladigan issiq havo massalari haroratni keskin koʻtarilishiga sabab boʻladi.

Bir hududdan boshqa hududga koʻchayotgan havo massalari kam oʻzgarib boradi, oldingi xossasini oʻrniga yangi xossalari kirib keladi. Bunday oʻzgarishlar havo massalarining Yer va uning qoplagan oʻsimliklar bilan oʻzaro taʼsir natijasida yuz beradi. Masalan, dengiz havo massasi quruqlik ichkarisiga kirib borgan sari namligi kamayib boradi. Bu namliklar bulutlar va oʻz navbatida yogʻinlarga sabab boʻladi. U asta-sekin continental havo massasiga aylanib boradi. Issiq havo massalari sovuq havo ustidan oʻtganda, birgalikda Yer sirti bilan taʼsirlashib soviydi va buning natijasida kondensatsiya yuz beradi.

Ob-havo bashorotlari qisqa va uzoq muddatli boʻladi, qisqa muddatli bashorotlar 1-2 sutkalik boʻlib, ularni tuzish usullari yaxshi oʻrganilgan va ancha rivojlangan. Shuning uchun uning darajasi ancha yuqori. Uzoq muddatli maʼlumotlar bir oyga yoki mavsumga moʻljallangan xolda tuziladi.

Ob-havoning mahalliy belgilari.

Ko'p srlik kuzatishlar natijasida odamlar ob-havoning qanday kelishini oldin-dan ko'rsatadigan ko'p belgilarini o'rganganlar. Bu belgilarning hammasi deyarlik osmonni, osmonda bo'ladigan optik hodisalarni, bulutni oddiy ko'z bilan kuzatushga asoslangan. Shu bilan birga hayvonlar va ashrotlar biz sezolmaydigan ob-havo o'zgarishini oldindan sezish xususiyati ma'lum.

Maxalliy belgilariga qarab ob-havoni o'zgarishini bir necha soat oldin yoki ertasiga bo'ladigan ob-havoni bir kun oldin kechqurun (10-12 soat) oldin aytish mumkin.

Ob-havoning mahalliy belgilari quyidagilar:

1. Ob-havoni ochiqligini bildiradigan belgilar.

- a) havo bosimining kam o'zgarishi yoki ko'tarilib, yuqori qiymatida uzoq turishi;
- b) kechasi havoning ochiqligi va shudring tushishi
- v) kunduzi axyon axyonda bulutlarni hosil bo'lishi va kechqurun yo'qolishi;
- g) ufqning qizil (olovrang) bo'lishi ;
- d) qaldirg'ochning baland uchishi;
- e) shamolni kunduzi kuchayib, kechga tomon yo'qolishi;
- j) temperaturaning kunduzi keskin ko'tarilib, kechasi keskin pasayishi.
- i) qishda tutunni tikka ko'tarilishi;
- k) oynning tiniqligi.

2. Ob-havoning yomon kelishini bildiruvchi belgilar:

- a) g'arb tomondan juda siyrak bulutni kelishi;
- b) havo bosimining pasayib ketishi;
- v) kechqurun quyoshning bulutda botishi;
- g) shamolning kuchyishi;
- d) kechasi bilan kunduzgi temperaturalar farqining juda kamligi;
- e) qaldirg'ochning past uchishi;
- j) tongda shudring bo'lmasligi.

3. Ob-havoning yaxshilanish belgilari

- a) havo bosimining asta sekin ko'tarilishi;
- b) shamolning asta-sekin ko'tarilishi;
- v) Moviy osmonni asta-sekin ko'rina boshlashi
- g) temperaturani tushib ketishi.

Hulosa qiladigan bo'lsak, meteorologiya xizmati maxalliy belgilarni rad etmaydi, balki ulardan ba'zi-ba'zida foydalanib turiladi.

Qishloq xo'jaligi uchun xavfli hodisalar.

Ob-havo har doim ham yaxshi bo'lavermaydi. Ayrim paytlarda qishloq xo'jaligi ekinlari uchun, umuman odamlar, xayvonlar uchun ham noqulay ob-havo sharoiti yuzaga keladiki, bunda ko'p ekinlarini nobud bo'lishi ga olib keladi. Shuning uchun bunday ob-havoni xavfli meteorologik hodisalar deb yuritiladi. Ulardan eng asosiylari issiq bo'lishi kerak bo'lgan paytlarda yuzaga kelgan qora sovuq, qurg'oqchilik, garmsil, chang bo'ronlari, do'l, qattiq jala quyishi, qishda esa, qattiq sovuqlar, yoppasiga muzlash va boshqalar, bu hodisalar bilan kurashish uchun ularni o'rganish kerak bo'ladi.

Kundalik turmushdan ma'lumki, ba'zi hollarda ob-havo sharoitlari o'simlik-lar uchun noqulay bo'ladi. Ular ba'zan qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishiga katta zarar keltiradi. Masalan, 1989 yilning 30 aprel kuni O'zbekistonda havo keskin sovib ketishi ro'y bergani sababli, ba'zi hududlardagi ochiq dalada parvarish qilinayotgan pomidor, bodring va boshqa ekinlarni, shuningdek g'o'za maysalarini sovuq uradi. Shuning uchun dehqonlar bu ekinlarni qayta ekib iqtisodiy jihatdan katta zarar ko'rdilar. Bunday hollarda ob-havoning noqulay sharoitlarini qishloq xo'jaligi uchun xavfli meteorologik hodisalar qatoriga qo'shiladi. Qishloq xo'jaligi uchun xavfli meteorologik hodisalarning asosiylariga yilning iliq davrida-qora sovuqlar, qurg'oqchilik, quruq issiq shamol-garmsel, changli bo'ronlar, do'l, kuchli jalalar kirsa, qishda esa - qattiq sovuqlar, yaxmalak, muz qatqaloqlari, qorsizlik yoki qalin qor qoplami va boshqalar kiradi. Bunday hodisalarga qarshi kurashishning samarali chora-tadbirlarini ishlab chiqish uchun dastavval ularning hosil bo'lish tabiatini, mamlakatimizning turli hududlarida ularning takroriyliigi va jadalligini bilish kerak, qishloq xo'jalik ekinlari hosildorligining bu hodisalarga bog'liq ravishda o'zgarishini o'rganish va qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini kelgusida rivojlantirishda har bir hududning agroiqlimiy xususiyatlarini e'tiborga olish kerak.

Qora sovuqlar. Qora sovuq turlari va hosil bo'lish sharoitlari havoning o'rtacha sutkalik harorati musbat bo'lgan davrlarda havo va faol sirt haroratining 0°C gacha va undan ham pasayib ketishi qora sovuq deyiladi. Demak, yilning iliq davrlari (bahor va kuz) da yerga tutashgan

havo qatlami va tuproq sirti haroratining 0°C gacha va undan ham pasayib ketishi hodisasini qora sovuq deb yuritamiz. Qora sovuqning kuchi va davomiyligiga qarab uning zararli ta'siridan o'simliklar qisman zararlanadi yoki butunlay nobud bo'ladi. Qora sovuqlar vaqtida ekinlarni sovuq urishining sababi, o'simlik hujayrasi protoplazmasining suvsizlanishidir. Chunki harorat 0°C gacha va undan ham pasayganida o'simlik hujayralari orasidagi suv muzlaydi va hujayradagi suvni shimib oladi. Hujayra shirasi quyushib, protoplazma suvsizlanib qoladi. Bundan tashqari ko'payayotgan muz kristallari hujayrani siqib shikastlantiradi. Hujayralarning zararlanishi pirovardida o'simlikning qisman yoki butunlay nobud bo'lishiga olib keladi. O'simlikni sovuq urganda uning barglari qorayib qoladi. Shuning uchun bahor va erta kuzda bo'ladigan bunday atmosfera hodisasini dehqonlar qora sovuq deb ataydilar. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi uchun ekinlarning eng faol o'suv davriga to'g'ri keladigan kech bahorgi va erta kuzda bo'ladigan qora sovuqlar ayniqsa xavflidir. Qora sovuqlar o'zining paydo bo'lishi sabablariga qarab quyidagi turlarda uchraydi.

1. Advektiv qora sovuqlar. Bu turdagi qora sovuqlar biror hududga harorati 0°C dan past bo'lgan sovuq havo massalarining kirib kelishidan hosil bo'ladi. Kirib kelgan sovuq havo massasi yerga tutashgan havo qatlami va tuproq yuzasini sovitib yuboradi. Advektiv qora sovuqlar ko'pincha Arktikadan kirib kelgan sovuq havo oqimlarining ta'sirida paydo bo'ladi.

2. Radiatsion qora sovuqlar. Bu turdagi qora sovuqlar havo ochiq kunlari sokin tunda faol yuzaning nurlanish sababli sovishi natijasida hosil bo'ladi. Bunda tuproq yuzasigina emas, balki tuproq yuzasiga juda yaqin ingichka havo qatlami ham kuchli soviydi. Bu sovuq havo qatlamidan yuqorida iliq havo joylashadi. Boshqacha aytganda yerga tutashgan havoda harorat invyersiyasi ro'yobga chiqadi. Yer sirtidan **2m** balanddagi havoning harorati tuproq yuzasining haroratidan o'rta hisob bilan **2,5 – 3 $^{\circ}\text{C}$** ga farq qiladi. Sibir va Qozog'istonning kontinental iqlimli hududlarida bu farq **4,0 – 4,5 $^{\circ}\text{C}$** gacha etadi. Havo ochiq shamolsiz tunlarda ko'pincha tuproq sirtidan **2cm** dan **5cm** gacha balandlikdagi qatlamda havo harorati eng past bo'ladi. Bunda yalang tuproq yuzasining minimal harorati **2m** balanddagi havo haroratidan **1,5 – 3 $^{\circ}\text{C}$** ga ortiq bo'ladi. Radiatsion qora sovuqlar-ning kuchi va davomiyligi relef shakliga, tuproq sirtining holatiga, havo va tuproq

namligi hamda boshqa mahalliy sharoitlarga bog'liq. Radiatsion qora sovuq paydo bo'lishi ning muhim sharti kechasi shamol bo'lmasligi va havoning ochiq bo'lishi dir. Agar shamol esa boshlasa tuproqqa yaqin sovuq havo yuqoridagi iliq havo bilan aralashib ketadi va shu bilan qora sovuqning o'zi va uning hosil bo'lish imkoniyati yo'qoladi. Yuqorida aytganimizdek, radiatsion qora sovuqning paydo bo'lishi havo namligiga ham bog'liq. Agar harorat pasayganida havo suv bug'lariga to'yingan holatga o'tsa, ya'ni shudring nuqtasiga yerishilgandan keyin haroratning yanada pasayishi keskin sekinlashadi. Chunki suv bug'iga to'yingan havo harorati yanada pasayganda uning tarkibidagi suv bug'ining kondensatsiyasi boshlanadi, bug'lanish-ning «yashirin» issiqligi ajraladi va bu issiqlik havoning yanada sovishiga to'sqinlik qiladi. Bundan radiatsion qora sovuqqa qarshi kurashish uchun shudring nuqtasini ko'larish kerak degan xulosaga kelamiz. Radiatsion qora sovuq tunda boshlanib, quyosh chiqqandan keyin qaytadi.

3. Radiatsion–advektiv qora sovuqlar. Bu turdagi aralash qora sovuqlar sovuq havo massalarining kirib kelishi va uning havo ochiq kechalari faol sirtning nurlanishi sababli yanada sovishi natijasida hosil bo'ladi. Kech bahordagi va yerta kuzdagi qora sovuqlar ko'pincha radiatsion-advektiv turda bo'ladi va nisbatan yuqori o'rtacha sutkalik haroratlarda kuzatiladi. Bu vaqtda havo haroratining sutkalik o'zgarishi kechasi 0°C gacha pasaymaydi, shuning uchun sovuq havo oqimining kelishi va uning havo ochiq kechalarda nur chiqarib sovigan faol sirt ta'sirida yanada sovishidan hosil bo'ladi. Advektiv-radiatsion qora sovuqlar bahor oxirida, yoz boshlanishida va kuzda kuzatiladi. Ular qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi uchun eng xavfli hisoblanadi. Advektiv-radiatsion qora sovuqlarning jadalligi unchalik katta emas (–2 ... –3° chamasida). Ular odatda tuproq, o'tzor va ekinlar sirtiga yaqin ingichka havo qatlamida kuzatiladi. Bunday qora sovuqlar meteorologik Stantsiyalarda ko'pincha qayd etilmaydi, chunki bu vaqtda meteorolo-gik budkadagi havo harorati musbat bo'ladi. Tuproq sirtiga o'rnatilgan minimal tyermometr ham manfiy haroratni ko'rsatmaydi. Bunga sabab tuproq yuzasiga yotiq holatda rezyervuarining yarmisigacha botirib o'rnatilgan minimal tyermometrning tuproqdan qo'shimcha issiqlik olishidir. Bunday «yashirin» qora sovuqlardan issiqsevar o'simliklar shikastlanadi. Chunki ular organlarining harorati °C gacha yoki undan ham ko'proq pasayadi. Advektiv-radiatsion qora

sovuqlar odatda tungi soatlarda, asosan quyosh chiqishi oldidan paydo bo‘ladi, ularning davomiyligi 3-4 soatga teng. Shunday qilib, o‘simliklar vegetatsiyasi davrida havoning o‘rtacha sutkalik harorati musbat bo‘lganda ham tuproq yuzasiga juda yaqin havo qatlamida qora sovuq kuzatilishi mumkin. Shuning uchun sovuqsiz davr davomiyligini aniqlashda meteorologik budkadagi yoki tuproq yuzasidagi haroratni kuzatish bilan cheklanmasdan yana tuproq (yoki ekin) ustidagi haroratni ham bilish kerak. Bahordagi eng keyingi qora sovuq ro‘y bergan sana bilan kuzdagi birinchi qora sovuq sanasi orasidagi vaqtni qora sovuqsiz davr deb yuritiladi. Tuproq yuzasidagi qora sovuqlar havodagi (**2m** balandlikdagi) ga nisbatan bahorda kechroq, kuzda esa yertaroq boshlanadi. Shuning uchun tuproq yuzasidagi sovuqsiz davr, havodagi sovuqsiz davrga nisbatan **20 – 30** kun qisqa bo‘ladi. V.V. Karnauxova ma‘lumot-lariga ko‘ra O‘rta Osiyo tekisliklarida havodagi qora sovuqsiz davrning o‘rtacha ko‘p yillik davomiyligi 150 kundan 250 kungacha cho‘ziladi. Tog‘larda bu davr 50-150 kunga teng bo‘lib qoladi. O‘rta Osiyoda sovuqsiz davrning eng uzoq davomiyligi O‘zbekistonning janubi-sharqiy qismida kuzatiladi. 1936-73 yillarda -olib borilgan meteorologik kuzatishlarga asosan O‘zbekistonda havodagi sovuqsiz davrning eng uzoq davomiyligi Sherobod meteostantsiyasida kuzatilib, u 268 kunga teng bo‘lgan. Tuproq yuzasidagi sovuqsiz davrning maksimal davomiyligi ham xuddi shu meteostantsiyada kuzatilib, u 241 kunga teng bo‘lgan. Demak, Shyerobod meteostantsiyasida tuproq yuzasidagi sovuqsiz davr maksimal davomiyligi, havodagiga nisbatan 27 kunga qisqa bo‘lgan. Radiatsion qora sovuqlar har xil iqlim sharoitida havoning turlicha o‘rtacha sutkalik haroratida o‘tadi. Masalan, I.A. Golsberg ma‘lumotlariga ko‘ra Rossiyaning dengiz bo‘yidagi tumanlarida qora sovuqlar havoning o‘rtacha sutkalik harorati **5 – 6°C** ga, O‘rta Osiyoda esa havoning o‘rtacha harorati **12 – 13°C** ga teng bo‘lganda o‘tadi. Mahalliy sharoitlarning qora sovuqlar kuchiga, o‘tish va boshlanish muddatlariga ta’siri Joyning reliefi, tuproq holati, o‘simliklar va suv havzalarining borligi qora sovuq-larning bahorda o‘tashi, kuzda esa boshlanish muddatlariga, kuchiga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatadi. Advektiv qora sovuqlar o‘rnashgan joyga, radiatsion va advektiv-radiatsion qora sovuqlarga qaraganda kam bog‘liq. Ammo sovuq shamol-larga ochiq bo‘lgan qiyaliklarda, tog‘ yonbag‘irlarida qora sovuq xavfi kuchliroq bo‘ladi. O‘rnashgan joyning radiatsion va

advektiv-radiatsion qora sovuqlarga ta'siri ancha sezilarli bo'ladi. Joyning reliefiga qarab sovuq havo oqimlarining olingan joyga kelishi va ketishi turlicha ro'y beradi. Kechasi qiyaliklarda faol yuzaning radiatsion sovishi natijasida unga tutashgan havo qatlami ham kuchli soviydi, natijada uning zichligi ortib og'irroq bo'lib qoladi va qiyalik pastiga oqib tushadi, shuning uchun qiyalik pastida sovuqroq bo'ladi. Qiyalikning pastida qiyalik tepasiga nisbatan sovuq havo ko'proq to'plangani uchun qora sovuq bo'lish xavfi kuchli bo'ladi. Agar qora sovuq boshlansa, qiyalik pastida uning kuchi ham katta bo'ladi. Qiyalikning tepasida qora sovuq tushish xavfi ancha kam, chunki pastga oqib ketgan sovuq havo o'rnini yuqoridan tushgan iliq havo egallaydi. Qiyalikning ufq bilan hosil qilgan burchagi qanchalik katta bo'tsa, bu qiyalik tepasiga qora sovuq tushish xavfi shunchalik kam bo'ladi. Vodiylar ham nisbatan pastlikda joylashgani uchun sovuqroq bo'ladi. Relefning botiq shakllari (tog'lar bilan o'ralgan vodiylar, botiqlar, o'rmondagi yalangliklar) da sovuqsiz davrning davomiyligi tekis gorizontall joylardagiga nisbatan ancha qisqaradi, bunday botiq joylarda qora sovuqning kuchi ortadi. Chunki bunday yerlarda sovuq havo ko'p to'planadi va uzoq turib qoladi. Masalan, qiyalik burchagi 10°C dan katta bo'lgan qiyalik cho'qqisidagi qora sovuq havfini 1 ball bilan baholaylik. U holda gorizontall keng tekis vodiylar va pastliklardagi qora sovuq bo'lish xavfi 5 ball bilan baholanadi. Demak, gorizontall vodiylar va pastliklarda qora sovuq bo'lish xavfi qiyaliklar tepasidagiga nisbatan 5 marta ko'p bo'ladi. Qavariq relefli joylar (tepalikning cho'qqisi, qiyalikning ustki qismi) da qora sovuqlarsiz davr davomiyligi tekis joylardagiga nisbatan katta. O'rmon bilan qoplangan qiyaliklarda sovuq havo o'rmon oldida turib qoladi, shuning uchun qiyalikdagi ochiq yerlarda qora sovuq bo'lish xavfi kuchayadi. O'rmondagi radiatsion qora sovuqlar vaqtida harorat ochiq maydondagiga nisbatan $2 - 3^{\circ}\text{C}$ ga yuqori bo'ladi. Ochiq yalangliklar (yoki o'zrorlar) da qora sovuqlar kuchi ortadi. Tuproqning issiqlik xossalari ham radiatsion qora sovuqlarga ancha ta'sir ko'rsatadi. Tuproqning issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanligi qanchalik kam bo'tsa, tuproq yuzasida hosil bo'ladigan qora sovuq shuncha kuchli bo'ladi. Haydalgan (g'ovak) tuproqning issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanligi haydalmagan (zich) tuproqnikidan oz bo'lganligidan haydalgan tuproq yuzasida, haydalmagan tuproq yuzasiga nisbatan qora sovuq tez-tez kuzatiladi. Bilamizki, haydalgan yer tarkibida havo ko'p,

shuning uchun uning issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanligi oz. Zich tuproqning issiqlik sig'imi kattaroq bo'lgani uchun kechasi g'ovak tuproqqa nisbatan sekin soviydi va zich tuproqning issiqlik o'tkazuvchanligi ham nisbatan katta bo'lganidan tuproq yuzasining nurlanishda yo'qotgan issiqligining ancha qismini pastki qatlamlardan ko'tarilgan issiqlik hisobiga qoplaydi, natijada zich tuproq yuzasi keskin sovimay qora sovuq hosil bo'lishi ehtimoli kamayadi. Kechasi g'ovak tuproq yuza qatlami pastki qatlamlardan ko'tarilgan issiqlik oqimining tuproq yuzasiga ko'tarilishiga to'sqinlik qiladi. Shuning uchun g'ovak tuproq yuzasi kechasi zich tuproq yuzasidan ko'proq soviydi. Buning ustiga tuproqning nurlanib sovishi ham qo'shiladi. Natijada g'ovak tuproq yuzasida radiatsion qora sovuqning bo'lish ehtimoli katta bo'ladi. Dengiz, katta ko'llar qirg'oqlarida qora sovuqsiz davr 25-30 kunga uzayadi. Chunki dengiz qirg'oqlariga yaqin joylarda havoning nisbiy namligi katta bo'ladi. Havo harorati pasayganida uning tarkibidagi suv bug'i ham sovib biror haroratdan boshlab havoning suv bug'iga to'yinishi boshlanadi, to'yinishdan ortib qolgan bug'lar harorat yana pasayganda kondensatsiyalanadi. Buning oqibatida issiqlik ajralib havoning kuchli sovishiga imkoniyat yaratilmaydi. Shuning uchun bunday yerlarda qora sovuqsiz davr uzunligi katta. Qalin o'lzorlarda havoning minimal harorati yuqori yarus barglari joylashgan sathda kuzatiladi, shuning uchun ham dastavval yuqori yarus barglari qora sovuqlardan shikastlanadi. Qiyaliklarning dunyoning qaysi tomoniga qaraganligiga qarab, ulardagi o'simliklarning qora sovuqlardan zararlanishi turlicha bo'ladi. Sharqiy va janubi-sharqiy qiyaliklardagi o'simliklar qora sovuqlardan g'arbiy qiyaliklardagi o'simliklardan ko'proq shikastlanadi. Chunki quyosh chiqqanidan keyin sharqiy qiyalikdagi o'simliklarga, g'arbiy (yoki boshqa tomonga qaragan) qiyaliklardagi o'simliklarga nisbatan ko'proq to'g'ri quyosh radiatsiyasi tushadi. Buning oqibatida sharqiy qiyalikdagi o'simlik tez isiydi va uning organlaridagi muz tez yeriydi, bunda o'simlik organi o'zining qora sovuq-lardan oldingi holatiga qayta olmay shikastlanadi. G'arbiy qiyalikdagi o'simliklar sekin isiydi, shuning uchun qora sovuqdan kamroq shikastlanadi. F.F.Davitaya kuzatishlari ko'rsatadiki, janubiy qiyalikdagi tokzorlar qora sovuqlardan g'arbiy qiyalikdagi tokzorlarga nisbatan ko'proq shikastlanadi. Chunki janubiy qiyalikdagi o'simliklar ancha yerta rivojlanganligidan ularning sovuqqa chidamliligi kamaygan

bo‘ladi. Shunday qilib, joylarning relefiga qarab qora sovuqlarsiz davr muddati va qora sovuq kuchi turli darajada vujudga keladi. Qora sovuqlarning qishloq xo‘jaligi ekinlariga ta‘siri O‘simliklarning qora sovuqlarga chidamliligi va shikastlanish darajasi qora sovuqning boshlanish vaqtiga, uning kuchiga va davomiyligiga, o‘simlikning rivojlanish fazasiga, o‘simlikning holatiga, turi va naviga, agrotexnika sharoitlariga va boshqa omillarga bog‘liq. O‘simliklar biror haroratdan past haroratlarda qora sovuqlardan shikastlanadi yoki nobud bo‘ladi. Bu haroratni odatda kritik harorat deb yuritiladi. Quyidagi 32.1-jadvalda ba‘zi mevali o‘simliklarning qora sovuqlardan shikastlanish kritik haroratlari ko‘rsatilgan:

32.1-jadvalni tahlil qilish ko‘rsatadiki, bitta o‘simlikning har xil qismlari qora sovuqlarga turlicha chidamlilik darajasiga ega. Gullash va tugunchalar hosil bo‘lish davrida 0 dan -2°C gacha qora sovuqlar hosilni butunlay yo‘q qilish mumkin. Limon, apelsin, mandarin kabi o‘simliklarda qora sovuqlardan dastavval barglari ($-6^{\circ}\dots -8^{\circ}\text{C}$) larda, tok shox-shabballari ($-7^{\circ}\dots -10^{\circ}\text{C}$) larda shikastlanadi. Bu o‘simliklarning shox-shabballari, barglariga nisbatan qora sovuqlarga chidamliroq bo‘ladi

Ba‘zi mevali o‘simliklarning qora sovuqlardan shikastlanishi kritik haroratlari

32.1-jadval

O‘simlik turi	Qora sovuqdan shikastlanadigan o‘simlik qismi	Kritik haroratlar, $^{\circ}\text{C}$ larda
Limon	Daraxt butunlay	-9...-10
	Shabballari (shoxlari, novdalari)	-7...-8
	Barglari	-6
Apelsin	Daraxt butunlay	-10...-11
	Shabballari	-8...-9
	Barglari	-7
Mandarin	Daraxt butunlay	-12
	Shabballari	-10
	Barglari	-8
Tok	O‘sayotgan kurtaklari	-1

	Gullari	0
Olma, nok, olcha, olxo'ri	Yopiq gulg'unchalari	-4
	Gullari	-2
	Meva tugunchalari	-1
Gilos	G'unchalari va gullari	-2
	Meva tugunchalari	-1
O'rik, shaftoli	Yopiq g'unchalari	-2
	Gullari	-3
	Meva tugunchalari	-1
Malina, qulupnay	Gullari va meva tugunchalari	-2

V.N. Stepanov qishloq xo'jalik ekinlarini, ular rivojlanishi-ning turli fazalarida o'simlik sathidagi manfiy haroratlarga chidamliligi bo'yicha quyidagi 5 ta ekologik guruhga ajratgan:

1. Rivojlanishning boshlang'ich fazalarida qisqa muddatli **7 – 10°C** gacha qora sovuqlarga chidaydigan eng chidamli ekinlar. Ularga bahori bug'doy, suli, arpa, no'xat kabi g'alla va dukkakli g'alla ekinlari kiradi. Ammo bu ekinlar boshqoq chiqarish fazasida **-3 – 4°C** haroratlarda-dayoq qora sovuqlardan shikastlanadi. Gullash davrida bu ekinlar qora sovuqqa eng chidamsiz bo'lib, **-1 – 2°C** qora sovuqdan shikastlanadi. Asosiy g'alla ekinlarining donlari sut pishish fazasida **-2 – 4°C** qora sovuqlardan zararlanadi. O'simliklar mum pishish fazasiga o'lgach qora sovuqqa chidamliligi ortadi.

2. Rivojlanishning boshida **-5 – 7°C** gacha, gullash fazasida esa **-2 – 3°C** gacha qora sovuqlarga chidamli ekinlar. Ularga dukkaklilar, kungaboqar, zig'ir, qand lavlagi, hashaki lavlagi, sabzi, karam va boshqa ekinlar kiradi.

3. Unib chiqish fazasida **-3 – 4°C** qora sovuqlarga chidaydigan o'rtacha chidamli ekinlar. Bu guruh ekinlari gullash fazasida **-1 – 2°C** qora sovuqqa chidaydi. Ularga sariq lyupin, soya, redis, mogar kabi ekinlar kiradi.

4. Qora sovuqlarga kam chidamli ekinlar. Ularga makkajo'xori, tariq, sudan o'ti, jo'xori, kartoshka, tamaki kabi ekinlar kiradi. Ular **-2°C** gacha qora sovuqqa chidaydi, ammo gullash davrida **-1°C** ya'ni kuchsiz qora sovuqqagina chidaydi.

5. Qora sovuqlarga chidamsiz issiqsevar ekinlar. Ularga loviya, kana kunjut, g'oz, poliz (qovun, tarvuz, osh qovoq va boshqa) ekinlar, sholi, kunjut, kanop, yer yong'oq, pomidor, bodring, tamaki kabi ekinlar kiradi. Bu guruhga kiruvchi o'simliklar unib chiqish davrida $-0,5 - 1,5^{\circ}\text{C}$ haroratda ham shikastlanadi. Ko'rdikki, o'simliklarning hosil



beradigan organlari qora sovuqqa eng chidamsiz bo'ladi. O'simliklar o'sishning boshlang'ich davrida qora sovuqqa eng chidamli bo'ladi va bu davrda qisqa muddatli qora sovuqlar hosilga ta'sir qilmaydi. Bundan tashqari gullash va pishish davriga to'g'ri kelgan qora sovuqlar ayniqsa xavfli, chunki bu davrda o'simliklarning sovuqqa chidamliligi pasaygan bo'ladi. Bu davrda ko'pchilik o'simliklarning nobud bo'lishi $-2 - 4^{\circ}\text{C}$ lardan boshlanadi. Chigit unib chiqish davrida va g'oz gullashi fazasida $-0,5 - 1^{\circ}\text{C}$, sut pishishi fazasida esa -1°C da shikastlanadi. Demak, g'oz sovuqqa chidamsiz o'simlik, shuning uchun respublikamiz hududlarida g'ozani qora sovuqlardan himoya qilish ishlarini rivojlantirish va sovuqqa chidamli navlarini

yaratish qishloq xo'jaligida muhim ahamiyatga ega. Qurg'oqchilikka qarshi kurash chora-tadbirlarining ba'zilarini qarab chiqamiz.

Tayanch iboralar: shamol, shaboda, dengiz shabodasi, tuproq ko'chishi, tuproqning strukturasi, anemometr, anemorumbometr, barik gradient kuchi, flyuger, atmosfera gazlari, troposfyera, tsiklon, antitsiklon, ob-havo, havo massasi, past bosimli mintaqqa, sirkulyatsiya, issiq front, sovuq front, antitsiklon, tsiklon, Arktika havo massalari, meteoStantsiya, ob-havoni bashoroti, qora sovuq, kritik haroratlar, eroziya, suv eroziyasi, tuproqning mexanik tarkibi, irrigatsion erroziya, changli bo'ronlar, agrotexnik usul.

Nazorat savollari.

1. Shamol, shaboda, dengiz shabodasi, tog‘ vodiylar shamollari deganda nimani tushunasiz?
2. Mussonlar, fyon shamoli, shamol-harorati, shamol namligi deganda nimani tushunasiz?
3. Tuproqning strukturasi deganda nimani tushunasiz?
4. Anemometr, anemorumbometr deganda nimani tushunasiz?
5. Barik gradient kuchi deganda nimani tushunasiz?
6. Atmosfera gazlari, troposferyera deganda nimani tushunasiz?
7. Siklon, antitsiklon deganda nimani tushunasiz?
8. Ob-havo, o‘rta kengliklar havo massasi, tropik havo massasi, ekvator havo massasi deganda nimani tushunasiz?
9. Past bosimli mintaqa deganda nimani tushunasiz?
10. Issiq front, sovuq front deganda nimani tushunasiz?
11. Arktika havo massalari deganda nimani tushunasiz?
12. MeteoStantsiya deganda nimani tushunasiz?
13. Ob-havoni bashoroti deganda nimani tushunasiz?
14. Kritik haroratlarda deganda nimani tushunasiz?
15. Advektiv-radiatsion qora sovuq, qora sovuqsiz davri, deganda nimani tushunasiz?
16. Eroziya, suv eroziyasi deganda nimani tushunasiz?
17. Tuproqning mexanik tarkibi deganda nimani tushunasiz?
18. Agrotexnik usul deganda nimani tushunasiz?

19-BOB. IQLIM.

§33. Iqlim haqida asosiy ma'lumotlar. Iqlimni vujudga keltiruvchi omillar.

Geografik joylashishi tufayli, atmosfera sirkulyasiyasini va yernung havo tegib turgan sirtini, quyosh radiyasiyi bilan ozaro ta'siri oqibatida ma'lum qonuniyatlar bilan atmosferadagi yuz beradigan hodisalarga, y'ni ko'p yillar davomida ketma ket takrorlanib keladigan ob – havo rejimiga shu joyning iqlimi deyiladi.

Agroiqlimshunoslik iqlim to'g'risidagi fanning bir qismi bo'lib iqlimning qishloq xo'jaligi ta'sirini o'rganadi. Qishloq xo'jalik maxsuldorligini oshirishda mexanizatsiya, melioratsiya va o'g'itlardan foydalanish, o'smlik navlarini yaxshi-lash va boshqa choralar bilan bir qatorda tabiiy sharoitdan xususan iqlimdan maqsadga muvofiq ravishda to'g'ri foydalanish katta ahamiyatga ega. Iqlim yil davomida havo haroratining o'zgarishi yillik yog'in miqdori, atmosfera sirkulyat-siyasi va boshqa belgilar bilan xarakterlanadi. Lekin qishloq xo'jaligiga bog'lab xarakterlash uchun bular yetarli emas chunki ular ekinlarning issiqlikka va namlikka bo'lgan talablari bilan bog'lanmagan. Iqlimni qishloq xo'jaligiga bog'lab xarakter-lash uchun o'sish davridagi ekinlarning namlik bilan ta'minlashda issiqlik miqdorini hisobga olinadi. Ekinlarning o'sishi rivojlanishiga ta'sir qiluvchi issiqlik, yorug'lik, namlik miqdorini agroiqlim resurslari deyiladi. Agroiqlim resurslarini xarakterlash-da qishloq xo'jaligi uchun zararli bo'lgan meteorologik hodisalar va ekinzorlarning qishloq sharoitlari hisobga olinadi, shuningdek sharoitlar yig'indisi ekinning o'sish davri va sovuqsiz davr uzunligi sutkalik 10 kunlik va oylik o'rtacha temperaturalari, yog'in miqdori, tuproqda namlik zahirasi va boshqa ko'rsatkichlar ham agroiqlim resurslarini belgilaydi.

Biror hududning iqlimi o'sha hududdagi ob-havo bilan uzviy bog'langanligini ko'pchilik biladi. Shu sababli, eng avval ob-havo va iqlim tushunchalarining farqini tushunib olish kerak. Ob-havo deganda, biror joy yoki hudud atmosferasidagi meteorologik kattaliklar uzluksiz o'zgarishlarining majmui tushuniladi. Ob-havo yildan-yilga ma'lum chegaralarda o'zgarib turadi. Iqlim deganda Yer sharidagi har bir joyning geografik holatiga qarab aniqlanadigan atmosfera rejimi (ob-havo

sharoitlari) ning statistik tartibi (o'rtacha ko'p yillik ma'lumoti) tushuniladi. Yoki biror joyga hos bo'lgan ko'p yillik ob-havo rejimiga iqlim deyiladi. Geografik holat deganda faqat joyning geografik kengligi, geografik uzunligi va dengiz sathidan balandliginigina tushunilmay, Yer sirtining xususiyatlari, orografiyasi, tuproq qatlami kabilar ham tushuniladi. Atmosfera tartiboti yil davomida, ya'ni qishdan bahorga va yozga, yozdan kuz va qishga o'tish vaqtida mavsumiy iqlim sharoitida ma'lum darajada keskin o'zgaradi. Iqlimning o'zgarishlari tebranish xususiyatiga ega bo'lib, u yoki bu tomonga iqlimiy me'yordan chetlashib turadi. Iqlimga oid atama, tushuncha va nomlar haqidagi ma'lumotlarni «Meteorologiyadan izohli lug'at» asosida tanishib chiqamiz.

Iqlimshunoslik. Yer sharining turli-tuman mintaqalaridagi iqlimni o'rganadi-gan fan sohasi. Iqlimshunoslik iqlimni hosil qiladigan jarayonlar natijasida va geografik omillar ta'sirida iqlimlar genezisini aniqlash, Yer sharining turli viloyatlari iqlimini tavsiflash, tasniflash va ularning taqsimlanishi, o'tgan tarixiy va geologik (paleoiqlimshunoslik) davrlar iqlimini o'rganish bilan shug'ullanadi. Hozirgi vaqtda iqlimning o'zgarishi bashoratini berish masalasi ham iqlimshunoslik fanining vazifasiga kiradi. Iqlim elementlari. Iqlimni tavsiflovchi va iqlim ko'rsatkichlariga asos bo'ladigan meteorologik kattaliklar. Iqlimiy omillar deganda iqlimni hosil qiluvchi sharoitlar tushuniladi. Iqlimni hosil qiluvchi asosiy omillarga quyosh radiatsiyasi, atmosferaning umumiy sirkulyasiyasi va Yer sirti xususiyatlari kiradi. Iqlim barqarorligi. Ma'lum joy iqlimining uzoq vaqt saqlanish xususiyati. Iqlim barqarorligi quyosh radiatsiyasining kelishi, Yer sirtining tuzilishi, mahalliy geografik sharoitlarning uncha ko'p o'zgarmasligi bilan tushuntiriladi. Iqlim barqarorligi tushunchasi nisbiy bo'lib, aslida iqlim o'n yillar mobaynida tebranish va g'alayonlarga duch kelganidek, geologik davrlarga teng ming yillar davomida ham progressiv o'zgarishlarga duch keladi.

Iqlim boniteti. Qishloq xo'jalik ekinlari mahsuldorligini iqlim orqali baholash. Iqlim melioratsiyasi. Iqlimni vujudga keltiruvchi jarayonlarga faol aralashish yuli bilan inson tomonidan iqlimning yaxshilanishi. Iqlim melioratsiyasining asosiy vazifasi qishloq xo'jalik o'simliklarining rivojlanish sharoitlarini yaxshilash hisoblanadi. Shu sababli iqlim melioratsiyasi botqoqliklar-ni quritish, ekin maydonlarini

shamoldan to'suvchi daraxtzorlarni ko'paytirish, tuproq melioratsiyasi va sun'iy sug'orish, tog' va cho'l mintaqalarida sun'iy yo'l bilan yog'in yog'dirish usullari orqali amalga oshiriladi va qishloq xo'jalik melioratsiyasining tarkibiy qismiga kiradi.

Iqlim melioratsiyasi. Ko'p yillik davr uchun iqlim o'zgarishini oldindan aytish, O'ta uzoq muddatli bashorat. Bu holni iqlim ma'lumotlariga asoslangan uzoq muddatli ob-havo bashorati bilan aralashtirmaslik lozim.

Iqlim xaritasi. Biror iqlim ko'rsatkichi yoki ko'rsatkichlarining Yer yuzasidagi taqsimoti xaritasi. 1. Ko'p yillik ma'lumotlar asosida meteorologik kattaliklarning o'rtacha, ustunlik qiladigan, chetki yoki bu qiymatlarning takrorlanish, boshlanish va tugallanish muddatlarining taqsimlanishini aks ettiradigan xaritalar. 2. Ko'p yillik ma'lumotlarga ko'ra biror atmosfera hodisasi (momaqaldiroq, tuman) taqsimlanishini ko'rsatadigan xarita.

Iqlim atlas. Iqlimiy xaritalar to'plami. Iqlim yaratuvchi jarayonlar. Butun Yer shari mintaqalarida iqlimni belgilaydigan atmosfera jarayonlari: issiqlik almashinuvi, namlik aylanishi, atmosferaning umumiy va mahalliy sirkulyasiyasi.

Iqlimiy gradienti. Har 100 m balandlikka vertikal ko'tarilganda havo harorati o'zgarishlarining o'rtacha qiymati. Bu miqdor kuzatish ma'lumotlarini iqlimiy ishlovda tekislik Stantsiyalaridagi haroratni dengiz sathidagi qiymatiga keltirishda qo'llaniladi. MDH ga kiruvchi mamlakatlarda iqlimiy gradientni **0,5°C/100m** ga teng deb qabul qilingan. Iqlimiy zona. Geografik kengliklar bo'yicha anchagina cho'zilgan va bir xil iqlimiy ko'rsatkichlari bilan ajralib turadigan iqlimiy hudud-lashtirishning eng yirik bo'lagi.

Iqlimiy kurort. O'zining iqlim sharoitlari bilan iqlimiy davolash uchun qulay bo'lgan joy. Iqlimiy kurortning har xil qishki, yozgi, tog', dengiz va boshqa turlari mavjud. Iqlimga moslashish. Tirik mavjudotlarning yangi tashqi muhit sharoitiga ko'nikishi. Iqlim terapiyasi. Ma'lum iqlim sharoitlaridan foydalanib o'pka, yurak va boshqa xastaliklarni davolash. Iqlimiy me'yor. Ko'p yillik kuzatishlardan olingan iqlimning asosiy statistik xususiyatlari, ko'pincha, bu ko'p yillik o'rtacha kattalikdir. Iqlimiy me'yor bir necha yil davomida olib borilgan kuzatish ma'lumotlari asosida hisoblangan o'rtacha oylik, yillik yog'inlar miqdori yoki o'rtacha kunlik, oylik, yillik

harorat. Shuningdek, meteorologik kuzatishlar-ning ko'p yillik qatoridagi eng chetki qiymatlari ham iqlimiy me'yor bo'la oladi. Bundan tashqari atmosfera hodisalarining boshlanish muddatlari, ularni takrorlanishi haqidagi ma'lumotlar ham iqlimiy me'yor bo'lishi mumkin.

Iqlimiy mintaqa. Geografik joylanishi va sharoit-lari ta'sirida ma'lum iqlim turiga ega bo'lgan mintaqa. Odatda iqlimiy mintaqa muayyan joyning geografik mavqeiga qarab aniqlanadi.

Iqlimiy muddatlar. Meteorologik kuzatishlarning o'rtacha mahalliy vaqtda-gi muddatlari, MDH ga kiruvchi mamlakatlarda soat 0, 6, 12 va 18 lar meteorologik kuzatishlarning asosiy muddatlari hisoblanadi. Ana shu muddatlarda o'tkazilgan kuzatishlar iqlim xususiyatlarini aniqlashda foydalaniladi. 1963 yilgacha 1, 7, 13 va 19 soatlar iqlimiy muddatlar deb hisoblangan. Keyin esa sutka davomida 8 marta, ya'ni har 3 soatda ob-havoni kuzatish boshlangan. Iqlimiy Stantsiya. Kuzatishlari, iqlim xususiyatlarini aniqlash uchun foydalaniladigan va iqlim muddatlarida kuzatishlar o'tkazadigan meteorologik Stantsiya. Iqlimiy bashorat. Iqlimshunoslik ma'lumotlari asosida berilgan uzoq muddatli ob-havo bashorati. Ko'rilayotgan davr (o'n kunlik, oy va boshqalar) uchun meteorologik elementlarning holati va taqsim-lanishi haqidagi, shuningdek, oldingi yillardagi kuzatishlarni statistik ishlovi natija-sida olingan, ularning u yoki bu turining boshlanish ehtimoli haqidagi ma'lu-motlar ob-havo bashorati sifatida qabul qilinishi mumkin. Iqlimiy hududlashtirish. Viloyat, mamlakat, qit'a, okean yoki butun Yer sharini iqlim rejimlarining ma'lum darajada bir xilligiga qarab, joy va mintaqalarga bo'lish. Iqlimning asriy tebranishi. Yer tarixi (ya'ni mln. yillar) davomida ro'y beradigan iqlimning asta-sekin asriy o'zgarishlari. Iqlimning geografik omillari. Iqlimni hosil qiladigan jarayonlarning kechishi, ya'ni berilgan joy iqlimini belgilaydigan geografik sharoitlar. Bunga joyning geografik kengligi, dengiz sathidan balandligi, taglik sirtlarning quruqlik yoki dengizdan iboratligi, quruqlik-ning okean va dengizdan uzoqligi, joylarning turli shaklli reliefi, okean oqimlari, tuproq sirtlarining xususiyatlari, quruqlik ustida, o'simlik, qop va muz qoplamlarining taqsimlanishlari kiradi. Iqlimning kontinen-talligi. Iqlim hosil qiladigan jarayonlarga qit'alarning ta'siri bilan aniqlanadigan iqlimning o'ziga xos xususiyatlari majmui. Iqlimning kontinentallik xususiyati, havo

haroratining yillik va kunlik amplitudasi kattalashganligi, yozda va kunduz kunlari nisbiy namlik va bulutlarning kamayganligi bilan ifodalanadi. Iqlimning radiatsion omillari. Quyosh radiatsiyasining atmosfera va Yer sirtiga tushishi, uning yutilishi, sochilishi, qaytishi, Yer sirti va atmosferaning xususiy nurlanishidan iborat bo'lgan omillar. Haqiqiy iqlimni hosil qilishda radiatsion omildan tashqari, atmosfera sirkulyasiyasi va nam almashinish jarayonlari ham qatnashadi. Iqlimning texnogen o'zgarishi. Xalq xo'jaligining rivojlanishi bilan bog'liq bo'lgan iqlim o'zgarishi, jumladan industrial qurilmalarda yoqilg'i yoqilishi tufayli atmosferada karbonat angidrid gazining miqdori ortishi sababli havo haroratining ko'tarilishi. Iqlimning qishloq xo'jaligidagi ahamiyati iqlim-parvarish qilinayotgan qishloq xo'jalik ekinlarining va chorvachilikning mahsuldorligini birmuncha darajada aniqlaydi. Shuning uchun hududlarning iqlimiy imkoniyatlaridan to'g'ri foydalanish maqsadida dastavval iqlimni o'rganish zarur, uning qishloq xo'jaligidagi ahamiyatini aniqlash va noqulay ob-havo sharoitlaridan zarar ko'rishini kamaytirish usullarini bilish kerak. O'zbekiston Respublikasining turli hududlarida har yili qishloq xo'jaligiga noqulay bo'lgan ob-havo kuzatiladi. Ob-havoni zararidan kafolatlanmagan hududlarda ham dehqonchilikdan mo'l hosil olish mumkin. Bu esa hududlar iqlimiy sharoitlarining shakllanishini bilishni talab etadi va undan foydalanib kafolatlangan hosil miqdorini olish mumkin bo'ladi. Iqlim qishloq xo'jaligining tayanchi va uni shu nuqtai nazardan baholashda, birinchi navbatda, havoning ko'p yillik harorat rejimi va tuproqning namlanish darajasini ilmiy-amaliy tahlillari natijalariga asoslanadi. Eng muhimi qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida iqlimga nisbatan quyidagilarga e'tibor qaratiladi: 1) o'simliklarning vegetatsiya davrida yoki uning alohida fazalararo davrida termik va qisman yorug'lik sharoiti; 2) bu davrlarda tuproqning namlanish sharoiti, shular qatorida yog'inlar rejimi va tuproq qalinligi; 3) ko'p yillik o'simliklar va kuzda ekilgan don ekinlarining qishki sharoiti-qor qoplaminig balandligi, havo va tuproq haroratining ta'siri; 4) qishloq xo'jaligi uchun xatarli bo'lgan nomaqbul meteorologik hodisalar. Iqlimni baholash tamoyillaridan biri qishloq xo'jalik ekinlari uchun iqlimga va yetishtirish muhitiga bo'lgan talabi, aniqrog'i maqbul tuproq va havo harorati, haroratning yig'indisi, namlik miqdori, yuqori hosil olishga yaratiladigan sharoitlar haqida agroiklimiy mezon va ko'rsatkichlar bo'lish shart.

Ma'lumki o'tgan asrning 50-60 yillarida Yer shari bo'yicha ob-havo va iqlim sharoitlari ko'pchilik qishloq xo'jalik ekinlari uchun yuqori mahsulot olishga maqbul keldi. Natijada turli mutaxassis olimlar tomonidan ob-havo va iqlimning qishloq xo'jaligi ekinlariga ta'sir etishi inkor etila boshlandi. Ammo undan keyingi yillar esa buning aksi bo'lib chiqdi. Yuqoridagi tezis noto'g'ri ligini qishloq xo'jaligining barcha sohasida va ilmiy ishlarda isbotlangan. Iqlimshunoslik - meteorologiya fanining amaliy bo'limi. Undan xalq xo'jaligining turli sohalarida qurilish, transport, ayniqsa qishloq xo'jaligida keng foydalaniladi. Iqlim aslida grekcha klimatos - yuzaning quyosh nuriga nisbatan nishabligi degan ma'noni anglatadi va uni fanga eramizdan oldingi 2 asrda Gipparx kiritgan. Qadimgi greklar turli geografik kenglikdagi joylar iqlimi farqini quyosh nurlarining yer yuziga tushish qiyaligi va kunning necha soat davom etishiga qarab aniqlashgan. Iqlimning eng muhim kattaliklari qatoriga meteorologik Stantsiyalarda o'lchangan va qayd etilgan havo harorati, havo namligi, bulutlik, atmosfera yog'inlari, shamol rejimi, atmosfera hodisalari, changli bo'ron, tuman, momaqaldiroq, do'l, izg'irin kabilar kiradi. Iqlimning shakllanishiga quyosh radiatsiyasi, atmosfera tsirkulyasiyasi, taglik sirt va joy relefining ta'siri iqlimni hosil qiluvchi asosiy omillarga quyosh radiatsiyasi, atmosfera tsirkulyasiyasi, joyning geografik kengligi, yer yuzasining turi va uning tabiiy hossalari, joyning reliefi va boshqalar kiradi. Quyosh energiyasi atmosferada paydo bo'ladigan jarayonlar, fizik hodisalarning rivojlanishida va Yerdagi o'simliklar olami, insoniyatning faoliyati va boshqalar, tirik jonivorlar uchun energiyaning asosiy manbai hisoblanadi. Quyosh radiatsiya-sini qisqacha izohlaymiz. Bu elektromagnit to'lqinlar ko'rinishida Yer atmosferasiga kirib keladigan quyosh nuri. Quyosh radiatsiyasi fazoda elektromagnit to'lqinlar singari 300000 km/s tezlikda tarqalib Yer atmosferasiga kirib keladi. Yer sirtiga quyosh radiatsiyasi to'g'ri va sochilgan holda keladi. Quyosh radiatsiya-sini odatda issiqlik ta'siri bo'yicha o'lchanadi va u birlik yuzaga vaqt birligida keladigan issiqlik miqdori bilan ifodalanadi. Quyosh radiatsiyasi Yer atmosferasidan o'tayotganda gaz molekullari, muallaq qattiq va suyuq zarrachalar tomonidan yutilishi sababli, uning energetik yoritilganligi va spektral tarkibi o'zgaradi. Natijada, Quyoshdan Yer yuzasiga kelayotgan to'g'ri quyosh radiatsiyasi oqimi atmosferaning fizik xususiyatiga, atmosferada o'tgan yo'liga bog'liq holda keng oraliqda

o'zgarib turadi. Quyosh radiatsiyasining Yer yuzasida butun osmon gumbazidan sochilib keladigan qismi sochilgan radiatsiya deb yuritiladi. Bu oqim Quyoshning balandligiga, atmosferaning xiraligiga, bulutlilik sharoitiga bog'liq bo'lib, uning qiymati ba'zi vaqtlarda $490-700 \text{ Vt/m}^2$ orasida tebranadi. Gorizontaal yuzaga ayni bir vaqtda tushayotgan to'g'ri va sochilgan radiatsiyalar birgalikda yig'indi (yalpi) radiatsiya deb yuritiladi. To'g'ri radiatsiyaning bir qismi Yer yuzasidan va bulutlardan qaytib koinotga ketadi. Shuningdek, sochilgan radiatsiyaning bir qismi ham kosmik fazoga ketadi. Radiatsiyaning qolgan qismi Yer sirtini va havoni isitadi. Oz qismi esa kimyoviy energiyaga, ya'ni atmosferaning yuqori qatlamlaridagi gaz molekulalarini parchalashga, fotosintezga va shunga o'xshash hodisalarga sarf bo'ladi. Quyosh doimiysi. Yerdan Quyoshgacha bo'lgan o'rtacha masofada Yer atmosferasidan yuqorida quyosh nurlariga tik birlik yuzaga vaqt birligida keladigan quyosh radiatsiyasi oqimi. Quyosh doimiysi avval 1367 Vt/m^2 teng deb hisoblangan. Hozirgi vaqtda, 3-bobda aytilganidek, uning miqdori 1377 Vt/m^2 tengligi sun'iy yo'ldoshlarga o'rnatilgan aktinometrik kuzatishlar orqali aniqlik kiritilgan. «Doimiy» so'zining ma'nosi shundan iboratki, bu miqdor atmosferada yutilgan va sochilgan radiatsiyaga bog'liq bo'lmay, faqat Quyoshning nur chiqarish qobiliyatiga bog'liq. Quyosh radiatsiyasi Yer yuzasiga yetib kelguncha havo molekulalari, atmosferadagi qattiq va suyuq aralashmalar tomonidan sochilishi va yutilishi natijasida sezilarli o'zgaradi. Natijada, Quyosh gardishidan keladigan to'g'ri radiatsiya, unga tik birlik sirtida dengiz sathida 1050 Vt/m^2 dan, tog'larda $4-5 \text{ km}$ balandlikda 1200 Vt/m^2 dan oshmaydi. Shuni ta'kidlash lozimki, quyosh nuri uchun atmosfera etarli darajada tiniqdir. Atmosfera havosining, ayniqsa pastki qatlamida quyosh nurining yutilishi va qisman qaytarilishi bilan umuman havoning harorati etarli darajada isimaydi. Quyosh quvvati tiniq bo'lmagan yerning yoki jismlarning yuzasiga tushib yutiladi va issiqlikka aylanadi, ammo u yerdan va jismlardan qisman qaytadi va yer-jism bag'rida turli ko'rinishga o'tib ketadi. Quyosh nuri ta'sirida isigan Yerning sirti va boshqa isigan jismlar o'zining issiqligini chiqara boshlaydi - uni sochadi yoki tarqatadi. Lekin quyosh radiatsiyasining Yer yuziga tushishi va radiatsion balansning fasllar bo'yicha o'zgarishi Yer sharsimonligiga, orbitasining shakliga va Yer aylanish o'qining og'maligiga bog'liq. Iqlimni shakllantiruvchi muhim omillar: quyosh radiatsiyasi, atmosfera

sirkulyasiyasi, taglik sirtning turi va joy relefining birgalikdagi ta'siri natijasida Yer sharidagi turlicha iqlimlar yaratiladi. Quyosh radiatsiyasining Yer sirtida bir tekisda taqsimlanmaganligi tufayli yerning yuzasi ham, yer sharining turli kengliklaridagi havo ham bir xil isimaydi. Natijada turlicha havo bosimlarining ayirmasi shakllanadi. Demak, quyosh radiatsiyasi iqlimni shakllanishidagi bosh omil-atmosfera sirkulyasiyasi ta'siri xususiyatini belgi-laydi. Iqlimni shakllantiruvchi muhim omillardan yana biri taglik sirtidir. Taglik sirtlarning fizikaviy xususiyatlariga bog'liq holda ularning ustida turlicha havo massalari shakllanadi. Yer shari o'zining tabiiy xususiyatlariga ko'ra bir-biridan keskin farq qiluvchi ikki qismdan: [4] Dunyo okeani va qirg'oqlari ustida nam dengiz iqlimi, cho'llar va quruqlik ichkarisida esa quruq kontinental iqlim vujudga keladi. Suv va quruqlik iqlimga turlicha ta'sir ko'rsatadi. Shuningdek tuproq sathi bilan, o'simlik qoplagan tuproq ham iqlimga turlicha ta'sir ko'rsatishi mumkin, o'rmonzor va tuproqni qoplagan o'simlik iqlimga boshqacha ta'sir etadi. Iqlimga ayniqsa okean va matyeriklarning ta'siri katta. Yoz vaqtida okeanga nisbatan matyeriklar kuchli isiydi, qishda esa aksincha kuchli soviydi. Yil davomida okean Yer uchun namlikning bosh manbai hisoblanadi va yilning sovuq davrida - iliqlik manbaini o'laydi. Materik va okean oralig'ida haroratning turlicha bo'lishi havo bosimining taqsimlanishdagi ayirmalarni keltirib chiqaradi. Materik ustida, yozda mo'tadil kengliklarda past bosimli havo o'rnashadi, qishda aksincha-yuqori bo'ladi. Okeanlarning ustida aksincha yozda asosan havo bosimi yuqori, qishda-past bo'ladi. Natijada yozda quruqlikda havo oqimi okean mussoni ko'rinishda, qishda quruqlik-dan okeanga esadigan matyerikaviy musson shaklida bo'ladi. Matyerik va okeanlar-dan tashqari atmosfera sirkulyasiyasiga rel'ef ta'siri katta, ayniqsa tik qoyali baland, yassi shakldagi tog'lar havo massasining harakatlanish sharoitini o'zgartiradi. Joylarning dengiz sathidan balandligi va relief shaklining turlicha bo'lishi Yer sirtiga tushadigan quyosh radiatsiyasining qiymatini o'zgartiradi. Shuning bilan birgalikda bu qiymatlar atmosfera sirkulyasiyasi xususiyati bilan chambarchas bog'langan. Quyoshning ufqdan hisoblangan burchak masofasi quyosh balandligi deb ataladi va quyidagi ifoda bilan hisoblanadi:

$$\sin h = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos \phi \quad (33.1)$$

bu yerda: φ - joy kengligi, δ - Quyosh og'ishi, τ - Quyoshning soatli burchagi. Yer sirtidagi turli hududlarda tush paytida Quyosh balandligi turlicha qiymatga ega (33.1-jadval). Quyoshning ufqdan balandligi geografik kenglikka, vaqtning yil davomida o'zgarishiga, kecha-kunduzning davomiyligiga bog'liq holda o'zgarib turadi. Muayyan joyning reliefi, ayniqsa tog'lar shu joyning iqlimiga katta ta'sir ko'rsatadi. Qishloq xo'jalik ekinlarini ekish chegaralari va mahsuldorligining shakllanishida iqlimning balandlik bo'yicha meteorologik kattaliklarning taqsimlanish qonun-qoidalarini bilish dehqonchilikda yaxshi samara beradi. Balandlik ortishi bilan ekinlar uchun samarali haroratning kamayishi, bahorda, yozda, kuzda tog'larda esa qor qoplamining yerimasdan turish davomiyligi muddatlari ortadi. chunki tog' tizimlari katta yoki kichikligiga qarab havo oqimlarining me'yoriy harakatini qiyinlashtiradi va havo massalarining fizikaviy xususiyatlarini ozmi-

Quyosh balandligining tush paytidagi qiymatlari, gradus hisobida

33.1-jadval

Hududlarning nomi	Quyoshning balandligi sanalarda			
	21.III	21.VI	23.IX	22.XII
Shimoliy qutb	0°	23,5°	0°	-
Shimoliy qutb doirasi	23,5	47,0	23,5	0°
Shimoliy tropik	66,5	90,0	66,5	43,0
Ekvator	90,0	66,5	90,0	66,5
Janubiy tropik	66,5	43,0	66,5	90,0
Janubiy qutb doirasi	23,5	0,	23,5	47,0
Janubiy qutb	0,0	-	0,0	23,5

Tabiiy geografiyada hududlar (dengiz sathidan 200 m balanddagi yerlar) balandliklari bo'yicha quyidagicha bo'linadi:

0-200 m	umuman past tekis yerlar
200-500 m	tepalik-baland joy (hudud) va yassi tog'lar
500-1000 m	past tog'lar
1000-3000 m	o'rtacha tog'lar
3000 m va undan yuqori	baland tog'lar

Iqlim shakllanishida relief (yer sirtining tuzilishi) muhim ahamiyatga ega, ko'pmi o'zgartiradi. Natijada, havo massasining harakatdagi fizik xususiyatlariga ko'ra uzoq-uzoqlarga siljish qobiliyati, ya'ni yer yuzasida atmosfera sirkulyasiyasi buziladi. Demak, tog' tizimlari iqlimiy chegaralarni aniqlashi mumkin. Eng muhimi tog' tizimlarida suv zahiralari tashkil topadi. Iqlim bo'yicha siklonik tizimlarga umumiy nazar bilan qaralsa, O'rta Osiyo hududi ustiga shimol, g'arbdan kirib keladigan mo'tadil kenglikdagi Atlantika havo massasi va janubi-g'arbdan o'luvchi tropik iliq havo massasi asosiy yog'inlarni beruvchi manba hisoblanadi. Bunday hollarda kirib kelgan siklonik jarayonlar murakkablashmasdan tekislik hududlar tepasidan o'tib ketadi, faqat tog'larga yaqinlashganda va majburan tog' qiyaliklaridan ko'tarilishida soviydi va uning namligi kondensatsiyalashganidan bulutlar paydo bo'lib, yog'inlar yog'adi. Demak, O'zbekistonning tekislik hududlarida yog'inlarning kam bo'lishi, tog' oldi va ayniqsa tog'larda ko'p bo'lishi ni shunday deb izohlash mumkin. Iqlimshunos olimlar tomonidan yog'inlarning miqdori joylarning, ayniqsa tog' oldi va tog' hududlarning balandligiga soniy jihatdan bog'liqligini topishgan. Bunga qishloq xo'jaligi uchun iqlimiy nazardan qaralsa ahamiyati kattadir. Iqlimlar tasnifi Iqlimlar tasnifi - bu Yer sharida kuzatiladigan iqlim turlarini, ularning biror belgilari yoki paydo bo'lish sharoitlari bo'yicha guruhlariga ajratishdir. Iqlimlarni tasniflashdan maqsad shu vaqtga qadar iqlim haqidagi to'plangan ma'lumotlarni tizimga solish va va har xil turdagi iqlimlarning guruh belgilari hamda Yer shari bo'yicha yoki dunyoning global iqlimiy belgisi va xususiyatlarini ishlab chiqishdan iborat. Shubhasiz ona-yer zaminining bir butun holatdagi iqlimini o'rganish va ularning o'xshashlik taraflarini guruhlariga ajratish zarur, lekin bu juda murakkab vazifadir. Iqlimlarni guruhlariga ajratishning amaliy ahamiyati shundan iboratki, faqatgina iqlim guruhlarining bir-biriga o'xshashligini emas, balki tafovutlarini aniqlash ham muhimdir. Qadimdan insonlar ob-havo va iqlimni bilishga qiziqishgan. Gipparx Yerning odamlar yashaydigan qismini 12 ta iqlimga ajratgan. Geografiyaning iqlimlar nazariyasiga qattiq rioya qilgan holda birinchi marta iqlimlar tasnifini Muso al-Xorazmiy bayon qilgan va Yerning insonlar yashaydigan obod qismini yetti iqlim turiga ajratgan. O'sha davrdagi olim-lardan farqli o'laroq, u 1-iqlimdan to 7-iqlim turi joylashgan geografik joylarni tavsif etgan.

Iqlimshunoslik fanining rivojlanishi va uni amaliyot uchun qo'llash talabgor-larining ortishi tufayli bir necha iqlimlar tasniflari tuzilgan. Hozirgi vaqtda eng ko'p tarqalgan iqlimlar tasniflarini V.P. Kyoppen, L.S. Berg, B.P. Alisovlar ishlab chiqqan. Iqlimshunos olimlar iqlimlarni tasniflashda quyidagi shartlarga e'tiborlarini qaratishgan:

1) iqlimni tasniflash meteorologik kuzatishlar natijasida to'plangan aniq ma'lumotlar asosida olib borilishi lozim;

2) turli guruhdagi iqlimlar o'rtasidagi chegara tabiiy chegaralarga to'g'ri kelishi yoki shunga yaqin bo'lishligi kerak;

3) iqlimlarni tasniflashda iqlimning qanday vujudga kelishini hisobga olgan holda tuzilishi kerak.

V.P. Kyoppenning tasnifiga o'simliklar hayotida muhim rol o'ynaydigan ikkita iqlim kattaliklari - eng issiq va sovuq oylardagi o'rtacha harorat va namlik, hamda o'rtacha yillik harorat, yog'inlarning oylik va yillik miqdori asos qilib olingan. U Yer shari iqlimiy zonalarini 5 guruhga ajratgan: nam tropik, quruq, mo'tadil iliq, mo'tadil sovuq va qorli hududlarga bo'lgan. Buning zaminida iqlimni yana 12 ta guruhga va yana birmuncha toifalarga ham bo'lib chiqqan. Umuman olganda, V.P. Kyoppenning iqlimiy tasnifi botanika-geografik hududlash-tirish bilan uzviy bog'langan. Shu sababli uning tasnifini geobotaniklar e'tirof etishdi va amaliy ishlarida foydalanishdi. L.S. Berg iqlim tasnifining V.P. Kyoppen tasnifidan farqi shundaki, u o'zining tasnifida geografiya tamoyillaridan foydalangan holda kenglik va balandlik iqlim zonalarini bir-biridan ajratib landshaft zonalarini asos qilib oldi (tundra, tayga, keng bargli o'rmonlar va hokazolar). Uning tasnifiga muvofiq iqlim guruhlari avvalo ikkiga: tekisliklar va balandliklar iqlimiga bo'linadi. L.S. Berg tasnifi bo'yicha tekisliklarda 12 ta iqlimiy zona quyidagicha ajratilgan; [3]

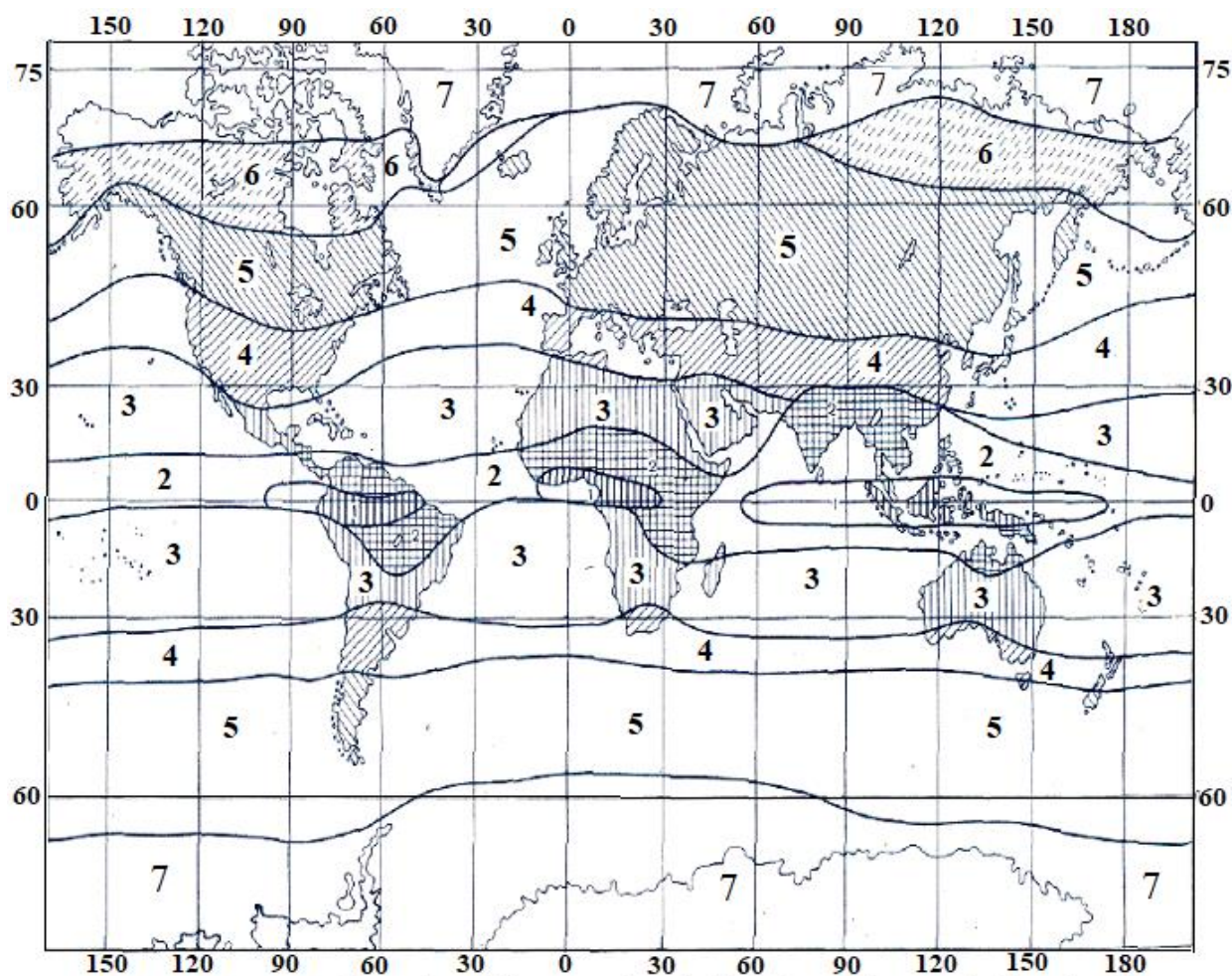
1. Abadiy sovuqlar iqlimi.
2. Tundra iqlimi.
3. Tayga iqlimi.
4. O'rtacha zonalardagi keng bargli o'rmonlar iqlimi.
5. Musson iqlimi.
6. Dasht iqlimi.
7. O'rta dengiz iqlimi.
8. Subtropik o'rmonlar zonasi iqlimi.
9. Materiklar ichkarisidagi cho'llar iqlimi.

10 Tropik cho‘llar iqlimi.

11. Savannalar yoki tropik o‘rmon dashtlar iqlimi.

12. Nam tropik o‘rmonlari iqlimi.

Akademik L.S. Bergning tasnifida iqlimlar o‘rtasida farq emas, balki landshaft zonalarini yotadi. Iqlimlarni tasniflashda uzoq yillar davomidagi kuzatishlar natijasi bo‘lgan meteorologik aniq ma’lumotlar olinadi degan shartga bu tasnif javob bera olmaydi. Sobiq ittifoq davrida iqlimlarni tasniflashda B.P. Alisovning tasniflashi ommaga keng tarqalgan edi. Unda Yer shari ustidagi havo massalarining harakati (atmosfera sirkulyasiyasi) asos qilib olingan. Troposferadagi asosiy havo massalarining mavsumiy taqsimlanishiga va etakchi havo frontlarining holatlariga bog‘lab to‘rtta asosiy iqlimiy zonaga hamda uchta o‘tish zonalariga ajratgan. Asosiy zonalarga ekvatorial, tropik, mo‘tadil kengliklar va arktik hamda janubiy yarim sharda antarktik zonalar kiradi (33.1-rasm). Iqlimshunos olimlar iqlimni ushbu ayrim turlarga ajratishgan: dunyo (global) iqlimi, mintaqaviy yoki mahalliy iqlim, mikroiqlim va fitoiqlim. O‘tish zonalariga tropik, mussonlar, subtropik va subarktik (janubiy yarim sharda subantarktik) S.P. Xromov va M.A. Petrosyanslar bo‘yicha: a) dunyo (global) iqlimi bu bir necha o‘n yillik davrlarda «atmosfera-okean-quruqlik-kriosfyera-biosfyera» tizimidan o‘tgan vaqtdagi majmui holati statistikasidir; b) mahalliy iqlim muayyan hududning geografik joylanish sharoitiga bog‘liq bo‘lgan, u yoki bu joyning ko‘p yillik davrdagi atmosfera majmuy sharoitining ko‘p yillik qiymatidir. Demak, dunyo (global) iqlimi Yerning geografik holatdagi har bir joyining atmosfera (ob-havo) sharoitlari statistik rejimi. Bunda iqlimni o‘ziga hosligi, uning quyosh faoliyati, okeanlar va atmosferaning o‘zaro harakati, seysmik faoliyat va inson faoliyati (antropogen faoliyat) tufyli qisqa davrda (mavsumiylik) va uzoq o‘n, yuz va ming yillar davrlardagi o‘zgarib (tebranib) turishi tushuniladi. Mintaqaviy yoki mahalliy iqlim hududlariga umumiy tarzda qaralsa uni geografik omillar, joy kengligi - koordinat joylashuvi, hududning okeandan uzoqligi, quruq maydonlarning miqdorini, suv sathi egallagan hududlar maydon qiymatlariga nisbati, relef, tuproq, o‘simlik qoplami orqali aniqlanadi.



33.1-rasm. B.P. Alisov bo'yicha Yerning iqlimiy kenglik zonalarini xaritasi. Xaritadagi shartli belgilar: 1-ekvatorial, 2-ekvatorial mussonlar, 3-tropik, 4-subtropik, 5-mo'tadil kengliklar, 6-subarktik, 7-Arktik va Antarktik havo.

§34. O'zbekiston iqlimi haqida qisqacha ma'lumot.

Butun yer shari hududiga nisbatan olganda O'zbekiston hududi o'ziga hos mahalliy iqlim hususiyatiga ega, lekin alohida qayd etamizki, iqlimni baholashda qishloq xo'jalik ekinlari nazaridan baholashni, agroiqlimiy tomondan yondoshish-ning zarurligi hozirgi davr talabidir va keyingi boblarda unga yanada oydinlik kiritamiz. O'zbekiston iqlimi haqida qisqacha ma'lumot iqlim-joyning geografik kengligi, uning dengiz sathidan balandligi, okeandan qanday masofada joylash-ganligi, reliefi, taglik sirt turi va atmosfera sirkulyasiyasining o'zaro ta'sirida vujud-ga keluvchi ob-havoning ko'p yillik rejimidan iboratdir. Shu sababli O'zbekiston Respublikasini dunyo haritasida geografik joylashishini 33.2-rasmda keltiramiz. Jahon meteorologik tashkiloti (JMT) olimlari O'zbekiston hududini asosan uch iqlim zonasiga-cho'l va

dasht zonasi, tog' oldi zonasi va tog'li zonalarga bo'lish mumkinligini va bir zonadan ikkinchi zonaga o'tish chegarasi keskin bo'lmay, ma'lum jihatda nisbiyligini qayd etishgan:

I. Cho'l va dasht zonasi O'zbekistonning jami tekisliklarini - Ustyurt platosi, Qizilqum, Qarshi, Dalvarzin va Mirzacho'l cho'llarini o'z ichiga qamrab oladi. Mazkur zonaning asosiy iqlimiy xususiyatlari quyidagicha:

1. Yillik yog'ingarchilikning o'rtacha miqdori 200 mm dan oshmaydi. [3]

2. Bahor erta va qisqa muddatli bo'ladi, aprel oyida havo isiydi va may oyida yoz boshlanadi va yog'ingarchiliklar to'xtaydi.

3. Issiq davr-iyul, ba'zan avgust oylariga to'g'ri keladi, respublikaning janubi-sharqiy hududlarida havo harorati $+50^{\circ}\text{S}$ ga etadi.

4. Yog'ingarchiliklar kuzda boshlanib havo harorati pasayadi, oktyabr oyi oxirida sovuq tushishi mumkin.

5. Qish ko'pincha iliq, qisqa muddatli va uncha ko'p bo'lmagan qor qoplami shakllanadi, qish sovuq kelgan yillarda daryolar va Orol dengizi muzlaydi, havo harorati -35°C gacha pasayadi. Qor qoplaminin o'rtacha qalinligi **4 – 8cm**, eng ko'pi – **30cm** ni tashkil etadi.

II. Tog' oldi zonasi Tyanshan va Hisor-Oloy tog' tizimlarining dengiz



33.2-rasm. O'zbekiston Respublikasining dunyo xartidasida geografik joylashishi

sathidan 300-400 m dan 600-1000 m gacha boʻlgan balandliklardagi hududlarni oʻz ichiga qamrab oladi. Bu zonaning iqlimiy hususiyatlari quyidagicha:

1. Oʻrtacha yillik yogʻingarchilik miqdori choʻl zonasiga oʻxshash va eng koʻp yogʻingarchilik mart-aprel oylariga, eng kami-yoz oylariga toʻgʻri keladi.

2. Bahor fevral oyining oxiri-mart oyining boshlarida boshlanadi, ammo tuproqda kech bahorgi sovuq tushishi aprel oyi oxirlarigacha, baʼzi tumanlarda esa may oyida boʻladi.

3. Yozda - tekisliklardagi hududlarda nisbatan jazirama kunlar kamroq, ammo ayrim joylarda eng yuqori harorat **45 – 46°C** ga yetadi.

4 Kuz fasli sentyabr oxiri-oktyabr boshlarida boshlanadi. Bulutli kunlar koʻpayadi, baʼzan surunkali yomgʻir yogʻadi. Oktyabr oyi oʻrtalarida sovuq tushadi.

5. Qish bu zonada choʻldagiga nisbatan iliq keladi, barqaror qor qoplami 10-20 va **40 – 60cm** ni tashkil etadi. Ammo qor qoplami har yilgi qishda hosil boʻlavermaydi.

III. Togʻ zonasiga dengiz sathidan 600-1000 metrdan yuqori boʻlgan hududlar kiradi. Bu zonaning iqlimiy xususiyatlari quyidagicha:

1. Oʻrtacha yillik yogʻingarchilik miqdori **400 mm** dan ortiq, togʻning yuqori zonasida baʼzan **2000 mm** gacha etadi. Bu zonada yogʻingarchiliklar yil boʻyi boʻlib turadi, ammo eng koʻp miqdori aprel-may oylariga toʻgʻri keladi.

2. Togʻda harorat tekislik va togʻ oldi zonasidagiga nisbatan past, asosan joyning baland-pastligiga bogʻliq boʻlib, har 100 m balandlikka koʻtarilgan sari oʻrta hisobda **0,6°C** ga pasayadi.

3. Yozning tun paytlarida qiyaliklarning quyi qismida inversiya - havo haroratining balandlik bilan oshish holi yuz beradi. Shu sababli vohalarning quyi qismlarida, ayniqsa botiqliklarda havo harorati togʻ qiyaliklardagiga nisbatan past boʻladi.

4. Dengiz sathidan **800 – 1000m** balandlikdan yuqorida barqaror qor qoplami hosil boʻladi. Qishda qor qalinligi **60cm** dan oshadi va baʼzan **1,5 – 2m** ni tashkil etishi mumkin Oʻzbekiston iqlimining oʻziga xos yana bir xususiyatini qayd etamiz:

- respublikaning sovuq havo oqimi kirib kelishidan himoyalangan hududlarida radiatsion balans miqdori butun yil davomida musbat boʻladi;

- shimoliy hududlarning chekkasi va oʻrta qismlarida qish davrida (dekabr-yanvar oylarida ayrim yillarda) radiatsion balans manfiy boʻladi;

- togʻli hududlarda radiatsion balans 4 oy (noyabr-fevral) mobaynida manfiy balansni tashkil etadi va yillik radiatsion balansning 15 foizga toʻgʻri keladi;

- radiatsion balansning sutka davomida oʻzgarishida; a) kunduz kunlari odatda musbat; b) kechasi toʻgʻri va sochilgan radiatsiya kelmasligi sababli - manfiydir. Oʻzgidromet meteorologik Stantsiyalarida oʻlchangan havo harorati ob-havo va iqlim rejimini ifodalaydi va muhim meteorologik kattaliklar qatoriga kiradi Bu oʻrtacha, maksimal va minimal, bir kecha-kunduzlik (sutkalik), besh va oʻn kunlik (sutkalik), oylik va yillik haroratdir. Oʻzbekistonning iqlimiy xususiyatlari-dan yana biri havo harorati bahorda oʻsimliklarga zarar keltirishi mumkin va shu sababli sovuq-salqin havo boʻlishining oxirgi sanalarini bilish muhim amaliy ahamiyatga ega. Oʻsimliklar uchun zarar keltirishi mumkin boʻlgan, kirib kelgan sovuq (salqin) havo mavjining oxirgi sanalari 33.2-jadvalda keltirilgan.

Oʻzbekistonda sovuq havo mavjlarining tamom boʻlish sanalari (L.N. Babushkin maʼlumoti)

33.2 jadval

Sovuq mavjlar(toʻlqinlar)	Tamom boʻlishi	
	koʻpincha	eng kechkisi
Birinchisi	18-24 mart	4-8 aprel
Ikkinchisi	26-31 mart	12-16 aprel
Tugashdan oldingisi	9-15 aprel	26-30 aprel
Oxirgisi	24-30 aprel	11-15 may

Iqlim oʻzgarishi va hozirgi zamon iqlimining ilishi Yer shari iqlimi asrlar mobaynida oʻzgarib turgan. Bunday oʻzgarishlar jarayoni natijasida biror geografik hududning iqlimi sovuqroq yoki issiqroq, namligi koʻproq yoki qyppyq boʻlib oʻzgaradi. Masalan, Arktikada uchlamchi davr boshlarida iqlim ancha iliq boʻlgan, oʻrmonlar oʻsgan, natijada keyin toshkoʻmir konlari vujudga kelgan. Hozirgi vaqtda iqlimning oʻtgan davrda oʻzgarishini tushuntirishda 3 xil gipoteza mavjud:

1. Astronomik gipotezalarda iqlimning o'zgarishlarini Yer orbitasi elementlarining o'zgarishi va Yer aylanish o'qining og'ish burchagi tebranishlari bilan bog'laydi.

2. Fizik gipotezalarda Yer iqlimi o'zgarishini quyosh radiatsiyasining miqdoriy va spektral tarkibining o'zgarishi bilan bog'lab tushuntiriladi. [4]

3. Geologo-geografik gipotezalarda Yer iqlimining o'zgarishlarini quruqlik, dengiz yuzalarining o'zgarishi, materiklarning joylashishi, dengiz oqimlarining yo'nalishi va quvvatining o'zgarishlari bilan bog'laydi. Hozirgi vaqtda o'tgan davrdagi iqlim o'zgarishlarini tushuntiradigan yagona gipoteza mavjud emas. Iqlimning tabiiy o'zgarishlari juda sekin borib, asrlar yoki millionlab yillar mobaynida ro'y beradi. Ammo insonlarning xo'jalik faoliyati biror joy iqlimining tezroq o'zgarishiga sabab bo'ladi. Iqlimning hozirgi zamon ilishi antropogen omillar oqibatida bo'lmoqda degan olimlarning fikri bor. Hozirgi vaqtda yoqilg'i yoqish ko'payib bormoqda, buning oqibatida atmosferadagi CO_2 gazining konsentra-tsiyasi yil davomida umumiy miqdori 0,2 foizga oshayotir. Bu esa Yer yuzidagi havo haroratining ortishiga olib kelishi mumkin. Jahon meteorologik tashkiloti (JMT) ning hozirgi zamon iqlimining ilishiga oid ayrim ma'lumotlari bilan tanishib chiqamiz. Ob-havo va iqlim chegara bilmaydi va ularda o'zgarishlar sodir bo'lishi, dunyo mamlakatlari-ning siyosiy chegarasi ularga taaluqli emas. JMT bu borada butun dunyo mamlakatlari bilan kelishilgan qaroriga muvofiq har bir davlatning milliy gidrometeorologiya xizmati bilan aloqa o'rnatgan va uzviy hamkorlikda ilmiy, nazariy-amaliy ishlar olib boradi. JMT Konvensiyasi bo'yicha 1950 yil 23 martdan beri har yili shu sanani jahon meteorologiya kuni deb belgilangan. Shunga muvofiq har yili o'ziga hos va mos ravishda yilning nomi belgilanadi. Masalan, 2005 yil «Ob-havo, iqlim, suv va turg'un taraqqiyot yili» deb e'lon qilingan. Iqlim Yerdagi hayotga, oziq-ovqat xavfsizligiga, hayot va molu-dunyoga, suv resurslariga hamda barqaror taraqqiyotga chuqur ta'sir etadi. Bundan tashqari, iqlim ma'lum darajada insoniyat kayfiyatiga, xususiyatiga, hattoki turmu-shiga, fikrlashiga, sog'lig'iga va madaniyatiga ta'sir etadi. Ammo insoniyat sayyora-mizni o'rab turgan nozik havo qatlami hususiyatining o'zgarishiga sababchi bo'layotganligiga guvohlik beruvchi ma'lumotlar ham bor. Shuning uchun iqlimiy resurslarni himoya qilish va kelajak hayotda toza havo,

tuproq va suvni hozirgi va kelajak avlodga saqlash uchun tinimsiz kurashlar olib borilmoqda. Bunga fuqaro jamiyatlarini, siyosatdonlarni, yalpi axborot manbaalarini jalb etilmoqda. Iqlim o'zgarishi o'tgan davrlarda ham bo'lganligi ko'pchilikka geologik-arxiv manbaalar-dan ma'lum. Lekin keyingi davrda dunyo miqyosida (global) o'rtacha harorat **0,6°C** yuqoriga ko'tarilishi, asboblari bilan 1860 yillardan boshlab o'lchangan kuzatish-larda qayd etilishi asosan insoniyatning faoliyati tufayli ro'y bermoqda. Uzoq yillar davomida asboblari bilan o'lchash amalga oshirilgandan buyon 1998 yili eng issiq yil bo'ldi va 2001 yil esa ikkinchi eng issiq yil bo'lgan deb hisoblandi. XX asrda 100 yil mobaynida 90-yildan so'ng qolgan o'n yillik eng issiq o'n yillik deb qayd etildi. Bu borada so'nggi XX asrdagi haroratni ilish darajasini davomiyligi ming yil ichidagiga qaraganda yuqori bo'lganligi ehtimoli bor. Hozirgi zamon iqlim ilishi kuzatuvlar-ining atmosferadagi, issiqxona gazlarining konsentratsiyasi bilan bog'lan-ganligini isbotlovchi dalillar mavjud. Issiqxona gazlarining asosiy elementlaridan biri bo'lgan karbon oksidini (**CO**) konsentratsiyasi 1750 yildan million hajm (**ppm**) bo'yicha 280 zarrachadan 2001 yilning oxirida esa 370 dan oshgan, yoki 32% dan ham ko'p. Bu davrda atmosferada metan va azot oksidi konsentratsiyasi bularga mos ravishda 151% va 17% ga ko'paygan. Buni boshqacharoq tushuntiradigan bo'lsak, yonil-g'idan foydalanishning ortib borishi asosiy omil hisoblanmoqda. Atmosfera qatlami hozirgi paytdagidek karbonat angidrid gazi bilan to'yinganlik darajasi o'tmishda kuzatilmagan. Oxirgi muz ko'chish davri deyarli 12 ming yil ilgari yer atmosferasidagi har million molekula hisobiga 200 ta **CO₂** molekulasi to'g'ri keladi. Shundan buyon jarayon asta-sekin ko'tarilib kelayapti. Atmosferaning bu zararli gaz bilan to'yinish darajasi million molekula 270 tani, so'nggi yuz yillikda esa bu holat jadal tus olib, hozirda 379 tani tashkil etmoqda. Bunday jarayon davom etavyersa, yaqin 50 yilda yer yuzi harorati yana ikki darajaga ko'tariladigan bo'lsa, shu asrimiz oxiridayoq yer yuzida bironta ham muzlik qolmaydi. [3]

Dunyo bo'yicha haroratning ilishi natijasida dengiz suvlarining o'rtacha sathi **10 – 20cm** ko'tarilgan. Bu ko'tarilish esa so'nggi 3000 yildagiga nisbatan 10 marotabadan ortiq deb baholangan. Shimoliy yarim shardagi dengiz muzligini uzunligi so'nggi 50 yil ichida taxminan 10-15 foizga kamaygan. XX asrda dengiz va daryolarning muz qoplami davomiyligi taxminan 2 haftagacha qisqargan. So'nggi 45-50 yil

davomida yozning ohiri va kuzning boshlanish davrlarida shimo-liy muz okeanining muz qatlami 40 foizga qisqargan hamda 100-150 yil davomida esa noqutbiy mintaqalarda tog‘dagi muzliklar keng ko‘lamda chekinganligi kuzatilgan. Yer sharining turli hududlarida oxirgi 30 yillik davrda ob-havo va iqlimiy ekstremal hodisalarning birmuncha qator joylarida hech kuzatilmagan: toshqinlar, tropik siklonlar va qurg‘oqchiliklar bo‘lgan. So‘nggi 10 yillikda dunyo miqyosida gidrometeorologik ofatlar miqdori 2 marotaba oshgani kuzatilgan. Dunyo bo‘yicha haroratning ilish ehtimolligining eng yorqin namoyondasi sifatida flora va faunalardagi o‘zgarishlarni ko‘rsatish mumkin. 1960 yillardan boshlab shimoliy yarim sharning ayrim qismlarida vegetatsion davrning davomiyligi taxminan 11 kunga uzaygan. Vegetatsion davrda ayrim o‘zgarishlar qishning yumshoq kelishi bilan bog‘langan. Bu esa 1970 yildagi boshlangan dunyo bo‘yicha umumiy ilish tartibotining bir qismi bo‘lgan. Boshqa o‘zgarishlar esa katta balandlikdagi Alp tog‘lari o‘simliklarining o‘sishi bo‘lsa, bahorda qushlarning erta tuxum qo‘yishi hamda kapalaklarning shimol tomonga siljishi kabilarni misol sifatida ko‘rsatish mumkin. Janubiy okeanlarning eng janubiy orollari bilan Antarktika yarim orollardagi o‘simlik qoplaminin qalinlashishi kuzatilmoqda. Bunda so‘nggi yuz yil ichida ilmiy-texnikaning rivojlanishi bilan iqlim o‘zgarishi bog‘liqligi borligi va insoniyat faoliyati ekologiyaga kuchli salbiy ta‘sir etayotganligini aniqlash mumkin bo‘ldi. Yana misol tariqasida O‘zbekistonning unumdor tuproqlarini qashshoqlashib ketishi va Orol dengizi fojiasiga ham nazar tashlasak yuqoridagi hulosalarni isbotlashga hojat qolmaydi. Shuni alohida qayd etib o‘tamizki, Yerning isishi yana ozgina kuchaysa, buning oqibatida suv toshqinlari ko‘payib, insonlarga zarari ortib ketadi. Iqlimiy sharoitlarni hisobga olish va foydalanish qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishining mahsuldorligini oshirishda katta ahamiyatga ega. Masalan, dasht zonasida yerni kuzda haydash bilan inson shu joylarning iqlimiga katta ta‘sir ko‘rsatadi. Yer haydalganda quyosh radiatsiyasining bir qismini to‘sib qoluvchi o‘tloqlar yo‘q bo‘lib ketadi. Natijada tuproqning issiqlik va namlik rejimi o‘zgaradi. Biror joyning iqlimiga sug‘orish ham katta ta‘sir ko‘rsatadi. Ekinlarni sug‘orishda Yer yuziga tushayotgan yig‘indi radiatsiyaning bir qismi suvni bug‘latishga sarf bo‘ladi. Shuning uchun havo va tuproqning harorati bir oz pasayadi. Natijada havoning namligi ortib qurg‘oqchilik va garmselning ta‘siri

kamayadi. Mashhur rus olimi K.A. Timiryazev 1897 yilda iqlim haqidagi ma'lumotlar qishloq xo'jaligi uchun o'simliklarning iqlim omillariga qo'yadigan talablarini ham aniqlaganidagina qiziqishga ega deb ta'kidlagan edi. Bu fikrdan iqlimni qishloq xo'jaligi nuqtai nazaridan baholash uchun o'simliklarning o'sishi va rivojlanishi bilan iqlim omillari orasidagi miqdoriy ifodalarni aniqlash zarurligi ko'rinib turibdi. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi maqsadlarida iqlimni baholash uslubiyatini yaratishda o'simlik uchun asosiy hayot omillarining o'zaro tenglik (yoki almashtirib bo'lmaslik) va muhit omillarining teng emaslik qonunlari asos qilib olingan. Biz avvalgi mavzudan joy relefining xilma-xilligi, yon-bag'irlarning qiyaligi va turli tomonga qaraganligi, tuproq va o'simlik qoplaminin joy iqlimiga ta'sir qilishini bilamiz. Iqlimning asosiy elementlaridan bo'lgan havo harorati o'simlik bilan qoplangan yuzada bir xil bo'lsa, o'simlik o'smayotgan joyda boshqacha bo'ladi, shuningdek, haydalgan yer bilan haydalmagan yer o'rtasida, toshloq yuza bilan qumloq yuza o'rtasida katta farq bo'ladi. G'oz o'sayotgan dala bilan beda o'sayotgan dala, o'rmon bilan bog' va mevazorlar, suv omborlari hamda sug'oriladigan hududlarning har biri o'ziga hos mahalliy iqlimga ega. Olingan hudud iqlimidan kichik tomorqalarning iqlimi farq qiladi.

Tayanch iboralar. geografik omillar, joy kengligi - koordinat joylashuvi, hudud-ning okeandan uzoqligi, quruq maydonlarning miqdorini, suv sathi egallagan hududlar, maydon qiymatlariga nisbati, relef, tuproq, o'simlik qoplami.

Nazorat savollari.

1. Iqlim tushunchasi qanday ta'riflanadi?
2. Agroiqlimshunoslik fanining asosiy vazifalari nimalardan iborat?
3. Iqlimiy omillarga qaysi omillar kiradi?
4. Iqlimning kontinentalligi qanday tavsiflanadi?
6. Iqlimning qishloq xo'jaligidagi ahamiyati qanday?
7. Geografik omillar, deganda nimani tushunasiz?
8. Joy kengligi - koordinat joylashuvi deganda nimani tushunasiz?
9. Hududning okeandan uzoqligi deganda nimani tushunasiz?
10. Quruq maydonlarning miqdorini deganda nimani tushunasiz?
11. Suv sathi egallagan hududlar deganda nimani tushunasiz?
12. Maydon qiymatlariga nisbati deganda nimani tushunasiz?
13. Relef deganda nimani tushunasiz?
14. O'simlik qoplami deganda nimani tushunasiz?

§35. Qishloq xo'jalik ishlab chiqarishda iqlimning ahamiyati.

Parijda iqlimni global o'zgarishi bo'yicha 165 davlat kelishuvga imzo chekdi. aprel 2016 yil (Parijskoye soglasheniye c globalnim izmeneniyem klimata)

Qishloq xo'jaligi mahsulotlarini yetishtirishga imkoniyat beruvchi sharoit yaratuvchi agroiqlim omillar majmuasiga agroiqlim resurslari deyiladi. Hududlarni agroiqlim resurslarini baholash faqatgina meteorologik kattaliklarni ko'p yillik o'rtacha qiymatlari bilangina o'lchanmasdan, balki vaqt bo'yicha qaytarilib (masalan, xar 10 yilda yoki xar 30 yilda qaytarilib turilishi mumkin bo'lgan), ma'lum qiymatlarini ta'minlanishi bilan ham o'lchanadi. Bu esa, teperaturalar yig'indisi, yog'inlar yig'indisini va tuproq namligi va h.k. larni normadan katta og'ishini qaytarilish chastotasini aniqlashga imkoniyat beradi. Bunday barcha baholashlar agrotexnik va meliorativ chora tadbirlarni o'tkazishda hamda iqlimga mos keladigan navlarni, gibridlarni tanlashda amaliy ahamiyatga ega.

Agroiqlim kattaliklarni takrorlanishini va ta'minlanishini hisoblash.

Agroiqlim resurslarini (resurs-imkoniyat, boylik manbai, zahira) baxolashda asosan meteorolo-gik kattaliklarni ko'p yilligini o'rtacha qiymatlari olinadi. Bunda qator yillar davomida olingan meteorologik kattaliklarni o'rtalatib olinadi. Agar bu qator kerakligicha yuqori bo'tsa (ko'p kattaliklar uchun 40-80 yilni tashkil qilsa), u xolda bunday ortacha kattaliklarni iqlimiy norma deyiladi.

Keyingi bosqichda ko'p yillik kuzatishlar tufayli olingan natijalarning umumlashtirib guruxlash bo'ladi. Ko'p yillik kuzatishlar natijasida olingan biror kattalikning qiymatlar orasidagi oraliqni darajalash deyiladi. Darajalashni tanlashda ma'lum qoidalar mavjud. Darajalashni quyidagi turlari bo'lishi mumkin:

1. sonlari va qiymatlari o'zaro teng bo'lgan; 2. Sonlari va qiymatlari o'zaro teng bo'lmagan; 3. Sonli bo'lmagan (masalan, tuproqning yuqori qatlamini turli holatlari: oquvchanligi, yopishqoqligi, yumshoqplastikligi va x.k.).

Darajalashni birinchi va ikkinchi turlari uchun quyidagi qoidalarga rioya qilinadi. Birinchidan, darajalashda olinishi kerak bo'lgan

intervaldagi qiymatlar tashlab ketilmaydi (aynan o‘sha paytdagi qiymat olinishi kerak), chunki har bir kuzatishdagi olingan ma’lumotlar bitta intervalni tashkil qiladi. Ikkinchidan, darajalashda qiymatlari olinishi kerak bo‘lgan intervallar soni qancha ko‘proq bo‘lsa shuncha yaxshi bo‘ladi, chunki interval katta olinsa xatolik katta bo‘lishi mumkin. Shuning uchun darajalash sonini olishda kuzatishlar soni logorifmini 5 ga ko‘paytirilganiga teng ($5 \lg n$, bu yerda n -kuzatishlar soni). Masalan, 50 marta kuzatilganda 8, 100 marta kuzatilganda 10, 500 marta kuzatilganda – 13 va x.k.

Darajalash tanlab olingandan so‘ng barcha olingan qiymatlar darajalar bo‘yicha taqsimlanadi. Bunda darajalashga kirgan barcha vaqtlar oralig‘i chastota deyiladi. Barcha darajalashlardagi chastotalar soni kuzatishlar soniga tengdir.

Berilgan qatordagi kuzatishlarning umumiy soniga kiruvchi, darajalash chastotasiga ushbu darajalashning takrorlanishi deyiladi.

Mazkur kattalikning takrorlanishini foizlarda ifodalanisini extimollik deyila-di. U ma’lum yillar oralig‘ida bunday bunday hodisaning takrorlanish ehtimolligini (mumkinligini) bildiradi.

Yuqori yoki quyi chegarada aniqlangan hodisaning yig‘indisini ta’minlanish deyiladi. Masalan, har $100^{\circ}C$ da sakkizta darajalangan temperaturalar yug‘indisi uchun, shu narsa aniqlanganki, $2000 - 2100^{\circ}C$ oraliqda darajalanganda extimollik 20%, $2100 - 2200^{\circ}C$ da 15%, $2200 - 2300^{\circ}C$ 10%, $2300 - 2400^{\circ}C$ 5% ni tashkil qildi. Shundan, temperaturalar yig‘indisi $2000^{\circ}C$ liligining ta’minlanish ehtimolligi 50% ni tashkil qiladi. Bu xar 50 yilda $2000^{\circ}C$ va undan yuqori bo‘lishi ta’minlanishi mumkingini anglatadi.

Ehtimollikni va iqlim ko‘rsatkichlari turli qiymatlarining taminlanganligini hisoblash empirik formulalar orqali yoki analitik tarzda hisoblanadi. Ulardan quyidagi formulalardan ko‘proq foydalaniladi:

$$P_i = \frac{m_i}{n + 1} \cdot 100,$$
$$P_i = \frac{m_i - 0,3}{n + 0,4} \cdot 100,$$
$$P_i = \frac{m_i - 0,25}{n + 0,55} \cdot 100,$$

bu yerda P_i taminlanganlik (%); m_i -statik qatorni tashkil qiluvchi kamayib boruvchi $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, sonlar, n – qatordagi holatlar soni. Ta'minlanganlikni ushbu formulalar bo'yicha hisoblash uchun maxsus jadvallar mavjud.

Qatordagi turli meteorologik kattaliklar qiymatlarini taqsimlash simmetrik yoki assimmetrik bo'lishi mumkin. Simmetrik yoki normal taqsimlashda o'rtacha-dan yuqori bo'lgan holatlar soni o'rtachadan past holatlar soniga teng. Bunday taqsimot haroratnlarning quyidagicha yig'indilariga, ya'ni absolyut minimumlardan olingan o'rtacha va haroratning boshqa xarakteristikalariga, sovuq sharoitni boshlanishini yoki tugashi ehtimolligi va h.k.ga hosdir. Asimmetrik taqsimot yog'inlar yig'indisiga tegishlidir. U ikki xil ko'rinishda musbat va manfiy bo'lishi mumkin. Musbat asimmetriyada o'rtachadan yuqori bo'lgan xolatlar soni (musbat chetlashishlar), o'rtachadan past holatlar soni (manfiy chetlashishlar) dan ko'proq bo'ladi

Ehtimollikni taxliliy (analitik) tarzda hisoblash uchun statistik ko'rsatkichlar

qo'llaniladi (taqsimot turig qarab: o'rtacha arifmetik qiymat, o'rtacha kvadratli

og'ishlar, eksess va asimmetriya koeffisientlari).

Vegetasiya davrining termik va yorug'lik resurslarini baholash. Vegetasiya davrining termik sharoitlarini baholashda faol haroratlar yig'indisidan foydalanib topiladi. Ayrim yillarda vegetasiya davridagib faol haroratlar yig'in-dilari ko'p yillik o'rtachalardan keskin farq qilishi mumkin.

Qishloq xo'jalik ekinlari mazkur joyda ko'p yillar mobaynida issiqlik bilan ta'minlanganligini aniqlash uchun haroratlar yig'indilarining mazkur qiymatga ega bo'lgan xolatlar takrorlanishini aniqlash va o'simlik talab qiladigan haroratlar yig'indisining ta'minlanganligini hisoblash kerak. Buning uchun 38-rasmda keltirilgan grafikdan foydalaniladi. Keltirilgan vegetasiya davrining $10^{\circ}C$ dan yuqori haroratlar bilan ta'minlanganligini egri chiziqlar orqali keltirilganbo'lib, bu egri chiziqlar turli iqlimlarga xosdir. Absissa o'qida vegetasiya davridagi haroratlar yig'indilari o'rtachalaridan og'ishi keltiriladi, ordinata o'qida ta'minlanganlikni 100 ta haroratlar yig'indisi ko'p yillik qiymatlar o'rtachasidan og'ishi qanchalik qiymatga og'ishini foizlardagi ifodasi keltirilgan.

Haroratlar yigindisi bilan bir qatorda termik sharoitlarni baholash uchun vegetasiyaning aloxida davridagi haroratning qiymati kattaligini ayniqsa, eng issiq oyning o'rtacha haroratini hisobga olish kerak. Vegetasiya davridagi haroratlar yig'indilarning bir xil qymatlarida eng issiq oyningharoratlari turli geografik hududlarda turlicha bo'lishi mumkin. Masalan, Batumida faol haroratlar yig'indilari $4400^{\circ}C$ ni Toshkentda $4300^{\circ}C$ ni tashkil qiladi, ya'ni deyarli bir xil, ammo Batumida eng issiq oyning o'rtacha harorati $23^{\circ}C$, Toshkentda $27^{\circ}C$ bo'lib, bu holat ushbu hududlardagi termik sharoitlarning sezilarli farqlanishini aks ettiradi.

Termik resurslarni baxolash uchun qattiq sovuq bo'lmaydigan davrlarni ham, shuningdek, tuproq va havoning turli intensivliklariga to'g'ri keluvchi va sovuqning boshlanishini extimolligini e'tiborga olish kerak.

Quyosh radiatsiyasi resurslarini asosan vegetasiya davri mobaynida keluvchi jami quyosh radiatsiyasining o'rtacha ko'p yillik yig'indisi bo'yicha yoki radiatsiya balansining yig'indilari uchun shuningdek, $5^{\circ}C$ va $10^{\circ}C$ dan yuqori haroratli davrdagi fotosintetik jixatdan faol radiatsiya kelishining yig'indisi bo'yicha baholanadi.

Mikroiqlim-hududning uncha katta bo'lmagan qismining iqlimi bo'lib, u tuproq yuzasidagi joining rel'efi va boshqa omillar ta'sirida hosil bo'ladi. Bu omillar radiatsiya rejimi, tuproq va havo harorati, namgarchilik hamda shamol tezliklarini, o'ziga hosligini belgilaydi.

Rel'efning xossalariga qarab, qiyaliklar, vodiylar, tepaliklar cho'qqilarining mikroiqlimlariga bo'linadi.

Turli radiatsiya, issiqlik va suv balansi ta'sirida yaylovlar, dalalar, o'rmonlar, soxillar, suv omborlari, yalangliklar va x.k. mikroiqlimlari hosil bo'ladi. Qurilishlar tufayli shaxarda o'ziga xos mikroiqlim hosil bo'ladi. Ekin ekilgan joylarda fitoiqlim deb nomlanuvchi o'ziga hos mikroiqlim hosil bo'ladi.

Mikroiqlimni ifodalovchi hossasi tuproqning yuqori qatlamida, yer sirtidagi havo qatlamidan to bir necha o'n metr yuqorisigacha bo'lgan qismida namoyon bo'ladi. Bu sokin ochiq ob-havoda tuproq qatlamining past balandligiga (tafovuti) qarab, xatto 100m balandlikda mikroiqlim ta'siri kuzatilganda ancha seziladi; havoning turbulentligi natijasida aralashgan qatlamidan yuqorisida esa sezilmaydi.

Rel'efning berilgan (baland-past) sharoitlarida mikroiklimning oziga hosliklari ko'proq sezildi-bir necha o'n metr masofadayoq gorizont bo'yicha tuproq va havoning quyi qatlami haroratida tafovutlar hosil bo'ladi. Bu yerda mikroiklimning paydo bo'lishi ga qator joylashgan turli qiyaliklar va tepaliklarga quyosh radiatsiya-sining bir xil tushmasligi, shamolning turli tezligi (rel'efning qavariq joylarida yuqori va egilgan joylarida past) yog'inlarning o'zani ta'sir qiladi. Yog'inlarning o'zani pastliklardagi tuproqning namligini keltirib chiqaradi. Sokin, ochiq ob-havoda ekin ekish kam rivojlangan dalalarda tuproq yuzasidagi haroratlar orasidagi farq shimolga qaragan va janubga qaragan qiyaliklarda 10 – 12°C ga yetadi, havoda 20 cm balandlikda tafovut 3 – 5°C gacha qisqaradi. Cokin ochiq tunlarda mikroiklimdagi tafovutlar faqatgina radiatsiyani oqimiga bog'liq bo'lmasdan, balki sovuq havoni rel'efning past qismiga tushishi biln ham amalga oshadi.

Janubga qaragan qiyaliklar quyosh issiqlik miqdorini ko'proq olgani uchun tezroq qiziydi, bunaqa joylarda qor ertaroq (tezroq) eriydi, tuproq esa tezroq qurib yetiladi, urug'ni ertaroq qadaladi, qishloq xo'jaligi ekinlarini hosili tezroq pishishiga erishiladi. Bunday yerlar yassitog' va shimolga qaragan qiyaliklarga qaraganda qyryqroq bo'lib, namlik yuqori (ko'proq) bo'lgan hududlarda o'simliklarni rivojlantirishiga va o'sishiga qulay bo'ladi.

Tekis joylarda sug'oriladigan va sug'orilmaydigan joylardagi olingan ma'lu-motlarni solishtirganimizda mikroiklimlar orasidagi tafovut ancha sezilarli

Sholi ekiladigan ko'llab sug'orilgan yerlar bilan sug'orilmaydigan yerlar orasidagi mikroiklim tafovutlari quyidagi jadvalda keltirilgan: Temperaturani va nisbiy namlikni sholi ekilgan joylardagi qiymati (*p*) va quruq joylardagi qiymati (*H*), (guruchni sut fazaga kirgan, yerni qoplagan davridagi) sutkalik borishi

Tuproq sirtidan balandligi (cm)	Maydon	Ma'lumotlar olingan soatlar		
		5-6	13-14	21-22
Havoning harorati (°C)				
0	<i>p</i>	22,0	26,3	24,5
	<i>H</i>	15,3	55,4	18,0
	<i>p</i>	15,0	29,5	17,9

	<i>H</i>	14,0	34,6	18,2
	<i>p</i>	15,3	30,3	21,5
	<i>H</i>	14,9	33,1	19,1
Nisbiy namlik (%)				
20	<i>p</i>	84	52	81
	<i>H</i>	67	20	48
150	<i>p</i>	77	35	63
	<i>H</i>	65	20	46

Yog‘inlarni taqsimlanib, mikroiklim hosil bo‘lishi ga qiyaliklarni tikligi yoki yotiqligi katta ahamiyat kasb etadi.

Qiyalikni tik yoki yotiqligiga bog‘liqligi Y.N.Romanova tomonidan quyidagi ifodada taklif qilingan:

$$R_n = r + r_c(1 - \delta)$$

bu yerda R_n yutilgan suvning miqdori; r -tuproqqa to‘liq singib ketuvchi jadalsiz yoginlar miqdori; r_c -oqimlarni vujudga keltiruvchi jadal yog‘inlar miqdori; δ -qiyalikning oqim koeffisienti. δ -ning qiymatlari tuproqning turiga, namligiga va yomg‘irning jadalligiga bog‘liq.

δ -qiyalikning oqim koeffisientidan foydalanib, qiyaliklardan (unga yopish-gan) tekkislikka kelishi mumkin bo‘lgan suv miqdorini hisoblash mumkin bo‘ladi. Bunday ma’lumotlar o‘sha joylardagi qanday mikroiklimlar hosil bo‘lishi ni va qiyaliklarga yopishgan tekkis joylarning qoshloq xo‘jaligi uchun foydalanadigan yerlani namligini baholashga imkon beradi.

Rel’efning ta’siri qishda qor qoplamini yig‘ilishida ham katta bo‘ladi. Qavariqroq joylarda botiq joylrga qaraganda kamroq qor to‘planadi.

Egri-bugri rel’efli joylarda mikroiklim deyarli o‘zgarmas bo‘ladi. Agar issiqlikka boy bo‘lgan rel’efli joylarda qiyalikning yoqorirog‘ida havoning sutkalik harorati 2°C ga yuqori bo‘ladi, bu esa o‘simliklarning vegetsiya davrida (4-5 oyda)

qo‘simcha 250 – 300°C temperaturalar yig‘indisini olishga muyassar bo‘la-di. Bu esa janubga 200 km jilgandagi sharoit bilan bir xil sharoit yaratilgandek bo‘ladi, bu esa yer shari kengligini 1°C ga o‘zgarganda faol temperaturalar yig‘indisi 100 – 150°C ga teng ekanligini ko‘rsatadi.

Fitoiqlim- mikroiqlimga bog‘liq bo‘lish bilan birga o‘ziga hosligi bilan ajralib turadi, va asosan ekinlarning ekilishi tuzilishiga bog‘liq bo‘ladi, chunki u urug‘ sepish va ko‘chat ekish zichligiga bog‘liq bo‘lgan xolda o‘simliklar majmuasining ta‘sirida vujudga keladi (zichligi). Turli fitosenozlarda o‘simliklarga tushayotgan yoritilganlik, havo va tuproq harorati, namligi, shamol tezliklari keskin farq qiladi. Yaxshi rivojlangan baland bo‘yli o‘simliklar (masalan, makkajuxori, kungaboqar, kanop va x.k) va boshqalarda tuproq yuzasidagi yoritilganlik o‘simlik yuqori yuzasiga nisbatan 5-10 barobarga kam bo‘ladi. Qalin barglar (barglar shunchalik qalinki, yorug‘likni o‘tkazmaydi) ostida ustiga nisbatan 4 – 5°C ga past bunda tuproq yuzasidagi temperatura ochiqlikka nisbatan 15–5°C ga past bo‘ladi.

Shuni ta‘kidlash kerakki, turlicha ekin ekilishiga bitta ekinni ekilishidagi fitoiqlim ko‘proq o‘zgarishi mumkin, turli ekinlarni bir xil ekishda esa u nisbatan bir xil bo‘lishi mumkin.

Fito iqlim ekish zichligiga o‘zgartirish, qator oralariga ishlov berish, sug‘orish va x.klar orqali tartibga solinadi.

Mikroiqlim kuzatishlar asosida turli hududlarda joylashgan fermer xo‘jaliklari mikroiqlimlarini aks ettiruvchi katta masshtabli haritalat tuziladi. Bunday haritalar qishloq xo‘jaligi ishlab ciqarishi uchun katta ahamiyatga ega, chunki, mikroiqlim tafovutlari qishloq xo‘jaligi ekinlari hosilini yetishtirishga ta‘siri yuqori.

Agroiqlimli hududlashtirish deganda quyidagilarni tushunamiz. Agroiqlimli hududlashtirish-bu joylarni agroiqlim sharoitlarini o‘xshashlik va farqlanish belgila-ri bo‘yicha hududlarga bo‘lish. U qishloq xo‘jalik ekinlarini yashashiga imkon beruvchi turli iqlimli hududlarga taqsimlab ekishni ilmiy asoslashga imkon beradi.

Agroiqlimli hududlashtirishni ikki turga bo‘linadi – umumiy va xususiy.

Umumiy agroiqlimli hududiyashtirish bir butun qishloq xo‘jaligi uchun foydalilik darajasini miqdoriy ifodalovchi asosiy iqlim elementlarini hudud bo‘yicha taqsimlanishni tavsiflaydi (xarakterlaydi). Xususiy (maxsus) hududlashtirishga aloxida ekinlar, ularning navlari va gibridlarini, unib chiqish sharoitlarini tavsiflash, shuningdek qishloq xo‘jalik maxsulotini ishlab chiqarishga ixtisoslshtirish, turli tuproqning iqlim doiralarida (zonalarida) agrotexnika choralarini belgilash va x.k. maqsadida o‘tkaziladi.

Umumiy agroiqlimli hududlashtirishda joyni vegetasiya davrida issiqlik va namlik bilan ta'minlanish ko'rsatkichlar, shuningdek qishlov sharoitlari bo'yicha taqsimlanadi.

Hududni issiqlik bilan ta'minlanishi bo'yicha hududiy lashtirish faol haroratlarning ko'p yillik yig'indilarining o'shajoy doirasi bo'yicha taqsimlanishiga asosan amalga oshiriladi.

Namgarchilik bo'yicha hududiy lashtirish gidrotexnik koeffitsient (GTK) yoki namlikni boshqa ko'rsatkichlar asosida amalga oshiriladi.

Quyosh radiatsiyasi resursi bo'yicha agroiqlimli hududlashtirish oxirgi 50 yilda hisobga olinib boshlandi, bunda issiq paytlardagi fotosintetik faol radiatsiyaning tushish qiymatiga temperaturaning ortachasi 10°C ortqandagisiga qarab hududlashtiriladi.

Xususiy agroiqlimli hududlashtirishda o'simliklarning agroiqlim resurslariga bo'lgan ehtiyojlarini taqqoslash yo'li bilan amalga oshiriladi. Buning uchun ma'lum ekinlarning (nav, gibrid) iqlim omillariga ehtiyojini ifodalovchi agroiqlim ko'rsatkichlaridan foydalaniladilar. Ayrim xollarda termik sharoitlarga samarali (samarali) haroratlarning yig'indilari bo'yicha baholaydilar. Bundan tashqari, bu haroratlarning o'simliklarni vegetasiya va sokinlik davrida (kuzgi va ko'p yillik o'simliklar uchun) shikst yetkazuvchi kritik past va yuqori haroratlarning hisobga olinadi.

Namlik bilan ta'minlanganlikni baholayotganda turli vegetasiya davrida tuproqdagi hosildor namlik zahiralari shuningdek, navlarning qurg'oqchilikka, garmsellarga, kuchli shamollarga va boshqa noqulay meteorologik hodisalarga chidamliligi hisobga olinadi. Ayrim ekinlarni hududlashtirishda kun uzunligini fotosintetik faol radiatsiyani (FARni) kelishini e'tiborga oladilar. Xususiy agroiqlimli hududlashtirish odatda o'rtacha ko'p yillik meteorologik ko'rsatkichlar bo'yicha emas, balki ularning 80 – 90% ta'minlanganligini hisobga olgan xolda amalga oshiriladi.

Agroiqlimiy hududlashtirish iqlimni qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini maqsadlari va vazifalarini o'rganishda yakuniysi hisoblanadi. Uning asosiy bosqichlarini ko'rib chiqamiz.

1) madaniy ekinlar hosildorligi (sifatni hisobga olgan xolda) va rivojlanishi iqlim omillariga iqlim omillariga bog'liqlik darajasida iqlim omillariga bog'liqligi;

2) hududlarni agroiqlim resurslarini o'rganish;

3) agroiqlim resurslarini madaniy o'simliklar ehtiyojlariga muvofiqlik darajasini baholash;

4) agroiqlim resurslarini batafsil baholash uchun mikroiklimni o'rganish;

5) umumiy agroiqlimiy hududlashtirishni amalga oshirish;

6) agroiqlimiy hududlashtirish asosida istiqbo'li navlar va gibridlarni joylashtirish, hamda qishloq xo'jaligiga yaroqli yerlarni mikroiklim sharoitlarini yaxshilas, iqlimning noqulay hodisalari bilan kurashishga yo'naltirilgan meliorativ va agrotexnik tadbirlarni amalga oshirish; mo'l hosil yetishtirishda salbiy ta'sirlarni oldini olish uchun, hosildorlikka ta'sir qiluvchi iqlimga bog'liq boshqa omillarni (yig'im-terim sharoitlari, zararkunandalarni tarqalishi va x.k.zolar) ham baholash.

Bunday ishlab chiqilgan tadbirlarning hammasi agroiqlim resurslaridan foydalanishda hosilni mo'l-ko'l bo'lishi ga yordam beradi.

Agroiqlim sharoitlarini qishloq xo'jaligi hosildorligiga ta'siri quyidagilardan iborat.

Umumiy va xususiy agroiqlimiy hududlashtirish usullarini qo'llash orqali madaniy o'simliklar mahsuloti sifati va hosildorligini turlicha ta'minlanganligiga ega hududlarni ajratish mumkin.

Barcha madaniy o'simliklar uchun ularning yuqori hosildorlik hududlarini ajratishda ikkita asosiy shartni e'tiborga olish kerak:

1) har bir ekin har yili termik resurslar bilan (eng kamida 80-90% yillarda) ekishdan pishkunga qadar butun vegetasiya davri mobaynida ta'minlanishi kerak.

2) vegetasiya davri mobaynida namlik resurslari yuqori hosildorlikni ta'min-lashi kerak.

Quyosh radiatsiyasini kelishi yuqori bo'lgan, O'rta Osiyoning sug'oriladigan dashtlarida (fotosintetik faol radiatsiya FAR vegetativ faol paytda $25 \cdot 10^{12} \frac{J}{ga}$) va faol temperaturalar yig'indisi $4000^{\circ}C$ dan yuqori bo'ladi, va bu yerlarda qimmat-baho navli paxta, guruch va boshqa ekinlardan yuqori hosil olinadi.

Demak, iqlim sharoitlari madaniy o'simliklarni potensial hosildorligini oshi-shiga, xaqiqiy hosildorlik agrotexnik tadbirlarning yuqoriligiga bog'liq bo'ladi.

Hosil sifati ham sezilarli darajada iqlim sharoitlariga bog'liqdir. Bug'doy hosilining sifati dondagi oqsil va oqsim modda (kleykovina) va boshqa ko'rsat-kichlar bo'yicha baholanib, harorat ko'tarilganda yaxshilanadi va havo va tuproq namligi pasayganda (ma'lum qiymatlargacha). Namlik 40% bo'lganda bug'doy tarkibidagi oqsil moddasining ulushi 17,2% ni tashkil qilganligini, namlik 70% bo'lganda esa oqsil ulushi 10,3% ni tashkil qilganligini XIX asrdayoq D.N.Pryanish-nikova aniqlagan.

V.N.Strashniyning 1969-1976 yillarda o'tkazgan tajribalari shuni ko'rsatadiki, kuzgi bug'doy donidagi oqsil va kleykovina havo haroratining sutkalik tebranishidagi amplitudasi, ortacha haroratning va suv bug'larining defisiti ortishi bilan ortib boradi.

Tuproq va havoning namligi hamda yog'inlar ko'payganda bug'doydagi oqsil va kleykovina miqdori kamayadi. Masalan, don (to'g'ri) yetilishi davrida bug'doy donidagi oqsil miqdori, bir necha vaqt ilgari namligiga nisbatan havoning o'rtacha temperaturasi 1°C ga ortsa, oqsil 0,6-0,8% ga, kleykovina esa 1,5-2,0% ga ortadi.

Havo temperaturasining tenranish amplitudasi 7°C dan 14°C gacha ortgan-da oqsil miqdori 4-6% ga, kleykovina esa 8-10% ga ortadi.

Kungaboqar donida ham kun issiq namligi past bo'lgan yillarda, temperatura past namlik yuqori kelgan yillarga nisbatan yog'liligi yuqori bo'lgan.

Kartoshkada ham namlik yuqori, temperatura past bo'lgandagiga qaraganda, namlik past temperatura yuqori bo'lganda kraxmalliligi yuqori bo'lgan. Uzunlik ham qand miqdori yuqoridagidek ko'p bo'lgan.

Ko'pgina mevalarda va qand lavlagisida quyosh radiyasi yuqori bo'lganda qand miqdori ko'p bo'lishligi kuzatilgan. Iqlimni qishloq xo'jaligi ekinlari zararkunandalarini tarqalishiga va ekinlar kasallik-lariga ta'siri quyidagicha bo'ladi.

O'zbekistonning asosiy qishloq xo'jaligi hududlarida madaniy o'simliklar zararkunandalari va kasalliklarining xar xil turlari tarqalgan.

Ularning rivojlanishi va zararlash darajasi sezilarli darajada iqlim sharoitiga bog'liq bo'ladi.

Zararli hashorotlar va kasalliklarning xar bir turi uchun harorat va namlikning optimal va chegaraviy qiymatlari mavjud bo'lib, bu hashorotlarda ular yaxshi rivojlanadilar. Ko'p hashorotlarning rivojlanish suratlari haroratga o'ta bog'liq. Masalan, chigirtkaning

rivojlanishi lichinkadan to balogʻatga yetguncha 32 – 39°C haroratda 20 kun, 22 – 27°C haroratda esa 52 kun atrofida boʻladi.

Yaylov qurtining gʻumbagi (shakar lavlagisini, kungaboqarni, poliz ekinlarini zararlaydi) 32°C haroratda 6-kunda, 15°C da 29 kunda rivojlanadi. Yaylov qurtining urgʻochisi 12 – 14°C yetiladi.

Issiqlikning yetishmasligi hashorotlarning rivojlanishini sekinlashtiradi yoki oʻtatadi. Masalan, Yaylov qurtining gʻumbagi 17°C dan past haroratda pillaga aylanmaydi, xuddi shunday, 14°C dan past boʻlganda kazarka qoʻngʻizi (barcha mevali daraxtlarni zararlaydi) da ham kuzatiladi.

Hashorotlar rivojlanish tezligini joy muxitining temperaturasiga bogʻliqligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$n = \frac{C}{\bar{t} - t}$$

bu yerda n - kunlarda oʻlchanuvchi rivojlanish davomiyligi; C - mazkur hashorotlar rivojlanishi uchun xarur boʻlgan samarali (samarali) temperaturalar yigʻindisi; \bar{t} -rivojlanish davridagi sutkalik oʻrtacha temperatura; t -mazkur hashorotlar rivojlanishini taminlovchi minimal harorat. Karam kuyasining samarali temperaturalar yigʻindisi minimal harorat 14°C dan past boʻlganda 180°C, olma kuyutkisi uchun esa, minimal harorat 9°C dan past boʻlganda-725°C.

Samarali temperaturalar yigʻindisini bilgan xolda formuladan foydalanib, u yoki bu hashorotlarni muayyan haroratda rivojlanish davomiyligini aniqlash mumkin. Masalan, olma kuyutkisi 25°C haroratda rivojlanish davomiyligi $n = \frac{725}{25-9} = 45$ kun.

Shamol zararkunandalarni kochishiga koʻmaklashadi. Koʻp zararkunandalar (ipak qurti, kolarado qoʻngʻizi, chigirtka va boshqalar) shamol yordamida tarqaladi.

Tayanch iboralar. agroiqlim, qaytarilish chastotasi, yorugʻlik resurslari, vegetasiya, novegetasiya, namlanish shartlari, namlanish koʻrsatkichi, agroiqlimli hududlashtirish, issiqlik, muvofiqlik darajasi, agroiqlim resurslari, meliorativ, agrotexnika, agroiqlim, potensial hosildorlik, temperaturaning tebranish amplituda-si, kleykovin, sutkalik tebranish amplitudasi, potensial hosildorlik, yaylov qurti, olma kuyutkisi, zararkunanda, shamol zararkunandalari.

Nazorat savollari.

1. Qishloq xo'jaligi maxsulotlarini yetishtirishga imkoniyat beruvchi sharoit yaratuvchi agroiqlim omillar majmuasiga nima deyiladi?
2. Mikro iqlim va fito iqlim deganda nimani tushunasiz?
3. Vegetasiya davrining termik va yorug'lik resurslarini baholash ishlari qanday amalga oshiriladi?
4. Vegetasiya davridagi namlanish shartlarini baxolash ishlari qanday amalga oshiriladi?
5. Xususiy agroiqlimli hududiyalashtirish nimani tafsiflaydi?
6. Umumiy agroiqlimli xuddiyalashtirish nimani tafsiflaydi?
7. Xususiy agroiqlimli hududlashtirishda qanday amalga oshiriladi?
8. Namlik bilan ta'minlanganlikni baholaotganda nimalar hisobga olinadi?
9. Hashorotlar rivojlanish tezligini joy muxitining temperaturasiga bog'liqligi qanday ifodadan aniqlanadi?

§36. Iqlimning shakllanishida Quyosh radiatsiyasini, atmosfera sirkulyasini, taglik sirt va joy rel'efining ta'siri.

Iqlimni hosil qiluvchi asosiy omillariga quyosh radiatsiyasi, atmosfera sirkulyasiyasi, yernung havo tegib turgan sirti kiradi.

Quyosh radiatsiyasini yer sirtiga (yuziga) tushishi va radiatsion balansini fasllar bo'yicha o'zgarishi yerning shar ko'rinishdaligiga, orbitasining shakliga va yer o'qini qiyaligiga bog'liq bo'ladi. Quyosh issig'ini kelib tushishiga qarab yer sirtini beshta issiqlik mintaqalariga bo'lingan: tropik mintaq, tropiklar orasida joylashgan ($23,5^{\circ}$ shimoliy va janubiy kengliklar) ikkita o'rta poyas, shimoldan janubgacha, tropiklardan polyar aylanasigacha bo'lgan ($66,5^{\circ}$ shimoliy va janubiy kengliklar) ikkita polyar poyas, polyar poyas hamda qytb orasida joylashgan.

Yer sirtiga tegib turgan havo qatlami issiqlikni yer yuzasiga qayta-qayta taqsimlab turadi. U radiasion balansiga, namlikning aylanishiga, havo oqimi yo'nalishini o'zgarishiga, havi massalarini aylanishiga, ta'sir qiladi.

Quruqlik va suv issiqlik va namlikni yutib, saqlab, qaytarish xossasiga ega.

Bu quruqlik bilan suv orasidagi issiqlik balansini turlichaligi, okeandan quruqlik ichiga qarab turli iqlimlar hosil bo'lishi ga sabab

bo‘ladi. Shuning uchun okeanlar va uning qirg‘oqlarida namlik katta bo‘lgan, temperaturaning sutkalik va yillik borishida amplitudasi katta bo‘lmagan iqlimni hosil bo‘lishi. Cho‘llarda esa quruq temperaturaning sutkalik va yillik borishlarida amplitudasi katta bo‘lgan iqlimlarni hosil bo‘ladi.

Quruqlik rel’efi iqlimni balandlikka qarab o‘zgarishini ta’minlaydi. Bunga sabab issiqlikni yuqoriga kamroq kelishi qiyaliklarga quyosh radiatsiyasini kam tushishi. Tog‘ tizmalari baland bo‘lgani uchun havo massalarini ko‘chishiga to‘sqinlik qiladi, trayektoriyasini o‘zgartirib yuboradi, shuning uchun unday joylar-da iqlim quruqroq bo‘ladi.

Atmosfera sirkulyasiyasi, quruq shamollarni, mussonlarni, tsiklonlik faoliyati bilan bog‘liq bo‘lgan havo oqimlarini o‘z ichiga olgan.

Atmosfera tsirkulyatsiyasi havo massalarining harakati va o‘zgarishi iqlim hosil bo‘lishi ga sabab bo‘ladi. Ular natijasida okeanlar ustida hosil bo‘lgan nam havo quruqlik ustiga kelib bulutni yog‘inlarni vujudga keltiradi. O‘rta Osiyoning janubiy kengliklarida o‘ziga hos iqlim mavjud. Yozda yerda issiq va quruq havo massasi hosil bo‘ladi. Bu vaqtda o‘tgan tsiklonlar ob-havoga katta ta’sir ko‘rsata olmaydi. Chunki ular o‘ta isigan yer ta’sirida susayib bulut hosil qila olmaydi, natijada yoz juda issiq keladi. Yog‘ingarchiliklar deyarli bo‘lmaydi. Qishda esa tsiklonlar asosan g‘arbdan va shimoliy g‘arbdan sharqqa qarab ko‘chib, O‘rta-Osiyo mintaqasidan o‘tadi va o‘zi bilan yog‘inlar olib keladi. Bundan tashqari O‘rta-Osiyo Mintaqasiga shimol tomondan sovuq havo oqimi tez-tez kelib turishi sababli havo temperaturasi gox isib, gox sovishi kuzatiladi. Shuning uchun yoqqan qor uzoq saqlanmaydi. O‘rta osiyo mintaqasi shimoliy g‘arbdan katta tekisliklarni o‘z ichiga olgan bo‘lib, janubdan baland tog‘lar bilan chegaralangan. Bu tog‘ tizmalari O‘rta-Osiyo iqlimini hosil bo‘lishida muxim rol egallaydi.

Iqlim o‘nlab, yuzlab va bundan ham ko‘proq davrlarda bir xil qonuniyatlar bilan o‘zgarishga hos bo‘lgan ob-havo.

Bunday jaroyonlarda o‘zgargan biror bir geografik hududlar iqlimi juda sovuq yoki juda issiq, juda nam va juda quruq bo‘lishi mumkin. Iqlimni o‘zgarishini o‘sha joydagi ko‘l va dengiz suvlarini tebranishidan (ko‘payishi yoki ozayishi, Kaspiy va Orol) o‘simlik turlarini boshqasi bilan almashishi va h.k lardan bilish mumkin.

Hozirgi paytda iqlimni ilgarigi o'zgarishiga sabablarini quyidagi gipotezalar orqali tushuntirishga harakat qilinadi.

1. Astronomik gipotezada Yerning aylanish o'qini tebranishlari natijasida (prisessiyasi) ma'lum bir vaqtda biror burchakka og'ishi tufayli iqlimni o'zgarishi.

2. Fizikaviy gipoteza quyoshdagi jaroyonlarini rivojlanishi tufayli, undan sochilayotgan radiatsiyasining miqdori va spektr tarkibini o'zgarishi hamda yer atmosferasining optik hossalari va undagi jaroyonlar natijasida o'zgarishi.

3. Geologik-geografik gipoteza quruqlik va dengizlar maydonlarini o'zgarishi, dengizlar oqimlari quvvati va yo'nalishini o'zgarishi va h.k.lar tufayli o'zgarishi.

Kuzatishlardan ma'lum bo'ldiki, iqlimni o'zgarishiga sabab quyosh faoliya-tini va yerdagi jaroyonlarni uzoq vaqtdagi murakkab o'zgarishlari sabab bo'lar ekan. Hozirgi davrdagi iqlimni o'zgarishiga ko'proq antropogen-insonni faoliyati ta'sir ko'rsatmoqda.

Odam turli xil xo'jalik faoliyati bilan iqlimga ta'sir ko'rsatib uni o'zgar-tiradi. Yer tabiiy resurslari yoki sanoat xom ashyosidan foydalanish va boshqa maqsadlarni ko'zlab, katta maydonlardagi o'rmonzorlar o'zlashtiriladi. O'rmon-zorlarni yo'qotilishiga shu hududdagi harorat, namlik, bug'lanish, yog'inlar, shamol va boshqa meteorologik kattaliklarni o'zgarishiga olib keladi. Ayniqsa katta maydonlarni qoplagan o'simliklar butunlay yo'qotilishi zararli oqibatlariga olib keladi. Havosi quruq bo'lgan hududlarni hosil qiladi. Quruk cho'llarda yerdan to'g'ri foydalan-maslik, moddalarning ko'p yo'qotilishi, o'simliklarni butunlay yo'qolishiga sabab bo'ladi va bunday yerlar zaxarga aylanadi.

Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarish nuqtai nazardan iqlimni baxolash quyidagilardan iborat.

Taniqli rus olimi K.A. Timiryazov o'simliklarni iqlim omillariga bo'lgan talabi ma'lum bo'lsagina, iqlim haqidagi ma'lumotlar qishloq xo'jaligi uchun ahamiyatga ega bo'ladi deb ta'kidlagandi.

Qishloq xo'jaligi nuqtai nazardan iqlimni baholash 19-asrdan boshlangan.

Qishloq xo'jaligi nuqtai nazardan iqlimga baho berish usulini yaratilishida dialektika asosida muhit bilan o'simlikni birdamlilik qoidasiga rioya qilingan holda, ya'ni o'simliklarni yashashi uchun kerak

bo'ladigan ma'lum bir sharoitni hisobga olinadi. Bu usul ikkita qoidaga asoslanadi: o'simliklarni yashashi uchun zarur bo'lgan teng qiymatlilik (noyoblilik) omillari, o'simliklar yashagan muxitlarni bir xilda emasligi omillari.

O'simliklar uchun birday kerakli - yorug'lik, issiqlik, namlik, havo asosiy omillar bo'lib; ular o'simliklarga to'g'ridan-to'g'ri va bevosita ta'sir ko'rsatishadi. Boshqa qo'shimcha omillar-ikkinchi darajali ro'l o'ynab bilvosita ta'sir qiladi va asosiy omillarni yo kuchaytiradi, yoki susaytiradi (ular-shamol, bulut, tuman va boshqalar). Masalan, buludorlik yerga kelib tushayotgan quyosh radiatsiyasining spektral tarkibini o'zgartirib yuboradi va havo temperaturasining sutkalik borishidagi amplitudasini pasaytiradi; shamol tuproq namligini bug'lanishini va transpiratsiya-lanishini tezlashtirish orqali sarfini oshiradi.

Asosiy meteorologik omillar barcha organizmlarning butun yashash faoliyati davomida, ular osayotgan hamma hududlarda, qo'shimcha omillar esa faqat ba'zi paytlarda, ba'zi joylarda ta'sir ko'rsatadi.

Qishloq xo'jaligi nuqtai nazardan iqlimga baho berishda minimumlik qonuni (limitlash omillari-eng past yoki yuqori qiymati bo'yicha cheklash, bu qiymatdan past yoki baland bo'lsa, o'simlik, ekinlar hosildorligiga putur yetishi mumkin). Bu qonunga ko'ra, boshqa sharoitlarni o'zgarishiga qarab ekinlar hosildorligi mini-mumga ega bo'ladi. Masalan, qurg'oq joylarda namlik miqdori hosildorlikni limitlash omili bo'lib xizmat qiladi.

Gaz tarkibiga ko'ra havo muxiti, yorug'lik rejimi qutblardan tashqari barcha iqlimlarda bir xil bo'lgani uchun va o'simliklarning zichiligi optimal bo'lganda, o'simliklarni o'sishi va rivojlanishini limitlamaydi, faqatgina issiqlik va namlik vegetasiya davrini borishini hamda hosildorligini ta'minlaydi. Shuning uchun qishloq xo'jaligi nuqtai nazardan iqlimni baholashda eng avval Yer sharining turli jaoylaridagi iqlimlarini temperaturasini hamda namligini baholash maqsadga muvofiq bo'ladi.

Qishloq xo'jaligi nuqtai nazardan iqlimga baho berishda sharoitlar miqdorlarining aniq qiymatlari belgilanadi: 1). vegetasiya davridagi termik, qisman yorug'lik sharoitlarni; 2). o'sha davrdagi yog'inlarni va tuproq namligini hisobga olingan holdagi namgarchilik sharoiti, 3).

qishki va ko'p yillik osimliklarni qishlashi uchun havoning va tuproqning minimal temperaturasi, qor qoplaminig qalinligi, 4.qishloq xo'jaligi uchun xavfli bo'lgan meteorologik hodisalar.

Iqlimning yuqoridagi tavsiflaridan tashqari yana o'simliklarni muxitga bo'lgan quyidagi talablarini bilishimiz kerak: havo va tuproqni kritik temperatu-rasini; ekilgandan to pishginga qadar kerak bo'ladigan temperaturalar yig'indisi, yuqori hosilni ta'minlovchi namlik miqdorini va h.k.larni.

Ulardan tashqari qishloq xo'jaligi nuqtai nazardan iqlimga baho berishda iqlimning asosiy meteorologik omillarini va qishloq xo'jaligi uchun xavfli bo'lgan meteorologik hodisalarni takrorlanishini bilish kerak. Bu esa iqlim omillariga bog'liq xolda o'simliklarni o'sishida, hosildorlikni miqdorini hisoblashda va ularni mos xolda ekishda, o'sha iqlimga mos sun'iy iqlimni hosil qilishda muxim ahamiyatga ega.

Agroiqlim ko'rsatkichlar. Bir tomondan iqlim omillari bilan, ikkinchi tomondan o'simliklarni o'sish va rivojlanishi, qishga chidamliligi, hosilning shakllanishi agroiqlim ko'rsatkichlar deyiladi. Mana shu ko'rsatkichlarni iqlim resurslari bilan solishtirililib, ushbu hudud sharoitiga mos qishloq xo'jaligi ekinlarini (o'simliklarni) yoki xayvonlarning zotlari tanlanadi.

O'imliklarning vegetasiya davridagi extiyojlari uchun kerak bo'lgan agroiqlim ko'rsatkichlari sifatida faol va samarali temperaturalar hamda biologik temperaturalar yig'indisini ifodalovchi-issiqlik miqdoridan foydalaniladi.

Hozirda faol va samarali temperaturalar yig'indisi - issiqlikka bo'lgan talabi barcha madaniy o'simliklar uchun xicoblab topilgan. Tezpishar navlarda 900 – 1300°C zig'ir uchun, 1300 – 1700°C baxorgi va kuzgi bug'doy uchun, 2100 – 2900°C makkajo'xori uchun, 1600 ÷ 2300°C kungaboqar uchun, 2000 ÷ 3200°C guruch uchun, 2900 ÷ 4000°C. paxta uchun va x.k.

Agroiqlim ko'rsatkichlarga o'simliklar nobud bo'luvchi kritik temperatura ham kiradi.

Agroiqlim ko'rsatkichlariga hosildorlikni ma'lum darajada ortishini, namgar-chilik darajasini turli ko'rsatkichlarini ko'tarilishini ta'minlovchi foydali namlik zahirasi, ma'lum miqdoriga yetganda o'simliklar nobud bo'ladigan kritik namlik ham kiradi.

Monand agroiqlimlar. Ekin maydoniga aylantirishda Yerni xaydash hamda ekish uchun, o'sha joyni iqlimi avvalo o'simliklarni hayot kechirishi (rivojlanishi, o'sishi) uchun zarur bo'lgan iqlim omillari mavjud bo'lishini bilish kerak bo'ladi. Bu qoida monand agroiqlim nazariyasining asosi bo'lib, uni rus olimlari N.I.Vavilov, G.T. Selyaninov va F.F.Davitayalar tomonidan ishlab chiqilgan. Bu nazariyaga asosan, qishloq xo'jalik ekinlarini bir iqlim hududidan boshqasiga ko'chirib o'tqazishda iqlim resurslari darajalarini monandligini (o'xshashligini) hisobga olish kerak bo'ladi.

Tayanch iboralar. iqlimshunoslik, iqlimiy gradient, iqlimiy davolash, iqlimiy meliorasiya, iqlimiy me'yor, iqlimiy muddat, gidrometeorologik ofat, quruqlik rel'efi, atmosfera sirkulyatsiyasi, sovuq havo oqimi, geografik hudud, gipoteza, astronomik gipoteza, fizikaviy gipoteza, geologik-geografik gipoteza, tabiiy resurs, meteorologik kattalik.

Nazorat savollari.

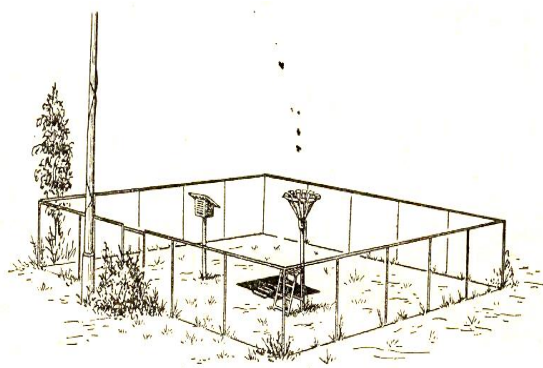
1. Iqlimshunoslik, iqlimiy gradient deganda nimani tushunasiz?
2. Iqlimiy davolash, iqlimiy meliorasiya deganda nimani tushunasiz?
3. Iqlimiy me'yor, iqlimiy muddat deganda nimani tushunasiz?
4. Hidrometeorologik ofat, quruqlik rel'efi deganda nimani tushunasiz?
5. Atmosfera sirkulyatsiyasi deganda nimani tushunasiz?
6. Astronomik gipoteza, fizikaviy gipoteza deganda nimani tushunasiz?
7. Geologik-geografik gipoteza, tabiiy resurs deganda nimani tushunasiz?
8. Meteorologik kattalik, issiqlik miqdori deganda nimani tushunasiz?
9. Faol va samarali temperaturalar yig'indisi deganda nimani tushunasiz?
10. Monand agroiqlim deganda nimani tushunasiz?
11. Agroiqlim ko'rsatkichlar deganda nimani tushunasiz?
12. Yorug'lik rejimi deganda nimani tushunasiz?

20-BOB

Agrometeorologik bashoratlar.

§37. Agrometeorologik ob'ektlardagi kuzatishlarning asosiy prinsiplari va uslublari.

Agrometeorologik kuzatishlar deb o'simliklarning o'sishi, rivojlanish fazalari va hosilining shakllanishini ob-havoning holatiga, meteorologik kattaliklar (havo harorati, namligi, atmosfera yog'inlari va boshqalarning) o'zgarishiga hamda tuproq namligiga bog'lagan holda olib boriladigan kuzatishlar majmuiga aytiladi. Agro-meteorologik kuzatishlarning asosiy tamoyili-muvoziyligi (paralelligi) bo'lib, unda agrometeorologik omillarning o'zgarishi va holatini kuzatish bilan barobar qishloq xo'jalik ob'ektlarining (o'simlik, hayvonlar va boshqalar) holatini hamda unumdorlik elementlarining shakllanishidan



tortib to so'nggi mahsulot- hosilni yig'ishtirib olishga qadar kuzatish olib borilishi shartdir. Bunday parallel kuzatishlar natijasida ob-havo sharoitlarining ekinlarning o'sishi va rivojlanishiga, zararkunandalar va kasalliklarning tarqalishiga, shuningdek qishloq xo'jalik ishlarini

o'tkazish va boshqalar ta'sirini miqdoriy jihatdan ilmiy baholash mumkin. Natijalari agrometeorologik xizmat ko'rsatishda foydalaniladi. Agrometeorologik kuzatishlar o'tkazishning standart shakli faqat yagona «Raxnamo» bo'yicha bayon etilgan uslubga, muddatga va tartibga qat'iyatlik bilan rioya qilinadi. Shuning uchun «Raxnamo» bilan tanishib chiqamiz. Eng avval agrometeorologik kuzatishlar, agrometeorologik Stantsiya va post deganda nima tushuniladi, shu haqida qisqacha ma'lumot bilan tanishib chiqamiz.

Agrometeorologik kuzatishlarni yanada soddaroq tushuntirsak, bunda bir tomondan ma'lum joyda va vaqtda meteorologik kattaliklar miqdorlari (havo va tuproq harorati, atmosfera yog'inlari va boshqalar) ni kuzatish olib borilsa, ayni shu vaqtda o'simliklarning o'sishi, rivojlanishi, hosilining shakllanishini ham kuzatish olib borish va barcha

belgilab qo'yilgan qoida asosida maxsus kitobchaga yozish kabi ishlar majmui tushuniladi.

Agrometeorologik stantsiya - bu regionda, mintaqada, muayyan hududda yetishtirilayotgan qishloq xo'jalik ekinlarining agrometeorologik sharoitlarini o'rganuvchi, doimiy (standart), gidromet yoki Jahon Meteorologik Tashkiloti (JMT) ning maxsus dasturi bo'yicha tadqiqiy ishlarni bajaradi, tezkor muhim agrometeorologik axborotnomalar bilan zaruriy ma'lumot tayyorlash xizmatini ta'minlaydi. Demak, agrometeorologik stantsiya bu majmuiy muassasa hisoblanib, uning tarkibida meteorologik Stantsiya va o'zining maxsus xo'jaliklarida agrometeoro-logik kuzatish olib boruvchi uchastkalari mavjud. Shuni alohida ta'kidlab to'g'ri miz lozimki, mustaqil meteorologik Stantsiyalar-ga biriktirilgan xo'jaliklarda ham kuzatishlar o'tkaziladi. *1-rasm.*

Agrometeorologik postdagi meteorolo-gik maydoncha.

Meteorologik stantsiya- bu ma'lum talablarga javob beradigan

maydonchada joylashgan, kuzatish-lar olib boradigan muassasa. Meteorologik

stantsiya ma'lumotlari ob-havo holatini bilishda va yaqin kunlar uchun ob-havo

bashoratini tuzishda asos bo'lib xizmat qiladi. Meteorologik stantsiya uch

toifaga bo'linadi. I toifali meteorologik stantsiya vazifalariga

kuzatishlarni o'tkazish va ishlab chiqishdan tashqari, unga biriktirilgan

II va III toifali meteorologik stantsiya va postlar ishiga texnik rahbarlik qilish va

manfaatdor tashkilotlar, korxonalar, muassasalarga meteorologik sharoitlar haqidagi ma'lumotlar, shuningdek iqlim

materiallari bilan xizmat ko'rsatish kiradi. Shuning uchun meteorologik stantsiya va uni tasavvur etish uchun quyidagi fotolavhani keltiramiz (1-rasm). *2-rasm.* "Toshkent observatoriyasi" meteorologik Stantsiyaning umumiy ko'rinishi.

Agrometeorologik post- bu qisqartirilgan dastur asosida meteorologik va agromete-orologik kuzatuv ishlarni olib boruvchi ixtisoslashtirilgan muassasa. Agro va gidrometeorologik stantsiyalarning uslubiy

raxnamosida agrometeoro-logik postlarda havo harorati, yog'inlar va



atmosfera hodisalari, qishloq xo‘jalik dalalarida fenologik kuzatishlar olib boriladi, ayrim hollarda tuproqning muzlashi va erishi, namligi va harorati aniqlanadi. Agrometeorologik postlarda kuzatilgan materiallardan xo‘jalik ishlarini rejalashda, agrotexnik tadbirlar muddatlarini o‘tkazishga aniqlik kiritishda foydalaniladi Agrometeorologik post qanday ko‘rinishga ega ekanligini tasavvur etish uchun quyidagi 2-rasmda agrometeoro-logik postning tasviri keltirildi. O‘zgidrometning tarmoqlarida agrometeorologik kuzatishlarni muntazam o‘tkazishga quyidagi stantsiya va postlar jalb etilgan:-barcha agrometeo-rologik Stantsiyalar; .

- qishloq xo‘jalik hududlarida:
- meteorologik;
- gidrologik;
- aerologik Stantsiyalar va alohida ixtisoslashtirilgan Stantsiyalar;
- qishloq xo‘jalik hududlarining boshqarmalariga tegishli agrometeorologik postlar;
- qishloq xo‘jalik hududlarida joylashgan meteorologik toifadagi postlar.

Agrometeorologik kuzatishga jalb etilgan stantsiya, postlar ro‘yxatini va kuzatish ishlarining hajmini O‘zgidromet belgilaydi.

Agro va gidrometstantsiya postlarning asosiy vazifalari quyidagilar:

a) kuzatuvchi faqat o‘z ko‘zi bilan ko‘rgan jabhani, hodisani kuzatishi, o‘lchashi va yozishi shart;

b) gidrometstantsiya va postlar joylashgan hududlarda kuzatishlar o‘tkazish;

v) kuzatish natijalarining birlamchi ma’lumotlarini ishlab chiqish;

g) belgilangan vaqtda agrometeorologik axborotlarni tuzish va tegishli tashkilot, xo‘jaliklarga etkazish.

Shuning bilan bir qatorda agro- va gidrometeostantsiya, postlar vazifa - reja bo‘yicha muntazam agrometeorologik ta’minot xizmatlarini o‘lamlari kerak. Oxirgi bosqichda kuzatuv natijalarini O‘zgidrometning arxiviga topshiriladi. O‘zgidromet kuzatishni o‘tkazmaslikka yo‘l qo‘ymaydi, o‘lchashlar uchun faqat soz asboblar ishlatiladi. Kuzatuvchi faqat o‘z ko‘zi bilan ko‘rganini va o‘lchaganini yozadi. Begona odamlarning ko‘rganlarini, so‘zlarini hisob-kitob ma’lumotlarini yozishga ruxsat etilmaydi. Istisno tariqasida xo‘jaliklardagi agronom,

brigada yoki fermer boshlig'i va ma'sul xodimlarning ma'lumotlaridagi ekinlarning zarar ko'rganini, o'tkazilgan agrotexnik tadbirlarni yozishi mumkin. Bunday hollarda dala kuzatuv kitobiga axborotni qaysi manbaadan olganligi yozib qo'yilishi kerak.

Tayanch iboralar. meteorologik Stantsiya, agrometeorologik Stantsiya agrometeorologik post, o'zgidromet, meteorologik post, gidrologik, aerologik, kuzatish, kuzatuvchi, agrorometeoStantsiya, gidrometeoStantsiya, axborot.

Nazorat savollari.

1. Agrometeorologik kuzatishlar deganda nimani tushunasiz?
2. Agrometeorologik kuzatishlarning asosiy tamoyili-muvoziylik (paralelligi) bo'lib nima xizmat qiladi?
3. Natijalari agrometeorologik xizmat ko'rsatishda foydalaniladigan omillar qanday
4. Agrometeorologik post nima?
5. Agrometeorologik Stantsiya nima?
6. Agro va gidrometStantsiya postlarning asosiy vazifalari nimalardan iborat?
7. O'zgidromet qanday tashkilot?
8. Ma'lum talablarga javob beradigan maydonchada joylashgan, kuzatishlar olib boradigan muassasa nima deb ataladi?

§38. Issiq va sovuq davrdagi kuzatishlarning asosiy turlari.

Meteorologik va agrometeorologik post maydonlari 5x6 m o'lchamli to'g'ri burchak shakldagi joyni, standart meteorologik stantsiya kvadrat shaklida 26x26 m yer sathini o'z ichiga oladi va atroflari temir to'r bilan o'ralgan bo'ladi. Stantsiyada to'liq dastur bo'yicha kuzatish olib borilmasa, masalan tuproq harorati turli chuqurliklarda o'lchanmasa, maydoncha o'lchami 20x16 m gacha kamaytirilishga ruxsat beriladi. BMT qoshidagi Jahon Meteorologiya Tashkiloti (JMT) ning tavsiyasiga muvofiq dunyo mamlakatlarida, shular qatorida O'zbekistonda barcha meteorologik budkacha ichidagi termometrlar rezervuarlari Yer sirtidan 2 m balandlikda o'rnatilgan. Asbob va uskunalar meteorologik maydonchaga joylashtirilganda biri ikkinchisiga ta'sir qilmasligi va soya solmasligiga katta ahamiyat beriladi. Flyuger machtasi, anemorumbometr va shamolni avtomatik

tarzda o'zi yozar asboblari maydonning shimoliy qismida, maydonning o'rta qismida psixrometrik budka va o'zi yozar asboblari, yog'in o'lchagichi, plyuviograf o'rnatilgan bo'ladi. Meteogeliograf, rosograf, tuproq termometrlari bir-biriga soya tushmasligi uchun maydonchani janubiy qismiga o'rnatiladi. Meteorologik maydonchani tuprog'i yopishqoq bo'lsa, kuzatishga boradigan yo'lkanini mayda shag'al tosh (sheben) bilan bosiladi, ammo yo'lkanini asfaltlash yoki betonlashga ruxsat etilmaydi. Budkaga va tuproq termometriga boradigan yo'lka shimol tomondan, geliograf esa janubda bo'lishi va eng muhimi kuzatuv asboblari borishda va kuzatishga vaqtni tejashga imkoniyat yaratilgan. Meteorologik maydon va undagi asbob-uskunalarni navbatchi kuzatuvchi doimo nazorat qiladi. Stantsiyaning xizmat xonasi asosan 100-120 m uzoqlikda joylashadi. Xonada, devorga havo bosimini o'lchaydigan maxsus shkaf ichiga joylashtirilgan kosali barometr osib qo'yiladi, havo bosimini tekshirilgan aneroid yoki barograf yordamida ham aniqlanishi mumkin. Maydonchada o'llar balandligi 20 cm dan oshgan bo'lsa o'rib tashqariga chiqarib tashlanishi lozim. Qishda qor qoplarni, ayniqsa (tuproq termometri joylashgan yerda) tabiiy holatda saqlanadi. Qorni maydonchadan chiqarib tashlash yoki bahor davrida suniy ravishda erishini tezlashtirishga ruxsat etilmaydi. Budkaning tepasi, yon tomoni va yog'in o'lchagichi tayoqcha (reyka) si kuzatishdan oldin maydonchani aylanib chiqish vaqtida qordan tozalanadi. Meteorologik stantsiya va agropostlar maydonchasiga kirish eshigi asosan shimol tarafda bo'lishi, lekin istisno tariqasida eshik sharq yoki g'arbda bo'lishi ham mumkin va yopiq qulflanadigan holda saqlanishi lozim. Meteorologik maydonchaga o'rnatilgan asboblari yordamida asosiy meteorologik kattaliklarga: quyosh radiatsiyasi, havo harorati va namligi, tuproq harorati, bulutlik, tuman, bug'lanish va atmosfera hodisalari, changli bo'ron, tuman, momaqaldiroq, sel, garmsel, jala, do'l, izg'irin va boshqalar bo'yicha kuzatuvlar o'tkaziladi va maxsus daftarchaga yozib boriladi. Barcha Stantsiyalarda havo harorati va namligi, havo bosimi, shamol tezligi va yo'nalishi, tuproq harorati, ko'rinuvchanlik va bulutlilik va boshqalarni kuzatishlar sutka davomida 8 marta ya'ni har 3 soat (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 va 21) da o'tkaziladi. Yog'inlar yig'indisini o'lchash 12 soat oralig'ida (3-15 va 15-3 soat) kuzatiladi. Kunduzlik va yarim kechadagi yog'in miqdori ajratib kuzatish vaqti soat 3 va 15 deb belgilangan, hamda tuproqning yuzasi

qanday holatda ekanligi qayd etiladi. Stantsiya va postlarda kuzatish tartibi va muddatiga oid maxsus dastur mavjud. Meteorologik Stantsiya ma'lumotlari son qiymatlari ko'rinishida maxsus kod telegrammasi tuzilib O'zgidromet tarkibidagi «Meteoinfosistem» tizimiga kelib tushadi. Rasshifrovkalangan telegramma ma'lumotlarini mutaxassislar qayta ishlab O'zbekistonning barcha xalq xo'jaligi turli tarmoqlarida foydalanish uchun Stantsiyalardan olingan ko'p yillik meteorolo-gik kattaliklar ma'lumotlari asosida hududlar iqlimiga oid ilmiy-amaliy bildirgich-ma'lumotnomalar tayyorlanadi. Bunday ma'lumot ayniqsa qishloq xo'jaligi uchun juda muhim manba bo'lib xizmat qiladi.

Hulosa qilib aytganda, agro va gidrometeorologik stantsiya va postlarda meteorologik kattaliklar va hodisalarni kuzatishga oid materiallar to'plash, tahlil qilish va ulardan foydalanish amalga oshiriladi.

3. Qishloq ho'jalik ekinlari va chorvachilik sohasida asosiy agrometeoro-logik kuzatishlar hamda o'lchashlar tarkibiga quyidagilar kiradi:

- o'simliklar rivojlanishini aniqlash uchun fenologik kuzatishlar;
- o'simliklar qalinligi va bo'yini o'lchash;
- ekinlarning meteorologik hodisalar (qora sovuq, qurg'oqchilik, do'l, kuchli shamol va boshqalar) dan zarar ko'rishi;
- zararkunandalardan zarar ko'rishi va kasallanishi;
- yig'ish-terishda noqulay ob-havo sharoitlari tufayli o'simliklarning yotib qolishi;
- qishloq xo'jalik ekinlarining asosiy holatini baholash;
- qishloq xo'jalik ekinlarini mahsuldorlik elementlari va hosilini aniqlash;
- barcha dala ishlarini kuzatish va ob-havo ta'sirini baholash;
- qoramol va qorako'l qo'ylarini boqishda yaylov sharoitlarini hisobga olgan holda kuzatish;
- qishda kuzgi don ekinlari va mevali daraxtlar holatini kuzatish;
- bog'larda va kuzgi don ekinlari dalalarida harorat, qor qoplami, tuproqning muzlashi va erishini kuzatish;
- asosiy ekinzorlarda va yaylovlarda tuproqning turli chuqurligida namligini aniqlash. Bunda tuproq namligi oddiy ko'z bilan kuzatiladi va asboblar yordamida aniqlanadi;
- qishdagi sovuqning ta'sirini aniqlash: a) kuzgi bug'doy ekilgan

maydondan 30x30cm yuzali, balandligi 15 – 20cm bo‘lgan tuproq qatlamini issiq xonaga ko‘chirish, yaxi erigandan so‘ng tirik va nobud bo‘lgan o‘simliklar sonini hisoblash; b) mevali daraxtlarni 1 yoki 2 yoshdagi novda shoxchasini xonada suvli idishga solib kuzatish.

Yuqorida keltirilgan agrometeorologik kuzatishlar va o‘lchashlar butun MDH mamlakatlari, shular qatorida O‘zbekistondagi Stantsiya va postlarda qabul etilgan yagona uslubda «Raxnamo» dan foydalanib agrometeorolog xodimlar tomonidan bajariladi. Agro va gidrometStantsiyalarda, postlarda meteorologik kuzatish olib borilishi majburiydir.

GidrometStantsiya va postlarda quyidagi asosiy standart agrometeorologik kuzatishlar olib boriladi:

Yilning iliq-issiq davrida

1. Haydalma tuproq qatlamining harorati.
2. Sholi paykalidagi suvning harorati.
3. Qishloq xo‘jalik ekin dalalarida yog‘inlar.
4. Tuproq yuqori qatlamining namligi (oddiy kuzatish-vuzual tarzda). Tuproq qatqalog‘i.
5. Tuproqda ildiz joylashgan qatlamdagi namlik (asbob yordamida).
6. Qishloq xo‘jalik ekinlari, o‘l, daraxt va butazorlarning rivojlanish fazalari.
7. Ekinlarning holati: o‘simlikning zichligi, bo‘yi, begona o‘l bosganligi; nomaqbul meteorologik hodisalardan, hashoratlardan zararlanganligi va kasalligi, yotib qolganligi hamda o‘simlikning umumiy holatini sifatiy va miqdoriy baholash.
8. Mahsuldorlik elementlarining shakllanishi, o‘simlik massasining ortishi, ekinlarning hosili.
9. Dalada o‘tkazilayotgan turli-tuman tadbirlar va hayvonlarni (qoramollarni) o‘llatishni kuzatish.

Yilning sovuq davrida

10. Kuzgi ekilgan ekinlarni tuplanish-bachkilanish (poyaning pastki qismlaridan bachki poyalarni o‘sib chiqish joyida), ko‘p yillik o‘llar, mevali daraxtlarning ildiz qismidagi tuproq harorati.
11. Tuproq qatlamining muzlagan va erigan chuqurligi (asbob yordamida).
12. Qishlaydigan dala ekinlari va mevali daraxtlar.

13. Qishlaydigan ekin dalalaridagi va mevali daraxt dalalaridagi qor qoplami.

14. Ildiz joylashgan tuproq qatlamlarning namligi (asbob yordamida).

Ilova: Qishloq xo'jalik tumanlari boshqarmalariga tegishli agrometeorologik postlarda №8, 14 raqamlarda belgilangan kuzatishlar o'tkazilmaydi; meteorologik postlar birinchi toifada bo'tsa № 2, 3, 8, 10, 11, 14 va ikkinchi toifadagilarida esa №2, 3, 5, 8, 10, 11, 14 raqamda ko'rsatilgan agrometeorologik kuzatishlar o'tkazilmaydi.

Tayanch iboralar. havo harorati, meteoinfosistem, meteogeliograf, rosograf, meteorologik budkacha, flyuger machtasi, anemorumbometr, psixrometrik budka, o'zi yozar asboblar, yog'in o'lchagich, plyuviograf.

Nazorat savollari.

1. Meteorologik va agrometeorologik post maydonlari qanday tuzilishga ega bo'lishi kerak?
2. Asbob va uskunalar meteorologik maydonchaga joylashtirilganda nimalarga e'tibor berish kerak?
3. Meteorologik maydonchaga o'rnatilgan asboblar yordamida asosiy qanday meteorologik kattaliklar bo'yicha kuzatishlar olib boriladi?
4. Meteorologik Stantsiya ma'lumotlari qaysi tizimga kelib tushadi?
5. hududlar iqlimiga oid ilmiy-amaliy bildirgich ma'lumotnomalar qanday tayyorlanadi?
6. Qishloq ho'jalik ekinlari va chorvachilik sohasida asosiy agrometeorologik kuzatishlar hamda o'lchashlar tarkibiga nimalar kiradi?
7. GidrometStantsiya va postlarda qanday asosiy standart agrometeorologik kuzatishlar olib boriladi?
8. Qishloq ho'jalik ekinlari va chorvachilik sohasida asosiy agrometeorologik kuzatishlar hamda o'lchashlar tarkibiga nimalar kiradi?

§39. Agrometeorologik bashoratlar.

Agrometeorologik bashorat—bu kutilayotgan agrometeorologik sharoitlarning qishloq xo‘jalik o‘simliklari holati va mahsuldorligiga ta‘sirini ilmiy asosda oldindan aytishdir.

O‘zbekistonda agrometeorologik bashoratlar Gidrometeorologiya xizmati markazi tomonidan tuziladi.

Agrometeorologik bashoratlarni oldindan tuzish muddati 1 oydan 3 oygacha bo‘lishi mumkin. Uzoq muddatli agrometeorologik bashoratlar esa 3 oydan 6 (7) oygacha oldindan tuziladi.

Uzoq muddatli bashoratlashga vegetasiya davrining issiqlik ta‘minot bashorati misol bo‘la oladi. Agrometeorologik bashoratlar mazmuniga qarab 5 ta guruhga bo‘linadi.

1. Qishloq xo‘jalik ekinlari hosilining shakllanishiga, dehqonchilik va chorvachilikda turli ishlarni o‘tkazishga ta‘sir qiladigan agrometeorologik sharoitlar bashoratlari. Bu guruhga: vegetasiya davrining issiqlik va namlik bilan ta‘min-langonligini aniqlash bashoratlari, tuproqdagi samarali namni aniqlash bashoratlari, dala ishlarini boshlash va ekinlarni eng maqbul muddatlarda ekish bashoratlari kiradi.

2. Fenologik bashoratlar. Ularga: qishloq xo‘jalik ekinlari rivojlanishi asosiy fazalarining boshlanish muddatlari bashoratlari, qishloq xo‘jalik ekinlari zararkunandalari va kasalliklarining paydo bo‘lishi va rivojlanishi bashoratlari kiradi.

3. Asosiy qishloq xo‘jalik ekinlari hosildorligi va hosil sifati bashoratlari.

4. Kuzgi don ekinlarining, ko‘p yillik o‘llar va mevali daraxtlarning bahordagi holati bashoratlari.

5. Ayrim agrotexnik va meliorativ tadbirlarning samaradorligi bashoratlari. Biz mazkur kitob hajmida barcha turdagi agrometeorologik bashoratlarni bayon qilish imkoniyatiga ega emasmiz. Shuning uchun ular orasidan eng soddalarini va eng ko‘p qo‘llaniladiganlarini qaraymiz. Agrometeorologik bashorat qilish yoki ehtimolligini oldindan ma‘lum muddatga miqdoriy mulohazalash – bu muayyan hududda yuzaga kelgan va kutilayotgan agrometeorologik, agroiqlimiy va tuproq sharoitlarining hamda o‘simliklarning o‘zidagi biologic va xo‘jalik xususiyatlarini inobatga olinishi bilan barobar qishloq xo‘jalik ekinlari

va tabiiy yaylov o'simliklarining kelgusidagi holati va mahsuldorligi orasida uzviy aloqadorlikka asoslangan ilmiy-amaliy bilimlardir.

Agrometeorologik bashoratlar usullarining ilmiy asosini fizikaviy yoki biolo-gik asoslangan, o'simliklarning o'sish, rivojlanish va mahsuldorligining ko'p omilli bog'liqligi miqdoriy ifodalangan yoki kutilayotgan kattaliklarni turlicha muddat bilan oldindan hisoblash imkonini beradigan, tuproq-o'simlik-atmosfera tizimida yuzaga kelgan va kutilayotgan agrometeorologik sharoitlarga bog'liq jarayonlar tashkil etadi. Agrometeorologik bashoratlar usullarini ishlab chiqishda asosiy e'tiborni biror aniq hududdagi o'simliklar vegetasiyasining turli davrlarda agrome-teorologik sharoitlar majmuasidan eng ahamiyatli va cheklovchi omillarni tanlashga qaratiladi. Bunda eng ahamiyatli omillardan birinchi navbatda sekin o'zgaradigan, ammo kelgusida qishloq xo'jalik o'simliklari hosilining shakllanish sharoitlarini aniqlaydigan omillar hisobga olinadi. Bunday omillarni *inertsionlilik omili* deb yuritiladi.

Inertsionlilik omili: tuproqning bir metrlik qatlamidagi samarali nam zahira-lari, o'simliklar holati, yuza birligidagi o'simliklar soni, barg yuzasi va o'simlik balandligi, qor qoplaminig balandligi, o'simliklar qishlovidan keyin saqlanib qolgan o'simliklar soni va boshqalar kiradi. Agrometeorologik omillardan eng ahamiyatlisini tanlashni yaxshi tushunish uchun ushbu misolni keltiramiz.

Bahor boshlanishiga tuproqdagi samarali nam zahirasini bashoratlashda eng ahamiyatli omillarga tuproqdagi samarali namning kuzdagi zahirasi, qish davrida yoqqan yog'inlar miqdori yoki qordagi suv zahiralari kiradi. Ma'lumki, namlik bilan etarlicha ta'minlanganda o'simliklarning rivojlanish tezligi haroratning aniq chegaralarda ortishi bilan kuchayadi. Shuning uchun qishloq xo'jalik o'simliklari rivojlanish fazalarining boshlanishini bashoratlashda fazalararo davrdagi o'rtacha harorat, faol harorat yoki samarali haroratlar yig'indisidan foydalaniladi. O'zbekis-tonning qurg'oqchil hududlarida qishloq xo'jalik ekinlari hosilining shakllanishi uchun eng ahamiyatli inersion omil tuproq namligi bo'tsa, namlik etarli hududlarda esa eng ahamiyatli omil sifatida havo va tuproq harorati olinadi. G'o'za rivojlanishida shakllangan ko'saklar sonini ham inersion omil qatoriga qo'shish mumkin. Chunki g'o'za shonalashi davrida har tup g'o'zada dastlab kam ko'sak shakllangan bo'tsa, keyinchalik rivojlanish uchun eng maqbul sharoitda

ham tupdagi ko'sak soni ortmaydi, natijada hosildorlik kam bo'ladi. Agrometeorologiyada turli turdagi agrometeorologik bashoratlardan: matematik-statistik, dinamika-statistik, sinoptik-statistik va boshqalardan foydalaniladi. Hozirgi vaqtda agrometeorologiya-da o'simliklarning fenologik, mahsuldorlik elementlari va hosildorligini bashorat-lashda, yuqorida aytib o'tilganidek, korrelyasiya nazariyasiga asoslaniladi va o'zaro bog'lanishlarni miqdoriy shaklda ifoda etish qo'llaniladi. Shuning uchun ham xorijiy davlatlarning bu sohadagi va respublikamizdagi JMT agrometeorologik ta'minotlarni amalga oshirish usulining nazariy-ilmiy-amaliy negizida oddiy va murakkab matematik-statistik yoki modellash usullari yordamida topilgan tenglamalar, mezonlar, agrometeorologik ko'rsatkichlardan bashoratlash uchun foydalaniladi. Ular matematik-statistik, dinamika-statistik, fizika-statistik, sinoptik-statistik usullar asosida topiladi. Shular orasida eng ko'p tarqalgan va bashoratlashda ishlatishga qulay bo'lgani matematik-statistik usuldir. Uni ilmiy adabiyotlarda «ochiq model» deb ham yuritiladi. Bu usulning amaliyotda ko'p qo'llanish sababiga yana bir ilmiy nazardan qaralsa, boshqa qolgan barcha murakkab matematik modellarni tuzishda va ularning soniy qiymatlarini topishda ham «ochiq model» orqali topilgan soniy qiymat natijalariga asoslanadi. Buni tasavvur etish uchun quyidagi 16.1-rasm keltirildi. Bu haqida ilmiy tushunchaga ega bo'lish juda muhim va olingan agrometeorologik ma'lumotlarda bashorat usullarini ishlab chiqish va uni amaliyotda oqilona foydalanish imkoniyati yaratiladi. Bunday tadqiqiy ishlarni va bashoratlash usullarini O'zgidromet tarkibidagi (Jahon Meteorologik Tashkiloti) JMT ning ilmiy mutaxassis agrometeorologlari bajaradilar.

Shuni ta'kidlab o'tamizki, hozirgi vaqtda gidrometeorologik ma'lumotlar bilan ta'minlash xizmatining agrometeorolog mutaxassislari o'simliklarning fenologik, mahsuldorlik elementlarini, hosildorligini bashoratlash uchun O'zgidromet va (Jahon Meteorologik Tashkiloti) JMT tomonidan chop etilgan maxsus turli uslubiy va qo'llanma hujjatlar bilan ta'minlanganlar. Quyida ayrim bashoratlash usullari haqida to'xtalib o'tamiz.

Qishloq xo'jaligi ekinlarini etishtirish uchun hududlarning issiqlik bilan ta'minotini bilish juda katta ahamiyatga ega. Chunki ekin navlarini tanlash va ularni ekishdan to' hosilini yig'ib-terib olishgacha ma'lum miqdorda issiqlik talab qilinadi. Tanlangan hududda issiqlik yetarlimi

degan savol amaliyotda tez-tez uchrab turadi. Agar mo'ljallangan ekin uchun issiqlik ta'minoti yetarli bo'lmasa uni ekish tavsiya etilmaydi yoki ortiqcha bo'lsa, bu ortiqcha issiqlik ta'minoti ikkilamchi ekinlarni yetishtirib olguncha yetarli bo'ladimi degan savollar yana paydo bo'ladi. Ma'lumki, issiqlikning manbai Quyoshdir. Hozirgi davrda O'zbekiston hududida quyosh radiatsiyasini sutka davomida har 3 soatda tinimsiz o'lchash ishlari 7 ta meteorologik Stantsiyalar bo'yicha aktinometrik kuzatishlar bilan bir vaqtda meteorologik kuzatishlar ham olib borilmoqda. Respublikamiz hududida havoning haroratini o'lchash ishlari esa barcha agro va gidrometeorologik stantsiyalarda o'tkaziladi. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida vegetatsiya davrining issiqlik ta'minotini baholash uchun oldingi boblarda aytib o'tilganidek, uni tavsiflovchi faol haroratlar yig'indisi va samarali havo haroratlari yig'indisidan foydalaniladi. O'simliklarning issiqqa bo'lgan talabchanligi unda biologik jarayonlar tufayli organizmda shakllangan nasli-irsiyati va birlashtirilgan seleksiya navi xususiyatlariga bog'liq. Qishloq xo'jalik ekinlari bir-biridan issiqsevarligi, sovuqqa chidamligi (sovuqbardoshligi) va boshqa xususiyatlari bilan farqlanadi. Masalan g'oz, sholi issiqsevar o'simliklar qatoriga qo'shilsa, sovuqqa bardoshligiga esa - bug'doyning sovuqqa chidamli navlari va karamning ba'zi navlari misol bo'ladi. Vegetatsiya davri bu o'simlikning hayot faoliyatining davomiylik davri, yilning bir qismi hisoblanadi. Davomiylik kun hisobi yoki havo haroratining musbat yig'indisi bilan o'lchanadi. Turli-tuman o'simliklar har-xil vegetatsion davrga ega va ular bir-biridan davri davomiyligini to'g'ri bilan farqlanib turadi. O'simliklarning vegetatsiya davri davomiyligi ob-havo va agroiqli-miy sharoitga qarab yildan-yilga o'zgarib turadi. Kuzda ekilgan bug'doyning vegetatsiya davri ikki yil oralig'ida o'tadi va sovuq qish davri uni to'xtatib qo'yadi, yangi yilning bahorida yana vegetatsiya davri tiklanadi va yozda esa ekin pishib yetiladi. Bahordagi kech qora sovuqning bo'lishi, kuzda esa sovuqning erta tushishi natijasida o'simliklarning vegetatsiya davri davomiyligi aksariyat holatda qisqaradi. Quruq mavsumiy davr boshlanganda ko'pchilik o't o'simliklarining vegetatsiya davri, ayniqsa cho'lda va tuproqning samarali nam zahirasi tugagan sharoitdagi boshqa yerlarda, nisbatan olganda rivojlanish tinim holatga o'tadi. Agroiqlimshu-noslikda umumiy vegetatsiya davrining issiqlik ta'minoti deganda havo haroratining bahorda 5, 10, 12, 15°C dan

turg'un ko'tarilish sanasidan tortib to kuzda barqaror pasayish sanalari oralig'ida to'plangan davr davomiyligi, faol havo harorat yig'indisi va samarali havo yig'indisining miqdori tushuniladi. O'simliklarning turi juda ko'p bo'lganligi sababli bir tomondan umumiy qilib issiqlikka bo'lgan talabini bahorda ekin ekilgan sanadan boshlab to hosilni terib olgunga qadar to'plangan havo haroratining 10°C dan yuqori miqdori yig'indisi yoki boshqacha aytgan samarali havo haroratlari yig'indisidan foydalaniladi.

38.1-jadvalda O'zbekiston Respublikasi bo'yicha vegetasiya davri uchun 10°C dan yuqori samarali havo haroratlari yig'indisining o'rtacha (m), maksimal (max) va minimal (min) qiymatlari keltirildi. Ulardan hozirgi vaqtda qishloq xo'jaligiga xizmat ko'rsatishda foydalanilmoqda.

O'zbekiston Respublikasi bo'yicha vegetasiya davri uchun 10°C dan yuqori havo haroratlarining yig'indisi (A. Q. Abdullaev ma'lumoti)

GMS va postlar	$\Sigma t_{s>10^{\circ}\text{C}}$			GM S, postlar	$\Sigma t_{s>10^{\circ}\text{C}}$		
		Max	min		M	Max	Min
Toshkent	2298	2671	2110	Dahbed	2249	2502	1988
Dalvarzin	2399	2700	2249	Kattaqo'rg'on	2508	2772	2209
Qovunchi	2304	2660	2197	Samarqand	2170	2519	2014
Ko'korol	2269	2415	2025	Navoiy	2501	2825	2368
Tuyabo'g'iz	2271	2760	2191	Buxoro	2529	2979	2323
Sirdaryo	2282	2604	2111	Qorako'l	2749	3083	2559
Oqoltin	2322	2633	2158	Qarshi	2751	3098	2629
Yangier	2733	2833	2354	G'uzor	2895	3093	2705
Jizzax	2557	2738	2277	Shahrisabz	2567	2834	2392
Do'stlik	2529	2747	2283	Termiz	3024	3263	2885
Qo'qon	2461	2978	2283	Denov	2785	3010	2412
Farg'ona	2363	2623	2185	Sherobod	3328	3453	3032
Fedchenko	2369	2524	2207	Sho'rchi	2697	2863	2498
Namangan	2440	2685	2279	Urganch	2412	2687	2160
Pop	2558	2734	2370	Xiva	2367	2840	2260
Kosonsoy	2075	2459	1802	Nukus	2302	2765	2191
Andijon	2404	2578	2213	Qo'ng'irod	2054	2564	1986
Savoy	2122	2224	1870	Chimboy	2075	2556	1998
Nasriddinb	2357	2503	2199	Taxiotosh	2354	2794	2214

ek							
Yubileynaya	2443	2547	2234				

Akademik F.F.Davitaya tomonidan issiqlik ta'minotini bashoratlash usuli taklif etilgan. Usulning negizida faol haroratlar yig'indisi bilan bahorda havo haroratining 10°C dan barqaror ko'tarilish sanasiga miqdoriy bog'liqligi asos qilib olingan. Vegetasiya davrining issiqlik ta'minotini bashoratlash ma'lumotidan ekinlarni tanlash va joylashtirish, o'simliklar orasidagi tashqi muhitni yaxshilash, agrotexnik tadbirlarni rejalashtirish, umumiy bug'lanishni aniqlash, sug'orish me'yoriga tuzatish kiritish, hosilni yig'ishtirish muddatlarini aniqlash, shular qatorida amaliyot uchun juda muhim bo'lgan hosilni bashoratlashda foydalanish mumkin. Bahorning boshlanish indeksi sifatida shartli ravishda havo haroratining bahorda 10°C dan barqaror ko'tarilish sanasi qabul qilingan. Agarda bu sana qanchalik erta qayd etilsa vegetasiya davrida haroratning yig'indisi ham ko'p to'planadi, ammo kech kuzatilsa ya'ni bahorda harorat past kelib cho'zilib ketsa - aksincha bo'ladi. Demak, bahor mavsumining xususiyatiga qarab vegetasion davrning alohida olingan ma'lum qismi bir-xil bo'lmaydi. Bu jarayonni e'tiborga olgan holda agrometeorologlar davrni ikki qismga bo'lishgan. Bahorda havo haroratining 10°C dan barqaror o'tgan sanasidan boshlab 4 ta oyni davrning birinchi qismiga, qolgan oylarni esa davrning ikkinchi qismiga ajratishgan va bashoratlash usulini ishlab chiqib butun vegetasiya va uni qismlarga bo'lgan holatda kelajakdagi vegetasiya davrining davomiyligi, hamda havo haroratini yig'indisini hisoblab topish mumkinligini isbotlashgan. Buni tasavvur qilish uchun quyidagi rasmni ko'rsatamiz. Buxoro meteoStantsiyasida umumiy vegetasiya davr davomiyligi (2-rasm, a) va to'plangan haroratlar yig'indisining (2-rasm, b) bahorda havo haroratining 10°C dan barqaror o'tish sanasi bilan bog'liqlik grafigiga (chizmasiga) nazar tashlasak havo haroratining 10°C dan to'g'ri qanchalik oldinroq boshlansa davr davomiyligi va haroratlar yig'indisi shunchalik ko'p bo'lishi ni ko'rsatib turibti.

Agarda muayyan yilning bahorida havo haroratining 10°C barqaror o'tish sanasiga oid haqiqiy ma'lumotlar masalan, Buxoro Stantsiyasida ma'lum bo'tsa unda 2-rasmdan foydalanib ularga mos ravishda

vegetasiya davrning davomiyligi va havo haroratining yig'indisini bashoratlash mumkin. Misol: Buxoro meteorologik Stantsiya ma'lumoti bo'yicha havo haroratining bahorda 10°C dan turg'un to'g'ri 10-mart kuni kuzatilgan.

2-rasm, a dan foydalanib absissa o'qidan to'g'ri koordinasion maydondagi chiziqgacha tikka tutashguncha olib boramiz. Chap tarafdin esa ordinata o'qidan qancha miqdorga tengligini bilib olish mumkin. Bizning misolimizda bu vegetasion davr davomiyligi 242 kuni tashkil etadi. Bahordagi xuddi shu sana uchun shu usulda 2-rasm, b dan haroratlar yig'indisi topiladi, ya'ni 5100°C ni tashkil etadi. Agarda bizga vegetasion davrdagi samarali haroratni bashoratlash lozim bo'tsa uni sodda usulda topish taklif etilgan. Buning uchun 240 kuni 10°C ga ko'paytiramiz va natijasi 2400°C ga teng bo'ladi. Endi umumiy vegetasiya davridagi harorat yig'indisi (5100°C) dan 2400°C ni ayirib tashlaymiz. Vegetasiya davri uchun samarali haroratning yig'indisi 2700°C ni tashkil etadi. Topilgan natijani 1-jadval ma'lumotlari bilan solishtirib, ekinlarning issiqlik bilan ta'minlanganligini aniqlaymiz.

Shuni alohida ta'kidlash joizki O'zgidrometning agrometeorolog bashorat-chilari ixtiyorida barcha meteorologik Stantsiyalarda kutilayotgan vegetasiya davrning davomiyligi va havo haroratlari yig'indisini hisoblab topish uchun maxsus raxnamolar, qo'llanmalar mavjud bo'lib ulardan qishloq xo'jaligiga xizmat qilishda foydalaniladi. Bunday raxnamo, qo'llanmalarning negizida esa, yana eslatib o'tamiz, matematik-statistik usuldan foydalanib maxsus tenglamalarning soniy ko'rsatkichlari orqali ifodalangan va bashoratlash usulini bayoni misollar asosida, shular qatori issiqlik ta'minotini bashoratlash ham yoritilgan bo'ladi.

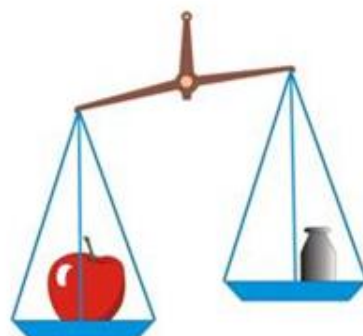
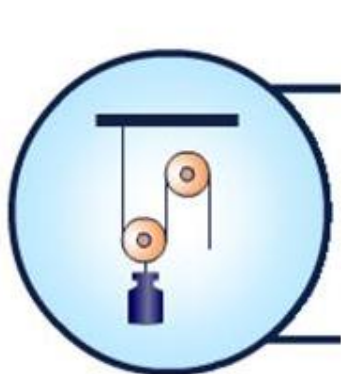
Tayanch iboralar. agrometeorologik bashorat, vegetatsiya davri, matematik-statistik, dinamika-statistik, fizika-statistik, sinoptik-statistik, tenglama, mezon, agrometeorologik ko'rsatkich, havo haroratlari yig'indisi, absissa o'qi, ochiq model, aktinometrik kuzatish.

Nazorat savollari.

1. Agrometeorologik bashoratlar mazmuni bo'yicha qanday asosiy turlarga bo'linadi?
2. Agrometeorologik bashoratlar tuzishda qanday inversion omillarni hisobga olinadi ?
3. Biror viloyat uchun mazkur yilda vegetatsiya davrining issiqlik bilan taminlanganligi bashoratini qanday tuziladi ?
4. Vegetatsion davr deganda nimani tushunasiz?
5. Paxta hosilining bashorat usuli nimaga asoslangan?
6. Kutilayotgan paxta hosilining miqdorini tenglamalar bo'yicha hisoblashga misollar keltiring ?
7. Agroiqlimshunoslikda umumiy vegetasiya davrining issiqlik ta'minoti deganda nimani tushunasiz?
8. Oddiy va murakkab matematik-statistik yoki modellashtirish usullaridan nima uchun foydalaniladi?

GLOSSARIY

MEXANIKANING FIZIKAVIY ASOSLARI



	O‘ZBEKCHA	INGLIZCHA	TA’RIFI
№	Fizikaviy tushunchalar	Physical concepts	
1	Mexanikaviy harakat	Mechanical movement	Jismlar yoki ular qismlari vaziyatining fazoda vaqt to‘g‘ri bilan bir-biriga nisbatan o‘zgarishi
2	Mexanika	Mechanic	Fizikaning mexanikaviy harakatlar qonuniyatlarini va va bu harakatlarni keltirib chiqaruvchi va o‘zgartiruvchi sabablarni o‘rganuvchi bo‘limi
3	Klassik fizika	Classical physics	G. Galiley va I. Nyuton tomonidan yaratilgan va yorug‘likning bo‘shliqda tarqalish tezligiga nisbatan juda ham kichik tezliklarda harakatlanuvchi makroskopik jismlar harakati qonunlarini o‘rganuvchi mexanika
4	Relyativistik mexanika	Relativistic mechanics	A. Eynshteyn tomonidan yaratilgan maxsus nisbiylik nazariyasiga asoslangan va yorug‘likning bo‘shliqda tarqalish tezligi bilan taqqoslanarli tezliklarda harakatlanuvchi makroskopik jismlar harakati qonunlarini o‘rganuvchi mexanika

5	Kvant mexanikasi	Quantum mechanics	Fizikaning alohida atom va elementar (subatom) zarralar kabi mikroskopik jismlar (ob'ektlar) tabiatini o'rganuvchi bo'limi
6	Kinematika	Cinematics	Mexanikaning jismlar harakatini keltirib chiqaruvchi sabablarni hisobga olmagan holda bu harakatlarni o'rganuvchi bo'limi
7	Moddiy nuqta	The material point	Noldan farqli massaga ega bo'lgan va geometrik o'lchamlari qaralayotgan masofaga nisbatan hisobga olmaslik mumkin bo'lgan darajada kichik bo'lgan jism
8	Erkinlik darajalari soni	The number of degrees of freedom	Nuqtaning fazodagi vaziyatini to'liq aniqlovchi o'zaro bog'liq bo'lmagan koordinatalari soni
9	Harakat traektoriyasi	Movement trajectory	Jismning o'z harakati mobaynida bosib o'tgan nuqtalari to'plamidan iborat bo'lgan egri chiziq
10	Oniy tezlik	Instant speed	Harakatlanuvchi jism ko'chishidan vaqt bo'yicha olingan birinchi tartibli hosilaga miqdor jihatidan teng bo'lgan va harakat traektoriyasining har bir nuqtasiga urinma bo'ylab yo'nalgan fizikaviy vektor kattalik
11	Traektoriya egriligi	Trajectory curvature	Traektoriyaning berilgan nuqtasidagi egrilik radiusiga teskari bo'lgan fizikaviy kattalik
12	Tangensial tezlanish	Tangential acceleration	Aylanma harakat chizikli tezligi o'zgarishini miqdor jihatidan tavsiflovchi va harakat traektoriyasiga urinma bo'ylar yo'nalgan fizikaviy vektor kattalik
13	Normal tezlanish	Normal	Aylanma harakatda traektoriy-

		acceleration	yaning berilgan nuqtasidan eg- rilik markazi tomon yoʻnalgan va chiziqli tezlikning oʻzgarishini miqdor jihatidan tavsiflovchi fizikaviy vektor kattalik
14	Burchak tezlik	Angular velocity	Aylanma harakatda burilish burchagidan vaqt boʻyicha olingan birinchi tartibli hosilaga miqdor jihatidan teng boʻlgan va yoʻnalishi aylanish oʻqi boʻylab oʻng vint qoidasiga koʻra aniqlanuvchi fizikaviy vektor kattalik
15	Markazga intilma tezlanish	Centripetal acceleration	Aylana boʻylab tekis harakatlantirayotgan jismning normal tezlanishi
16	Dinamika	Dynamics	Mexanikaning jismlar harakatini keltirib chiqaruvchi va bu harakatning oʻzgarishi sabablarini oʻrganuvchi boʻlimi
17	Nyutonning birinchi qonuni	Newton's first law	Ilgarilanma harakatlanuvchi jismga boshqa jismlar taʼsir qilmagunicha yoki boshqa jismlar taʼsiri oʻzaro kompensatsiyalangan holida u oʻz tezligini oʻzgartirmasdan saqlaydigan shunday sanoq sistemalari mavjudligini tavsiflovchi qonun. Uni yana inertsiya qonuni deb ham yuritiladi.
18	Inersiya	Inertia	Jism tinch holati yoki toʻgʻri chiziqli tekis harakatini saqlay olish qobiliyatini tavsiflovchi fizikaviy tushuncha
19	Nyutonning ikkinchi qonuni	Newton's second law	Jismga taʼsir qilayotgan kuch, uning massasi va tezlanishlari orasidagi munosabatni miqdoriy ifodalovchi qonun
20	Nyutonning uchinchi qonuni	Newton's third law	Jismlar oʻzaro taʼsirlashganda miqdor jihatidan teng, lekin yoʻnalishi jihatidan qarama-qarshi boʻlgan kuchlar bilan

			ta'sirlashuvini tavsiflovchi qonun. Uni yana ta'sir-aks ta'sir qonuni deb ham yuritiladi.
21	Butun olam tortishish qonuni	The whole universe is the law of gravity	Noldan farqli massaga ega bo'lgan har qanday jismlar o'zaro tortishishini va bu tortishish jismlar massalari ko'paytmasiga to'g'ri proporsional, jismlar massa markazlari orasidagi masofaning kvadratiga esa teskari proporsional bo'lgan kuch bilan ifodalani-shini miqdoriy jihatdan tavsiflovchi qonun
22	Ishqalanish kuchi	Frictional force	Jism boshqa bir jism sirtida harakatlanayotganda unga ta'sir qiluvchi va buning natijasida jismning mexanikaviy energiyasi ichki energiyaga aylanishiga sabab bo'luvchi mexanikaviy kuch
23	Elastik deformatsiya	The elastik deformation	Tashqi kuchlar ta'siri yo'qolganida jismning boshlang'ich shakli va o'lchamlari qayta tiklanishi hodisasi
24	Elastiklik kuchi	Strength of elasticity	Deformatsiyalangan jismda yuzaga keluvchi va tashqi kuchlar ta'siriga teskari yo'nalgan mexanikaviy kuch
25	Guk qonuni	Hooke's Law	Deformatsiyalangan jismda yuzaga keluvchi kuchni deformatsiyalanish parametrlari bilan munosabatini miqdoriy va yo'nalish jihatidan ifodalovchi qonun
26	Kuchning elementar ishi	Elementary work of force	Jismga qo'yilgan kuch va elementar ko'chishlarning skalyar ko'paytmasi bilan aniqlanuvchi fizikaviy kattalik
27	Quvvat	Power	Birlik vaqt mobaynida bajarilgan ishga son jihatidan teng bo'lgan fizikaviy kattalik

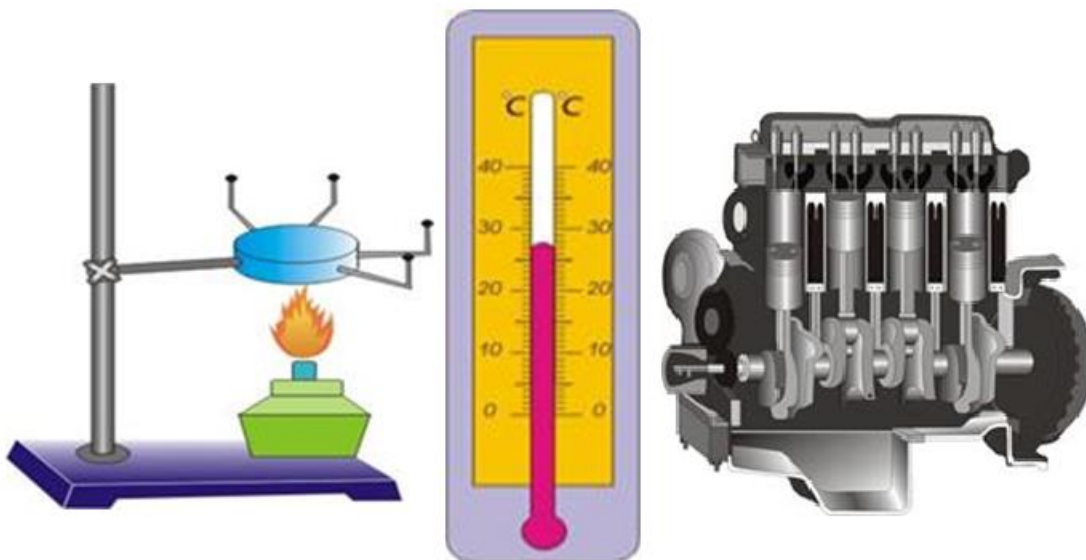
28	Kinetik energiya	Kinetic energy	Jismning o'z harakati tufayli ega bo'ladigan energiyasi
29	Potensial energiya	Potential energy	Jismning boshqa biror jism (jismlar) yoki maydon bilan o'zaro ta'sirlashuvi tufayli ega bo'ladigan energiyasi
30	Mexanikaviy energiyaning saqlanishi qonuni	Law of conservation of mechanical energy	Faqat konservativ kuchlar ta'sir qiluvchi sistemada to'liq mexanikaviy energiyaning vaqt to'g'ri bilan o'zgarmasligini isbotlab beruvchi qonun
31	To'liq elastik zarba	Full elastic shock	O'zaro ta'sirlashayotgan jismlarda hech qanday qoldiq deformatsiya qolmaydigan va bu jismlarning to'liq mexanikaviy energiyasi saqlanadigan zarba
32	To'liq noelastik zarba	Fully inelastic chock	O'zaro ta'sirlashuvdan so'ng jismlar birlashib xuddi yaxlit bir jismdek harakatlanish yuz beradigan zarba
33	Qo'zg'almas nuqtaga (o'qqa) nisbatan kuch momenti	Moment of force relative to a fixed point (axis).	Kuch vektorining uning qo'yilish nuqtasidan qo'zg'almas nuqttagacha (o'qqacha) bo'lgan (eng qisqa) masofaga vektor ko'paytmasi bilan aniqlanuvchi fizikaviy vektor kattalik
34	Kuch momentining o'zgarmaslik xususiyati	Characteristic of torque constancy	Kuch qo'yilgan nuqtani uning ta'sir qilish chizig'i bo'ylab boshqa biror bir nuqtaga ko'chirilganda ham qo'zg'almas nuqtaga (o'qqa) nisbatan kuch momenti o'zgarmasdan qolaveradi
35	Jismning biror bir aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti	The moment of inertia of a body about an axis of rotation	Biror qo'zg'almas o'q atrofida aylanayotgan jismning uning ushbu harakatidagi inertlik xususiyatini miqdor jihatidan tavsiflovchi fizikaviy kattalik
36	Moddiy nuqtaning qo'zg'almas nuqtaga nisbatan impuls momenti	The moment of inertia of a body about an axis of rotation	Moddiy nuqta impulsi vektor va uning qo'yilish nuqtasidan qo'zg'almas nuqttagacha bo'lgan masofaga vektor ko'payt-

			masi bilan aniqlanuvchi fizikaviy vektor kattalik
37	Momentlar tenglamasi	The equation of moments	Jismning qo‘zg‘almas o‘qqa nisbatan impuls momentidan vaqt bo‘yicha olingan birinchi tartibli hosilasini shu jismning kuch momenti bilan ifodalovchi tenglama
38	Impuls momentining saqlanish qonuni	The law of conservation of angular momentum	Yopiq sistemadagi jismlar impuls momentlarining geometrik yig‘indisi vaqt o‘tishi bilan o‘zgarmasligini isbotlovchi qonun
39	Xususiy yoki erkin tebranishlar	Private or free swings	Sistema tinch holatidan og‘dirib qo‘yib yuborilganida yuzaga keladigan tebranishlar
40	Garmonik tebranishlar	Harmonic vibrations	Tebranayotgan jismning ko‘chishi sinus yoki kosinus qonuniga muvofiq yuz beradigan davriy jarayon
41	Garmonik tebranishlar xususiyati	Characteristic of harmonic vibrations	Davrining qiymati uning amplitudasi bilan bog‘liq bo‘lmagan tebranishlar
42	Koriolis qonuni	Koriolis law	Noinersial sanoq sistemasida o‘zgarmas burchas tezlik bilan harakatlanuvchi jismga ta’sir qiluvchi kuchni miqdor va yo‘nalish jihatidan tavsiflab beruvchi qonun
43	Galileyning tezliklarni qo‘shish munosabati	Galileo's relation of addition of velocities	Bir inersial sanoq sistemasidan boshqa bir inersial sanoq sistemasiga o‘tganda jism harakati tezligi o‘zgarishini ifodalovchi munosabatlar
44	Eynshteynning birinchi postulati	Einstein's first postulate	Tabiatning barcha qonunlari barcha inersial sanoq sistemalarida bir xilda yuz berishini ta’kidlovchi ilmiy faraz
45	Eynshteynning ikkinchi postulati – yorug‘likning bo‘shliqda tarqalish	Einstein's second postulate is the principle of the invariance of the	Yorug‘likning bo‘shliqda tarqalish tezligining kuzatuvchiga va yorug‘lik manbaining harakatlanish tezligiga bog‘liq

	tezligining invariantligi prinsipi	speed of light propagation in space.	emasligi va bu hodisa barcha inersial sanoq sistemalarida bir xilda yuz berishini ta'kidlovchi ilmiy faraz
46	Jismning tinchlikdagi massasi	The mass of a body at rest	Tayin bir sanoq sistemasiga nisbatan tinch turgan jismning shu sanoq sistemasining o'zida o'lchangan massasi
47	Jism massasi va energiyasi o'rtasidagi munosabat	Relationship between body mass and energy	Jismning massasi va energiyasini bog'lovchi munosabat
48	Jismning tinchlikdagi energiyasi	Energy of the body at rest	Jismning tinchlikdagi massasi va energiyasini bog'lovchi munosabat
49	Gidroaerodinamika	Hidroaerodynamics	Mexanikaning suyuqlik va gazlar muvozanati va harakati, ular o'rtasidagi va qattiq jismlar sirti bo'ylab oqishidagi o'zaro ta'sirlarni o'rganuvchi bo'limi
50	Siqilmaydigan suyuqlik	An incompressible fluid	Hamma nuqtalarda zichligining kiymati bir xil bo'lgan va vaqt mobaynida o'zgarmaydigan suyuqlik
51	Suyuqlik bosimi	Fluid pressure	Suyuqlik tomonidan birlik yuzaga ta'sir qiluvchi va shu suyuqlik joylashgan idish sirtiga tik yo'nalgan kuchga teng bo'lgan fizikaviy kattalik
52	Paskal qonuni	Pascal's law	Muvozanat holatidagi suyuqlikning o'zi turgan idish devoriga bosimi idishning barcha nuqtalarida bir xilligini isbotlovchi qonun
53	Arximed qonuni	Archimed's law	Suyuqlik yoki gazga botirilgan jismga shu suyuqlik yoki gaz tomonidan jism botirilgan qismining hajmiga teng miqdorda olingan suyuqlik yoki gaz og'irligiga teng va yuqoriga qarab tik yo'nalgan kuch ta'sir qilishini isbotlovchi qonun

54	Uzluksizlik tenglamasi	The Continuity equation	Siqilmaydigan suyuqlik oqimi tezligining shu suyuqlik oqayotgan truba ko'ndalang kesimi yuzasiga ko'paytmasi trubaning ixtiyoriy nuqtasida bir xilligini ifodalovchi munosabat
55	Statik bosim	Static's pressure	Suyuqlik tomonidan o'zi oqayotgan jism sirtiga beradigan bosimi
56	Dinamik bosim	Dynamic's pressure	Suyuqlik zichligining uning oqimi tezligi kvadratiga ko'paytmasiga teng bo'lgan fizikaviy kattalik
57	Torrichelli formulasi	Toricelli's equation	Suyuqlikning o'zi joylashgan idish devori yoki tubining kichik teshigi orqali oqib chiqish tezligi suyuqlik ustuni balandligi va erkin tushish tezlanishiga ko'paytmasidan olingan kvadrat ildizga to'g'ri proporsional ekanligi ifodalovchi munosabat
58	Qovushqoqlik	Viscosity	Real yoki suyuqliklarning shu gaz yoki suyuqlik bir qismini boshqa kislmlariga nisbatan siljishiga qarshilik ko'rsatish xususiyati
59	Ko'tarish kuchi	The power to raise	Suyuqlik yoki gazda harakatlanuvchi jismga ta'sir qiluvchi va suyuqlik oqimi yo'nalishiga tik yo'nalgan kuch

STATISTIK FIZIKA VA TERMODINAMIKA



1	Molekulyar fizika	Molecular physics	Fizikaning uzluksiz xaotik harakatlanuvchi juda ko‘p miqdordagi atom va molekulalardan iborat modda tuzilishi va hossalarini o‘rganuvchi bo‘limi
2	Molekulyar-kinetik nazariya	Molecular-kinetic theory	Molekulyar fizikaning sistemalarni statistik o‘rganish usuliga asoslangan bo‘limi
3	Termodinamika	Thermodynamics	Fizikaning makroskopik sistemalar hossalarini ularda sodir bo‘ladigan mikroskopik jarayonlarni hisobga olmagan holda fenomenologik yondashuv usulidan foydalanib o‘rganuvchi bo‘limi
4	Nisbiy molekulyar massa	The relative molecular mass	Modda molekulasi massasi-ning uglerod C_{12} izotopi molekulasi massasining $1/12$ qismiga nisbati bilan aniqlanuvchi massa birligi
5	Mol	Mol	0,012 kg miqdorida olingan uglerod C_{12} izotopidagichalik molekular soniga teng bo‘lgan modda miqdori
6	Ideal gaz	An ideal gas	Gazning uni tashkil qilgan molekulari xususiy hajmi shu

			gaz joylashgan idish hajmiga nisbatan hisobga olmaslik mumkin bo'lgan darajada kichik bo'lgan, molekulararo o'zaro ta'sirlar yo'q deb hisoblanadigan va hamda molekularlarning o'zaro va idish devorlari bilan toqnashuvlari to'liq elastik deb ideallashtirilgan fizikaviy modeli
7	Ideal gaz holati tenglamasi (Mendeleev-Klapeyron tenglamasi)	The ideal gas equation of state (Mendeleev equation Klapeyron)	Ideal gazning bosimi, hajmi va haroratlarini o'rtasidagi umumiy munosabatni tavsiflovchi tenglama
8	Statistik fizika	Statistical physics	Nazariy fizikaning juda ham ko'p miqdordagi zarralardan tashkil topgan sistemalar hossalarni statistik usullar bilan o'rganuvchi bo'limi
9	Maksvell taqsimoti	Maxwell distribution	Gaz molekularlarining tezliklari bo'yicha taqsimoti. Bu munosabat gaz molekulari massasi va harorati orqali ifodalanadi va u vaqtga bog'liq emas.
10	Molekulyar-kinetik nazariyaning asosiy tenglamasi	The basic equation of the molecular-kinetic theory	Gaz bosimining molekular konsentratsiyasi, massasi va o'rtacha kvadratik tezligiga to'g'ri proporsional bog'lanishini ifodalovchi tenglama
11	Bo'ltzman qonuni	Bo'ltzman's law	Gaz molekularlari energiyasining erkinlik darajalari bo'yicha teng taqsimlanishi haqidagi qonuni. Bunda har bir ilgarilanma va aylanma erkinlik darajalariga mos keluvchi energiyaga, har bir tebranma erkinlik darajasiga mos keluvchi energiya esa kT ga teng.
12	Muvozanat holati	A state of	Sistemaga tashqi ta'sirlar

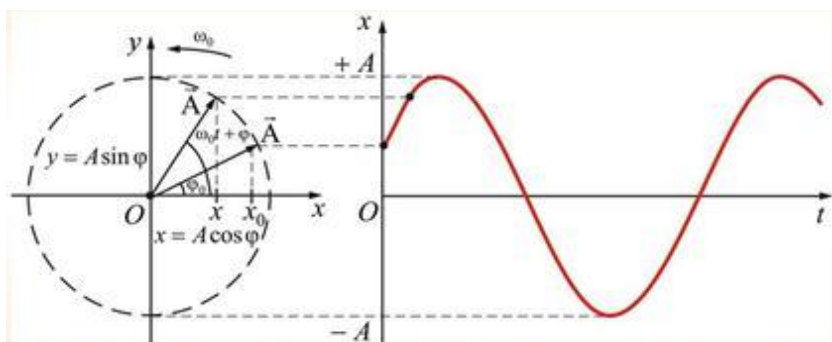
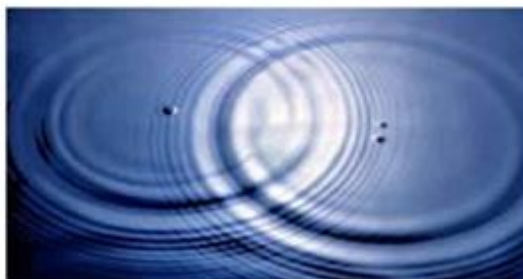
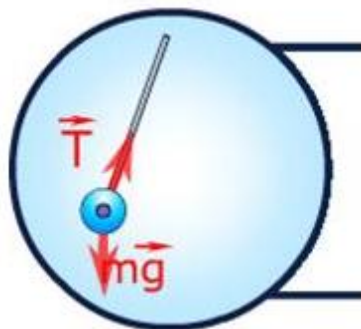
		equilibrium	bo‘limganda undagi barcha termodinamik parametrlar yetarlicha uzoq vaqt mobaynida ma’lum bir o‘zgarmas qiymatlarni qabul qiladigan holati
13	Nomuvozanat holati	State of imbalance	Sistemada xech bo‘limganda bitta termodinamik parametr ma’lum bir o‘zgarmas qiymatni qabul qilmaydigan holati
14	Termodinamikaning birinchi qonuni	The first law of Termodinamikanc	Sistemaga berilgan issiqlik miqdori, sistema ichki energiyasining o‘zgarishi va shu sistema tomonidan tashqi kuchlarga qarshi bajarilgan ishlar o‘rtasidagi munosabatni ifodalovchi qonun
15	Issiqlik sig‘imi	Heat capacity	Jism haroratini bir kelvinga oshirish uchun zarur bo‘lgan issiqlik miqdoriga teng bo‘lgan fizikaviy kattalik
16	Izojarayonlar	Izojarayony	Ideal gazlarning massasini va hech bo‘limganda bitta termodinamik parametrini vaqt to‘g‘ri bilan o‘zgartirmasdan olib boriladigan jarayonlar
17	Adiabatik jarayon	The process adiabatically	Ideal gazlarning tashqi muhit bilan issiqlik almashmasdan boradigan jarayoni
18	Qaytar jarayonlar	Return process	Sistemaning teskari yo‘nalishini ham xuddi to‘g‘ri yo‘nalishida bosib o‘tgan oraliq holatlari orqali olib borish mumkin bo‘lgan jarayonlar
19	Karno sikli	Carney cycle	Sistemaning ikkita adiabat va ikkita izotermadan iborat berk jarayonlari majmui
20	Termodinamikaning ikkinchi qonuni	The second law of thermodynamiks	Tabiatdagi jarayonlarning sodir bo‘lishi yo‘nalishi va xarakterini aniqlovchi qonuniyat

21	Entropiya	Entropy	Sistemaning uning differensial jarayonning juda ham kichik bo'lgan qismida jismga uzatilgan issiqlik miqdorini issiqlik uzatuvchi jism haroratiga nisbati bilan aniqlanuvchi holat funksiyasi
22	Klauzius teoremasi	Klauzius theorem	Ideal gazni bir holatidan boshqa bir holatiga to'g'ri da keltirilgan issiqliklar yig'indisi o'tishlar yo'liga bog'liq bo'lmasligini isbotlovchi ilmiy hulosasi
23	Fizikaviy kattaliklarning fluktuatsiyalari	Fluctuations of physical quantities	Fizikaviy kattaliklarning ularning o'rtacha qiymatlaridan og'ishlari
24	Absolyut fluktuatsiya	Absolute fluktuatiation	Berilgan fizikaviy kattalikning haqiqiy va o'rtacha qiymatlari farqi kvadratining o'rtacha qiymatidan olingan kvadrat ildizga teng miqdor
25	Nisbiy fluktuatsiya	Relative fluktuatation	Berilgan fizikaviy kattalik absolyut fluktuatsiyasining shu kattalik o'rtacha qiymatiga nisbatiga teng bo'lgan miqdor
26	Van-der-Vaals tenglamasi	Van-der-Vaals equation	Real gaz holatining gaz molekulari xususiy hajmi va molekulararo o'zaro ta'sir kuchlarini hisobga olib yozilgan tenglamasi
27	Kritik harorat	Critical temperature	Real gazning parametrlariga bog'liq bo'lgan, Van-der-Vaals tenglamasi faqat bitta haqiqiy echimga ega bo'lgan va gazning ideal gazga yaqinligidan dalolat beruvchi harorat
28	Faza	Phase	Moddaning o'zining mumkin bo'lgan boshqa muvozanat holatlaridan fizikaviy xossalari bilan farqlanuvchi termodinamik muvozanat holati
29	Fazaviy o'tish	Phase transition	Moddaning bir fazaviy

			holatdan ikkinchi fazaviy holatga to'g'ri hodisasi
30	I-tur fazaviy o'tish	I-type phase transition	Issiqlik yutilishi yoki ajralishi bilan sodir bo'luvchi fazaviy o'tish
31	II-tur fazaviy o'tish	II-type phase transition	Issiqlik yutilishi yoki ajralishi bilan bog'liq bo'lmagan va issiqlik sig'imining sakrab o'zgarishi bilan sodir bo'luvchi fazaviy o'tish
32	Sublimatsiya	Sublimation	Qattiq jism molekulalarining molekulalararo tortishish kuchini yengib ularni atrof-muhitga o'tish bilan sodir bo'luvchi jarayon (qattiq holatdan gaz holatiga o'tish).
33	Klapeyron-Klauzius tenglamasi	Klapeyron-equation Klauzius	Biror bir modda ikki xil fazasi muvozanati funksiyasini hisoblashga imkon beruvchi tenglama
34	Uchlik nuqtasi	Three point	Moddaning bir vaqtning o'zida uch xil fazasi muvozanati shartlarini aniqlab beruvchi, fazaviy muvozanat funksiyalari tutashuvchi nuqtasi
35	Suyuqlikning molekulyar bosmi	Molecular pressure of liquid	Suyuqlik molekulalari orasidagi tortishish kuchlarining shu suyuqlik sirt qatlamiga ko'rsatadigan bosimi
36	Sirt taranglik energiyasi	Surface taranglik energiyasi	Suyuqlik sirti qatlami molekulalari energiyasi
37	Sirt taranglik	Surface tension	Sirt taranglik energiyasi zichligi bilan bog'liq bo'lgan fizikaviy hodisa
38	To'liq ho'llanish	Complete wetting	Suyuqlikning qattiq jism sirtiga yoyilib ketishi hodisasi
39	To'liq ho'llanmaslik	Do not get completely wet	Suyuqlikning qattiq jism sirtiga yoyilmasdan unga tegish joyida tomchi kabi birlashib turishi hodisasi
40	Kapillyarlik	Capillarity	Suyuqlik bilan kapillyar devorlari ho'llanishi tufayli

			yuz bergan kapillyarlardagi suyuqlik sirtining egrilanishi sababli kapillyardagi suyuqlik sathi balandligi o'zgarishi hodisasi
41	Kristall panjara	The crystal lattice	Uchala yo'nalishlar bo'ylab zarralarning davriy ravishda takrorlanib joylashuvi bilan bog'lik bo'lgan tuzilish
42	Mono kristallar	Mono crystals	Zarralari yagona kristall panjarani tashkil qiluvchi qattiq jismlar
43	Izotrop moddalar	Isotropic substance	Barcha yo'nalishlarda xossalari bir xil bo'lgan moddalar
44	Dyulong Pti qonuni	Dyulong law and Pti	Kristallar issiqlik sig'imining haroratga bog'lik emasligini isbotlovchi qonun
45	Amorf moddalar	Amorphous substance	O'ta tez sovutilgan suyuqlikda qovushqoqlik ortishi tufayli o'z shaklini o'zgartirmaydigan moddalar
46	Fure qonuni	Foure's Law	Diffuziya qonuni. Unga ko'ra issiqlik oqimi harorat gradientiga to'g'ri proporsional va uning kamayishi tomon yo'nalgan.
47	Fin qonuni	Finnish law	Diffuziya qonuni. Unga ko'ra oqim zichligi modda zichligi gradientiga to'g'ri proporsional va uning kamayishi tomon yo'nalgan.
48	Ichki ishqalanish qonuni	The law of internal friction	Diffuziya qonuni. Unga ko'ra oqim zichligi tezlik gradientiga to'g'ri proporsional va uning kamayishi tomon yo'nalgan.
49	Plazma	Plasma	Musbat va manfiy zaryadlarning hajmiy zichligi deyarli bir xil bo'lgan, qisman yoki O'ta ionlashgan gaz

TEBRANISHLAR



1	Tebranishlar	Oscillations	Ma'lum bir qonuniyatga muvofiq davriy ravishda takrorlanib turuvchi jarayonlar
	Garmonik ossillyator	Harmonic ossillyator	Garmonik tebranishlar yuzaga kelishi mumkin bo'lgan sistema
2	Tebranishlar amplitudasi	Oscillations amplitude	Tebranayotgan fizikaviy kattalikning muvozanat holatidan eng katta og'ishi
3	"Bienie"	"Beat"	Pulslanuvchi amplitudali garmonik tebranishlar
4	Tebranish spektri	Vibration spectrum	Murakkab tebranishni garmonik tebranishlar majmuasidan iborat holda tasvirlanishi
5	Xususiy chastota	Private frequency	Qarshilik kuchlari bo'lmaganida sodir bo'ladigan erkin tebranishlar chastotasi
6	Majburiy tebranishlar	Forced vibrations	Tashqi kuch ta'sirida sodir bo'ladigan tebranishlar
7	Rezonans	Resonance	Majburiy tebranishlar chastotasining sistema erkin tebranishlari chastotasiga

			yaqinlashganida majburiy tebranishlar amplitudasining keskin ortib ketishi hodisasi
8	Rezonans chizig'i	Rezonanse line	Majburiy tebranishlar amplitudasining tashqi kuchlar chastotasiga bog'lanishini tasvirlovchi grafik
9	To'lqin	Wave	Tebranishlarning fazoda tarqalishida yuzaga keladigan ob'ekt
10	To'lqin sirti	The surface wave	Bir xil fazada tebranuvchi nuqtalarning to'plamidan iborat geometrik shakl
11	To'lqin uzunligi	Wave length	Tebranishlar davriga teng bo'lgan vaqt oralig'i mobaynida to'lqin tarqaladigan masofa
12	To'lqinlar soni	The number of waves	2π sonining to'lqin uzunligiga nisbatiga teng bo'lgan fizikaviy kattalik
13	Energiya oqimi zichligi (Umov vektori)	Energy flow density (Umov vector)	Birlik yuzadan uzatilayotgan energiya oqimiga son jihatidan teng bo'lgan va energiya uzatilishi yo'nalishiga tik yo'nalgan fizikaviy vektor kattalik
14	To'lqin intensivligi	The intensity of the wave	To'lqin tomonidan uzatilayotgan energiya oqimi zichligining vaqt bo'yicha o'rtacha qiymati
15	Kogerent to'lqinlar	Coherent waves	Fazalar farqi o'zgarmasdan saqlanadigan to'lqinlar
16	Interferensiya	Interference	Kogerent to'lqinlar qo'shilishi tufayli yuzaga kelgan natijaviy to'lqinlarning fazoning bir qismida kuchayib, boshqa qismlarida esa susayib ketishi hodisasi
17	Turg'un to'lqinlar	Standing waves	Bir xil amplituda va chastotaga ega bo'lgan ikki qarama-qarshi yassi to'lqinlarning toqnashuvi natijasida yuzaga keladigan to'lqinlar

18	Turg'un to'liqlar dastaligi	A bunch of standing waves	Turg'un to'liq amplitudasi o'zining maksimal qiymatiga erishadigan nuqtasi
19	Tovush to'liqlari (tovush)	Sound waves (sound)	16-20000 Hz oralig'idagi chastotaga ega bo'lgan elastik to'liqlar
20	Bel	Bel	Tovush balandligi birligi
21	Doppler effekti	Doppler's effect	Tebranishlar manbai va qabul qiluvchi (priyomnik) larning bir-biriga nisbatan harakatlanishi tufayli qabul qiluvchi tomonidan qayd qilingan tebranishlar chastotasining tebranishlar manbaidagi chastotaga nisbatan o'zgarishi hodisasi
22	Poyting vektori	Poynting vector	Elektromagnit energiyasi oqimi zichligi vektori
23	Nur dastasi	Light handle	Yorug'lik to'liqini energiyasi tarqalayotgan chiziq
24	Yorug'lik oqimi	Stream of light	Kuzatuvchi xissiyoti tufayli baholanayotgan yorug'lik energiyasi oqimi
25	Kandela (kd)	Candela (Cd)	Yorug'lik kuchi deya ataluvchi fizikaviy kattalikning SI sistemasida qabul qilingan birligi (o'zbek tilida ba'zi adabiyotlarda bu birlik "sham" deb ham yuritiladi)
26	Lyumen (lm)	Lumens (lm)	Yorug'lik oqimi deya ataluvchi fizikaviy kattalikning SI sistemasida qabul qilingan birligi. U miqdor jihatidan 1 Kd yorug'lik kuchiga ega bo'lgan izotrop manbaning nurlanishida 1 steradianga teng fazoviy burchak orqali tarqatadigan yorug'lik oqimiga teng.
27	Yoritilganlik	Illumination	Sirtga tushayotgan yorug'lik oqimining shu sirt yuzasiga nisbatiga teng bo'lgan

			fizikaviy kattalik
28	Yorqinlik	Brightness	Yorug'lik manbai sirti tomondan har tomonga tarqalayotgan yorug'lik oqimining shu sirt yuzasiga nisbatiga teng bo'lgan fizikaviy kattalik
29	Ravshanlik	The clarity	Berilgan yo'nalishda yoritilayotgan sirt yorug'lik kuchining yoritilayotgan sirt tekisligiga tik yo'nalgan tekislikka proeksiyasi yuzasiga nisbatiga teng bo'lgan fizikaviy kattalik
30	Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishi qonuni	The law of propagation of light along a straight line	Optik jihatdan bir jinsli bo'lgan muhitda yorug'lik nuri to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishini isbotlovchi ilmiy xulosa. Bu xulosa Fermi prinsipi bilan tushuntiriladi
31	Tushish burchagi	Angle of descent	Ikki muhit chegarasida yorug'lik nuri tushish nuqtasida sirtga tushirilgan normal va tushgan nur orasidagi burchak
32	Qaytish burchagi	Angle of return	Ikki muhit chegarasida yorug'lik nurining tushish nuqtasida sirtga tushirilgan normal va qaytgan nur orasidagi burchak
33	Sinish burchagi	Refraktion angle	Ikki muhit chegarasida yorug'lik nurining tushish nuqtasida sirtga tushirilgan normal va singan nur orasidagi burchak
34	Gyuygens Prinsipi	Huygens principle	t vaqt lazasida to'lqin fronti o'tgan sirtning barcha nuqtalarini ikkilamchi to'lqinlar manbai deb qarash mumkin, vaqt lazasidagi ikkilamchi front holati esa ikkilamchi to'lqinlar tarqatuvchi sirt bilan ustma-ust tushadi.

35	Kogerentlik	Koherence	Bir necha tebranish va to‘lqinlar jarayonlarining bir vaqtning o‘zida sodir bo‘lishi
36	Monoxromatik to‘lqin	Monocromatic wave	Ma’lum va o‘zgarmas chastotali to‘lqin
37	Yorug‘lik difraksiyasi	Light diffraction	Yorug‘lik to‘lqin tabiati bilan bog‘liq bo‘lgan va yorug‘likning keskin bir jinsli bo‘lmagan muhit orqali tarqalishida kuzatiladigan hodisa
38	Fraungofer difraksiyasi	Fraungofer diffraction	Parallel nurlarda kuzatiladigan difraksiya hodisasi
39	Frenel qonuni	Frenel’s law	To‘lqin sirtidagi zonalar shunday joylashganki, bunda har bir zona chekkasidan tebranishlar amplitudasi aniqlanadigan nuqtagacha bo‘lgan masofalar bir-biridan λ ga teng oraliq bilan farq qiladi (λ – to‘lqinning tarqalayotgan muhitdagi uzunligi)
40	Difraksion panjara	Diffraction grating	Ko‘p miqdordagi bir xil bo‘lgan va bir-biridan bir xil masofada joylashgan tirqishlar to‘plami
41	Reley kriteriysi	Rayleigh criterion	Agar bir manbadan (chiziqdan) hosil bo‘lgan difraksion manzara markaziy maksimumi boshqa manba difraksion manzarasining birinchi minimumi bilan mos tushsa, shu ikkita bir xil nuqtaviy manba yoki ikkita spektr chiziqlari tasvirlari ajraladi (ajrata olish mumkin)
42	Golografiya	Hologray	Intenferension manzarani qayd qilishga asoslanib biror bir predmetdan qaytgan yorug‘lik to‘lqini shaklini fiksirlash va qayta tiklashning maxsus usuli
43	Yorug‘lik	Light dispersion	Modda sindirish

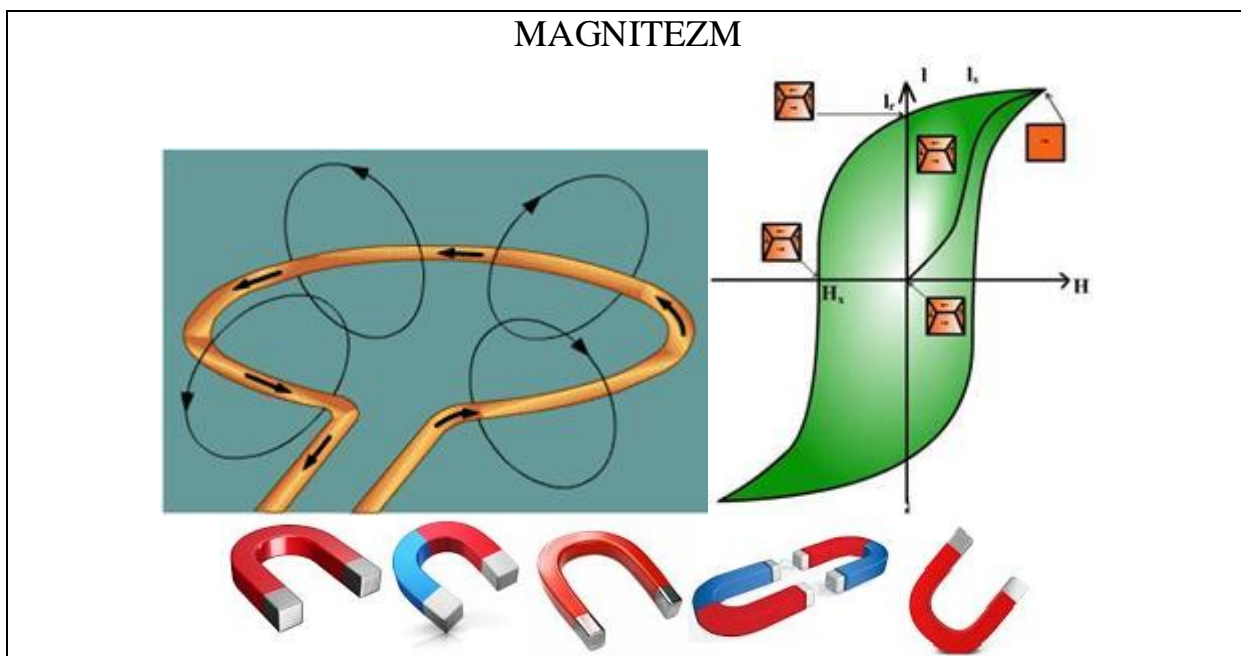
	dispersiyasi		ko'rsatkichining yorug'lik to'liqini uzunligiga bog'liqligi tufayli sodir bo'ladigan hodisa
44	Qutblangan yorug'lik	Polarized light	Tebranishlar yo'nalishi ma'lum bir qoidaga ko'ra tartiblangan yorug'lik nuri
45	Qutblagich	Polarizer	Tabiiy (qutblanmagan) nurni yassi qutblangan nurga aylantirib beruvchi pribor
46	Qutblanish darajasiga teng bo'lgan kattalik	A quantity equal to the degree of polarization	$P = \frac{I_{max}-I_{min}}{I_{max}+I_{min}}$, bunda va I_{max} , I_{min} lar mos holda qutblagich o'tkazayotgan qisman qutblangan nur maksimal va minimal intensivliklari
47	Bryuster burchagi	Bruster's angle	Qaytgan nur yassi qutblanib qoladigan tushish burchagi
48	Oddiy nur	Ordinary light	Ikki marta sindirilganidan keyin singan nurlarning xossalari sinish qonuniga bo'ysunadigani
49	Murakkab nur	Equal size	Ikki marta sindirilganidan keyin singan nurlarning xossalari sinish qonuniga bo'ysunmaydigani

ELEKTR			
1	Elektr zaryadi	Electric charge	Zarralar elektromagnit o'zaro ta'siri intensivligini aniqlovchi fizikaviy kattalik
2	Elektrik izolyatsiyalangan sistema	Electrically isolated system	Chegarasidan zaryadlangan zarralari bir-birini kompensiyalaydigan tizim.
3	Elektr zaryadining	The law of	Elektrik izolyatsiyalangan siste

	saqlanishi qonuni	conservation of electric charge	mada zaryadlar yig'indisi o'zgarmasligini izohlovchi qonun
4	Nuqtaviy zaryad	Point charge	Geometrik o'lchamlari undan boshqa zaryadlangan jismlargacha bo'lgan masofaga nisbatan hisobga olmaslik mumkin bo'lgan darajada kichik bo'lgan zaryadlangan jism
5	Kulon qonuni	Kulan's law	Bo'shliqda joylashgan ikkita qo'zg'almas nuqtaviy zaryadlar orasida vujudga keladigan elektromagnit o'zaro ta'sir kuchini tavsiflovchi qonun
6	Berilgan nuqtadagi elektr maydon kuchlanganligi	Electric field strength at a given point	Elektr maydonning berilgan nuqtasiga kirib qolgan qo'zg'almas birlik zaryadga shu maydon tomonidan ta'sir qiluvchi kuchga son jixatidan teng bo'lgan fizikaviy vektor kattalik
7	Bo'shliqdagi elektrostatik maydon uchun Gauss teoremasi	Electrostatic field in the cavity for Gauss theorem	Ixtiyoriy berk sirt bo'ylab maydon kuchlanganligi vektori E ning oqimi shu sirt ichidagi zaryadlarning algebraik yig'indisini e_0 ga nisbatiga teng $E = \frac{\sum q_i}{e_0}$
8	Ikki nuqtaviy zaryadlar o'zaro ta'sir potensial energiyasi	The potential energy of the interaction of two point charges. The potential energy of the interaction of two point charges	$W_p = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{r}$ Ikki nuqtaviy zaryadlar o'zaro ta'sir potensial energiyasini ifodalovchi formulasi.
9	Elektr maydonning berilgan nuqtadagi potentsiali	Electric field potential at a given point	Shu nuqtaga joylashgan birlik musbat zaryadning potensial energiyasiga teng bo'lgan skalyar kattalik: $\mu = \frac{W_p}{q}$

10	Potensiallar farqining kuchlanganlik orqali ifodalanishi	Expression of potential difference through intensity	$\varphi_1 - \varphi_2 = \int E dl$
11	Kuchlanganlikning potensial orqali ifodalanishi	Potential gexpressed	$\vec{E} = -grad\varphi$
12	Elektrostatik induksiya	Electrostatic induction	Tashqi elektr maydoni ta'sirida musbat va manfiy ishorali zaryadlarning qarama-qarshi tomonlariga ko'chishi tufayli moddada xususiy elektr maydonining yuzaga kelishi hodisasi
13	Elektr dipol momenti	The electric dipole moment	Zaryadning zaryadlar orasidagi masofaga ko'paytmasiga son jihatidan teng bo'lgan, dipolning manfiy zaryadidan musbat zaryadigacha bo'lgan radius-vektor bo'ylab yo'nalgan fizikaviy vektor kattalik
	D vektori uchun Gauss teoremasi	Gauss' theorem for vector D	Berk sirt bo'ylab elektr induksiyasi vektori oqimi shu sirt bilan qamrab olingan erkin zaryadlar yig'indisiga teng
14	Elektr sig'imi	Elektrical capacity	Jismning zaryadlanganidan so'ng fazoda elektr maydoni hosil qila olishi qobiliyatini tavsiflovchi fizikaviy kattalik
15	Zaryadlangan Kondensator energiyasi	Charged Capacitor Energy	Kondensatorni zaryadlash uchun bajarish lozim bo'lgan ish: $W = \frac{C\varphi^2}{2} = \frac{q\varphi}{2} = \frac{q^2}{2C}$
16	Elektr toki	Electric current	Zaryadlangan zarralarning tartiblangan harakati
17	Tok kuchi	Current strength	Birlik vaqt oralig'i mobaynida qaralayotgan sirt bo'ylab oqib o'tgan zaryad miqdoriga teng bo'lgan fizikaviy kattalik: $I = \frac{dq}{dt}$
18	Elektr yurituvchi	Acting on electric	Birlik musbat zaryadni

	kuch	power	ko‘chirishda tashqi kuchlar bajargan ishga son jihatidan teng bo‘lgan fizikaviy kattalik: $E = \frac{A}{q}$
19	Om qonuni	Om’s law	Bir jinsli bo‘lgan o‘tkazgichdan oqayotgan tok kuchi I o‘tkazgich uchlaridagi potensial tushishi U ga to‘g‘ri proporsionalligini ko‘rsatuvchi qonun: $I = \frac{U}{R}$ (R – o‘tkazgich qarshiligi)
20	R elektr qarshiligi-ga ega bo‘lgan zanjirning bir qismida dt vaqt oralig‘i mobaynida elektr tokining bajargan elementar ishi	The elementary work done by the electric current during the time interval dt in a part of the circuit with electrical resistance R	$A = I^2 R dt$
21	Kirxgofning birinchi qoidasi	Kirxgoff’s first rule	Zanjirning tarmoqlangan nuqtasida tok kuchlarining algebraik yig‘indisi nolga teng (bunda tarmoqlanish nuqtasiga keluvchi va ketuvchi toklar qarama-qarshi ishoralar bilan olinishi lozim)
22	Kirxgofning ikkinchi qoidasi	Kirxgoff’s second rule	O‘tkazgichlardan iborat ixtiyoriy berk konturdagi EYKlar yig‘indisi bu konturning alohida kismlaridagi tok kuchining shu qism qarshiligi-ga ko‘paytmalari yig‘indisiga teng: $\sum e_i = \sum I_i R_i$



1	Bio-Savar-Laplas qonuni	Bio-Savar-Laplas law	<i>I</i> tok oqayotgan <i>dl</i> uzunlikdagi oʻtkazgich elementidan <i>r</i> radius-vektor bilan aniqlanuvchi maʼlum bir nuqtada hosil qilgan magnit maydon induksiyasi vektorini miqdoriy va yoʻnalish jihatidan aniqlab beruvchi qonun
2	Magnit	Magnet	Magnit maydoni taʼsirida magnitlanib qola oladigan modda
3	Magnitlanish <i>J</i>	Magnetization <i>J</i>	Magnitning magnitlanish tavsifi boʻlib, u birlik hajm magnit momentiga teng boʻlgan fizikaviy kattalik
4	Muhitning magnit singdiruvchanligi μ	The magnetic absorption of the environment is μ	Fazoni makrotoklar bilan toʻldirilganda magnit maydon induksiyasi (muhitning molekulyar toklari maydoni hisobiga) boʻshliqdagiga nisbatan necha marta ortishini koʻrsatuvchi fizikaviy kattalik
5	Magnit maydon kuchlanganligi	The magnetic field strength	Makrotoklar magnit maydoni tavsifi: $H = \frac{B}{\mu_0} - J$
6	Amper qonuni	Amper's law	<i>I</i> tok oqayotgan <i>dl</i> uzunlikdagi oʻtkazgichga elementi <i>B</i>

			<p>induksiyali magnit maydoni tomonidan ta'sir qiluvchi kuch dF ni miqdoriy va yo'nalish jihatidan aniqlab beruvchi qonun: $d\vec{F} = I[d\vec{l}\vec{B}]$</p>
7	Magnit kuchi	Magnetic force	<p>B induksiyali magnit maydonida x tezlik bilan harakatlanuvchi q zaryadga ega bo'lgan jismga magnit maydoni tomonidan ta'sir qiluvchi kuch: $\vec{F} = q[\vec{x}\vec{B}]$</p>
8	Lorens kuchi	Loren force	<p>B induksiyali magnit maydoni va E kuchlanganlikka ega bo'lgan elektr va magnit maydonida x tezlik bilan harakatlanuvchi q zaryadga ega bo'lgan jismga ta'sir qiluvchi natijaviy kuch: $\vec{F} = q\vec{E} + q[\vec{x}\vec{B}]$</p>
9	Elektromagnit induksiyasi	Electromagnetic induction	<p>O'tkazgichdan yasalgan berk konturda shu kontur bilan chegaralangan sirt bo'ylab magnit induksiyasi oqimi vaqt oralig'i mobaynida o'zgarganida elektr toki hosil bo'lishi hodisasi</p>
10	Faradeyning elektromagnit induksiya qonuni	Faraday's law of electromagnetic induction	<p>Konturdagi elektromagnit induksiya EYK magnit oqimini o'zgartirish usuliga bog'liq emas va son jihatidan shu kontur bilan chegaralangan sirt bo'ylab magnit oqimi o'zgarishi tezligining teskari ishora bilan olingan qiymatiga teng: $E_i = -\frac{dF}{dt}$</p>
11	Kontur induktivligi L	Induktiv contour L	<p>Magnit oqimi va tok orasidagi proporsionallik koeffitsienti (konturning o'zida induksion toklar yuzaga keltira olishi qobiliyati)</p>
12	O'zinduksiya EYK	Self-induction	<p>Konturdagi tok kuchi</p>

		electric power	o'zgarishi tezligiga to'g'ri proporsional va ishorasi qarama-qarshi bo'lgan fizikaviy kattalik: $E_i = -L \frac{dI}{dt}$
13	Magnit maydoni energiyasi	Magnetic field energy	SHu maydonni yuzaga keltirish uchun bajarilishi lozim bo'lgan ishga teng bo'lgan fizikaviy kattalik: $W = \frac{LI^2}{2}$
14	Elektromagnit to'lqin	Electromagnetic waves	O'zgaruvchan elektr va magnit maydonlarining o'zaro bog'liq ravishda fazoda tarqalishi
15	Tebranish konturi	Vibration contour	Erkin elektromagnit tebranishlar yuzaga kelishi mumkin bo'lgan g'altak va kondensatorlardan iborat elektr zanjiri
16	Erkin elektromagnit tebranishlar davri uchun Tomson formulasi	Thomson's formula for the period of free electromagnetic oscillations	$T = 2\pi\sqrt{LC}$
17	O'zgaruvchan tok	Alternating current	Vaqt mobaynida o'zgaradigan elektr toki
18	To'liq elektr qarshilik yoki impedans	Absolute electrical resistance or impedance	$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$
19	O'zgaruvchan tokning oniy quvvati	Instantaneous power of alternating current	Kuchlanish va tok kuchi oniy qiymatlarining ko'paytmasi $P(t) = I(t) \cdot U(t)$
20	Issiqlikdan nurlanish	Heat radiation	Atom va molekularlar issiqlik harakati hisobiga sodir bo'ladigan elektromagnit nurlanish
21	Lyuminessensiya	Luminescence	Ichki (issiqlik) energiyasidan tashqari har qanday energiya hisobiga sodir bo'ladigan elektromagnit nurlanish
22	Jismning chiqarolish qobiliyati (energetik yorqinlikning spektral zichligi)	Emissivity of the body (spectral density of energy brightness)	Birlik chastotalar intervalida jism sirtining birlik yuzasidan chiqayotgan energiya oqimi

23	Jismning yuta olish qobiliyati	Absorption capacity of the body	Jism tomonidan uning sirti birlik yuzasiga birlik chastotalar intervalida tushayotgan yorug'lik energiyasi oqimining qancha qismi yutilishini ko'rsatuvchi o'lchamsiz kattalik: $\sigma_{(H,T)} = \frac{dF'_H}{dF_H}$ bu erda dF'_H -yutilgan oqim, dF_H - tushayotgan oqim
24	Absolyut qattiq jism	An absolute solid	O'ziga tushyotgan barcha chastotalar nurlanishini o'ta yutadigan jism, ya'ni uning uchun $\sigma_{(H,T)} = 1$
25	Kulrang jism	Gray matter	Yutish qobiliyati birdan kichik, lekin hamma chastotalar uchun bir xil qiymatli bo'lgan jism, ya'ni $R' = \gamma T^4$
26	Kirxgof qonuni	Kirxgoff's law	Chiqarish va yutish qobiliyatlari nisbati jism tabiatiga bog'liq emas, u barcha jismlar uchun chastota va haroratning bir xil (universal) funksiyasi
27	Stefan-Bo'ltzman qonuni	Stefan Bo'ltzmann law	Absolyut qora jismning energetik yoritilganligi uning haroratining to'rtinchi darajasiga to'g'ri proporsional: bu yerda σ -o'zgarmas kattalik
28	Vin siljish qonuni	Vin displacement law	Muvozanat holatidagi nurlanish spektriga nurlanayotgan jism absolyut haroratiga teskari proporsional bo'lgan energiya maksimumi mos keladigan to'lqin uzunligi: $\lambda_m = b/T$, bunda b -Vin doimiysi.
29	Reley-Jins formulasi	RELEY-Jins equation	$f_{(H,T)} = \frac{2\rho_H^2}{c^2} kT$, bu erda $f_{(H,T)}$ - Kirxgof funksiyasi, H - chastota, c - yorug'likning bo'shliqdagi tezligi, k -Bo'ltzman doimiysi, T - harorat. Bu munosabat faqatgina katta

			to‘lqin uzunliklari uchungina tajriba ma’lumotlari bilan mos keladi
30	Kvant	Quantum	Modda tomonidan nurlanayotgan yoki yutilayotgan energiya-ning chekli portsiyasi. U nurlanish chastotasiga to‘g‘ri proporsional: $E = h\nu$, bunda $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ –Plank doimiysi
31	Plank formulasi	Planck's equation	Kirxgof funksiyasini aniqlovchi formula $f(\nu, T) = \frac{2\nu^3}{c^2} \left(\frac{h\nu}{e^{-\frac{h\nu}{kT}} - 1} \right)$
32	Tashqi fotoelektrik effekti	External photoelectric effect	Yorug‘lik nuri ta’sirida moddadan elektronlarning uzilib chiqishi hodisasi
33	Eynshteynning fotoeffekt uchun formulasi	Einstein's equation for the photoeffekt	Fotoeffekt hodisasida energiya saqlanishi qonunini ifodalovchi formula: $h\nu = A_{chiq} + \frac{m\nu_m^2}{2}$, bu yerda m – elektron massasi, ν_m^2 –uzilib chiqqan elektronlarning maksimal tezligi kvadrati, A - chiqish ishi, ν – nurlanish chastotasi
34	Foton	Photon	Elektromagnit nurlanish kvanti; massasiz va spiniga teng bo‘lgan neytral elementar zarra; zaryadlangan zarralar orasidagi elektromagnit o‘zaro ta’sir uzatuvchisi.
35	Balmerning umumlashgan formulasi	Balmer's generalized formula	Vodorod atomi spektrini ifodalovchi formula: $\nu = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$, bu erda ν – spektral chiziq chastotasi, m va n – butun sonlar, $m = 1, 2, \dots 6$ (chiziqlar seriyasi tartibi), $n = m + 1, m + 2, \dots$, $R = 3,29 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$ – Ridberg doimiysi

36	Borning birinchi postulati	Bohr's in first postulate	Ichki energiyaning ma'lum kvantlangan qiymatlariga mos keluvchi atom statsionar holatlarining mavjudligini ta'kidlovchi ilmiy faraz
37	Borning ikkinchi postulati (chastotalar qoidasi)	Bohr's second postulate (the law of frequencies)	Atomning bir statsionar holatdan boshqa statsionar holatga to'g'ri shartlarini izohlovchi ilmiy faraz
38	Kvant sonlari	Quantum numbers	Kvant sistemalari (atom yadrosi, atom, molekula va boshqalar) va alohida subatom zarralarni tavsiflovchi fizikaviy kattaliklarning mumkin bo'lgan diskret qiymatlarini aniqlovchi butun yoki kasr sonlar
39	De-Broyl to'lqini	De Broglie wave	Materiyaning universal zarrato'lqin dualizmining namoyon bo'lishi: har qanday energiya va impulsga ega zarraga to'lqin uzunligi $\lambda_{DB} = \frac{h}{p}$ va chastotasi $\nu = \frac{E}{h}$ ga teng de-Broyl to'lqini deb ataluvchi to'lqin mos keladi. Bu erda h -Plank doimiysi. De-Broyl to'lqinlari ehtimollik to'lqinlari deb izohlanadi; ularning mavjudligi haqida 1924 yilda L. de Broyl fikr bildirgan. Bu fikr elektronlar difraksiyasini kuzatish orqali tasdiqlangan.
40	To'lqin paketi	Wave package	Chastotalari bo'yicha birbiridan kam farqlanuvchi to'lqinlar superpozitsiyasi
41	Gruppaviy tezlik	Group speed	To'lqin paketi amplitudasi maksimal bo'lgan nuqtaning ko'chish tezligi
42	To'lqin funksiyasi (psi-funksiya)	Wave function (Psi-function)	Holat vektori. Kvant mexanikasida sistema holatini ifodalovchi va ehtimollikni va uni tavsiflovchi fizikaviy kattalik-

			lar o'rtacha qiymatlarini topishga imkon beruvchi asosiy kattalik. To'liq funksiyasi modulining kvadrati berilgan holat ehtimoligiga teng, shuning uchun to'liq funksiyasini ehtimollik amplitudasi deb ham atashadi.
43	To'liq funksiyasining normallashtirish sharti	Normalization condition of the wave function	Butun fazo bo'ylab to'liq funksiya moduli kvarratidan olingan integral 1 ga teng: $\int \Psi^* \Psi dV = 1$
44	To'liq funksiyalari superpozitsiya prinsipi	Principle of superposition of wave functions	Agar Ψ_1 va Ψ_2 lar zarraning qandaydir ikkita holatini ifodalovchi to'liq funksiyalari bo'tsa, u holda bu funksiyalarning ixtiyoriy chiziqli kombinatsiyasi $C_1\Psi_1 + C_2\Psi_2$ ham shu zarraning qandaydir boshqa holatini ifodalovchi to'liq funksiyasi hisoblanadi (C_1 va C_2 lar ixtiyoriy kompleks sonlar).
45	Geyzenbergning noaniqlik prinsipi	Principle of Uncertainty Geyzenber	Mikrozarra bir vaqtning o'zida ma'lum bir koordinata (x, y, z) va ma'lum bir mos impuls (p_x, p_y, p_z) ga ega bo'la olmaydi. Bu kattaliklarning noaniqligi quyidagi shartlarga bo'ysunadi: $\Delta x \Delta p_z \geq h, \quad \Delta y \Delta p_y \geq h,$ $\Delta x \Delta p_x \geq h$
46	Shredinger tenglamasi	Shredinger's equation	Norelyativistik kvant mexanikasining asosiy tenglamasi. Bu tenglama kuch maydonidagi zarra to'liq funksiyasini aniqlaydi va $U(x, y, z, t)$ funksiyasi bilan ifodalanadi: $-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \Psi + U\Psi = i\hbar \frac{d\Psi}{dt}$, bu yerda m – zarra

			massasi, i – mavhum birlik, Δ –Laplas operatori.
47	Statsionar holatlar uchun Shredinger tenglamasi	The Schrödinger equation for stationary states	Statsionar $U(x, y, z)$ kuch maydoni uchun Shredinger tenglamasi $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E - U)\psi$; bu yerda E –zarraning to‘liq energiyasi
48	Tunnel effekti	The tunnel effect	Zarraning potensial to‘siq orqali o‘tish hodisasi
49	Potensial to‘siqning shaffoflik koeffitsienti	Transparency coefficient of potential barrier	To‘siqdan o‘tgan de-Broyl to‘lqini amplitudasi moduli kvadratining to‘siqqa tushayotgan de-Broyl to‘lqini amplitudasi moduli kvadratiga nisbatiga teng bo‘lgan fizikaviy kattalik: $D = \frac{ A_{out} ^2}{ A_{tush} ^2}$
50	Nolinchi energiya	Zero energy	Garmonik ossillyator energiyasining mumkin bo‘lgan eng kichik qiymati: $E_0 = \frac{1}{2\hbar\omega}$
51	Orbital kvant soni l	Orbital quantum numbers	Berilgan bosh kvant soni n uchun $l=0, 1, \dots (n-1)$ qiymatlarni qabul qiluvchi va atomdagi impuls momentini aniqlovchi butun son
52	Magnit kvant soni m, l	Magnetic quantum number m, l	Berilgan l soni uchun $m = 0, \pm 1, \pm 2 \dots \pm l$ qiymatlarni qabul qiluvchi va elektronning ma’lum yo‘nalishga impuls momenti proeksiyasini aniqlovchi butun son
53	Spin	Spin	Mikrozarraning kvant tabiatiga ega va zarraning butunligicha harakati bilan bog‘liq bo‘lmagan xususiy harakat miqdori momenti; Plank doi-miysiga karrali qiymatlarda butun (0, 1, 2,...) yoki yarim butun bo‘lish mumkin (1/2, 3/2,...).

54	Magnit spin kvant soni	The magnetic spin quantum number	Tashqi magnit maydoniga spin proeksiyasini aniqlaydi
55	Pauli prinsipi	Pauli principle	Tabiatning fundamental qonuni.Unga ko‘ra kvant sistemasida ikkita (yoki undan ko‘p) yarim butun spinga ega bo‘lgan aynan bir xil zarralar bir xil holatda joylasha olmaydilar.
56	Molekulyar kristallar	Molecular crystals	Panjara tugunlarida ma’lum bir tartibda orientatsiyalangan, bir-birlari bilan Van-der-Vaals kuchlari bilan ta’sirlashuvchi molekulalar joylashgan kristallar
57	Fermi-Dirak taqsimoti funksiyasi	Fermi-Dirac distribution function	Turli energiyaga ega bo‘lgan holatlar bo‘yicha elektronlar taqsimotini ifodalovchi funksiya: $f(E) = \frac{1}{e^{\frac{E-E_F}{kT}} + 1}$, bu yerda k –Bo‘lsman doimi-ysi, T – harorat, E_F Fermi sathi.
58	Yarim o‘tkazgichlar	Semiconductors	Normal haroratlarda $10^{-5} \div 10^8 \text{ Om} \cdot \text{m}$ diapazonidagi solishtirma qarshilikka ega bo‘lgan, lekin harorat ortishi bilan bu parametri tez kamayuvchi moddalar
59	Kovak	Hole	Elektronning o‘tkazuvchanlik sohasiga o‘tishi natijasida valent sohasida hosil bo‘lgan vakant joy.
60	n– tipdagi yarim o‘tkazgich	n-type semiconductor	Elektr on mexanizmli o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan kirishmali yarim o‘tkazgich
61	p – tipli yarim o‘tkazgich	p-type semiconductor	Kovak mexanizmli o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan kirishmali yarim o‘tkazgich
62	p–n o‘tish	p-n junction	Kristallning kirishmali o‘tkazuvchanlik tiplari bilan farqlanuvchi ikki sohasi oralig‘i chegarasidagi yupqa

			qatlam
63	Massa atom birligi (m.a.b.)	Mass atomic unit (m.a.b.)	Massaning yadro fizikasida yadrolar massalarini taqqoslash maqsadida qabul qilingan hosilaviy birligi. U $6C^{12}$ izotopi massasining 1/12 qismiga teng bo'lgan qiymati bilan aniqlanadi: $1 \text{ m. a. b. } \sim 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
64	Yadro massasining defekti	Nuclear mass defect	Yadroni tashkil qilgan nuklonlar massalari yig'indisidan yadro massasining ayirmasini tavsiflovchi fizikaviy kattalik
65	Radiofaollik	Radioactivity	Atom yadrolarining o'z-o'zidan elementar zarralar chiqarib boshqa yadrolarga aylanishi
66	Yemirilish doimiysi	Decay constant	Berilgan radifaol moddaning vaqt birligi mobaynidagi emirilishi ehtimoligiga teng bo'lgan o'zgarmas miqdor
67	Yarim emirilish davri	Half-decay period	boshlang'ich holatdagi yadrolar miqdorining teng yarmi emirilishi uchun zarur bo'lgan vaqt oralig'i
68	Radiofaol preparat faolligi	Preparat activity radioactive	Birlik vaqt oralig'i mobaynidagi preparatdagi parchalanishlar soni
69	Yadro reaksiyasi	Nuclear reaction	Atom yadrosining elementar zarra yoki boshqa yadro bilan kuchli o'zaro ta'sirlashishi natijasida boshqa bir yadro (yoki yadrolar)ga aylanishi jarayoni
70	Kritik massa	Critical mass	Bo'linayotgan moddaning zanjir bo'linish reaksiyasi boshlanadigan minimal massasi

MUNDARIJA

Kirish.....3

1-BOB. Mexanika qonunlari. Mexanik ish, energiya, quvvat. Aylanma harakat dinamikasi.

§1. Fizika fani uning tadqiqot uslublari, Fizikaviy qonunlarning birligi, olamning moddiyligi..8

§2. Fizikaning boshqa tabiiy fanlar va qishloq xo‘jalik ishlab chiqarishi bilan bog‘lanishi.

Fizika fani yutuqlaridan qishloq xo‘jaligida foydalanish.....16

§3. Qattiq jismning aylanma harakati kinematikasi. Qattiq jismning aylanma harakat dinamikasi. Kuch momenti. Qattiq jism aylanma harakati dinamikasining asosiy tenglamasi. Impuls momentining saqlanish qonuni.....37

2-BOB §4. Tebranma harakat dinamikasi.43

§5. Akustika. Hidrodinamika qonunlari.53

3-BOB §6. Molekulyar kinetik nazariya asoslari. Ko‘chish hodisalari. Diffuziya.....69

4-BOB §7. Termodinamika qonunlari. Real gazlar. Kapillyarlik hodisasi.....85

5-BOB

§8. Elektrostatika.....117

6 BOB. §9. O‘zgarmas elaktr toki va u haqida tushuncha O‘zgarmas elaktr toki qonunlari. Tok kuchi. Kuchlanish. Qarshilik. O‘zgarmas tokning bajargan ishi va quvvati.....132

§10. Turli muhitlarda elektr toki. Suyuqliklarda elektr toki. Elektrolitlar. Kationlar va anionlar. Ionlarning rekombinatsiyalanishi. Elektrolitik dissotsiatsiya. Elektroliz hodisasi. Elektroliz uchun Faradey qonunlari.....141

§11. Vakuumdagi elektr toki. Elektron dastasi. Elektronlar emissiyasi. termoelektron emissiya. Elektron lampalar. Diod va triod.....148

7-BOB §12. Magnit maydon va kuch chiziqlari. Elektromagnit induksiya va o‘zgaruvchan tok. O‘zgaruvchan elektr toki qonunlari. O‘zgaruvchan tok zanjiri. Faol, sig‘im, induktiv qarshiliklar.....171

8-BOB. Optika. Yorug‘likning tabiati. §12. Yorug‘likning qaytish va sinish qonunlari. Ikki muhit chegarasida yorug‘likning to‘liq qaytishi va tolalar optikasi.....192

§13. Yorug‘likning to‘liq va kvant xossalari. Yorug‘likning interferensiyasi. Yorug‘lik difraksiyasi. Difraksion panjara. Yorug‘lik to‘liq uzunligini difraksion panjara yordamida aniqlash.....203

9-BOB §14. Atom fizikasi. Atom tuzilishining planetar modeli. Atom nurlanish spektrlaridagi qonuniyatlar. Bor postulotlari. Vodorod atomining Bor taklif etgan modeli. Pauli prinsipi. Bor nazariyasi. Atom yadrosining tuzilishi. Radiofaollik.....227

10-BOB Agrometeorologiyaning predmeti va tadqiqot uslublari. §15. Fanning rivojlanish tarixi va tadqiqot uslublari.....252

§16. Agrometeorologiyaning vazifalari va boshqa tabiiy fanlar bilan o‘zaro bog‘liqligi.....255

§17. O‘zbekistonda agrometeorologiya taraqqiyotini qisqacha tarixi. Qadimiy tarixiy manbaalarda agrometeorologiya fani kurtaklarining paydo bo‘lishi.....259

§18. O‘rta osiyoda hozirgi zamon agrometeorologiya fanining tashkil topishi va uning rivojlanishida O‘zbekiston olimlarining xissasi.....261

11- BOB. Atmosfera tuzilishi va kuzatish usullari. §19. Yer atmosferasi qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishi uchun muxit sifatida.265

12-BOB QUYOSH RADIATSIYASI. §20. Quyosh radiatsiya haqida tushuncha. Atmosferadi Quyosh radiatsiya oqimining turlari.....	275
§21. Spektrlarni asosiy qismini biologik ahamiyati. Fotosintez. Fotosintetik faol radiatsiya.(FFR).....	282
§22. Atmosferada Quyosh raqiasiyaning yutilishi, sochilishi hamda uning spectral tarkibini o'zgarishi.	286
13-BOB HAVO VA TUPROQNING HARORAT REJIMI. §23. Havoning isish, sovish jaroyonlari.....	296
§24. Tuproq temperaturasini sutkalik , yillik o'zgarishlari va joyning rel'figa o'simlik va qor qatlamiga bog'liqligi.....	302
§25. Havo va tuproq temperaturasini qishloq xo'jaligi ekinlarini rivojlanishi uchun ahamiyati.....	308
14-BOB HAVODAGI SUV BUG'LARI.YOG'INLAR.TUPROQ NAMLIGI. §26. Havo namligi. Havo namligini xarakterlovchi kattaliklar. Havo namligini o'lchash usullari.....	331
§27. Havo namligini sutkalik va yillik o'zgarishi.....	334
§28. Havo namligining qishloq xo'jaligik ishlab chiqarish uchun ahamiyati.....	346
§29. Bug'lanish. Kondensatsiyasi. Sublimatsiyasi. Bulutlar. Bug'lanishni sutkalik va yillik borishi.....	352
15-BOB YOG'INLAR. TUPROQ NAMLIGI. §30. Yog'inlar. Yog'inlarning turlari va tabiati.....	362
§31. Tuproq namligi.....	368
16-BOB §32. Shamollar. Qishloq xo'jaligi uchun xavfli xodisalar.....	372
17-BOB. IQLIM. §33. Iqlim haqida asosiy ma'lumotlar. Iqlimni vujudga keltiruvchi omillar..	394
§34. O'zbekiston iqlimi haqida qisqacha ma'lumot.....	406
§35. Qishloq ho'jalik ishlab chiqarishda iqlimning ahamiyati.....	414
§36. Iqlimning shakllanishida Quyosh radiatsiyasini, atmosfera tsirkulyasini, taglik sirt va joy rel'efining ta'siri.....	425
18-BOB Agrometeorologik bashoratlar. §37. Agrometeorologik ob'ektlardagi kuzatishlarning asosiy prinsiplari va uslublari.....	431
§38. Issiq va sovuq davrdagi kuzatishlarning asosiy turlari.....	434
§39. Agrometeorologik bashoratlar.....	439
GLOSSARIY.....	447

Ilmiy nashr

P.A. Xakimov, G.O.Nabiyeva

FIZIKA VA AGROMETEOROLOGIYA

Darslik

Muharrir: D.Axmedova

Dizayner: Z.Axmedova

Musahhih: B.Axmedov

Bosmaxonaga 2023 yil 20 martda berildi. Bosishga 2023 yil 25 martda ruxsat etildi. Bichimi 84x108 1/32. Hajmi 30,25. Bosma taboq. Times New Roman garniturasida. Ofset qog'ozi, offset usulida chop etildi. Buyurtma 07. Adadi 10 dona.

“Step by step print” MChJ bosmaxonasida chop etildi.
Andijon shahar Xrabek ko'chasi 94-b uy.
O'zbekiston Respublikasi Prezidenti adminratsiyasi huzuridagi
Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligining
12.07.2019.dagi 12-3299. Raqamli guvohnoma.

