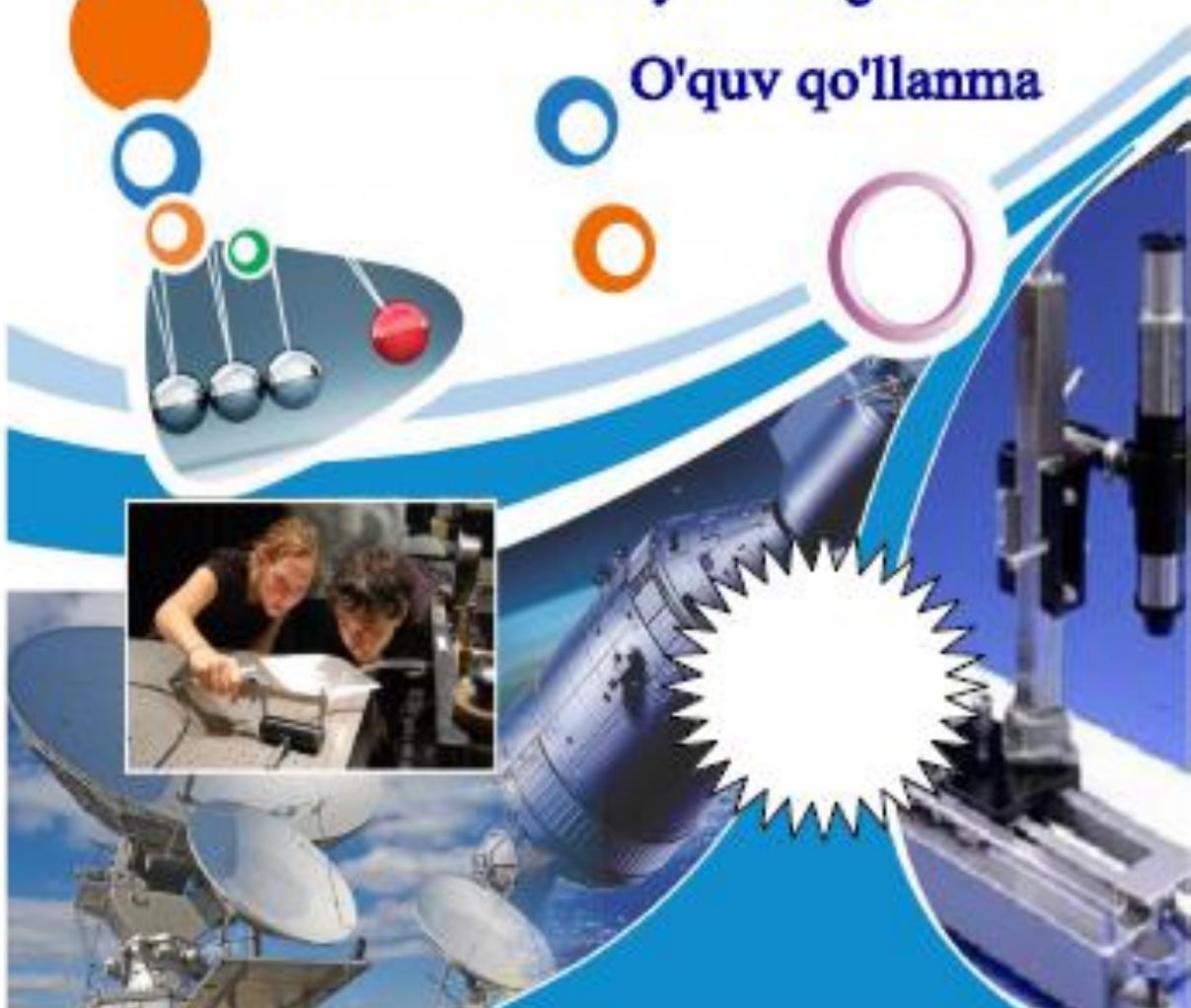


G.O.Nabiyeva

FIZIKA

fanidan laboratoriya mashg'ulotlari

O'quv qo'llanma



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA'LIM,
FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
QISHLOQ XO'JALIGI VAZIRLIGI**

**ANDIJON QISHLOQ XO'JALIGI VA
AGROTEXNOLOGIYALAR
INSTITUTI**

Nabiyeva Gulbaxor Odilovna

**FIZIKA
FANIDAN LABORATORIYA
MASHG'ULOTLARI
(o'quv qo'llanma)**

*60812300-Suv xo'jaligi va melioratsiya,
60810300-Qishloq va suv xo'jaligida texnik servis,
60810100- Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalashtirish,
60810200 - Qishloq xo'jaligini elektrlashtirish va avtomatlashtirish,
60812400-Suv xo'jaligi va melioratsiya ishlarini mexanizatsiyalashtirish,
60711400-Texnik jarayonlar va ishlab chiqishni avtomatlashtirish va
boshqarish(qishloq xo'jaligida) ta'lif yo'naliishlari uchun va qishloq xo'jaligi
oliy o'quv yurtlari talabalari uchun o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan*

ANDIJON – 2023

UO'K:530(076.5) (075.8)**N – 13****G.O.Nabiyeva**

Fizika fanidan laboratoriya mashg'ulotlari. (O'quv qo'llanma). “Step by step print” MChJ bosmaxonasi. Andijon – 2023 – 132 b.

Fizika fanidan chuqur bilim olishda laboratoriya mashg'ulotlarini mukammal bajarish muhim ahamiyatga egadir.

Mazkur o'quv qo'llanmada fizika fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini bajarishni ketma-ketlik tartibida izchil bayon qilingan.

Taqrizchilar.**M. Nosirov**

Andijon davlat universiteti “Fizika” kafedrasи professorи, fizika-matematika fanлari nomzodi.

P. Xakimov

Andijon qishloq xo'jaligi va agrotekhnologiyalar instituti “Fizika va kimyo” kafedrasи dotsenti, fizika-matematika fanлari nomzodi.

“Fizika fanidan laboratoriya mashg'ulotlari” o'quv qo'llanmasи O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2022 yil 25 noyabrdagi №388-sонли buyrug'iga asosan tavsiya etilgan va oliy ta'lim bo'yicha o'quv-metodik boshqarmasi tasdiqlagan o'quv dasturi asosida yozilgan.

ISBN: 978-9943-9651-1-9

© Nabiyeva G.O. Fizika fanidan laboratoriya mashg'ulotlari: o'quv qo'llanma/

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

SO'Z BOSHI

“Fizika fanidan laboratoriya mashg'ulotlari” o'quv qo'llanmasi Andijon qishloq xo'jaligi va agrotexnologiyalar instituti “Agroinjeneriya va gidromelioratsiya” fakulteti talabalariga tavsiya etilgan bo'lib, “Mexanika”, “Akustika va gidrodinamika”, “Molekulyar fizika”, “Elektr va magnitizm” va “Optika” bo'limlaridan laboratoriya ishlari berilgan bo'lib, o'quv qo'llanma Andijon qishloq xo'jaligi va agrotexnologiyalar institutining “Fizika va kimyo” kafedrasi katta o'qituvchisi Nabiyeva Gulbaxor Odilovnaning ko'p yillik ish tajribalari asosida vujudga kelgan. Muallif mazkur o'quv qo'llanmani tayyorlashda talabalarni “Fizika” fanidan laboratoriya mashg'ulotlarida fizik qonunlar, hodisalar va jarayonlarini chuqurroq o'rganishlariga ularni tajriba o'tkazish va o'lchashlarning oddiy usullarini o'zlashtirishlariga ko'maklashishni o'z oldiga maqsad qilib qo'ygan.

Jamiyatimiz taraqqiyotida fizika fanining ahamiyati benihoya kattadir, chunki texnika va energetika taraqqiyoti fizika fanining rivojlanishi bilan uzviy bog'liqdir.

“Fizika fanidan laboratoriya mashg'ulotlari” o'quv qo'llanmasi oliv o'quv yurtlari talabalarini tomonidan fizika fani bo'yicha o'tkaziladigan dastlabki tajriba ishlari hisoblanadi. Shuning uchun talabalarni, avvalo asbob va uskunalardan foydalanish qoidalari hamda asosiy jarayonlarni aniq bajarish texnikasi bilan tanishtiriladi.

Ma'ruza materiallarini mukammal o'zlashtirishda laboratoriya mashg'ulotlarining ahamiyati kattadir. Talabalarning mustaqil ta'limini tashkil qilish va yo'lga qo'yishda laboratoriya hamda amaliy mashg'ulotlar – o'quv mashg'ulotlarining eng muhim tarkibiy qismlaridan biri hisoblanadi. Laboratoriya mashg'ulotlarini ma'ruza bilan parallel ravishda o'tkazilishi lozimdir, shundagina mashg'ulotlar unumli va foydali bo'ladi.

O'tilgan material yuzasidan tajriba o'tkazilib, unda bayon etilgan fikrlarningto'g'rilingiga amalda ishonganidan keyingina talaba ma'ruza materialini puxta egallaydi. Talaba har bir laboratoriya mashg'ulotini o'tkazishdan oldin, shu mavzuga oid materiallarni darslikdan va ma'ruza matnlaridan unga tegishli bo'limlarini o'qib chiqishi lozim.

Fizika fanini muvaffaqiyatli o'rganishning zaruriy shartlaridan biri laboratoriya mashg'ulotlarini sifatli va aniq bajarishdan iboratdir.

Laboratoriya mashg'ulotlarni sifatli o'tkazish uchun, fizika qonunlarini darslik va ma'ruza darslarini chuqur o'rganish, nazariy bilimlarni xotirada saqlash, fizikaviy jarayonlarning ketma-ketligiga e'tibor berish va aniq xulosa qila olish ko'nikmasini yaratishdir.

"Fizika fanidan laboratoriya mashg'ulotlari" o'quv qo'llanmasida "Mexanika" bo'limidan 5 ta, "Akustika va gidrodinamika" bo'limidan 2 ta, "Molekulyar fizika" va "Termodinamika" bo'limidan 1 ta, "Elektromagnetizm" bo'limidan 3 ta, "Optika" bo'limidan 4 ta laboratoriya ishlaridan iborat. Qo'llanmadagi laboratoriya ishlarining barchasi xozirgi vaqtida institutda mavjud bo'lgan asboblar yordamida o'tkazish imkonini beradi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017- yil 20 apreldagi "Oliy ta'lim tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'grisida" gi PQ-2909-sonli Qaroriga muvofiq kadrlar tayyorlash sifatini yanada yaxshilash hamda oliy malakali mutaxassislar tayorlash sifatini yanada yaxshilash hamda oliy malakali mutaxassisilar tayorlash uchun mukammal darsliklar va qo'llanmalar yaratish xozirgi kunning dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi. Ushbu qarorning ijrosi sifatida hamda hozirgi kunning talabidan kelib chiqqan holda "Fizika fanidan laboratoriya mashg'ulotlari" o'quv qo'llanmasi Andijon qishloq xo'jaligi va agrotexnologiyalar institutining 60812400-Suv xo'jaligi va melioratsiya ishlarini mexanizatsiyalashtirish, 60810300-Qishloq va suv xo'jligida texnik servis, 60812300-Suv xo'jaligi va melioratsiya, 60810100- Qishloq xo'jligini mexanizatsiyalashtirish, 60810200 - Qishloq xo'jligini elektrlashtirish va avtomatlashtirish, va 60711400-Texnik jarayonlar va ishlab chiqishni avtomatlashtirish va boshqarish(qishloq xo'jligida) ta'lim yo'nalishlari uchun mo'ljallanib tayyorlangan.

"Fizika fanidan laboratoriya mashg'ulotlari" o'quv qo'llanmasi o'lchash natijalarini ishlab chiqish xatoliklarning elementar nazariyasi, laboratoriya ishlarini bajarishda talabalarga texnika havfsisizligi qoidalari, sinov savollari, yangi pedagogik texnologiyalardan: assesment, venna diagrammasi, B/BH/B jadvali, FSMU, Insert jadvali, talabalar bilimini baholashda sinov savollardan foydalanish, T – jadval va x.klardan, adabiyotlar va laboratoriyaning hisobotini topshirish uchun jadvallar, ilovalar taqdim qilingan.

MUALLIF

Kirish

Bizni o‘rab turgan dunyo, biz o‘z sezgilarimiz bilan idrok qiladigan atrofimizdagi mavjudotlar materiya deyiladi. Harakat materianing ajralmas xossasidir, harakat deganda, materianing tabiatda bo‘ladigan barcha o‘zgarishlari, materianing bir turdan ikkinchi turga aylanishlari, barcha jarayonlar tushuniladi. Harakat deganda keng ma’noda materianing barcha turdagি oddiy ko‘chishidan tortib to biz tasavvur qilishimiz mumkin bo‘lmagan murakkab harakatlarga 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 materianing harakati formalari (mexanik, issiqlik, elektromagnit va boshqalar) materianing 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 fani barcha tabiiyot fanlarining va amaliyot fanlarining muvaffaqiyatli rivojlanishi uchun zarur bo‘lgan tadqiqot metodlarini ishlab chiqishga va asboblar yaratishga imkon beradi. Masalan, mikroskopning biologiya taraqqiyotidagi, teleskopning astronomiya taraqqiyotidagi, spektral analizning kimyoda, rentgen analizning meditsina taraqqiyotidagi va xokazo ahamiyati g‘oyat kattadir. Barcha tibbiyot fanlari va amaliy fanlar xozirgi vaqtida nishonli atomlar metodidan, elektron apparatura va boshqa fizik asboblardan va tadqiqot metodlaridan unumli foydalanadi. Xozirgi vaqtida 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.

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 mukammallahib boradi.

Ishlab chiqarish texnikalarining yuksalish darajasi fizika fanini rivojiga chambarchas bog'liq, ya'ni fizika yangi texnika yaratilishini asosi xisoblanadi.

Fizika o'zining tadqiqot metodi bilan chambarchas bog'langan va materialistik dunyoqarashning shakllanishiga yordam beradi.

Har qanday fizik tadqiqot kuzatishdan, ya'ni fizik hodisalarni tabiat 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'rildi. 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 xokazolarni ochib bergenini eslashning o'zi yetarlidir.

Fizika fani barcha muhandislik yo'nalishdagi fanlar uchun ham muxim 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 xozirgi zamон о'lchov uskunasini joriy etish singari hammaga ma'lum bo'lган

umumiylar ustida batafsil to'xtalmay, fizikaning qishloq xo'jaligi bilan ijodiy ittifoqining ba'zi o'ziga xos yo'nalishlarini gapirib o'taylik.

Qishloq xo'jalik o'simliklarining hayot faoliyati protsesslari 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 xuddi shunday masalani hal qilish muhimdir.

Qishloq xo'jalik ekinlarining xosildorligini oshirish va chorvachilik mahsuldarligini yuksaltirishda fotosintez jaroyonini 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 radioaktiv nurlanishlar, elektromagnit to'lqinlar va shunga o'xhash fizik omillarning ta'siriga doir tadqiqotlarning istiqboli porloqdir.

Tuproq tuzilishini yaxshilash (qumlarni mahkamlash va shunga o'xhashlar)ning fizik usullari va yerni ishlashning progressiv usullarini (haydash tezligini sozlash, tebranma pluglardan foydalanish va xokazo) yaratish ham dolzarb fizika fanining vazifasidir.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, xozirgi paytda Suv xo'jaligi va melioratsiya ishlarini mexanizatsiyalashtirish, Qishloq va suv xo'jaligida texnik servis, Suv xo'jaligi va melioratsiya, Qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalashtirish, Qishloq xo'jaligini elektrlashtirishlashtirish va avtomatlashtirish, va Texnik jarayonlar va ishlab chiqishni avtomatlashtirish va boshqarish(qishloq xo'jaligida) mutahassislari fizika fanini yaxshi bilishi va fizik qonuniyatlarni o'zining amaliy faoliyatida ijodiy ravishda qo'llay olishi kerak.

TEXNIKA HAVFSIZLIGI QOIDALARI BILAN TANISHTIRISH

1.Talabalar texnika havfsizligi bilan tanishib chiqib, unga amal qilishi kerak.

2.Talaba navbatdagi amaliy mashg'ulotda qaysi raqamdagи laboratoriya ishini bajarishi lozimligini o'qituvchi unga bir xafka oldin ma'lum qiladi. Bu yerda talabaning vazifasi belgilangan ishning nazariyasini o'zlashtirish, tegishli quollar va ishni bajarish tartibi bilan tanishib kelishdan iborat.

3.Har bir talaba laboratoriya ishlari uchun maxsus hisobot daftari tutib, bu daftarda laboratoriya ishini qanday bajarganligi, olgan natijalari to'g'risidagi xisobotni tartibli qilib yozib borishi kerak.

4.O'qituvchi talabaning ishni nazariyasini va bajarish metodikasini o'zlashtirganligiga ishonch xosil qilgach, unga ishni bajarishiga ruhsat beradi.

5.Talaba ishga kirishgach, o'qituvchi uning quollardan to'g'ri foydalanayotganligini, olinayotgan natijalarni ishonchlilagini ishni bajarish jarayonida tekshirib boradi va talabaning ishini bajarganligi to'g'risida uning daftariga hamda laboratoriya jurnaliga belgilab qo'yadi.

6.Laboratoriya ishining bajarilishi va olingan natijalar xisoboti o'qituvchiga grafik bo'yicha topshirib boriladi. Bu haqida o'qituvchi tomonidan talaba daftariga va laboratoriya jurnaliga qayd qilinadi.

7.Agar talaba biror sababga ko'ra bitta yoki ikkita ishni bajara olmasa, qolib ketgan ishni darsdan tashqari vaqtida laboratoriya mudirining nazoratida bajarishi va o'qituvchiga bu xaqdagi xisobotni topshirishi shart. Talabaning o'zboshimchalik bilan ish navbati grafigini buzishi qat'iy man etiladi.

8.Har bir talaba o'quv semestri davomida o'quv ishchi dasturida ko'rsatilgan laboratoriya mashg'ulotini bajarishi va barcha ishlar yuzasidan umumiy kollokvium topshirishi lozim. Shundan

keyin o‘qituvchi talabaning reyting daftarchasiga va vedomostiga reyting ballarini qo‘yadi.

9.Laboratoriyadagi asbob-uskunalarga va boshqa o‘quv jixozlariga sovuqqonlik bilan qarash natijasida ularni ishdan chiqargan talaba kafedra va dekanat tomonidan moddiy va ma’naviy jazolanadi.

10.Amaliy mashg‘ulotlar olib borilayotgan vaqtida guruxdagi boshqa talabalarning ishdan e’tiborini chalg‘itmaslik, ularning o‘lchashlariga xalaqit bermaslik zarur.

Talabalarga ayrim maslahat va ko‘rsatmalar. Inson salomatligida ozodalik qanchalik muhim bo‘lsa, laboratoriya ishidagi muvaffaqiyat uchun ham qo‘llanayotgan asbob va jixozlarning, qurilmalarning toza hamda tartibli tutilishi shunchalik zarurdir. Shuning uchun ularni doimo ehtiyyot qiling va ozoda tuting. Ishni bajarib bo‘lgach, ish stolingizni tartibga keltirib qo‘ying.

Har bir laboratoriya ishini bajarish eksperimentatordan katta qunt talab qiladi. Agar ish natijasini to‘g‘ri aniqlay olmasangiz ularni soxta yo‘l bilan to‘g‘rilamang. Yaxshisi rahbaringizga murojaat qiling, balki siz biror narsani xisobga olmayotgan yoki asbobni yaxshi sozlamagan bo‘lishingiz mumkin.

Ehtiyyotkorlik – xavfsizlik garovidir. Turli xil og‘ir moslamalar, yaqinida ishslashda, turli xil shisha qurilmalardan (qovushqoqlik koeffitsientini Stoks va Puazeyl usullaridan topish va boshqalar) foydalanishda, elektr toki bilan muomala qilishda, optik sistemalarni va asboblarni o‘rganishda diqqatli va e’tiborli bo‘ling.

Zaharli kimyoviy moddalardan foydalanilganda juda ehtiyyot bo‘ling. Ayniqsa, simob bug‘i organizm uchun havflidir. Shuning uchun termometrlarni sinishiga manometrlardan simob to‘kilishiga aslo yo‘l qo‘ymaslik kerak.

Mashg‘ulot o‘tkazish davomida reaktivlarni (efir, atseton, dinaturat, etil spirit), turli xil materiallarni, gazni va elektr energiyasini tejamkorlik bilan sarflang.

O‘z vaqtini to‘g‘ri va unumli taqsimlash eksperimentatorning eng muhim vazifasi bo‘lmog‘i kerak.

1 - Laboratoriya ishi

Fizik kattaliklarni o'lhash. O'lhash xatoliklarini hisoblash

Ishning maqsadi. Fizik kattaliklarni o'lhash. O'lhash xatoliklarini hisoblash.

Kerakli asbob va jixozlarlar. Chizg'ich, shtangentsirkul, mikrometr, tarozi.

Fizika moddiy dunyoning realligini o'rgatuvchi fan bo'lganligi sababli uning qonuniyatlarini o'rganishda tajribaga tayaniladi. Tajribalar esa fizik kattaliklarni o'lhash asosida olib boriladi. O'lhash deb aniqlanayotgan fizik kattalikni birlik deb qabul qilingan kattalik bilan taqqoslashga ya'ni birlikdan necha marta farq qilishini aniqlashga aytildi. O'lhashning ikki turi mavjud. Bevosita va bilvosita o'lhash.

1. Berilgan fizik kattalikni bir necha marta birlik kattalik bilan taqqoslash orqali uning qiymatini tajribada aniqlash bevosita o'lhash deyiladi. Masalan, uzunlik, massa, vaqt, harorat va boshqalarni darajalagan (graduirovka qilingan) asboblar: mikrometr, katetometr, sekundomer, termometr va boshqalar yordamida o'lchanadi. Bunda o'lchanayotgan kattalikning miqdori asbobning qancha ko'rsatayotganligi asosida to'g'ridan to'g'ri yozib olinadi.

2. Bevosita o'lchanayotgan fizik kattaliklar bilan o'zaro qonuniy, ya'ni funktsional bog'langan kattaliklarning qiymatini aniqlanishi bilvosita o'lhash deyiladi. Bunga misol qilib tezlik, tezlanish energiya va boshqalarni xisoblashni ko'rsatish mumkin.

Fizik kattaliklarni o'lhash natijalari absolyut aniq bo'lmay ular biror aniqlik bilan o'lchanadi. Lekin bu aniqlikning ham chegarasi mavjud bo'lib kattaliklarni qanchalik aniq o'lhashga harakat qilinmasin baribir xatolikka yo'l qo'yiladi. Xatoliklar uch xil: sistematik, tasodifiy, qo'pol xatoliklar bo'ladi. Sistematik xatolik ko'p xollarda asbobning to'g'ri ko'rsatmasligidan yoki o'lhash metodining aniq emasligidan va nixoyat biror uzlusiz tashqi ta'sir atrofdagi muhitning ta'siri natijasida bir tomonlama

yuzaga keladi. Masalan, jism haroratini termometr yordamida o'lchashda nol nuqta (raper nuqta) ning biroz siljib qolgani tufayli o'lchash natijalariga zarur tuzatishlar kiritilmagunga qadar sistematik xatoliklarga yo'l qo'yilaveradi. Xuddi shuningdek tarozi pallasining quyosh nurlari ta'sirida biror yoki issiqlik manbaidan kelayotgan issiqlik tufayli notekis isitilishi ham jism massasini o'lchashda sistematik xatolikka olib keladi. Ammo bu xatoliklarni aniqlash va uni bartaraf qilish juda murakkab masala bo'lib xisoblanadi. Umuman olganda sistematik xatolik ob'ektiv sabablarga ko'ra paydo bo'ladi.

Xatoliklarning elementar nazariyasi.

Sistematik xatolik o'lchash natijalariga faqat bir tomonlama ta'sir qiladi (o'lchash natijasi sistematik xatolik tufayli faqat ko'paygan bo'lishi yoki kamaygan bo'lishi mumkin). Demak, sistematik xatoliklar aniq sabablar tufayli yuzaga kelib uning miqdori takroriy o'lchashlarda o'zgarmasligi va ma'lum bir qonuniyat bo'yicha o'zgarishi mumkin.

Tasodifiy xatolik sub'ektiv xatolikka harakterga ega bo'lib aniq qonuniyatga bo'ysunmaydi. Xar bir o'lchashning natijasi yo'rtiq yoki kam bo'lishi mumkin. Tasodifiy xatolik, asosan tajriba o'tkazuvchining xatosi tufayli (asbob ko'rsatishini noto'g'ri ko'rish yoki aniq eshitmasligi natijasida) yuzaga keladi. Tasodifiy xatoliklarni ham xuddi sistematik xatoliklar kabi butunlay bartaraf qilib bo'lmaydi. Lekin o'lchashdagi tasodifiy xatoliklarni xisobga oladigan extimollik qonuniyatlarining elementlari yordamida tasodifiy xatoliklarni xisoblab, birmuncha aniq natijalarga erishish mumkin.

Bevosita o'lchashda yo'l qo'yiladigan xatoliklarni xisoblash agar biror a fizik kattalikning xaqiqiy qiymatiga yaqin bo'lgan natijani olmoqchi bo'lsak uni n marta o'lchashga to'g'ri keladi, a kattalikni n marta o'lchashda quyidagi.

$$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$$

Natijalar qayd qilingan bo'lsin deb faraz qilaylik. U xolda bu qiymatlarni qo'shib o'lhashlar soniga bo'lsak o'lchanayotgan fizik kattalikning xaqiqiy qiymatiga yaqin **o'rtacha arifmetik qiymat** deb ataluvchi qiymatni xosil qilgan bo'lamiz:

$$\langle a \rangle = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} \quad (1.1)$$

Absolyut va nisbiy xatoliklar

O'lchanayotgan kattalikning o'rtacha arifmetik qiymati bilan xar bir aloxida o'lhash natijasi orasidagi farq, o'lhashda yo'l qo'yilgan absolyut xatolikni beradi. Uni Δa deb belgilanadi. Aytaylik birinchi, ikkinchi va xokazo n o'lhashdagi absolyut xatoliklar:

$$\Delta a_1 = [\langle a \rangle - a_1], \Delta a_2 = [\langle a \rangle - a_2], \dots, \Delta a_n = [\langle a \rangle - a_n]$$

bo'lsin. Bu farqlar musbat ham, manfiy ham bulishi mumkin. Bu aniqlangan absolyut xatoliklarning yig'indisini o'lhashlar soniga bulsak, **absolyut xatolikning o'rtacha qiymati (o'rtacha arifmetik xatolik)** topiladi:

$$\langle a \rangle = \frac{|\Delta a_1| + |\Delta a_2| + \dots + |\Delta a_n|}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \langle \Delta a_i \rangle \quad (1.2)$$

O'lchanayotgan kattalikning xaqiqiy qiymati uning o'rtacha arifmetik qiymatidan katta ham bo'lishi, shuningdek, kichik ham bo'lishi mumkin ekanligini e'tiborga olib, o'lhashlar natijasini quyidagicha yoza olamiz:

$$a_{xag} = \langle a \rangle \pm \langle \Delta a \rangle \quad (1.3)$$

Bu ifoda α ning qiymati quyidagi intervalda yotishligini ko'rsatadi:

$$\langle a \rangle + \langle \Delta a \rangle \geq \langle a \rangle \geq \langle a \rangle - \langle \Delta a \rangle$$

Shuni aytish kerakki, absolyut xatolik xar doim ham o'lhash sifatini to'liq harakterlay olmaydi. Shuning uchun absolyut xatolik bilan bir qatorda o'lhash natijalarining aniqlik darajasini

harakterlash maqsadida **nisbiy xatolik** deb ataluvchi xatolikni bilish juda muximdir.

Nisbiy xatolik o‘rtacha absolyut xatolik o‘lchanayotgan kattalik o‘rtacha qiymatining qanday qismini tashkil qilishini ifodalovchi kattalik bo‘lib, foizlarda ifodalanadi, ya’ni

$$\varepsilon = \frac{\langle \Delta a \rangle}{\langle a \rangle} \cdot 100\%$$

Juda aniq o‘lchash mumkin bo‘lmagan xollarda 5 % gacha nisbiy xatolikka yo‘l qo‘yishi mumkin deb xisoblanadi. Agar ikkita taxta qalinligini aniqlik darajasi 0,01 mm bo‘lgan vintli mikrometr bilan o‘lchasak absolyut xatolik hamma o‘lchashlarda bir xil ya’ni 0,01 mm dan ortmaydi. Lekin nisbiy xatolik ikki xil bo‘ladi. Qalinlik taxtalar uchun ikki xil bo‘ladi. Masalan birinchi taxtaning qalinligi 2 sm, ikkinchi taxtaning qalinligi esa 2 mm bo‘lsa, nisbiy xatolik mos ravishda (4) formulaga asosan 0,05 va 0,5 ga teng bo‘ladi. Shu nuqtai nazardan nisbiy xatolikni bilish xar bir tajriba uchun aloxida o‘rin tutadi.

O‘rtacha kvadratik va eng ehtimollik xatoliklar

Ba’zan a kattalikni o‘lchashdagi o‘rtacha arifmetik xatolik $\langle \Delta a \rangle = 0$ bo‘lishi ham mumkin, lekin o‘rtacha kvadratik xatolik deb ataluvchi kattalik borki uning qiymati xech qachon nolga teng bo‘lmaydi, shu sababli kattaliklarni o‘lchashdagi natijalarining aniqlik chegarasini oshirish maqsadida o‘rtacha kvadratik xatolik va **eng ehtimollik xatolik** deb ataluvchi tushunchalar va kattaliklardan foydalilanadi. Xar bir o‘lchashning o‘rtacha kvadratik xatoligi deb,

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\langle a \rangle - a_i)^2}{n-1}} \quad (1.5)$$

yoki

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta a_i)^2}{n-1}} \quad (1.6)$$

kattalikka aytildi. Agar o'lhashlar soni juda katta ya'ni $n \rightarrow \infty$ da S_n biror o'zgarmas qiymat σ ga intiladi. σ ni s ning statistik chegaraviy qiymati deb atashi mumkin, ya'ni

$$\sigma = \lim_{n \rightarrow \infty} S_n \quad (1.7)$$

Aslini olganda ayni shu chegaraviy qiymat **o'rtacha kvadratik xatolik** deb ataladi. Lekin amaliy ishlarda doim σ ni emas balki uning tarkibiy qiymati S_n xisoblaymiz n qanchalik katta bo'lsa (o'lhashlar soni qancha katta bo'lsa), S_n ham shunchalik σ ga yaqin bo'ladi.

Bir necha o'lhashlarning natijasi uchun o'rtacha kvadratik xatolik

$$S = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta a_i)^2}{n(n-1)}} \quad (1.8)$$

formula yordamida aniqlanadi.

Agar o'lhashlar soni n chekli bo'lsa, u xolda xatolikni xisoblashda Styudent koeffitsientidan foydalaniladi, uning son qiymati α - extimol likka n o'lhashlar soniga bog'liq bo'ladi.

a fizik kattalikni o'lhashdagi eng extimollik xatolik kattaligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi

$$r = \Delta a_e = t S_n \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta a_i)^2}{n(n-1)}} \quad (1.9)$$

xususiy xollarda bu ifodani

$$r = 0,6745 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta a_i)^2}{n(n-1)}} \quad (1.9a)$$

ko'rinishda yozish mumkin. Bundan keyin biz asosan (1.9a) ifoda bilan ish ko'ramiz. (1.1) va (1.2) ni nazarda tutgan xolda, a aniqlangan qiymatini quyidagi

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} = t S_n \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta a_i)^2}{n(n-1)}} \quad (1.10)$$

ifoda bilan topish mumkin.

Sinov savollari

1. Sistematik xatolik deb qanday xatolikka aytildi?
2. Tasodifiy xatolik deb qanday xatolikka aytildi?
3. Absalyut xatolik deb nimaga aytildi?
4. Nisbiy xatolik deb nimaga aytildi?
5. Biz hayotda ko'proq qanday xatolikka e'tibor beramiz?
6. Eng ehtimollik xatolik deb nimaga aytildi?
7. O'rtacha kvadratik xatolik deb nimaga aytildi?
8. Xatoliklarni bartaraf qilishning ahamiyati nimada?

ASSESSMENT

Test.1. Necha xil xatolik bor?	Muammoli topshiriq
A. Tasodifiy xatolik. B. Sistematik xatolik. C. O'ta qo'pol xatolik. D.Barcha javoblar to'gri.	
Simptom	Amaliy ko'nikma

2 - Labaratoriya ishi

Qattiq jismlarning zichligini shtangensirkul va mikrometr yordamida aniqlash

Ishning maqsadi. Har xil to‘g‘ri geometrik shakldagi jismlarning massasini tarozi yordamida o‘lchab va hajmini ularning chiziqli o‘lchamlari orqali moddalarng zichligini topishdan iborat.

Kerakli asbob va jixozlarlar. Zichligi o‘lchanishi zarur bo‘lgan turli geometrik shakldagi jismlar, shtangentsirkul, mikrometr, tarozi.

Ma’lumki, Nyutonning birinchi qonuniga ko‘ra, har qanday jism unga boshqa jismlar ta’sir qilmaguncha o‘zining tinch xolatini yoki to‘g‘ri chiziqli tekis harakatini saqlaydi.

Jismlarning tinch xolatini yoki to‘g‘ri chiziqli tekis harakatini saqlashiga inersiya deb ataladi.

Agar jismga boshqa jismlar ta’sir etsa, ya’ni kuchlar ta’sir etsa va ular o‘zaro to‘la kompensatsiyalanmasa, jism o‘z xolatini o‘zgartiradi; tinch xolatidan harakatga keladi yoki to‘g‘ri chiziqli tekis harakatidan o‘zgaruvchan harakatga o‘tadi. Boshqacha aytganda, tezlanish bilan harakatlanadi. Tajribalar ayni bir xil kuch turli jismlarga turlicha tezlanish berishini, ta’sir etayotgan kuch qancha katta bo‘lsa, jismning olgan tezlanishi ham shuncha katta bo‘lishini ko‘rsatadi. Demak, jismning olgan tezlanishining kattaligi faqat ta’sir etayotgan kuchning kattaligigagina emas, balki jismlarning ba’zi xususiy xossasiga ham bog‘liq bo‘ladi.

Jismning bu xossasi massa deb ataladigan fizik kattalik bilan harakterlanadi. Odatda bir xil kuch ta’sirida kichikroq tezlanish olgan jismning massasi kichikroq bo‘ladi. Tinch turgan katta massali jismning harakatga keltirish uchun kattaroq kuch bilan ta’sir etish kerakligi tajribalardan ma’lum. Bundan, jismning massasi qanchalik katta bo‘lsa u o‘z harakatining o‘zgarishiga shunchalik ko‘p to‘sinqlik ko‘rsatadi deb xulosa qilish mumkin. Shu, ma’noda jismning massasi inertsiya o‘lchovidir deyish mumkin. Shuning uchun odatda, massasi kattaroq bo‘lgan jism inertliroq deyiladi. Jismning massasi shu jismdagi modda miqdoriga to‘g‘ri

proportsional bo'ladi. Turli jismlarning massalarini taqqoslash uchun modda zichligi tushunchasidan foydalaniladi. Moddaning birlik hajmdagi massasi shu moddaning zichligi deyiladi. Agar m massali moddaning hajmi V bo'lsa, u xolda uning quyidagi formuladan topiladi.

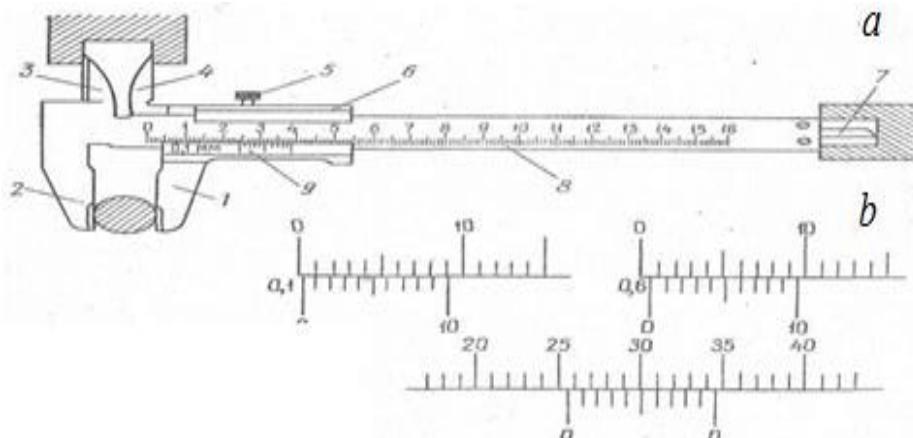
$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.1)$$

Moddalarning zichligi ularning tabiatiga va haroratiga bog'liq bo'ladi. Harorat ortishi bilan modda hajmining kengayish xisobiga zichlik kamayib boradi. Jismning massasi inertsial sanoq sistemalarida, ya'ni tezlanishsiz harakatlanadigan sistemalarda o'zgarmas kattalikdir. Yerga biriktirilgan sanoq sistema inertsial sanoq sistema bo'lgani uchun jismning zichligi geografik kenglik va balandlik bo'yicha o'zgarmaydi.

Moddalar zichligini uning massasini tarozi yordamida tortish va hajmini geometrik o'lhash usuli bilan aniqlash va bu kattaliklarning qiymatlarini (2.1) formulaga qo'yib xisoblash yo'li bilan topish mumkin. Agar jism biror oddiy geometrik shaklga ega bo'lsa jismning hajmi uning chiziqli o'lchovlarini o'lhash orqali aniqlanadi. Bu ishda aniq geometrik shaklga ega bo'lgan moddalarning zichligi aniqlanadi.

Shtangensirkul - universal o'lchov asbobi bo'lib, uning yordamida chizig'iy o'lchamlarni, tashqi va ichki o'lchamlarni, chuqurliklarni o'lhash, tayyor detal va buyumlarning o'lchamlarini tekshirish, shuningdek, rejalah ishlari bajariladi. Shuning uchun undan masshtabli lineyka, kronsirkul, nutromer, chuqurlikni ulchaydigan asbob (shtangenglubinomer), sirkul, shtangenreysmus sifatida foydalanish mumkin.

Asbobsozlik zavodlarida 100, 125, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1500 va 2000 mm gacha bo'lgan o'lchamlarni o'lhash imkonini beradigan, aniqlik darajasi 0,1; 0,05; 0,02 mm gacha bo'lgan Shtangensirkullar ishlab chiqariladi. O'quv ustaxonalarida 300 mm gacha o'lhash imkonini beradigan Shtangensirkullar ishlatiladi.



SHTs-1markali Shtangensirkul: *a*—tuzilishi: 1, 4—qo‘zg‘aluvchi jag‘lar, 2, 3—qo‘zg‘almas jarlar, 5—maxkamlovchi vint, 6—ramka, 7—glubinomer (chuqurlikni o‘lchaydigan sterjen), 8—shtanga, 9—nonyus, *b*—xisob olish.

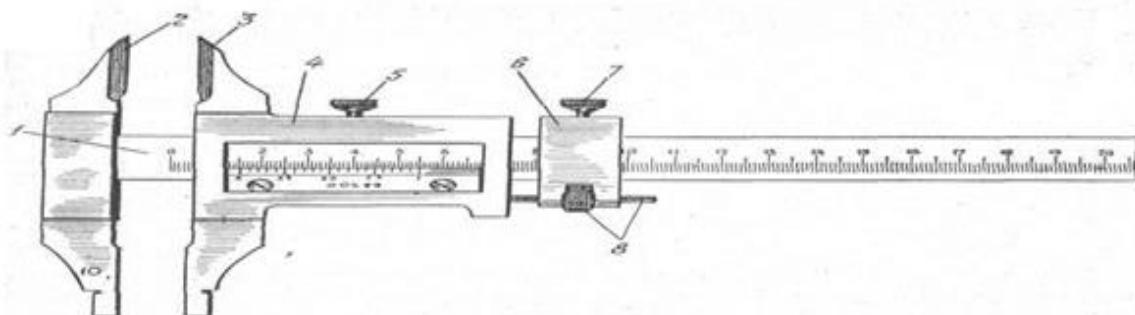
Aniqlik darajasi 0,1 mm bo‘lgan Shtangensirkul (rasmdagi *a* chizma) millimetrlar masshtabli shtanga 8, qo‘zg‘almas jag‘ 2, 3, qo‘zg‘aluvchi jag‘ 1, 4, noniusli ramka 6, qotiruvchi vint 5, nonius 9, va sterjen 7 dan iborat.

Nonius shkalasining uzunligi 9 mm bo‘lib, u 10 ta teng bo‘lakka bo‘lingan. Demak, noniusning har bir bo‘limi 9 mm: $10=0,9$ mm ga teng. Noniusning noli shtanganing noli bilan mos kelsa, uning o‘ninchisi chizig‘idan tashqari hech bir chizig‘i shtanga chizig‘i bilan mos kelmaydi (bir to‘g‘ri chiziqda yotmaydi). Bunda noniusning o‘ninchisi chizig‘i shtanganing to‘qqizinchisi chizig‘iga mos keladi. Shunday qilib, noniusning bir chizig‘i shtanganing bir chizig‘iga 0,1 mm yetmaydi, noniusning ikki chizig‘i shtanganing ikki chizig‘iga 0,2 mm, uch chizig‘i 0,3 mm va h. k. yetmaydi.

Shtangensirkul yordamida o‘lchash va undan xisob olish quyidagicha olib boriladi. Uning qo‘zg‘aluvchi va qo‘zg‘almas jag‘lari o‘lchanuvchi detal sirtiga jips tegadigan qilib suriladi va ramkani shtangaga mahkamlovchi vint yordamida qotiriladi. So‘ng Shtangensirkul detaldan chiqarilib, noniusdan xisob olinadi. Noniusning noli shtanga chizig‘ining qaysi biri bilan mos kelsa, shuncha butun son bo‘ladi. Agar noniusning noli shtanganing xohlagan bir chizig‘idan o‘tsa, shuncha butun son bo‘lib, kasr son

shtanganing ixtiyoriy bir chizig‘iga mos kelgan nonius chizig‘idan xisoblanadi.

Masalan, noniusning nol chizig‘i shtanganing nol chizig‘idan o‘tib, bиринчи chizig‘iga yetmagan bo‘lsin. Noniusning оltинчи chizig‘i shtanga chizig‘iga mos kelsin. Bu xolda xisob 0,6mm bo‘ladi. Ikkинчи o‘lchashda noniusning noli shtanganing 25-chizig‘idan o‘tgan. Demak, butun son 25 mm. Noniusning 6-chizig‘i shtanganing ixtiyoriy bir chizig‘iga mos kelgan. Kasr son 0,6 mm. Bu xolda Shtangensirkulning ko‘rsatishi 25,6 mm. Aniqlik darajasi, 0,05 yoki 0,02 mm gacha bo‘lgan Shtangensirkul ko‘rsatilgan.



SHTS-11 marakali Shtangensirkul: 1-shtanga, 2-qo‘zg‘almas jag‘, 3-qo‘zg‘aluvchi jag‘, 4-ramka, 5-qotiruvchi vint, 6-xomut, 7-xomutni qotiruvchi vint, 8-mikrometrik surish vinti.

O‘lchov olishda qo‘zg‘almas va qo‘zg‘aluvchi jag‘larni detal sirtiga erkin tekkizib, xomut shtangaga qotiriladi. So‘ngra mikrometrik surish vinti yordamida ramkani surib, jag‘larni detal sirtiga jipslanadi va ramkani shtangaga qotirilib Shtangensirkul detaldan olinadi. Undagi o‘lchovni xisoblari yuqorida bayon etilgan tartibda olib boriladi.

Aniqlik darajasi 0,1 mm bo‘lgan asboblarda noniusdan olinadigan kasr sonlar millimetrnинг o‘ndan bir ulushlarida xisoblansa, aniqlik darajasi 0,05 va 0,02 mm bo‘lgan asboblarda millimetrnинг yuzdan besh va yuzdan ikki ulushlarida xisoblanadi. Bu xildagi Shtangensirkullardan tekislikdagi rejalash ishlarini olib borishda sirkul va xatkash sifatida ham foydalaniladi. Asbobdan sirkul sifatida foydalanishda metallarga chekich yordamida aylana markazlari chekib olinadi. Aks xolda Shtangensirkul metall sirtida

sirpanib, markazdan chiqib ketadi, bu esa reja chizig‘ining aniq chiqmasligiga olib keladi

Mikrometr 0,01 mm gacha aniqlikda o‘lchash imkonini beradigan asbob bo‘lib, uning yordamida tashqi o‘lchamlar o‘lchanadi. Ular 0–25, 25–50, 50–75, 75–100 mm va h.k. o‘lchamli qilib tayyorlanadi. Mikrometrning skobasiga uning aniqlik darajasi, o‘lchash chegarasi va asbobsozlik zavodining muhri tushirilgan bo‘ladi.

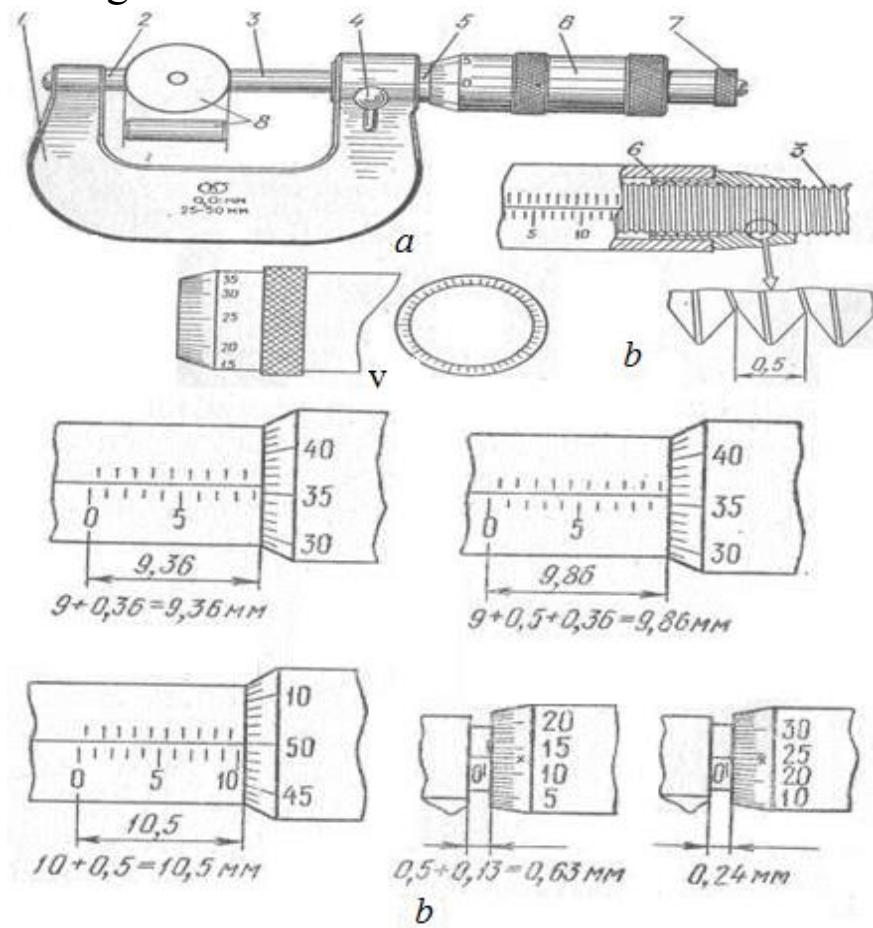
Mikrometr skoba 1 uning bir tomoniga qo‘zg‘almas qilib o‘rnatilgan tovon 2 ikkinchi tomoniga o‘rnatilgan vtulka-stebel 5 dan iborat. Vtulkaga mikrometrik vint-shpindel 3 kiritiladi. Vtulka stebelning tashqi tomoniga millimetrlı va yarim millimetrlı masshtab shkalalari chizilgan. Vtulkaga gilza baraban 6 kiydirilib, uning aylanasi bo‘ylab 50 bo‘limli nonius darajalangan. Mikrometrik vint qolpoqcha yordamida barabanga qotirilib, uning uchiga treshchotka 7 o‘rnatiladi.

Natijada mikrometrik vint vtulka ichida, baraban uning tashqarisida birgalikda buraladi. O‘lchash vaqtida mikrometrik vint sterjeni detal sirtiga tegishi bilan treshchotka ovoz chiqaradi. Bu mikrometrik vintni ortiqcha buramaslik detalga qotirmaslik kerakligini bildiradi. Treshchotka ovoz chiqargandan so‘ng mikrometrik vintni stopor halqa 4 bilan vtulkaga siqib, o‘lchovning o‘zgarmasligi ta’minlanadi.

Mikrometrik vintning qadami 0,5 mm bo‘lib, baraban aylanasi 50 bo‘linmaga bo‘lingan shuning uchun baraban to‘la bir marta aylanganda 0,5 mm ga suriladi. U xolda uning har bir bo‘limi $0,5:50=0,01$ mm ga teng bo‘ladi. Mikrometr yordamida o‘lchov olishdan oldin uning to‘g‘riligi tekshirib olinadi. Buning uchun mikrometrik vint treshchotka yordamida surilib, tovonga tekkiziladi. Buni treshchotkadan chiqqan ovozga qarab aniqlanadi. Bu vaqtda barabanning (noniusning) noli stebeldagi masshtab chizig‘ining noliga mos tushishi kerak. Agar noniusning noli masshtab chizig‘ining noliga mos tushmasa treshchotka yordamida mikrometrik vintni tovonga tekkiziladi va stopor halqa bilan

stebelga siqib qo'yiladi. So'ngra barabanni tutib turib, treshchotka qalpoqchasi bo'shatiladi.

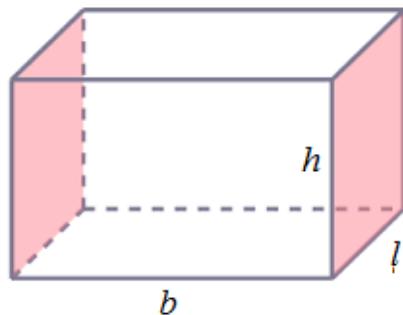
Bu vaqtida baraban mikrometrik vintdan erkin aylanib noninusning noli masshtab chizig'inining noliga moslanadi. So'ngra qalpoqchani burab barabanni mikrometrik vintga qotirib qo'yiladi. Mikrometrning aniqligi qayta tekshirilib o'lchov olish davom ettiriladi. Mikrometr yordamida olingan o'lcham quyidagicha xisoblanadi. Butun va yarim millimetrli o'lchamlar vtulka-stebeldagi masshtab shkalasidan xisoblanib, millimetrning yuzdan bir ulushlari vtulka bo'ylama chizig'iga mos kelgan barabandagi nonius chizig'idan olinadi. Mikrametr yordamida olingan o'lchamni xisoblash ko'rsatilgan.



Katta o'lchamli mikrometrler yordamida kichik o'lchamli detallarni o'lchashda yordamchi sterjenlardan foydalilaniladi. Yordamchi sterjenlar mikrometrning o'lchash chegarasiga qarab har xil uzunlikda bo'ladi. O'lchash chegarasi 25–50 mm bo'lgan mikrometrda 25 mm li, 50–75 mm lisida 50 mm li, 75–100 mm

lisida 75 mm li va h.k. sterjenlar bo'ladi. O'lchash chegarasi 75–100 mm li mikrometr yordamida o'lchami 25 mm dan kichik bo'lgan detalni o'lchashda uni yordamchi sterjen bilan birgalikda tovon va mikrometrik vint orasiga tutiladi. Bu vaqtda mikrometrning ko'rsatishi 75 mm dan ortiq bo'lib, detalning o'lchamini xisoblash uchun mikrometrning ko'rsatishidan yordamchi sterjen uzunligi ayiriladi. O'lchami 75 mm dan ortiq bo'lgan detallar bevosita tovon va mikrometrik vint orasiga olinib ulchanadi. Mikrometrning ko'rsatishi detalning haqiqiy o'lchamidan iborat bo'ladi.

1. Parallelepiped shakldagi jismning zichligi. Ushbu jismning uzunligi l eni b va balandligi h bo'lsin. Bunday shaklga ega bo'lgan jismning hajmi

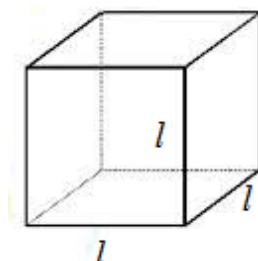


$$V = l \cdot b \cdot h \quad (2.2)$$

formula orqali ifodalanadi. Agar (2.1) formuladagi V hajm o'rniga (2.2) ni qo'ysak, massasi m bo'lgan *parallelepiped* shaklidagi jismning zichligi quyidagi ifodadan topiladi.

$$\rho = \frac{m}{l \cdot b \cdot h} \quad (2.3)$$

2. Kub shakldagi jismning zichligi. Qirrasining uzunligi l bo'lgan kub shakldagi jismning hajmi

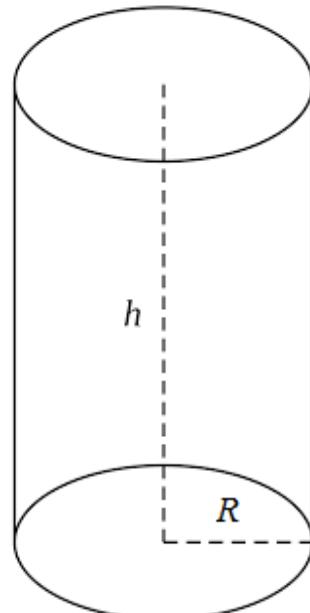


$$V = l^3 \quad (2.4)$$

formula orqali ifodalanadi. Agar (2.1) formuladagi V hajm o‘rniga (2.4) ni qo‘ysak, massasi m bo‘lgan *kub* shaklidagi jismning zichligi quyidagi ifodadan topiladi.

$$\rho = \frac{m}{l^3} \quad (2.5)$$

3. Silindr shaklidagi jismning zichligi. Balandligi h asos aylanasining radiusi R bo‘lgan, silindr shaklidagi jismning hajmi

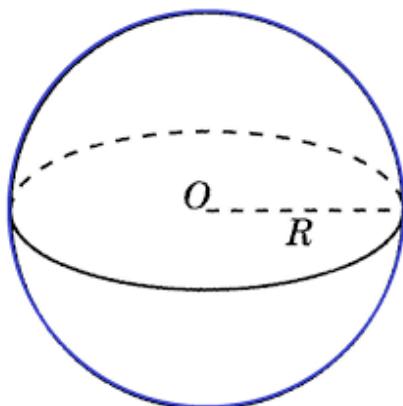


$$V = \pi R^2 h \quad (2.6)$$

formula orqali ifodalanadi. Agar (2.1) formuladagi V hajm o‘rniga (2.6) ni qo‘ysak, massasi m bo‘lgan silindr shaklidagi jismning zichligi quyidagi ifodadan topiladi.

$$\rho = \frac{m}{\pi R^2 h} \quad (2.7)$$

4. Shar shaklidagi jismning zichligi. Radiusi R bo‘lgan shar shaklidagi jismning hajmi



$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 \quad (2.8)$$

formula orqali ifodalanadi. Agar (2.1) formuladagi V hajm o‘rniga (2.8) ni qo‘ysak, massasi m bo‘lgan shar shaklidagi jismning zichligi quyidagi ifodadan topiladi.

$$\rho = \frac{3m}{4\pi R^3} \quad (2.9)$$

Jismlarning chiziqli o‘lchashlar Shtangensirkul va mikrometr yordamida bir necha bor o‘lchanadi shtangentsirkul tishlar ichki tomonlari bilan bir-biriga zich tegib tursa u xolda chizgichdan shkalaning noli bilan konus noli ro‘parama-ro‘para tushadi. O‘lchanish kerak bo‘lgan jism shtangentsirkul tishlari orasiga jismni ular siqib qo‘ymaydigan qilib ohista joylashtiriladi, so‘ng vint mahkamlanadi va shtangentsirkulning asosiy shkalasidan va konusdan foydalanib jismning o‘lchami aniqlanadi.

Ishni bajarish tartibi

1. Berilgan jismlarning massasini tarozi yordamida 4-5 marta 0,1 gramm aniqlikkacha tortib aniqlang.

2. Jismning chiziqli o‘lchamlarning shtangensirkul yoki mikrometr yordamida ularning o‘lhash aniqligigacha 4-5 marta o‘lchang.

3. (2.3), (2.5), (2.7) va (2.9) formulalardan foydalanib berilgan jismlarning zichliklarini xisoblab toping.

4. Har bir jism uchun zichlikning o‘rtacha qiymatini toping va jadvaldan foydalanib jismlar qanday moddalardan yasalganini aniqlang.

5. Absolyut nisbiy o‘rtacha kvadratik va eng katta ehtimollik xatoliklarni xisoblang.

Tajribadan olingan o‘lchov natijalari quyidagi 2.1-jadvalga kiritilib zichlik ρ va uning aniqlashdagi absolyut va nisbiy xatoliklar aniqlanadi.

2.1-jadval

№	Parallipiped					Kub			Silindr			
	m	l	b	h	$\rho = \frac{m}{lbh}$	m	l	$\rho = \frac{m}{l^3}$	m	h	R	$\rho = \frac{m}{\pi R^2 h}$

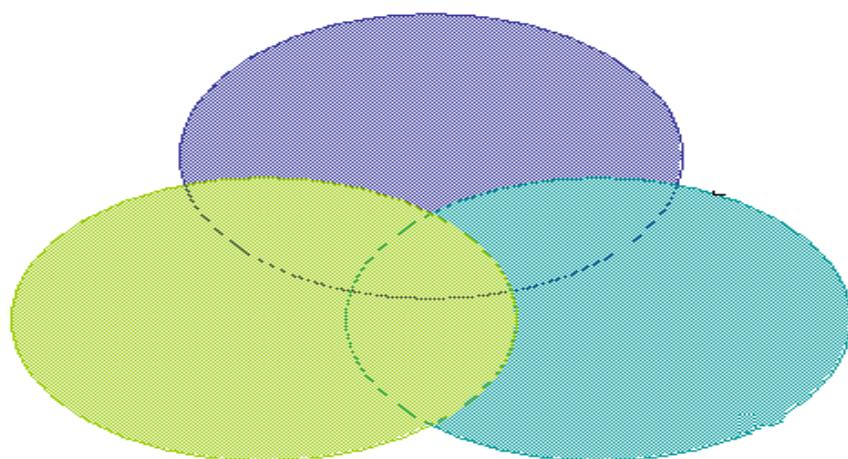
1											
2											
3											

Sinov savollari

1. Sistematik xatolik deb qanday xatolikka aytildi?
2. Tasodifiy xatolik deb qanday xatolikka aytildi?
3. Absalyut xatolik deb nimaga aytildi?
4. Nisbiy xatolik deb nimaga aytildi?
5. Biz hayotda ko'proq qanday xatolikka e'tibor beramiz?
6. Eng ehtimollik xatolik deb nimaga aytildi?
7. O'rtacha kvadratik xatolik deb nimaga aytildi?
8. Xatoliklarni bartaraf qilishning ahamiyati nimada?

VENNA DIAGRAMMASI

Zichlik va hajmni bir-biriga solishtiring va taqqoslang



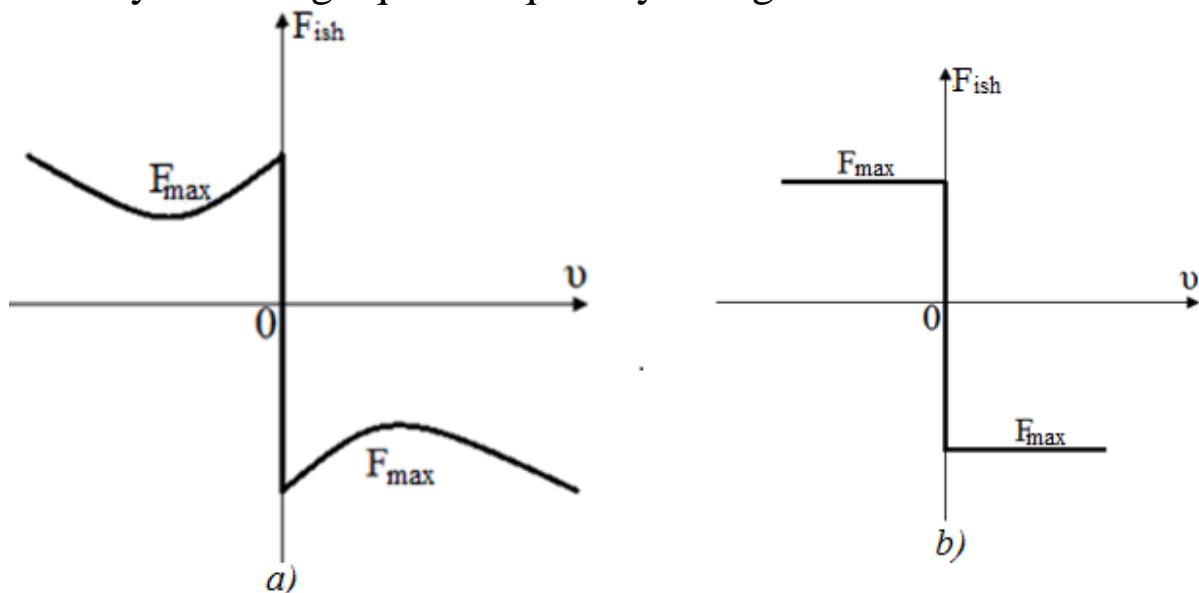
3- Labaratoriya ishi

Qattiq jismlarning sirpanish ishqalanish koeffitsientini aniqlash

Ishning maqsadi. Tribometr yordamida turli qattiq jismlar orasidagi sirpanish ishqalanish koeffitsientini aniqlash.

Kerakli asbob va jixozlar: Tribometr, ishqalanish koeffitsienti aniqlanadigan yog'och va alyuminiy taxtachalar, tarozi toshlari, shayton.

Mexanik jarayonlarda doimo mexanik harakatning materiya harakatining boshqa ko'rinishlariga ozmi ko'pmi aylanishi ro'y beradi, ayniqsa, harakatning issiqlik ko'rinishiga aylanishi ko'proq sodir bo'ladi. Bunday xollarda jismlar yoki jism qismlari orasidagi ta'sirlar ishqalanish kuchlari deb ataladi. Bir biriga tegib turgan sirtlarning xolati turlicha bo'lgan. Har xil jismlarning bir biriga nisbatan siljishi natijasida ishqalanish kuchlari paydo bo'ladi va bu kuchlar bir biriga nisbatan sirpanuvchi sirtlarga o'rinch ravishda harakat yo'naliishiga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi.



3.1-rasm

Sirtlari tegib turgan ikkita jism bir-biriga nisbatan ko'chgan vaqtida yuzaga keladigan ishqalanish kuchlari tashqi ishqalanish kuchlari deyiladi. Bitta yahlit jismning masalan, suyuqlik yoki

gazning) qismlari orasidagi o‘zaro ishqalanish kuchi ichki **ishqalanish kuchi** deyiladi. Tashqi ishqalanish quruq ishqalanish va qovushqoq yoki suyuq ishqalanishga ajratiladi. Ikkita qattiq jism sirtlarining orasida biror qatlam, masalan, moy qatlam bo‘lmagan sharoitdagi ishqalanish quruq ishqalanish deyiladi. Qattiq jism bilan suyuq yoki gazsimon muhit orasidagi yo shunga o‘xhash muhit qatlamlari orasidagi muhit qatlamlari ishqalanish **suyuq ishqalanish** deyiladi.

Tashqi ishqalanish tinch xolatdagi (tinchlikdagi) ishqalanish, sirpanish ishqalanishga va dumalash ishqalanish ko‘rinishida mavjud bo‘ladi. Jism nisbiy tinchlikda turganda ishqalanish kuchi uni bir joyda ushlab turadi. Bu kuch jismning joyidan qo‘zg‘alishiga to‘sinqinlik qiladi va uni tinchlikdagi ishqalanish kuchi deb ataladi. Tinchlikdagi ishqalanish kuchining kattaligi va yo‘nalishi jismning sirpanishining yuzaga keltirishi mumkin bo‘lgan tashqi kuchning kattaligi va yo‘nalishi bilan aniqlanadi.

Tinchlikdagi ishqalanish kuchi turli kattalikka ega bo‘lishi va bir-biriga tegib turuvchi sirtlarda turli yo‘nalishlarni olishi mumkin, biroq kattaligi bo‘yicha tinchlikdagi maksimal ishqalanish kuchi deb ataladigan kuchdan katta bo‘la olmaydi.

Tashqi kuch tinchlikdagi maksimal ishqalanish kuchidan katta bo‘lmaguncha jism-ning sirpanishi yuzaga kelmaydi.

Kulon quruq, ishqalanish hodisasini tekshirib, quyidagi xulosalarga keladi:

1. Tinchlikdagi maksimal ishqalanish kuchi jismning ishqalanuvchi sirtlarining kattaligiga bog‘liq emas.

2. Maksimal ishqalanish kuchi ishqalanayotgan sirtlarning bir-biriga siqib turuvchi normal bosim kuchiga proportsional (mutanosib) bo‘ladi, ya’ni

$$F_{max} = kN \quad (3.1)$$

bunda F_{max} - tinchlikdagi maksimal ishqalanish kuchi, N – normal bosim kuchi bo‘lib, k – esa tinchlik (yoki tinch xolat) dagi ishqalanish koeffitsienti deb ataladi. Ishqalanish k koeffitsientini o‘lchamsiz kattalik bo‘ladi. Bu koeffitsient jismlarning kimyoviy tabiatiga xolatiga bog‘liq bo‘ladi va uning son qiymati nol bilan bir

orasida yotadi. Bir-biriga tegib turgan sirtlarning barcha sohalarida bir xil sharoit bo‘lganda birlik yuzaga turli keluvchi ishqalanish kuchini aniqlash uchun bir-biriga tegib turuvchi sirtlarning S yuziga nisbatini olish kerak. Binobarin, yuz birligiga turli keluvchi tinchlikdagi maksimal ishqalanish kuchi quyidagiga teng bo‘ladi:

$$f_{ma} = \frac{F_{max}}{S} = k \frac{N}{S} \quad (3.2)$$

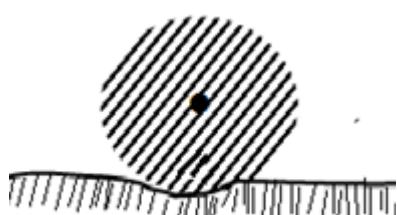
$\frac{N}{\varsigma} = \sigma$ – normal bosim bo‘lgani sababli,

$$f_{max} = k\sigma \quad (3.3)$$

bo‘ladi (3.3) formula Kulon ishqalanish qonunini ifodalaydi.

Kulon qonuni taxminiy bo‘lib kichik bosimlarga qaraganda katta bosimlarda yaxshiroq bajariladi.

Jismni harakatga keltirish uchun unga ishqalanish kuchiga qarama-qarshi yo'nalgan tashqi kuch bilan ta'sir qilishi kerak. Tashqi kuch F_{ma} ~~z~~ kuchiga tenglashganda jism sirpana boshlaydi ya'ni, sirpanish ishqalanish yuzaga keladi. Sirpanish, ishqalanish kuchi jismlarning moddasiga va bir-biriga tegib turuvchi sirtlarning xolatiga bog'liq bo'lishdan tashqari yana ularning sirpanish tezligiga (nisbiy tezligiga) bog'liq bo'ladi. Turli jismlar uchun va sirtlariga mahsus ishlov berilmaganda sirpanish ishqalanish kuchini tezlikka bog'liqlik harakteri turlichcha bo'ladi. Bunday xol uchun ishqalanish kuchining sirpanish tezligiga bog'liqligi 3.1a-rasmida keltirilgan. Rasmdan ko'rindan, tezlik ortishi bilan sirpanish ishqalanish kuchi F_{max} avval kamayib, so'ng yana ortib boradi. Ishqalanish kuchining bu harakteristikasi tinchlikdagi ishqalanish kuchining xossalalarini ham ko'rsatadi. Nisbiy tezlik nolga teng



3.2-rasm

bo‘ladi tinch xolatdagi ishqalanish kuchi, yuqorida aytib o‘tilgandek, \vec{F}_{max} kuchdan katta bo‘lmagan qiymatini olishi mumkin. Bunday harakteristkaning koordinata o‘qibilan ustma-ust tushadigan vertikal qismi

mos keladi.

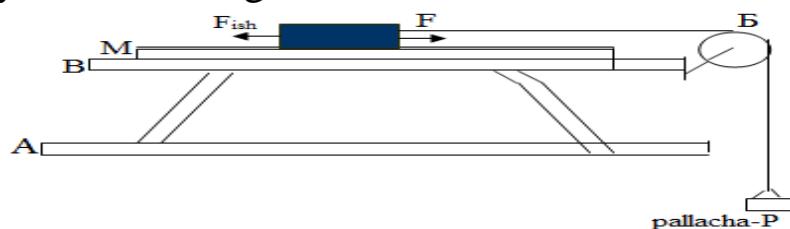
Sirpanish ishqalanish kuchi uchun ham Kulon ishqalanish kuchi qonuni o'rinlidir.

Maxsus xollarda (bir jinsli qattiq materiallar yoki tegib turuvchi sirtlarga maxsus ishlov berilganda) sirpanish ishqalanish kuchi tezlikka deyarli bog'liq bo'lmaydi va tahminan tinch xolatdagi maksimal ishqalanish kuchiga teng bo'ladi. Bu xolda ishqalanish kuchining ko'rinishi 3.1b-rasmida ko'rsatilgandek bo'ladi.

Tinchlikdagi ishqalanishga ham, sirpanish ishqalanishga ham jismlar sirtining g'adir-budurligi va bir jism zarralari bilan ikkinchi jism zarralari orasidagi tutunish kuchlari sabab bo'ladi

Bir jism ikkinchi jismning sirti bo'ylab dumalaganda dumalanish ishqalanish yuzaga keladi. Dumalanish ishqalanishning xosil bo'lishining asosiy sababi dumalayotgan jism og'irligi tufayli yuzaga keluvchi deformatsiyadir. Bosim tufayli sirtda chuqurlik xosil bo'ladi, jism sirtga urinish nuqtasida biroz yassilanadi (3.2-rasm). Bu xol jismning dumalanishini qiyinlashtiradi.

Sirpanish ishqalanish kuchini tribrometr deb ataladigan asbob yordamida o'lchanish mumkin. Tribrometrning tuzilishi rasmida keltirilgan: uzunligi 50-60 cm va kengligi 10-15 cm bo'lган A stolcha ustiga mahkamlangan B taxtachaga bir-biriga parallel xolda ikkita silliq sirtli M yog'och relslar joylashtirilgan. B taxtachaning chetiga deyarli ishqalanishsiz harakatlanadigan Б blok o'rnatilgan relslarning ustiga qo'yilgan yog'och yoki metall taxtacha (yuk) uni harakatga keltirish maqsadida unga bog'langan ip blok orqali o'tkazilib, ipning ikkinchi uchiga P pallacha osilgan. Pallachaga toshlar qo'yib yukni harakatga keltirish mumkin.



3.3-rasm

Agar taxtachani harakatlantiruvchi \vec{F} kuch \vec{F}_{ish} sirpanish ishqalanish kuchidan katta bo'lsa taxtacha F_{ish} tezlanishga ega bo'ladi. $|\vec{F}_{ish}| > \vec{F}$ bo'lsa, u vaqtda harakat sekinlanuvchan bo'lib, jism asta-sekin to'xtab qoladi. Agar $|\vec{F}_{ish}| = \vec{F}$ bo'lsa, u xolda

taxtacha tekis harakat qiladi. Demak, taxtachani tekis harakatga keltirib, sirpanish ishqalanish kuchini aniqlash mumkin. Buning uchun taxtacha sekin turtib yuborilganda u tekis harakatga kelguncha pallachaga tarozi toshlaridan qo'yib borish kerak. Bu vaqtda taxtachani haralatlantiruvchi F kuch tarozi toshlari bilan pallacha og'irliliklarining yig'indisiga teng bo'ladi, ya'ni $F = P_t + P_P$ bunda P_t - tarozi toshlarining og'irligi, P_P pallachalarning og'irligi, ishqalanish kuchi son jihatdan harakatlantiruvchi kuchga teng bo'lgani uchun $F_{ish} = P_t + P_n$ deb yoza olamiz. $P_t = m_\tau g$, $P_P = m_n g$ ekanligini nazarga olsak (bu yerda m_τ -toshlarning massasi, m_P -pallachaning massasi), u xolda $F_{ish} = (m_\tau + m_P)g$ bo'ladi. Binobarin sirpanish ishqalanish koeffitsientini ifodasi quyidagi ko'rinishga keladi:

$$k = \frac{(m_\tau + m_P)g}{mg} = \frac{m_\tau + m_P}{m} \quad (3.4)$$

bu yerda m -taxtachaning massasi, $P = mg$ -taxtachaning og'irligi. F – normal bosim kuchi P – ga tengligi ravshan.

Ishni bajarish tartibi

1. Tribometrni gorizontal xolatda o'rnatiladi va M metall rels ustiga shayton qo'yib tekshiriladi.
2. Yog'och va alyuminiy taxtachaning \mathbf{m} - massalari (alohida-alohida) hamda pallachaning \mathbf{m}_P massasi tarozida tortib aniqlanadi.
3. Taxtachalardan birini masalan, yog'och taxtachani tribometr ustiga qo'yiladi va uning ilgagiga ipni ilib blok orqali o'tkaziladi va ipning ikkinchi uchiga pallacha bog'lanadi.
4. Pallachaga tarozi toshlaridan qo'yib jismni yuqorida aytilganidek tekis harakatga keltriladi. U tekis harakatga kelganda pallachadagi tarozi toshlarining \mathbf{m}_τ massasi aniqlab olinadi.
5. (3.4) formulada yog'och bilan temir orasidagi ishqalanish koeffitsientini xisoblab topiladi.
6. Vazifani kamida 4-5 marta takrorlanadi. Yog'och taxtacha ustiga alyuminiy taxtacha qo'yib tajriba 4-banddagidek takrorlanadi.
- 7 .Tribometr ustiga faqat alyuminiy taxtachani qo'yib, tajriba 4-banddagidek takrorlanadi va alyuminiy bilan temir orasidagi ishqalanish koeffitsientini xisoblab topiladi.

8. Alyuminiy taxtacha ustiga yog‘och taxtachani qo‘yib tajriba 4-banddagidek yana takrorlanadi.

9. Har bir xol (yog‘och va temir, alyuminiy va temir) uchun ishqalanish koeffitsientlarning o‘rtacha qiymati topiladi.

10. Absolyut va nisbiy hatoliklar xisoblanadi.

Tajribadan olingan o‘lchov natijalari quyidagi 3.1-jadvalga kiritilib sirpalanib ishqalanish koeffitsenti k va uning aniqlashdagi absolyut va nisbiy xatoliklar aniqlanadi.

3.1-jadval

№	m_τ	m_P	$mg = N$	$k = \frac{m_\tau + m_P}{m}$	$ \Delta k $	$\frac{ \Delta k }{\langle k \rangle}$
yog‘och va temir						
1						
2						
3						
alyuminiy va temir						
1						
2						
3						

Sinov savollari

1. Sistematik xatolik deb qanday xatolikka aytildi?
2. Tasodifiy xatolik deb qanday xatolikka aytildi?
3. Absalyut xatolik deb nimaga aytildi?
4. Nisbiy xatolik deb nimaga aytildi?
5. Biz hayotda ko’proq qanday xatolikka e’tibor beramiz?
6. Eng ehtimollik xatolik deb nimaga aytildi?
7. O‘rtacha kvadratik xatolik deb nimaga aytildi?
8. Xatoliklarni bartaraf qilishning ahamiyati nima?

B/BH/B jadvali

Bilaman	Bilishni xohlayman	Bilib oldim

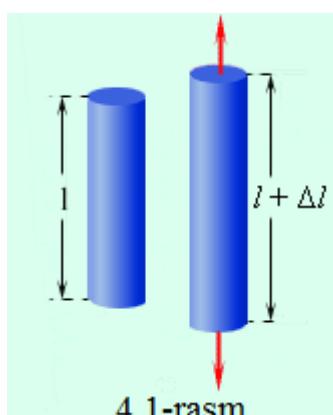
4 - Labaratoriya ishi

Elastiklik modulini qattiq jismning egilish deformasiya yordamida aniqlash

Ishning maqsadi. Maxsus qurilma yordamida turli moddalardan yasalgan to‘g‘ri to‘rtburchak kesimli sterjenlarning yuk ta’sirida egilishini o‘lchab, egilish elastiklik modulini aniqlash. Bu mashqda alyuminiy va yog‘ochdan yasalgan sterjenlardan foydalanib, shu moddalarning elastiklik modulini aniqlanadi.

Kerakli asbob va jixozlar. Elastiklik modulini aniqlash uchun qurilma, uzayish indikatori, elastiklik moduli aniqlanuvchi sterjenlar, shtangentsirkul, 1 m uzunlikdagi masshtabli chizg‘ich, 2 kg gacha bo‘lgan har xil massali yuklar.

Qattiq jism mexanikasini o‘rganishda absolyut qattiq jism tushunchasidan foydalaniladi. Biroq tabiatda absolyut qattiq jismni o‘zi yo‘q, chunki barcha real jismlar kuchlar ta’sirida o‘z shaklini va o‘lchamlarini o‘zgartiradi, ya’ni deformatsiyalanadi. Agar deformatsiyani yuzaga keltirgan kuchning ta’siri to‘htagandan so‘ng jism dastlabki o‘lchamlarini va shaklini qayta egallasa, bunday



deformatsiya *elastik* deformatsiya deyiladi. Tashqi kuchlar ta’siri olingandan so‘ng ham jism avvalgi xolatiga qaytmasa *plastik* deformatsiya deyiladi. Tabiatda asosan hamma deformatsiyalar plastik bo‘ladi, chunki jismlar deformatsiyalanganda albatta juda kichik bo‘lsa ham qoldiq deformatsiyasi qoladi. Ammo o‘scha kichik deformatsiyalarni biz yo‘q deb faraz qilib, ya’ni bu turdagи deformatsiyani elastik deb qabul qilgan xolda ish yuritamiz.

Uzunligi l va ko‘ndalang kesim yuzi o‘zgarmas va S ga teng bo‘lgan bir jinsli sterjenni (37-rasm) uchlariga o‘qi bo‘ylab yo‘nalgan F_1 va F_2 ($F_1 = F_2 = F$) kuchlar qo‘ysak, natijada sterjenning l uzunligi Δl qiymat kattaligicha o‘zgaradi. Agar sterjen cho‘zilsa Δl

musbat, siqilsa Δl manfiy qiymatga ega bo‘ladi. Shu sababdan tabiiy ravishda sterjenning deformatsiyasini harakterlaydigan kattalik sifatida uning uzunligining nisbiy o‘zgarishini olish qulay, ya’ni

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad (4.1)$$

ε -cho‘zilish uchun musbat, siqilish uchun manfiy bo‘lib, u o‘lchamsiz kattalik.

Biz kuzatayotgan sterjenlar uchun elastik deformatsiya vaqtidagi nisbiy uzayish sterjen ko‘ndalang kesimining yuza birligiga to‘g‘ri keluvchi kuchga to‘g‘ri proportsional ekanligi tajribalardan ma’lum:

$$\varepsilon = \alpha \frac{F}{S} \quad (4.2)$$

Bunda sterjenning ko‘ndalang kesim yuzasi S ga ta’sir etuvchi kuch *kuchlanish* deb ataladi va quyidagicha ifodalanadi:

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad (4.3)$$

bu yerda σ – *normal kuchlanish* deyiladi.

Jismning qismlari o‘zaro ta’sirlashganligi sababli kuchlanish jismning barcha nuqtalariga teng taqsimlanadi sterjenning butun borliq hajmi kuchlanganlik xolatda bo‘ladi. Agar kuch sirtga o‘tkazilgan normal bo‘ylab yo‘nalsa, kuchlanish normal kuchlanish deyiladi. Agar kuch o‘zi ta’sir etayotgan sirtga o‘tkazilgan urinma bo‘ylab yo‘nalsa, kuchlanish tangentsial kuchlanish deb ataladi.

Yuqoridagilardan

$$\varepsilon = \alpha \sigma \quad (4.4)$$

bu formuladan ko‘rinadiki, nisbiy uzayish normal kuchlanishga to‘g‘ri proportsional ekan. Demak elastik koeffitsienti α qiymat jihatdan birlik kuchlanish ta’siridan yuzaga keladigan nisbiy uzayishga teng degan xulosa chiqadi.

Materialning elastik xossalari harakterlash uchun elastik koeffitsienti α bilan bir qatorda unga teskari bo‘lgan $E=1/\alpha$ kattalik ham ishlatiladi. Bu kattalik *elastiklik* moduli yoki *Yung* moduli deyiladi:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} \quad (4.5)$$

Bu formuladan Yung moduli shunday normal kuchlanishga tengki, uning ta'sirida jismning (snerjenning) nisbiy uzayishi, agar imkonи bo'lganda birga teng bo'lar edi (yani Δl dastlabki uzunlik l ga teng bo'lar edi, lekin aslida ancha kichik kuchlanishlardayoq sterjen uzilib ketardi) degan xulosa kelib chiqadi.

$$F = ES \frac{\Delta l}{l} = k \Delta l \quad (4.6)$$

Bu yerda k –berilgan sterjen uchun o'zgarmas koeffitsient. Bu formula Guk qonunini ifodalaydi.

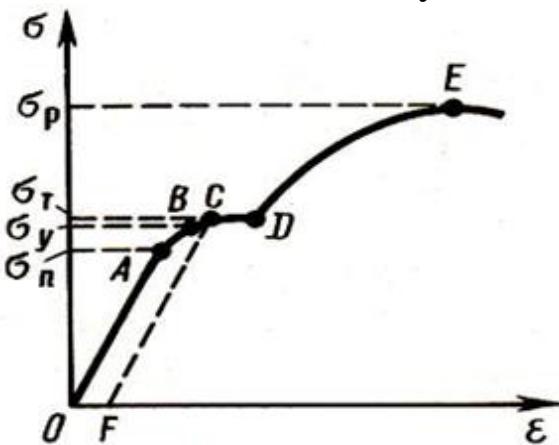
Deformatsiya vaqtida sterjenning d ko'ndalang o'lchamlari ham o'zgaradi. Bu o'zgarish qabul qilinishiga ko'ra nisbiy ko'ndalang kengayish yoki siqilish bilan harakterlanadi:

$$\varepsilon' = \frac{\Delta d}{d} \quad (4.7)$$

ε' va ε ishorasi doim bir xil cho'zilganda musbat, siqilganda manfiy bo'lib, ular o'zaro quyidagicha bog'lanishga ega

$$\varepsilon' = -\mu \varepsilon \quad (4.8)$$

bu yerda μ materialning xossalariiga bog'liq bo'lgan musbat koeffitsient bo'lib u *Puasson* koeffitsienti deyiladi.



4.2-rasm

(4.6) formula Guk qonunini ifodalashini aytib o'tdik, bundan ko'rini turibdiki, sterjenni uzayishi kuchga to'g'ri proportsional bo'lar ekan. Yana shuni ham aytishimiz kerakki, deformatsiya Guk qonuniga ma'lum bir chegaragacha bo'ysunar ekan. Deformatsiya bilan kuchlanish orasidagi bog'lanishni (metallar uchun) 4.2-rasmdagi diagrammada berilgan. Rasmdan ko'rindik, Guk tomonidan aytildi $\sigma(\varepsilon)$ -chiziqli bog'lanish juda qisqa

chegaralarda, proportsionallik chegarasiga (σ_{ch}) cha bajariladi. Agar kuchlanish yanayam orttirib borilganda (bog'lanish $\sigma(\varepsilon)$ bo'lgani bilan chiziqli emas) elastiklikning chegaraviy qiymatigacha (σ_{el}) deformatsiya elastik bo'yicha qoladi, qoldiq deformatsiya yuzaga kelmaydi. Elastiklikning chegaraviy qiymati (σ_{el}) dan so'ng jismda qoldiq deformatsiya yuzaga kelishini grafikdan jismni boshlang'ich xolatiga qaytishida BO egri chiziq bilan emas balki, CD egri chiziq bilan ifodalangan. Sezilarli darajada qoldiq deformatsiya ($\approx 0,2\%$), ni yuzaga keltiradigan kuchlanish–oquvchanlik chegarasi (σ_o) deyiladi (38-rasmda C nuqta). Egri chiziqni CD qismida kuchlanish orttirilmasa ham xuddi "oqqanga" o'xshash deformatsiya ortib boradi. Bu CD qismni *oquvchanlik* soha (plastik deformatsiya sohasi) deb ataladi. Oquvchanlik sohasi katta (baland) bo'lgan moddalar qovushqoq, oquvchanlik sohasi bo'lman moddalar mo'rt deyiladi. Sterjenni yanayam cho'za borsak (E nuqtadan keyin) sterjen uziladi. Cho'zilganda uzilish chegarasigacha (uzilishgacha) yuzaga keladigan kuchlanishni qattiqlik chegarasi (σ_q) deyiladi. Haqiqiy qattiq jismlarda esa kuchlanganlik diagrammasi bir necha omillarga bog'liq bo'ladi. Bazi bir jismlarga kuchlar qisqa vaqt ta'sir qilganda – mo'rt, kuchlarning ta'siri asta sekin orttirilib borilib uzoq vaqt davom etsa oquvchanlik hususiyati yuzaga keladi.

Tashqi kuchlar ta'sirida qattiq jism zarralarining nisbiy joylashuvidanagi xar qanday o'zgarish jismning chiziqli o'lchamlarini va shaklini o'zgartiradi, ya'ni jism deformatsiyalanadi. Tashqi kuchlar ta'siri to'xtatilgandan so'ng deformatsiyalangan qattiq jism o'zining avvalgi xolatini tiklay olsa, bunday deformatsiya elastik deformatsiya va jism avvalgi xolatini tiklay olmasa, bunday deformatsiya plastik deformatsiya deyiladi. Plastik deformatsiyalangan jismda hamma vaqt qoldiq deformatsiya bo'ladi. Qoldiq deformatsiyaning boshlang'ich izi paydo bo'la boshlagan chog'da elastiklik chegarasiga erishilgan bo'ladi. Qattiq jism deformatsiyasini cho'zilish (yoki siqilish), egilish, siljish va burilish deformatsiyalariga ajratiladi. Barcha turdag'i elastik deformatsiyalarda quyidagi qonunlar o'rinali bo'ladi:

1. Deformatsiya kattaligi tashqi kuchning kattaligiga to‘g‘ri proportional bo‘ladi.

2. Tashqi kuchning ishorasi o‘zgarsa, deformatsiya kattaligining ishorasigina o‘zgaradi, ammo absolyut qiymati o‘zgarmaydi.

3. Bir qancha tashqi kuchlar ta’sir qilgandagi umumiyl deformatsiya xar bir kuchning ta’sirida vujudga keladigan deformatsiya yig‘indisiga teng bo‘ladi.

Bu laboratoriya ishida cho‘zilish, egilish deformatsiyalaridan foydalanib, maxsus qurilma vositasida qattiq jismlarning elastiklik moduli aniqlanadi.

Agar to‘g‘ri elastik sterjenning bir uchini devorga kirgizib qattiq maxkamlab, uning ikkinchi uchiga 0 qo‘yilsa, u xolda sterjenning yuk (λ)qo‘yilgan uchi pasayadi,

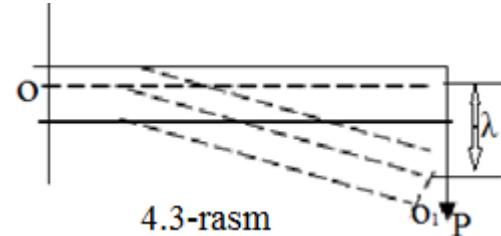
ya’ni sterjen egiladi (4.3-rasm). Ravshanki, bu xolda O_1 P sterjenning ustki qatlamlari cho‘ziladi, ostki qatlamlari siqiladi, neytral deb ataluvchi o‘rtadagi biror (OO_1) qatlamning uzunligi esa o‘zgarmaydi, u faqat salgina egiladi. Sterjen erkin uchining siljishi egilish strelasi deyiladi. Yuk qancha katta bo‘lsa, egilish strelkasi ham shuncha katta bo‘ladi, bundan tashqari egilish sterjenning shakli va o‘lchamlariga hamda uning elastiklik moduliga bog‘liq bo‘ladi. Xisoblashlarning ko‘rsatishicha, ikkala uchi qattiq tayanchlar ustiga erkin qo‘yilgan to‘g‘ri to‘rtburchak kesimli sterjenning elastiklik moduli

$$E = \frac{PL^3}{4ab^3\lambda} = \frac{mgL^3}{4ab^3\lambda} \quad (4.9)$$

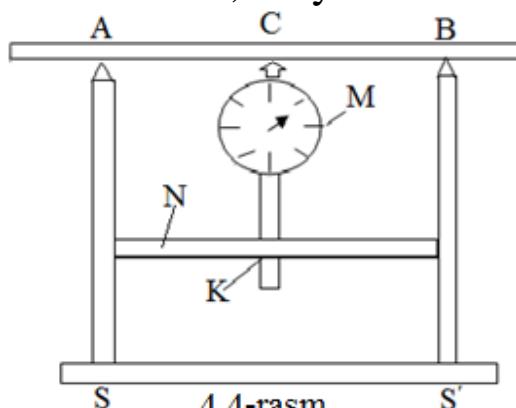
ga teng ekan, bunda $P = mg$ -sterjenning o‘rtasiga qo‘yilgan yukning og‘irligi, L -sterjenning tayanchlarga qo‘yilgan nuqtalari orasidagi masofa, b -sterjenning qalinligi, a – sterjenning eni.

(4.9) formulaga kirgan kattaliklarni bevosita tajribada o‘lchab, elastiklik modulini xisoblab topish mumkin. Bu maqsadda tuzilishi

4.4 - rasmda keltirilgan qurilmadan foydalanamiz. Qurilma ikki



uchida vertikal ustuni bo'lgan SS massiv taglikdan iborat bo'lib ustunlarning ustiga qirralarini parallel qilib po'lat prizmalar qo'yilgan. Tekshirilayotgan materialdan yasalgan sterjen ustunlar ustidagi prizmalarga shunday qo'yiladiki, uning o'rtasi A va B nuqtalar orasidagi masofaning o'rtasiga to'g'ri kelsin. S nuqtada sterjening egilish strelkasi tik ustunlarni birlashtiruvchi gorizontal sterjenga o'rnatilgan uzayish indikatori yordamida o'lchanadi. Indikatorni K vintni bo'shatib, tik yo'nalishda siljitishtumkin.



Indikatorning strelkasi doiraviy shkala sirtida siljish imkoniga ega. Doiraviy shkaladagi bo'limlarning soni 100 ta bo'lib, xar bir bo'limning qiymati 0,01 mm ga teng. Binobarin, sterjen yuk ta'sirida egilganda indikator strelkasi shkala bo'yicha bir marta to'la aylansa, egilish strelkasi 1 mm ga teng bo'ladi.

Ishni bajarish tartibi

1. Sterjening enini va qalinligini shtangentsirkul yordamida o'lchanadi.
2. Sterjenni prizmalar ustiga qo'yib, A va B nuqtalar oralig'i masofani masshtabli chizg'ich yordamida o'lchab olinadi.
3. Uzayish indikatorini K vint yordamida shunday joylashtiriladiki, uning o'tkir uchi sterjen sirtiga erkin tegib tursin. So'ng indikatorning tashqi xalqasini burab, uning strelkasini shkalaning noliga keltiriladi.
4. Sterjening ustiga 0,1kg; 0,2kg; 0,3kg 0,5kg; va 0,6kg massali yuklar qo'yib, xar xil sterjenni egilish strelkasini kattaligini indikator strelkasining ko'rsatishidan yozib olinadi.

5. So'ngra 4 bandda keltirilgan topshiriqni teskari tartibda bajariladi, ya'ni sterjendagi yuklarni birin ketin $0,1\text{kg}$ dan ola borib, bunda ham xar gal sterjenning qancha egilganligini qayd qilinadi.

6. Yuk kattaligi o'zgarishi bilan egilish sterelkasining o'zgarishini ko'rsatuvchi grafikni chizib, ular orasida chiziqli bog'lanish borligi (Guk qonunining o'rinali ekanligi) ga ishonch xosil qilinadi.

7. Nixoyat, egilish strelkasini xar bir yuk uchun aniqlangan qiymatini va boshqa o'lchab olingan kattaliklarni (4.9) formulaga qo'yib, sterjen moddasining elastiklik moduli xisoblab topiladi.

8. Elastiklik modulining o'rtacha qiymatini xisoblab, fizik kattaliklarni jadvalidan foydalanib, sterjen qanday moddadan yasalganligi aniqlanadi.

9. Tajribada yo'1 qo'yilgan absolyut va nisbiy xatoliklar xisoblanadi.

Tajribadan olingan o'lchov natijalari quyidagi 4.1-jadvalga kiritilib Yung moduli E va uning aniqlashdagi absolyut va nisbiy xatoliklar aniqlanadi.

4.1-jadval

Nº	M	L	a	b	λ	$E = \frac{mgL^3}{4ab^3\lambda}$	$/\Delta E/$	$\frac{\Delta E}{\langle E \rangle}$
1								
2								
3								

Sinov savollari

1. Deformatsiya deb nimaga aytildi?
2. Deformatsiyaning qanday turlarini bilasiz?
3. Guk qonunini ta'riflab bering.
4. Cho'zilish va siljish deformatsiyasi uchun Guk qonunini yozing.
5. Yung modulining fizik mazmunini tushuntiring.
6. Elastiklik chegarasi va mustaxkamlik chegarasi tushunchalarini ta'riflang.

7. Sterjen ustiga katta massali yukni qo'yib nima uchun tajriba o'tkazish mumkin emas?

8. Kristall qattiq jismlarning elastiklik xossalariiga struktura nuqsonlari qanday ta'sir etadi?

F

- fikringizni bayon eting

S

- fikringizni bayoniga sabab ko'rsating

M

- ko'rsatgan sababingizni isbotlab misol keltiring

U

- fikringizni umumlashtiring

5-Labaratoriya ishi

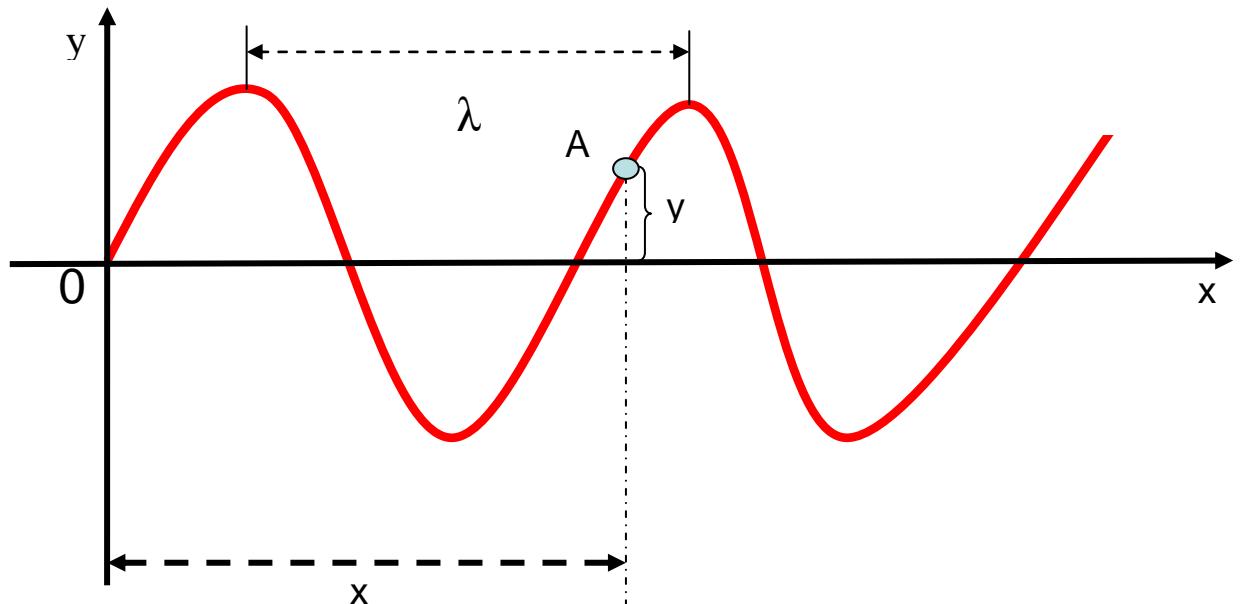
Havoda tovushning tarqalish tezligini rezonans usuli bilan aniqlash

Ishning maqsadi. Tajriba yordamida havoda tovushning tarqalish tezligini rezonans usuli bilan aniqlash.

Kerakli asbob va jixozlar. Tovush generatori, suvli idish, suvli shisha nay, telefon.

Qattiq, suyuq va gazsimon moddalarning zarralari orasida o‘zaro tutinish kuchlari mavjud bo‘ladi. Zarralar bir-biriga nisbatan siljiganda elastik kuchlari yuzaga keladi. Shu sababli bunday muhit elastik muhit deyiladi.

Tebranislarning vaqt o‘tishi bilan fazoda tarqalish hodisasiga to‘lqin deyiladi. Quyida to‘lqin tarqalish grafigi keltirilgan:



5.1-rasm

To‘lqin tarqalayotgan muhitning zarralari to‘lqin bilan birga ko‘chmaydi, ular o‘z muvozanat xolatlari atrofida tebranib turadi. Barcha zarralar tebranishi turli xil fazada bo‘ladi.

Zarralarning tebranishi to‘lqin tarqalayotgan yo‘nalishga nisbatan qanday yo‘nalganligiga qarab to‘lqinlar ko‘ndalang va bo‘ylama to‘lqinlarga ajratiladi.

Agar tebranma harakat yo'nalishi va uning tarqalish yo'nalishi ustma-ust tushsa, bunday to'lqin bo'ylama to'lqin deyiladi. Bunday to'lqinlarni katta diametrali prujinalarning tebranishida kuzatish mumkin. Suyuqliklar va gazlarda faqat bo'ylama to'lqinlar tarqaladi.

Tebranma harakat yo'nalishi va uning tarqalish yo'nalishi o'zaro perpendikulyar bo'lsa, ko'ndalang to'lqin deyiladi. Qattiq jismlarda ko'ndalang va bo'ylama to'lqinlar tarqaladi.

To'lqin tarqalish yo'nalishi nur deyiladi.

Tebranma harakatga keltirigan boshlang'ich zarra vibrator deyiladi.

Bir xil fazada tebranayotgan bir-biriga yaqin ikki zarra orasidagi masofa to'lqin uzunligi deyiladi va λ -harfi bilan belgilanadi.

To'lqin zarralarining tebranish davri T to'lqin davri deb, tebranish chastotasi v to'lqin chastotasi deb yuritiladi.

To'lqinning tarqalish tezligi:

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad (5.1)$$

T davr bilan v chastota o'zaro $T = 1/v$ bog'langanligi uchun yuqoridagi munosabatni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$v = \lambda v \quad (5.2)$$

To'lqin bir muhitdan ikkinci muhitga o'tganda to'lqin tarqalish tezligi o'zgaradi, ammo chastotasi o'zgarmaydi.

Barcha qattiq jismlarda bo'ylama to'lqinlarning tarqalish tezligi ko'ndalang to'lqinlarning tarqalish tezligidan katta bo'ladi.

Muhitning to'lqin tarqalishida ishtirok etayotgan zarralarning vaqtning istalgan paytidagi siljishi bilan bu zarralarning tebranish markazidan uzoqligi orasidagi bog'lanishni ifodalaydigan munosabat to'lqin tenglamasi deyiladi.

$$x = A \sin \omega t \quad (5.3)$$

Endi tebranishlar markazidan y masofada turgan ixtiyoriy A zarrani ko'raylik:

$$x = A \sin \omega (t - \tau) \quad (5.4)$$

$\tau = x/v$ quyidagiga teng bo'lgani uchun va agar tebranishlar boshlang'ich fazaga ega bo'lsa, u xolda formulani quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$\begin{aligned} x &= A \sin \left[\omega \cdot \left(t - \frac{x}{v} \right) + \varphi_0 \right] \\ &= A \sin \left(\omega \cdot t - \frac{\omega}{v} x + \varphi_0 \right) \end{aligned} \quad (5.5)$$

yoki

$$x = A \sin \left[\frac{2\pi}{T} t - \frac{2\pi}{vT} x + \varphi_0 \right] \quad (5.6)$$

A – tebranishlar ampletudasi, T – tebranishlar davri, φ_0 – tebranishlarning boshlang'ich fazasi.

Yassi to'lqinlar fazasi:

$$\Phi = \omega \cdot t - \frac{\omega}{v} x + \varphi_0 \quad (5.7)$$

To'lqinning yana bir harakteristikasi to'lqin sonidir:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{vT} = \frac{\omega}{v} \quad (5.8)$$

Shunday qilib to'lqin tenglamasi quyidagi ko'rinishga keldi:

$$\begin{aligned} x &= A \sin \left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x + \varphi_0 \right) \\ &= A \sin(\omega t - kx + \varphi_0) \end{aligned} \quad (5.9)$$

Sferik to'lqinlar tenglamasi:

$$x = \frac{\varphi_0}{r} \sin(\omega t - kx + \varphi_0) \quad (5.9)$$

Tovush to'lqinlari:

Muhitda tarqalayotgan to'lqinlarning chastotasi 16 Hz dan 20000 Hz oralig'ida bo'lsa, bunday to'lqinlar tovush to'lqinlari yoki to'g'ridan-to'g'ri tovush deyiladi.

Chastotasi 16 Hz dan past to'lqinlar infratovush, 20000 Hz dan yuqori bo'lgan to'lqinlar ultratovush deb ataladi.

Tovush hodisalari o'rganiladigan bo'lim akustika, qulog'imiz tovush sifatida qabul qiladigan tebranishlar akustik tebranishlar deyiladi.

Tovush xosil bo'lishi uchun: 1.Tovush manbai, 2. Elastik muhit, 3. Tebranish chastotasi $16 \div 20000$ Hz oralig'da bo'lishi kerak.

Tovush tarqalish tezligi muhitning xossalariiga va haroratiga bog'liq bo'ladi. Muhitning elastikligi va zichligi qancha katta bo'lsa, tovush tarqalish tezligi shunchalik katta bo'ladi.

Quyidagi 5.1-jadvalda tovushning ba'zi moddalarda tarqalish tezligi keltirilgan

5.1-jadval

Gazlar	$v, m/s$ $0^{\circ}C$ da	Suyuqliklar	$v, m/s$ $20^{\circ}C$ da	Qattiq jismlar	$v, m/s$
Azot	333,6	Dengiz suvi	1490	Alyuminiy	6260
Kislород	316	Aseton	1192	Temir	5850
Uglerod (II) oksiidi	338	Glitserin	1923	Oltin	3240
Argon	319	Simob	1451	Mis	4700
Xlor	206	Etil spirit	1188	Kumush	3620

To'lqinlar muhitda tarqalar ekan o'zi bilan birga energiya eltadi. Shularni xisobga olib to'lqinga xos quyidagilarni yozish mumkin.

Energiya oqimi:

$$\partial\Phi = \frac{\partial W}{\partial t} \quad (5.11)$$

To'lqin intensivligi:

$$J = \frac{\Phi}{S} = \frac{1}{2} \rho v \omega^2 A^2 \quad (5.11)$$

Tovush balandligi, qattiqligi va rangi (tembr).

Har qanday real tovush oddiy garmonik tebranish emas, balki ma'lum chastotaga ega bo'lgan garmonik tebranishlarning yig'indisidan iborat bo'ladi.

Berilgan tovushda ishtirok etuvchi tebranishlar chastotalari to'plami tovushning akustik spektri deyiladi.

Tovushda v_1 dan v_2 gacha barcha tebranishlar ishtirok etsa, u xolda spektr tutash spektr deyiladi.

Agar tovush v_1 , v_2 , v_3 va xokazo diskret, bir-biridan ajralgan chastotali tebranishlardan tashkil topgan bo'lsa, chiziqli akustik spektr deyiladi.

Tovushning balandligi tebranish chastotasiga bog'liq: tebranish chastotasi qanchalik yuqori bo'lsa, tovush shuncha baland bo'ladi.

Tovush qattiqligi tebranish amplitudasiga bog'liq: tebranish amplitudasi qanchalik yuqori bo'lsa, tovush shuncha qattiq bo'ladi. Tovush qattiqligi birligi – Bel ($1\text{dB}=0,1\text{B}$). Sog'gom qulquning og'riq sezish chegarasi – 130dB

Ultratovush:

Chastotasi 20 kHz dan yuqori tovushlar ultratovushlar deyiladi.

Ultratovushlar qisqa to'lqin uzunligiga ega bo'lgani uchun bir tomonga yo'nalgan dastasini xosil qilish mumkin.

Xozirgi paytda ultratovushlar xosil qilish uchun teskari pyezoeffekt hamda magnitostriksiya hodisalaridan foydalilanildi.

Teskari pyezoeffekt shundan iboratki, ba'zi bir kristallardan (kvarst, signet tuzi, bariy titanati) ma'lum usul bilan kesib olingan plastinka elektr maydon ta'sirida deformatsiyalanadi. O'zgaruvchan kuchlanish berilgan metal qoplamlari orasida joylashtirilib majburiy mexanik tebranishlar yuzaga keltiriladi.

Magnitostriksiya esa magnit maydon ta'sirida ferromagnit moddalar (temir, nikel va ba'zi qotishmalar) da yuz beradigan shunday hodisadir.

Turli muhitlarda tovush to'lqinlarning tarqalish tezligi:

1. Gazlarda va suyuqliklarda:

$$v = \sqrt{\frac{k}{\rho}} \quad (5.13)$$

k – muhitning elastiklik moduli

ρ – muhitning zinchligi.

2. Ideal gazlarda tovush tezligi:

$$v = \sqrt{\frac{\chi RT}{\mu}} \quad (5.14)$$

χ – adiabata ko'rsatkichi,

T – absolyut harorat,

R – universal gaz doimiysi,

μ – gazning molyar massasi.

3. Ko'ndalang to'lqinlarning bir jinsli qattiq muhitda tarqalish tezligi:

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (5.15)$$

E – Yung moduli.

4. Tarang tortilgan torda (struna) dagi tezligi:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho S}} \quad (5.13)$$

F – torning tortishish kuchi,

S – tor materialining ko'ndalang kesim yuzi.

Ulrtatovush to'lqinlari inson faoliyatining turli tuman sohalarida keng ishlataladi. Suyuqlik xossalari o'rganishda, lokatsiya ishlarida (lokatorlar), chuqurlikni o'lchash va dengiz tubi re'lyefini aniqlashda (exolotlar), ultratovush defektoskopiyasida (metal buyum nuqsonlarini topishda), biologik va fiziologik ta'sirlarda qo'llaniladi.

Muxitda muvozanat vaziyatdan xar qanday zarrachasi elastik kuchlar ta'siri ostida boshlang'ich vaziyatga qaytishga intilib tebranadi agar siljishlar uncha katta bo'lmasa elastik kuchi siljishga to'g'ri propotsional bo'ladi, u xolda zarrachalar quyidagi garmonik tebranish qonunga binoan tebranadi:

$$y = y_o \sin(\omega t + \varphi_o) \quad (5.14)$$

y - nuqtaning siljishi, y_o - tebranish amplitudasi, φ_o - tebranishning boshlang'ich fazasi, ω - siklik chastota bo'lib qaytaruvchi kuchning kattaligi va zarrachaning massasiga bog'liq.

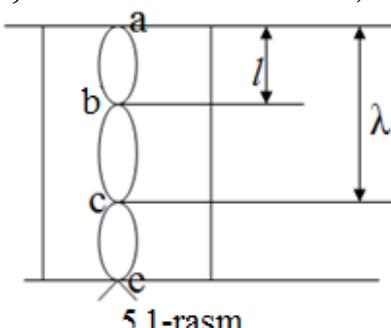
Zarrachaning tebranishi bir joyda qolmaydi, ya'ni bu zarracha tebranganda unga qo'shni bo'lgan zarrachalar ham tebrana boshlaydi so'ngra ikkinchi zarrachalarga qo'shni bo'lganlari tebranadi va xokazo. Tebranuvchi nuqtalarning bunday to'plami to'lqin xosil qiladi. to'lqindagi zarrachalar siljishining vaqtga va zarrachalarning vaziyatiga bog'liqligini to'lqin tenglamasi orqali ifodalanadi:

$$y = y_o \sin \omega \left(t - \frac{x}{c} \right) = y_o \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{Tv} \right) \quad (5.14)$$

$\lambda = v \cdot T$ bo'lgani uchun (15) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$y = y_o \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{Tv} \right) - y_o \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \quad (5.15)$$

x -zarrachalarning koordinatalar boshidan uzoqligi, v – to'lqnning tarqalish tezligi, T – tebranish davri, λ – to'lqin uzunligi.



5.1-rasm

Agar muxitda to'lqin uzunliklari birday ikki to'lqin bir vaqtida tarqalayotgan bo'lsa, u xolda bu to'lqinlar turg'un to'lqin xosil bo'ladi. Asosiy va qaytgan to'lqinlarning fazalari qarama-qarshi bo'lgan nuqtalarda tebranish bo'lmaydi. Bunday nuqtalar turg'un to'lqin deyiladi.

a, b, c va e nuqtalar to'lqin tugunlaridir shu nuqtalar tebranishni amplitudasi nolga teng bo'ladi. Asosiy va qaytgan to'lqinlarning fazalari bir xil bo'lgan λ nuqtalarda tebranish amplitudalari o'zaro qo'shilib qayta amplitudalari tebranishda rezonans kuzatiladi. Mana shu nuqtalar turg'un to'lqin qavariqligi deyiladi.

$$\lambda = 2l; v = \nu \cdot \lambda. \quad (5.16)$$

№	v	v	λ
1			
2			
3			

Sinov savollari

1. To'lqin tenglamasi tushuntiring.
2. To'lqin tarqalganda nima tarqaladi?
3. Ko'ndalang to'lqinlar deb qanday to'lqinlarga aytildi?
4. Turg'un to'lqinlar deb qanday to'lqinlarga aytildi?
5. Rezonans hodisasiga ta'rif bering.
6. Tovush tezligi temperaturaga qanday bog'liq.
7. Tovush tarqalish tezligi muxitga qanday bog'langan?
8. Xisoblash formulalarini tushuntiring.

Insert jadvali

Tushunchalar	V	+	-	?

6 - Labaratoriya ishi

Erkin tushish tezlanishini matematik mayatnik yordamida aniqlash

Ishning maqsadi. Mayatnikning tebranish davri erkin tushish tezlanishiga bog'liqligiga asoslangan mayatnik metodi bilan erkin tushish tezlanishini tajribada aniqlash.

Kerakli asbob va jixozlar. Matematik mayatnik, shtangensirkul, sekundomer yoki qo'l telefonidan foydalansak bo'ladi, shkalali chizg'ich.

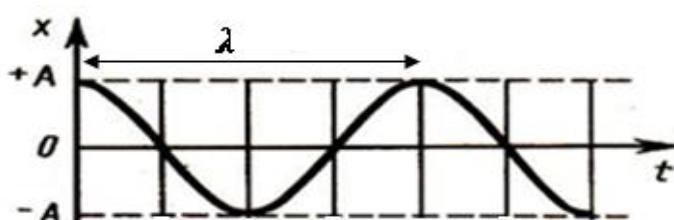
Jismning muvozanat vaziyatdan goh bir tomonga, goh qaramaqarshi tomonga harakatlanishi davriy ravishda takrorlanadigan jaroyonni tebranma harakat deb ataladi.

Jismning siljishiga proportsional ravishda muvozanat vaziyati tomon yo'nalgan kuch ta'sirida sodir bo'luvchi tebranishlarni garmonik tebranishlar deyiladi. Garmonik tebranishlar *sinus* yoki *kosinus* qonunlariga bo'ysunadi:

$$x = A \cos(\omega_o t + \alpha) \quad (6.1)$$

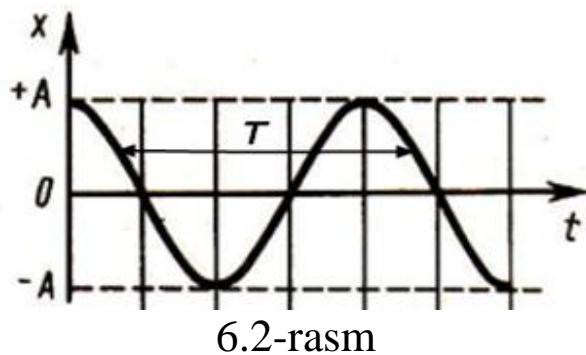
$$x = A \sin(\omega_o t + \alpha') \quad (6.2)$$

(6.2) dagi $\alpha' = \alpha + \frac{\pi}{2}$, bu yerda A va α -ixtiyoriy kattaliklar.



6.1-rasm

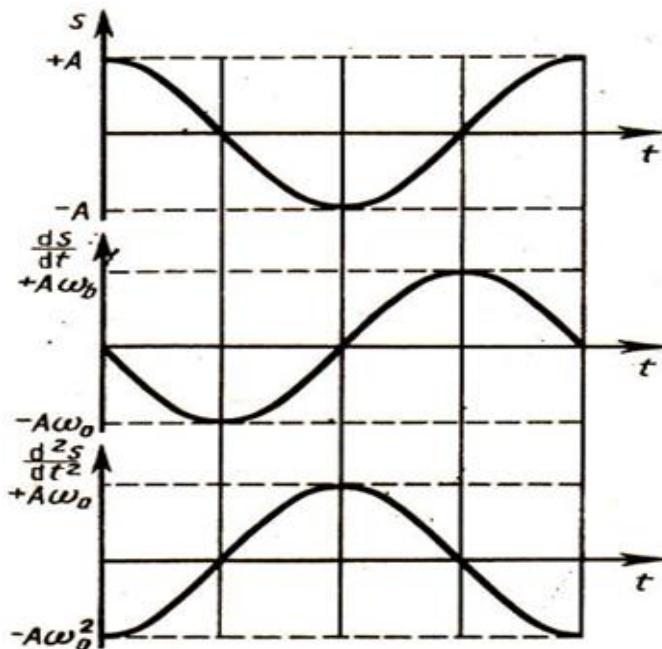
Shunday qilib, x siljish vaqtiga qarab kosinus yoki sinus qonunlari bilan o'zgarar ekan. Demak $f = kx$ ko'rinishdagi kuchning ta'siri ostida turgan sistemaning harakati garmonik tebranishdan iborat ekan.



Garmonik tebranishining grafigi, ya’ni (6.2) ning grafigi 6.2-rasmda tasvirlangan. Gorizontal o‘q bo‘ylab t vaqt, vertikal o‘q bo‘ylab siljish x qo‘yilgan. Kosinus $-\alpha$ dan $+\alpha$ gacha chegarada yotadi.

Sistemaning muvozanat xolatidan eng katta og‘ishi tebranish *amplitudasi* deyiladi. Amplituda A o‘zgarmas musbat kattalikdir. Uning qiymati dastlabki og‘ishning yoki sistemanı muvozanat xolatidan chiqargan turtkining katta-kichikligiga bog‘liq.

Kosinus ishorasi ostidagi ($\omega_0 t + \alpha$) kattalik tebranish fazasi deyiladi. O‘zgarmas kattalik α vaqtning $t=0$ paytidagi fazaning qiymatidan iborat bo‘lib, tebranishning *boshlang‘ich fazasi* deyiladi. Vaqt xisob boshining o‘zgarishi bilan α ham o‘zgaradi. Demak, boshlang‘ich fazaning qiymati vaqt xisob boshiga bog‘liq ekan. x ning fazaga 2π sonning qo‘shilishiga yoki ayrilishiga bog‘liq bo‘lmaganligi uchun hamma vaqt ham boshlang‘ich fazani u moduli bo‘yicha π dan kichik bo‘ladigan qilib tanlab olish mumkin. Shu sababdan odatdagi α ning $-\pi$ bilan $+\pi$ orasida yotgan qiymatlarigina tekshiriladi.



6.3-rasm

Kosinus davri 2π ga teng bo‘lgan davriy funksiya bo‘lganligidan garmonik tebranayotgan sistemaning turli xolatlari shunday T vaqt oralig‘i ichida takrorlanib turadiki, bu vaqt davomida tebranish fazasi 2π ga teng orttirma oladi (6.3-rasm). Bu vaqt oralig‘i T tebranishlar davri deb ataladi. U quyidagi shartdan topilishi mumkin: $[\omega_o(t+T)+\alpha] = [\omega_o t + \alpha] + 2\pi$, bundan

$$T = \frac{2\pi}{\omega_o}. \quad (6.3)$$

Vaqt birligi ichidagi tebranishlar soni tebranish *chastotasi* deyiladi va v. (nyu) harifi bilan belgilanadi. Tebranish chastotasi ν tebranishning davom etish vaqtiga, ya’ni tebranish davri T bilan quyidagicha bog‘langan:

$$\nu = \frac{1}{T} \quad (6.4)$$

Chastota birligi deb davri 1sek ga teng bo‘lgan tebranishning chastotasi qabul qilingan. Bu birlik gerts (Hz) deb ataladi. $10^3 Hz$ ga teng chastota kilogerts (kHz) deb, $10^6 Hz$ esa megagers (MHz МГц) deb ataladi.

$$\omega_o = \frac{2\pi}{T}. \quad (6.5)$$

Shunday qilib, $\omega_0 - 2\pi$ sekund ichidagi tebranishlar sonidan iborat ekan. ω_0 kattalikni *aylanish* yoki *siklik chastota* deyiladi. U odatdagi chastota v bilan quyidagicha bog'langan:

$$\omega_0 = 2\pi v. \quad (6.6)$$

(6.1) ni vaqt bo'yicha differentialsallab, tezlik ifodasini topamiz:

$$v = \frac{dx}{dt} = -A\omega_0 \sin(\omega_0 t + \alpha) = A\omega_0 \cos\left(\omega_0 t + \alpha + \frac{\pi}{2}\right) \quad (6.7)$$

(6.7) dan ko'rinish turibdiki, tezlik ham garmonik qonun bo'yicha o'zgarar ekan. Tezlikning amplitudasi esa $A\omega_0$ ga teng (6.1) bilan (6.7) ni solishtirsak, tezlik siljishdan faza bo'yicha $\frac{\pi}{2}$ ga ilgari yurishini ko'ramiz.

(6.7) yana bir marta vaqt bo'yicha differentialsallasak, tezlanish ifodasini topamiz:

$$a = \frac{d^2x}{dt^2} = -A\omega_0^2 \cos(\omega_0 t + \alpha) = A\omega_0^2 \cos(\omega_0 t + \alpha + \pi). \quad (6.8)$$

(6.8) dan tezlanish bilan siljish qarama-qarshi fazalarda o'zgaradi degan xulosa chiqadi. Bu shuni anglatadiki, siljish eng katta musbat qiymatga erishganda tezlanish eng katta manfiy qiymatga erishadi va aksincha.

6.3-rasmda siljish, tezlik va tezlanishning grafiklari bir-biriga taqqoslangan.

Har bir haqiqiy tebranish amplituda A va α boshlang'ich fazaning ma'lum qiymatlari bilan harakterlanadi. Bu kattaliklarning qiymatlari berilgan tebranish uchun boshlang'ich shartlardan, ya'ni siljish x_0 va vaqtning boshlang'ich momentidagi v_0 tezlikning qiymatlari orqali topilishi mumkin. Haqiqatdan ham (6.1) va (6.7) larda $t=0$ deb olsak, ikkita tenglamaga ega bo'lamiz:

$$x_0 = A \cos \alpha, \quad v_0 = -A\omega_0 \sin \alpha$$

Bulardan quyidagilarni topamiz:

$$A = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega_0^2}}, \quad (6.9)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = -\frac{\omega_o}{x_o \omega_o}. \quad (6.10)$$

(6.10) tenglama α ning $-\pi$ dan $+\pi$ gacha oraliqda yotgan ikkita qiymatini qanoatlantiradi. α ning bu qiymatlaridan kosinus bilan sinusga to‘g‘ri ishora beradigan qiymatini tanlab olish kerak.

Garmonik tebranish energiyasi.

Kvazielastik kuch konservativ kuchdir. Shuning uchun garmonik tebranishning to‘la energiyasi doimiy qolishi kerak. Biz bilamizki, tebranish jaroyonida kinetik energiya potensial energiyaga va aksincha, potensial energiya esa kinetik energiyaga aylanib turadi, shu bilan birga sistema muvozanat xolatdan eng ko‘p og‘gan paytda to‘la energiya E o‘zining maksimal E_{pmax} qiymatiga erishgan faqat potensial energiyadan iborat bo‘ladi:

$$E = E_{pmax} = \frac{kA^2}{2} \quad (6.11)$$

Sistema muvozanat xolatidan o‘tayotgan paytda sistemaning to‘la energiyasi o‘zining maksimal E_{kmax} qiymatiga erishgan kinetik energiyadan iborat bo‘ladi:

$$E = E_{kmax} = \frac{mv^2_{max}}{2} = \frac{mA^2 \omega_o^2}{2} \quad (6.12)$$

(tezlik amplitudasi $A\omega_o$ ga teng bo‘ladi). (6.11) va (6.12) ifodalar bir-biriga teng ekanligini osongina ko‘rish mumkin, bu yerda $m\omega_o^2 = k$. Garmonik tebranishning kinetik E_k va potensial E_p energiyalari vaqt bo‘yicha qanday o‘zgarishini qarab chiqaylik. Kinetik energiya $[\frac{dx}{dt}]$ uchun yozilgan (6.12) ifodaga qarang.]

$$E_k = \frac{m\left(\frac{dx}{dt}\right)^2}{2} = \frac{mA^2 \omega_o^2}{2} \sin^2(\omega_o t + \alpha). \quad (6.13)$$

Potensial energiya quyidagicha ifodalanadi:

$$E_p = \frac{kx^2}{2} = \frac{kA^2}{2} \cos^2(\omega_o t + \alpha). \quad (6.14)$$

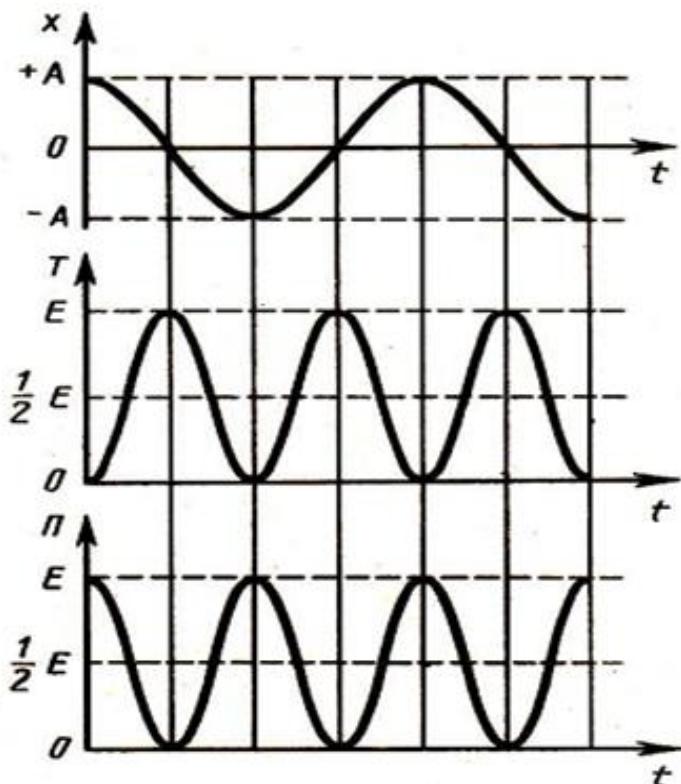
(6.13) bilan (6.14) ni qo'shib va $m\omega_o^2 = k$ munosabatni xisobga olib quyidagini topamiz:

$$E = E_k + E_p = \frac{kA^2}{2} = \frac{ma^2\omega_o^2}{2} \quad (6.15)$$

Bu (6.11) va (6.12) ga o'xshashdir. Demak, garmonik tebranishning to'la energiyasi chindan ham o'zgarmas ekan. Trigonomatriyadan ma'lum bo'lgan formulalardan foydalanib E_k va E_p larning ifodasini quyidagicha ko'rinishga keltirish mumkin:

$$E_k = E \sin^2(\omega_o t + \alpha) = E \left[\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos 2(\omega_o t + \alpha) \right] \quad (6.16)$$

$$E_p = E \cos^2(\omega_o t + \alpha) = E \left[\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2(\omega_o t + \alpha) \right] \quad (6.17)$$



6.4-rasm

Bu yerda E -sistemaning to'la energiyasi. (6.16) va (6.17) formulalardan E_k va E_p energiya $2\omega_o$ chastota bilan, ya'ni garmonik tebranish chastotasidan 2 marta katta chastota bilan o'zgarishi ko'rilib turibdi.

6.4-rasmida x , E_k va E_p larning grafiklari bir-biriga taqqoslangan. Ma'lumki, sinusning ham, kosinusning ham

kvadratining o‘rtacha qiymati yarimga teng. Demak, E_k ning o‘rtacha qiymati E_p ning o‘rtacha qiymatiga mos keladi va $\frac{E}{2}$ ga teng ekan.

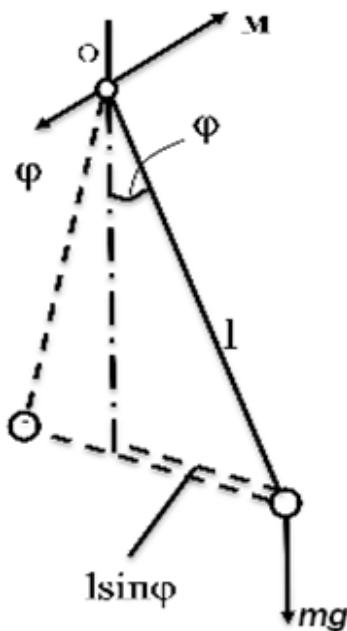
Matematik mayatnik.

Matematik mayatnik deb vaznsiz va cho‘zilmaydigan ipga osilgan bir nuqtada mujassamlangan massadan iborat ideal sistemaga aytildi. Uzun ingichka ipga osilgan kichikroq og‘irroq sharcha matematik mayatnikka yetarli darajada yaqin bo‘ladi. Mayatnikning muvozanat vaziyatidan og‘ishini biror φ burchak orqali ifodalaymiz (6.5-rasm). Mayatnik o‘z muvozanat xolatidan og‘gan paytda $M = -m\omega l \sin \varphi$ ga (m -mayatnikning massasi, l esa uzunligi) teng aylantiruvchi M moment yuzaga keladi. U shunday yo‘nalganki, mayatnikni muvozanat xolatiga qaytarishga intiladi. Shu xususiyati jihatdan bu kuch kvazielastik kuchga o‘xshaydi. Shu sababdan siljish bilan kuch kabi M moment bilan burchak siljish φ ga qarama-qarshi ishoralarga ega. Demak, aylantiruvchi momentning ifodasi quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$M = -mgl \sin \varphi \quad (6.18)$$

Mayatnik uchun aylanma harakat dinamikasi tenglamasini yozaylik. Burchak tezlanishini $\frac{d^2\varphi}{dt^2}$ bilan belgilab, va mayatnikning inersiya moment ml^2 ga teng ekanligini xisobga olib quyidagini topamiz:

$$ml \frac{d^2\varphi}{dt^2} = -mgl \sin \varphi$$



6.5-rasm

Oxirgi tenglamani

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} + \frac{g}{l} \sin \varphi = 0 \quad (6.19)$$

ko'rinishga keltirish mumkin.

Kichik tebranishlarni tekshirish bilan chegaralanaylik. Bu xolda $\sin\varphi \approx \varphi$ deb olish mumkin. Undan tashqari

$$\frac{g}{l} = \omega_o^2 \quad (6.20)$$

(6.20) ni (6.19) ga qo'ysak:

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} + \omega_o^2 \varphi = 0, \quad (6.21)$$

bo'ladi. Bu tenglama purjinaga osilgan sharcha uchun yozilgan $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_o^2 x = 0$ tenglamaga aynan o'xshashdir. Uning yechimi quyidagi ko'rinishga ega

$$\varphi = a \cos(\omega_o t + \alpha). \quad (6.22)$$

Demak, kichik tebranishlar uchun matematik mayatnikning og'ish burchagi vaqt bo'yicha garmonik o'zgarar ekan.

(6.20) dan matematik mayatnikning tebranish chastotasi faqat mayatnik uzunligi bilan og'irlik kuchi tezlanishiga bog'liq bo'lib, mayatnikning massasiga bog'liq emas ekanligi kelib chiqadi. (6.20)

formuladan matematik mayatnikning tebranish davri uchun maktab kursidan ma'lum bo'lgan quyidagi ifodani topamiz:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (6.23)$$

Fizik mayatnik.

Inertsiya markazi bilan ustma-ust tushmaydigan qo'zg'almas nuqta atrofida tebranish xususiyatiga ega bo'lgan qattiq jism fizik mayatnik deb ataladi. Muvozanat xolatida mayatnikning C inertsiya markazi mayatnikning O osilish nuqtasi ostida u bilan bir vertikal tekislikda yotadi. Mayatnik muvozanat xolatidan φ burchakka og'ganda mayatnikni muvozanat xolatiga qaytarishga intiluvchi moment yuzaga keladi. Bu moment quyidagiga teng:

$$M = -mgl \sin \varphi \quad (6.24)$$

Bu yerda m -mayatnikning massasi, l -mayatnikning osilish nuqtasi orqali o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya markazi orasidagi masofa. M bilan φ ning yo'nalishlari qarama-qarshi bo'lgani uchun «-> ishora qo'yilgan.

Mayatnikning osilish nuqtasi orqali o'tuvchi o'qqa nisbatan inertsiya momentini J harfi bilan belgilab, quyidagini yozishimiz mumkin:

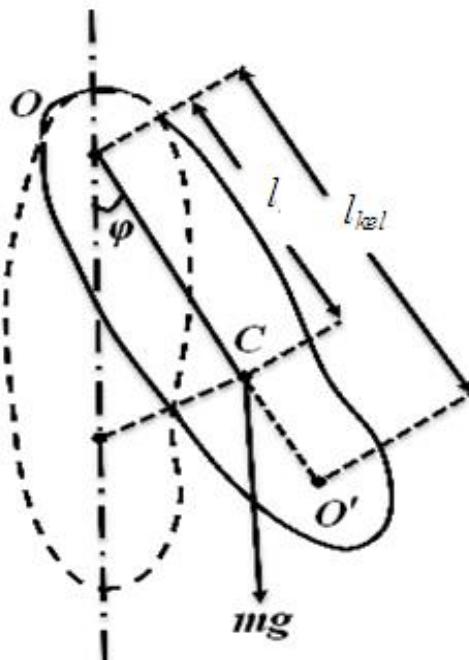
$$J \frac{d^2\varphi}{dt^2} = -mgl \sin \varphi. \quad (6.25)$$

Kichik tebranishlar uchun (6.25) quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} + \omega_o^2 \varphi = 0. \quad (6.26)$$

Bu xolda ω_o^2 bilan quyidagi kattalik belgilanadi:

$$\omega_o^2 = \frac{mgl}{J} \quad (6.27)$$



6.6-rasm

(6.26) va (6.27) tenglamalardan quyidagi xulosa chiqadi: muvozanat xolatdan kam og'gan paytlarda fizik mayatnik garmonik tebranishga ega ekan va bu tebranishlarning chastotasi mayatnikning massasiga, mayatnikning aylanish o'qiga nisbatan inertsiya markazi orasidagi masofaga proportional bo'lar ekan. (6.27) ga binoan fizik mayatnikning tebranish davri quyidagiga teng:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mgl}} \quad (6.28)$$

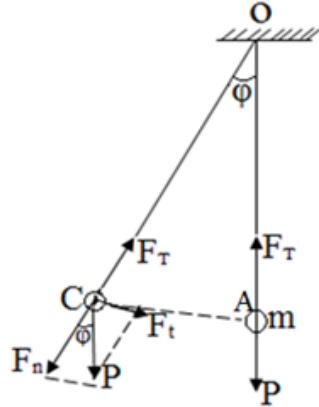
(6.29) va (6.28) formulalarni solishtirsak, uzunliklari

$$l_{kel} = \frac{J}{ml} \quad (6.29)$$

ga teng bo'lgan matematik mayatnikning tebranish davri berilgan fizik mayatnikning davriga teng degan xulosa chiqadi. (6.29) l_{kel} kattalik fizik mayatnikning keltirilgan uzunligi deb ataladi. Shunday qilib, fizik mayatnikning keltirilgan uzunligi shunday matematik mayatnikning uzunligidan iboratki, bu mayatnikning tebranish davri berilgan fizik mayatnikning tebranish davriga teng bo'ladi.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l_{kel}}{g}}$$

formuladan g og'irlik kuchi tezlanishini topishimiz mumkin



6.7-rasm

Garmonik tebranma harakatga matematik mayatnikning kichik amplitudali tebranishlari misol bo'la oladi. Vaznsiz va cho'zilmas ipga osilgan, o'lchami va shaklini xisobga olmasa ham bo'ladigan darajada kichik, o'z og'irligi ta'sirida tik tekislikda tebrana oladigan massiv jism matematik mayatnik deb ataladi.

Faraz qilaylik, biror \mathbf{m} massali sharcha (uni moddiy nuqta deb olish mumkin bo'lsin) l uzunlikdagi ipga 0 nuqtada osilgan va u muvozanat vaziyatidan φ burchakka og'dirilgan bo'lsin muvozanat vaziyatida sharchaning

P-og'irlik kuchi ipning F_T taranglik kuchi bilan muvozanatlashgan bo'ladi. Mayatnik muvozanat (φ) vaziyatdan S nuqtaga og'dirilgan bo'lsa, u xolda og'irlik kuchining ip bo'yicha yo'nalgan normal tashkil etuvchisi $P_n = P \cos \varphi$. Ipning F_T taranglik kuchi bilan muvozanatlashadi, $P_t = -P \sin \varphi$ tangentsial tashkil etuvchisi esa mayatnikni muvozanat xolatiga qaytarishga intiladi. Minus ishora P_t kuchning musbat φ burchaklarini o'lchash yo'nalishiga teskari yo'nalganligini ko'rsatadi. AC yoyning uzunligi x siljishiga teng bo'ladi. Sharchaning AC traektoriyasiga urinma ravishda yo'nalgan tezlanishi $l\ddot{\varphi}$ ga teng, bunda $\ddot{\varphi}$ - sharchaning burchakli tezlanishi, l - matematik mayatning uzunligi, ya'ni mayatnikning osilish nuqtasidan sharchaning markazigacha bo'lgan masofa. Nyutonning ikkinchi qonuniga ko'ra

$$ml\ddot{\varphi} = P_t = -P \sin \varphi \quad (6.30)$$

Kichik tebranishlar ($\varphi \approx 5\text{-}6^0$) uchun $\sin\varphi \approx \varphi$ deb yozish mumkin. $P = mg$ ekanligidan $ml\varphi = -mg\varphi$ bo'ladi, bundan quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$\ddot{\varphi} = -\frac{g}{l}\varphi \quad (6.31)$$

Matematik mayatnikning φ burchak siljishiga nisbatan yozilgan bu tenglama garmonik tebranma harakatning (6.30) tenglamasiga tamomila o'xshash. Shuning uchun φ vaqtning davriy funktsiyasi bo'ladi. Binobarin,

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (6.32)$$

deb yozish mumkin. (6.32) formula matematik mayatnikning tebranish davrini aniqlaydi. Demak, matematik mayatnikning tebranish davri faqatgina mayatnikning l uzunligiga va yer sharining berilgan joyidagi g erkin tushish tezlanishiga bog'liq bo'lib, mayatnikning massasiga bog'liq emas.

Ma'lumki, geografik kenglikdagi erkin tushish tezlanishini aniqlash uchun quyidagicha ish tutish mumkin. (6.32) formulaga asosan matematik mayatnikning ikki xil l_1 va l_2 uzunliklari uchun

$$T_1^2 = \frac{4\pi^2}{g} l_1 \quad \text{va} \quad T_2^2 = \frac{4\pi^2}{g} l_2 \quad (6.33)$$

ifodalarni yozib, birdan ikkinchisini ayirib quyidagi munosabatni xosil qilamiz:

$$T_1^2 - T_2^2 = \frac{4\pi^2}{g} (l_1 - l_2) \quad (6.34)$$

Bundan erkin tushish tezlanishini topish mumkin:

$$g = \frac{4\pi^2(l_1 - l_2)}{T_1^2 - T_2^2} \quad (6.35)$$

Ishni bajarish tartibi

1. Matematik mayatnikni biror uzunlikda o'rnatiladi.
 2. Shkalali chizg'ich bilan ipning uzunligi l'_1 ni, shtangentsirkul bilan sharchanining r radiusini o'lchab olinadi va matematik mayatnikning uzunligi $l_1 = l'_1 + r$ ni xisoblab topiladi.
 3. Mayatnikni muvozanat vaziyatidan $5-6^0$ ga chetlatib qo'yib yuborish orkali tebranma harakatga keltiriladi. Mayatnik muvozanat vaziyatidan maksimal chetlanganda sekundomerni ishga tushirib, $N = 50 \div 100$ marta to'la tebranish uchun ketgan t vaqt aniqlanadi. Berilgan l uzunlik uchun N marta to'la tebranish vaqtiga t_1 uch marta qayta o'lchanadi va o'rtacha $\langle t_1 \rangle$ qiymati topiladi. So'ng $T_1 = \frac{\langle t_1 \rangle}{N}$ ifodadan mayatnikning to'la tebranish davri xisoblab topiladi.
 4. Mayatnikning uzunligini o'zgartirib, 2-va 3-bandlardagi topshiriqlar bajariladi va tebranish davri aniqlanadi.
 - 5.(6.35) formula bo'yicha erkin tushish tezlanishi xisoblab topiladi.
 6. Mayatnikning uzunligini turlicha o'zgartirib, shu usulda tajriba takrorlanadi va g ning qiymati 3-4 marta aniqlanadi.
 7. g ning o'rtacha qiymati topiladi.
 8. Absolyut va nisbiy xatoliklar aniqlanadi.
- Tajribadan olingan o'lchov natijalari quyidagi 6.1-jadvalga kiritilib erkin tushish tezlanishi g va uning aniqlashdagi absolyut va nisbiy xatoliklar aniqlanadi.

6.1-jadval

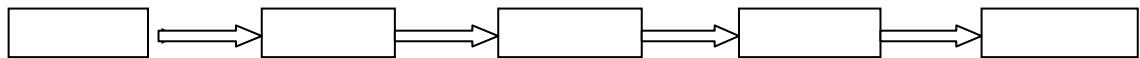
№	l_1	t_1	N_1	T_1	l_2	t_2	N_2	T_2	g	$ \Delta g $	$\frac{ \Delta g }{\langle g \rangle}$
1											
2											
3											

Sinov savollari

1. Tebranishlar deb nimaga aytildi?
2. Tebranishlar necha turga bo'linadi?
3. Matematik mayatnik deb nimaga aytildi?
4. Tebranish davri, chastotasi haqida ma'lumot bering.
5. Matematik mayatnikning tebranish davri qanday kattaliklarga bog'liq?
6. To'lqin deb nimaga aytildi?
7. To'lqinlar necha turga bo'linadi?
8. Tovush to'lqinlari haqida ma'lumot bering.
9. Ultratovushlardan qayerlarda foydalaniladi?
10. Garmonik tebranma harakat qanday fizik kattaliklar bilan harakterlanadi?
11. Nima uchun mayatnikni muvozanat vaziyatidan 5-6° burchakka og'dirish shart, undan kattaroq burchakka og'dirsak nima bo'ladi?
12. Tajribada matematik mayatnikning tebranish davri qanday aniqlanadi?
13. Mayatnikning tebranishlarinima uchun so'nuvchan bo'ladi?

Talabalar bilimini baholashda nostandard test savollardan foydalanish

1. Erkin tushish tezlanishini topish formulasini ketma-ketligini to'g'ri belgilang?



7 - Labaratoriya ishi

Suyuqliklarni ichki ishqalanish koeffitsentini sharchani tushish (Stoks) usuli bilan aniqlash

Ishning maqsadi. Suyuqliklarni ichki ishqalanish koeffitsentini sharchani tushish usuli (Stoks) bilan aniqlash.

Kerakli asbob va jixozlar. Balandligi $70 - 80\text{cm}$ keladigan shisha tsilindr, yopishqoqligi katta bo'lgan suyuqlik, $0,8 - 1\text{mm}$ yoki $5 - 8\text{mm}$ radiusli po'lat sharchalar, mikrometr yoki Shtangensirkul.

Mexanikaning suyuqlik va gazlarni o'rganish bilan shug'ullanadigan bo'limi gidromexanika va aeromexanika deyiladi. Ular o'z navbatida hidrostatika va aerostatika (suyuqliklarning va gazlarning muvozanatini o'rganadi) hamda hidrodinamikaga va aerodinamikaga (suyuqliklarning va gazlarning harakatini o'rganadi) bo'linadi.

Suyuqlik va gazsimon jismlar shu bilan harakterlanadiki, ular siljishga qarshilik ko'rsatmaydi va shu sababli istagancha kichik kuchlar ta'sirida ham o'z shaklini o'zgartira oladi. Suyuqlik yoki gazning hajmini o'zgartirish uchun, aksincha, ancha katta miqdorda tashqi kuchlar zarur. Tashqi ta'sirlar natijasida suyuqliklar va gazlarning hajmi o'zgarganda ularda pirovordida tashqi kuchlarning ta'sirini muvozanatlovchi elastik kuchlar yuzaga keladi. Suyuqliklar va gazlarning elastiklik xossalari ularning alohida qismlari bir-biriga tegib turuvchi jismlarga bu suyuqlik va gazlarning siqilish darajasiga bog'liq bo'lgan kuch bilan ta'sir ko'rsatishi orqali namoyon bo'ladi. Ana shu ta'sir bosim deb ataluvchi kattalik bilan harakterlanadi. Muvozanatda turgan suyuqlikni tekshiraylik. Muvozanat xolat bu suyuqliklarning alohida qismlari bir-biriga yoki ular bilan chegaradosh jismlarga nisbatan ko'chmasligini bildiradi. Suyuqliklarda fikran ΔS yuzacha ajratamiz, suyuqlikning shu yuzacha bo'ylab bir-biriga tegib turgan qismlari kattalik jihatdan teng, yo'nalishlari qrama-qarshi bo'lgan kuchlar bilan ta'sir ko'rsatadi. Bu kuchlarning harakterini aniqlash uchun yuzchaning

bir tomonidan suyuqlikni fikran olib qo'yib bu olingan suyuqlikning ta'sirini shunday kattalik va yo'nalishdagi kuchlar bilan almashtiraylikki, natijada suyuqlikning boshqa qismlarining muvozanat xolati buzilmasin. Bu kuchlar ΔS ga normal yo'nalgan bo'lishi kerak, aks xolda ularning tangentsial tashkil etuvchisi suyuqlik bo'lakchalarini harakatga keltirib muvozanatni buzgan bo'lar edi. Demak, suyuqlikning ΔS yuzaga ko'rsatadigan ta'sir kuchlarining ΔF teng ta'sir etuvchisi ham shu yuzaga o'tkazilgan normal bo'ylab yo'nalgan. Yuzacha sirtining birligiga to'g'ri keluvchi ΔF kuch suyuqlikdagi bosim deyiladi:

$$p = \frac{\Delta F}{\Delta S} \quad (7.1)$$

Agar suyuqlikning ΔS yuzaga ko'rsatayotgan ta'sir kuchi yuza bo'ylab tekis taqsimlansa, u xolda (7.1) ifoda o'rtacha bosimni ifodalaydi.

Biror V hajmli silindrini suyuqlikning bosimini shu hajm bo'yicha taqsimlanishini ko'rib chiqaylik, hajm kuchi vertikal bo'ylab yo'nalgaligi uchun silindr o'qi bo'ylab ikkita $p_1\Delta S$ va $p_2\Delta S$ kuchlar ta'sir etadi. Muvozanat shartidan $p_1 = p_2$ ekanligi kelib chiqadi; demak, suyuqlikning bir xil balandlikda (ya'ni bitta gorizontal tekislikda) yotgan barcha nuqtalarida bosim bir xil qiymatga ega bo'lar ekan.

Endi qolgan silindrik hajmini shunday tanlab olamizki, uning o'qi vertikal yo'nalgan bo'lsin. Bu xolda silindr asosiga uning o'qi bo'ylab ko'rsatiladigan bosim kuchidan tashqari hajm kuchi $\rho gh\Delta S$ (ρ -suyuqlik zichligi, h -silindrning balandligi) ta'sir ko'rsatadi va muvozanat sharti quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$p_2\Delta S = p_1\Delta S + \rho gh\Delta S$$

ΔS ga qisqatirib quyidagini topamiz:

$$p_2 = p_1 + \rho gh$$

shunday qilib, ikkita turli balandliklardagi bosimlar bir-biridan shu balandliklar orasida yotgan ko'ndalang kesimi birga teng bo'lgan suyuqlik vertikal ustunining og'irligiga teng qiymatga farq qilar ekan.

Siqib chiqaruvchi kuch.

Turli balandliklardagi bosimlar har xil bo'lganligi natijasida suyuqlik yoki gaz ichida turgan jismrlarga ta'sir etuvchi siqib chiqarish (Arximed) kuchlari yuzaga keladi. Siqib chiqaruvchi kuchning kattaligini topish uchun jismni "botgan" suyuqlik (gaz) hajmi bilan almashtiramiz. Bu hajm muvozanatda turganligi sababli uning og'irlik kuchi uning sirtiga ta'sir etuvchi barcha bosim kuchlarning teng ta'sir etuvchisi bilan muvozanatlashishi kerak. Xuddi shunday sirt kuchlari jismning o'ziga ham ta'sir ko'rsatadi va ularning teng ta'sir etuvchisi siqib chiqaruvchi kuchni xosil qiladi.

Siqib chiqaruvchi kuch (Arximed kuchi) jism hajmidagi suyuqlik og'irligiga teng bo'lib vertikal bo'ylab yuqoriga qarab ta'sir etadi va u quyidagi ko'rinishga ega:

$$F_A = \rho_s g V \quad (7.2)$$

Bu yerda ρ_s -suyuqlik zichligi, g -erkin tushish tezlanishi, V -jismning suyuqlikka botgan qismiga teng bo'lgan hajmi.

Botgan hajm uning istalgan vaziyatida ham muvozanatda (farqsiz muvozanatda) qoladi. Demak, siqib chiqaruvchi kuchning qo'yilish nuqtasi jism hajmining og'irlik markazi bilan ustma-ust tushadi. Jism o'zining og'irlik markazi faqat jismning zichligi barcha nuqtalarda bir xil bo'lgan xoldagina hajmning og'irlik markazi bilan ustma-ust tushadi. Aks xolda ular ustma-ust tushmasligi mumkin. Misol uchun qo'rgoshin va yarim sharlardan yasalgan shar olaylik. Siqib chiqaruvchi kuch sharning markaziga qo'yilgan bo'lsa, og'irlik kuchining qo'yilish nuqtasi esa qo'rgoshin yarim shar tomonga qarab siljigan bo'ladi.

Agar jismning o'rtacha zichligi suyuqlikning zichligidan kichik bo'lsa, u xolda muvozanat xolatida jism faqat qismangina suyuqlikka botib turadi. Bunda og'irlik kuchi (u jismning og'irlik markaziga qo'yilgan) va siqib chiqaruvchi kuchlar (ular jismning suyuqlikka botgan qismining og'irlik markaziga qo'yilgan) kattalik jihatdan bir-biriga teng bo'lishi va bir to'g'ri chiziq bo'ylab ta'sir etishi kerak, aks xolda ular aylantiruvchi moment yuzaga keltiradi va natijada muvozanat buziladi.

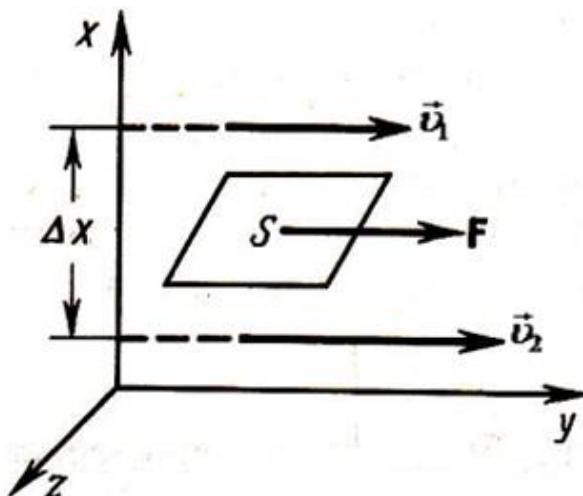
Ichki ishqalanish. Qovushqoqlik.

Qovushqoqlik – bu haqiqiy suyuqliklarning bir qismi suyuqlikning boshqa qismiga nisbatan siljishiga qarshilik ko'rsatish xossasidir. Real suyuqlikning ba'zi qatlamlariga nisbatan siljishida urinma bo'yicha qatlamlar yuzasiga yo'naltirilgan ichki ishqalanish kuchlari paydo bo'ladi. Bu kuchlar ta'siri shunda namoyon bo'ladiki, tezroq harakatlanayotgan qatlam tomonidan sekinroq harakatlanayotgan qatlamga nisbatan tezlantiruvchi kuch ta'sir etadi. Sekinroq harakatlanayotgan qatlamdan esa tezroq harakatlanayotgan qatlamga tormozlovchi kuch ta'sir etadi.

Ko'rileyotgan qatlam S yuza qanchalik katta bo'lsa, ishqalanish kuchi \vec{F} shunchalik katta bo'ladi va u suyuqlik oqimi tezligi birinchi qatlamdan boshqa qatlamga o'tayotganda qanchalik tez o'zgarishiga bog'liq (50-rasm). Rasmda bir–biridan Δx masofaga farq qiluvchi v_1 va v_2 tezliklar bilan harakatlanayotgan 2 ta qatlam tasvirlangan. Bunda $v_1 - v_2 = \Delta v$ xisoblanayotgan qatlamlar orasidagi masofa tezlikka perpendikulyar yo'nalishda olinadi. $v/\Delta x$ kattalik harakat yo'nalishiga perpendikulyar yo'nalishda qatlamdan-qatlamga o'tayotganda tezlik qancha tez o'zgarishini ifodelaydi va tezlik gradienti deb ataladi. Shunday qilib, ichki ishqalanish kuchi moduli

$$F = \eta \left| \frac{\Delta v}{\Delta x} \right| S \quad (7.3)$$

bu yerda η suyuqlikning tabiatiga bog'liq bo'lgan proportsionallik koeffitsienti dinamik qovushqoqlik deyiladi (yoki oddiy qovushqoqlik) deyiladi.



7.1-rasm

Qovushqoqlik birligi $[Pa \cdot s]$ muhitning dinamik qovushqoqligiga teng bo'lib, bu muhitda laminar oqim tezlik gradiyenti $\Delta v / \Delta x = 1 s^{-1}$ bo'lgan xolda mazkur suyuqlikning ikki bir-biriga tegib turgan qatlami orasidagi $S = 1 m^2$ sirtda IN ga teng ichki ishqalanish kuchi yuzaga keladi.

Qovushqoqlik qanchalik katta bo'lsa suyuqlik shunchalik ideal suyuqlikdan farq qiladi va unda shunchalik katta ishqalanish kuchlari yuzaga keladi. Qovushqoqlik koeffitsienti temperaturaga bog'liq bo'lib, bu bog'lanishning harakteri suyuqlik va gazlar uchun turlicha bo'ladi. Suyuqliklarda temperatura ortishi bilan qovushqoqlik koeffitsienti keskin kamayadi. Gazlarda esa, aksincha, temperatura ortishi bilan qovushqoqlik koeffitsienti ortadi. Temperatura o'zgarganda η ning o'zgarish harakteri turlicha bo'lishi suyuqlik va gazlarda ichki ishqalanishning tabiatini turlicha ekanligidan dalolat beradi. Masalan shunday yog'lar borki ularning temperaturasini $18-40^\circ C$ ga orttirilganda qovushqoqligi 4 marotaba tushib ketadi. Suyuq geliy $211 K$ temperaturada o'ta oquvchanlik xolatiga o'tadi va qovushqoqlik nolga teng bo'ladi.

Qovushqoqliknı topishda Stoks va Pyazeyl usullaridan foydalilaniladi.

Stoks usuli. Suyuqlikda vertikal ravishda tushayotgan dumaloq sharchaga uchta kuch ta'sir qiladi: og'irlik kuchi, $p = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho g$ (ρ - sharchaning zichligi), Arximed kuchi $F_A = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho' g$ (ρ' - suyuqlik zichligi) va empirik yo'l bilan topilgan Stoks kuchi

$F = 6\pi\eta r\nu$ kuchi ta'sir qiladi (bu yerda r sharcha radiusi, ν uning tezligi). Sharchaning tekis harakatida

$$P = F_A + F$$

yoki

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho g = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho' g + 6\pi\eta r\nu$$

bundan

$$\nu = \frac{2(\rho - \rho')gr^2}{9\eta}$$

sharcha tezligining qiymatini topib qovushqoqlik koeffisenti aniqlanadi.

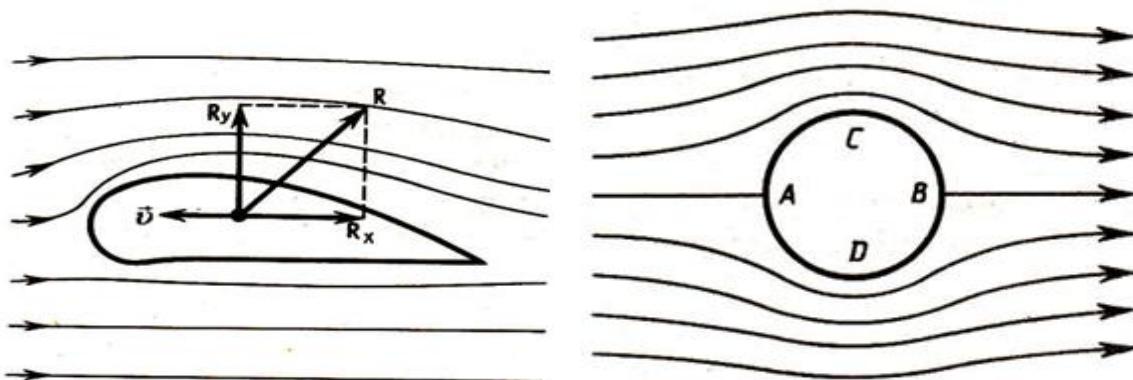
Suyuqlik va gazlarda jismlarning harakati.

Aero va gidrodinamikaning muhim masalalaridan biri qattiq jismlarning suyuqlik va gazlardagi harakatini o'rganish xisoblanadi, xususan, bunday harakatlanayotgan jismlarga muhit ta'sir qiladi. Bu masala aviatsiyaning tez rivojlanishi va dengiz transporti harakat tezligining ortishi bilan yanada muhim ahamiyat kasb etdi.

Suyuqlik yoki gazda harakatlanayotgan jismga ma'lum kuchlar ta'sir etadi. Bu kuchlarning teng ta'sir etuvchisini R bilan belgilaymiz (7.2-rasm) R kuchni biri R_x jismning harakati yo'nalishiga teskari (yoki jismga urilayotgan oqimning yo'nalishi bo'ylab) yo'nalgan va ikkinchisi R_y bu yo'nalishga perpendikulyar bo'lgan ikkita tashkil etuvchiga ajratish mumkin. R_x va R_y tashkil etuvchilar mos ravishda peshona qarshilik va ko'taruvchi kuch deyiladi. Ravshanki, harakat yo'nalishiga nisbatan simmetrik bo'lgan jismga faqat peshona qarshilik ta'sir ko'rsatishi mumkin, ko'taruvchi kuch esa bu xolda nolga teng bo'ladi.

Xisoblashlardan ideal suyuqlikda tekis harakat qilayotgan jismlarga peshona qarshilik ta'siri bo'lmasligi ma'lum bo'ldi. Qovushqoqlikka ega bo'lmasligidan ideal suyuqlik jismning sirti bo'ylab erkin sirg'anib uni aylanib oqadi. 52-rasmda ideal suyuqlik juda uzun ("cheksiz") silindrni aylanib oqqan vaqtida oqim chiziqlari qanday shaklga ega bo'lishi ko'rsatilgan. To'la aylanib oqish bo'lganligidan oqim chiziqlari A va B nuqtalar orqali o'tuvchi to'g'ri chiziqqa nisbatan ham C va D nuqtalar orqali o'tuvchi to'g'ri

chiziqqa nisbatan ham mutlaqo simmetrik bo'ladi. Shuning uchun A va B nuqtalar yonida bosim bir xil bo'ladi (va to'lqinlanma yoqish vaqtida katta bo'ladi, chunki bu nuqtalar yonida tezlik kattaroq) demak

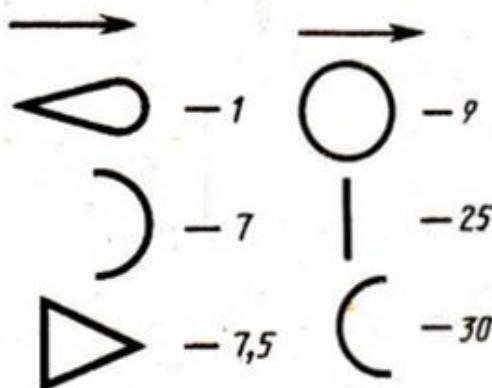


7.2-rasm

silindrning sirtiga ko'rsatiladigan natijaviy bosim kuchi (u qovushoqlik bor bo'lganda peshona qarshilikni yuzaga keltirgan bo'lar edi) nolga teng bo'ladi, boshqacha shakldagi jismlar uchun ham xuddi shunday natijalar olingan.

Jism qovushoq suyuqliklarda harakatlanganda esa boshqacharoq hodisa kuzatiladi. Bu xolda juda yupqa suyuqlik qatlami jismning sirtiga yopishib oladi va u bilan birga harakatlanib yonidagi qatlamlarni ishqalanish tufayli ergashtirib ketadi Jismning sirtidan uzoqlashib borgan sari qatlamlarning tezligi kamayib boradi va nixoyat, sirtdan biror masofada suyuqlik jismning harakati tasirida to'lqinlanmaydi. Shunday qilib, jism tezlik gradientiga ega bo'lgan suyuqlik qatlami bilan o'ralib qolar ekan. Bu qatlamni chegara qatlam deyiladi. Unda ishqalanish kuchlari mavjud bo'lib, natijada ular peshona qarshilikni yuzaga keltiradi. Ammo jaroyon shu bilangina chegaralanib qolmaydi. Chegara qatlamning mavjudligi jismning suyuqlik tomonidan aylanib oqish harakatini tubdan o'zgartirib yuboradi. To'la aylanib oqish mumkin bo'lmay qoladi. Sirdagi qatlamda ishqalanish kuchlarining ta'siri oqim jismning sirtidan ajralib chiqishiga va natijada jismning orqasiga uyurmalar xosil bo'lishiga olib keladi (rasmga qarang, unda qovushoq suyuqlikning silindrni aylanib oqishi ko'rsatilgan). Bu uyurmalarni oqim olib ketadi va u ishqalanish ta'sirida asta-sekin so'nadi; bunda uyurmalarning energiyasi suyuqlikni isitishga

sarflanadi. Jism orqasida xosil bo'lgan uyunma sohasida bosim kuchlarining teng ta'sir etuvchisi noldan farqli bo'lib, peshona qarshiligini yuzaga keltiradi.



7.3-rasm

Shunday qilib, peshona qarshilik ishqalanish qarshiligi bilan bosim qarshiligidan tashkil topar ekan. Jismning berilgan ko'ndalang o'lchamlarida bosim qarshiligi uning shakliga juda kuchli bog'langandir. Shuning uchun ham u shakl qarshiligi deb ham ataladi. Suyuqlikning aylanib oqishi juda oson bo'lgan shakli bo'lib, bunday jismlar eng kichik bosim qarshiligiga ega (7.3-rasm). Ixtirochilar samolyotlarning fyuzelyajiga va qanotlariga, avtomobillarning kuzovlariga va xokazolarga ana shunday shakl berishga intiladilar. Ishqalanish qarshiligi bilan bosim qarshiligi orasidagi nisbat Reynolds sonining qiymati bilan aniqlanadi. Bu xolda l —jismning biror harakterli o'lchami (masalan, shar shaklidagi jism uchun radius), v —jismning suyuqlikka nisbatan tezligi.

Reynolds sonining kichik qiymatlaridan asosiy rolni ishqalanish qarshiligi o'ynaydi, shuning uchun bosim qarshiliginini xisobga olmasa ham bo'ladi. Reynolds sonining ortishi bilan bosim qarshiligining ro'li orta boradi. Reynolds sonining katta qiymatlarida peshona qarshilikda bosim kuchlari asosiy ro'l o'ynaydi. Reynolds soni oqimda jismga ta'sir ko'rsatayotgan kuchlarning harakterini bildirgan xolda hodisalarning o'xshashligini aniqlab beruvchi o'lchov bo'lib hizmat qilishi mumkin. Bu xol modellashda qo'llaniladi. Masalan, agar samolyotning o'zi bilan modeli orasidagi geometrik o'xshashlikdan tashqari ular uchun Reynolds sonining teng bo'lishi sharti qanoatlantirilgan bo'lsa,

samolyotning modeli gaz oqimida xuddi samolyotning asl nushasi kabi o'zini tutadi.

Qattiq jism yopishqoq suyuqlik ichida o'zgarmas kuch ta'sirida harakatlanganda o'ziga yaqin bo'lgan suyuqlik qatlamlari ergashtirib keladi. Harakatlanayotgan jismga yaqin xatlab o'z navbatida o'ziga qo'shni qatlamlarga ergashtirib ketadi. Qattiq jismdan eng uzoqdagi qatlami ham siljiydi. Suyuqlik qatlamlarini harakatga keltirish va uning ichki ishqalanishini yengish uchun ma'lum ish bajariladi. Shuning uchun harakatdagi qattiq jism tezlanishini yo'qotib, tekkis harakatga o'tadi. Stoks qonunida suyuqlik ichiga tushirilgan kichik sharchalar tekkis harakatining v tezligi ta'sir etuvchi F -kuchga, suyuqlikning qovushqoqlik koeffitsenti η -ga va sharchaning r -radiusiga bog'lik, ya'ni

$$v = \frac{1}{6\pi} \frac{F}{r\eta} \quad (7.4)$$

Suyuqlikda vertikal tushayotgan sharchaga uchta kuch:

- 1) pastga qarab yo'nalgan og'irlik kuchi $\frac{4}{3}\pi r^3 dg$ (r -sharchaning radiusi, d -sharchaning zichligi),
- 2) yuqoriga qarab yo'nalgan ko'taruvchi kuch $\frac{4}{3}\pi r^3 \delta g$ (δ -suyuqlikning zichligi)
- 3) sharchaning harakatiga teskari, ya'ni yuqoriga qarab yo'nalgan $6\pi\eta r$ qarshilik kuchi ta'sir qiladi. Birinchi ikki kuch kattalik jixatdan o'zgarmas bo'lib, uchinchisi esa v tezlikka proportionaldir. Shu sababli ma'lum tezlikka erishilgach, ko'taruvchi kuch bilan qarshilik kuchi qo'shilib og'iklik kuchini muvozanatlaydi va natijada sharcha tezlanishsiz tekis harakatlana boshlaydi. U xolda,

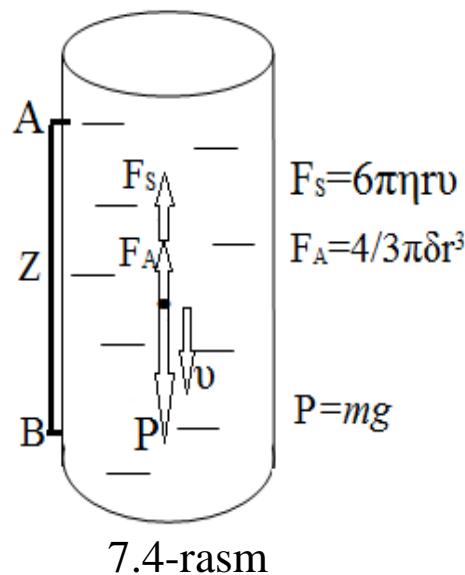
$$\frac{4}{3}\pi r^3 dg = \frac{4}{3}\pi r^3 \delta g + 6\pi\eta r v \quad (7.5)$$

Bu tenglamani tezlik v ga nisbatan yechsak,

$$v = \frac{2 gr^3}{9\eta} (d - \delta) \quad (7.6) \text{ dan } \eta = \frac{2 d - \delta}{9v} r^3 g \quad (7.6')$$

bo'ladi. Shunday qilib, suyuqlikning yopishqoqlik koeffitsentini aniqlash uchun suyuqlik ichidagi sharchaning tekis harakatlanish

tezligini aniqlash kifoya qiladi, chunki (7.6) dagi boshqa kattaliklarning qiymatlari jadvallardan olinadi, sharchaning diametri esa mikrometr bilan o‘lchab topiladi.



7.4-rasm

Asbobning tuzilishi. Shisha silindr idish ichiga (7.4-rasm). 30 – 40 cm balandlikkacha tekshiriladigan suyuqlik solinadi. Bu idishdagi suyuqlik ichida po‘lat sharcha 5-8 sm harakatlangandan so‘ng tekis tezlanuvchan harakatga o‘tadi. Idishning ma’lum bir joyiga A-chiziq chizilgan. Undan bir oz pastroqqa B chiziq chizilgan. Sharcha A- chiziqqa kelganda sekundomer ishlatib yuboriladi, sharcha B-chiziqqa kelganda esa sekundomer to‘xtatiladi.

A va B ning oralig‘ini Z, bo‘lsa, sharchaning bu yo‘lni bosib o‘tish uchun ketgan vaqtini t -desak, sharchaning tezligi: formula bilan aniqlanadi.

$$v = \frac{Z}{t} \quad (7.7)$$

Bu tajriba qanday temperaturada bajarilganligini bilish uchun suyuqlikka termometr ham qo‘yiladi. Tajribani har-xil temperaturada bajarish uchun shisha tsilindr boshqa bir idishdagi suvgaga botiriladi.

Bu idishdagi suvning temperaturasini o‘zgartirib turish mumkin. Tajriba yo‘li bilan aniqlangan suyuqlikning yopishqoqlik koeffitsientini nisbiy xatosi xisoblanadi.

Asosiy hisoblash formulalari:

$$1) v = \frac{Z}{t}$$

$$2) \eta = \frac{2}{9} \cdot \frac{d - \delta}{v} r^2 g$$

bu yerda r - shar radiusi, δ - glitserin zichligi, d - po'lat sharchaning zichligi, g - erkin tushish tezlanishi, v - sharchaning tushish tezligi, Z - sharchaning bosib o'tgan yo'li, t -vaqt, η - suyuqlikning yopishqoqlik koeffitsienti

Tajribadan olingen fizik kattaliklarni quyidagi 7.1-jadvalga yozing.

7.1-jadval

Nº	Z	T	v	R	d	δ	η
1							
2							
3							

Sinov savollari

1. Tashqi ishqalanish mexanizmin tushuntiring.
2. Ichki ishqalanish mexanizmin tushuntiring.
3. Stoks qonunini yozing va tushuntiring.
4. Yopishqoq muhitda harakatlanuvchi sharchaga qanday kuchlar ta'sir qiladi?
5. Kuchlar qanday yo'nalgan?
6. Dinamik ichki ishqalanish koeffitsientlarini tushuntiring.
7. Kinematik ichki ishqalanish koeffitsientlarini tushuntiring
8. Ular qanday birliklarda o'lchanadi?

B/BH/B jadvali

Bilaman	Bilishni xohlayman	Bilib oldim

8 - Labaratoriya ishi

Qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sig‘imini aniqlash

Ishning maqsadi. Tajribalar o‘tkazish yo‘li bilan xar xil qattiq jismlarni solishtirma issiqlik sig‘imlarini aniqlash

Kerakli asbob va jixozlar. Kalorimetrik, tarozi tarozi toshlari bilan, solishtirma issiqlik sig‘imi aniqlanadigan jism, qaynoq suv, temometr, aralashtirgich.

Moddalarning issiqlik sig‘imlari

Massalari bir xil bulgan har turli moddani, masalan, alyuminiy, jez, g‘isht, yoroch va xokazo kabilarning temperaturasini bir xil qiymatga ko‘tarish uchun ularga turli miqdorda issiqlik berish lozimligini tajribada ko‘rish mumkin.

Jismning temperurasini bir kelvinga ko‘paytirish uchun unga berilishi lozim bo‘lgan issiqlik miqdoriga son jihatidan teng bulgan kattalik shu jismning issiqlik sig‘imi (C) deb ataladi. SI da issiqlik sig‘imining birligi J/K.

Tajribaning kursatishicha, bir xil massali turli moddalarga bir xil issiqlik berilganda ularning temperurasini turlicha o‘zgaradi. Shuning uchun moddalarning issiqlik xossalari harakterlaydigan maxsus tushuncha *solishtirma issiqlik sig‘imi* kiritilgan.

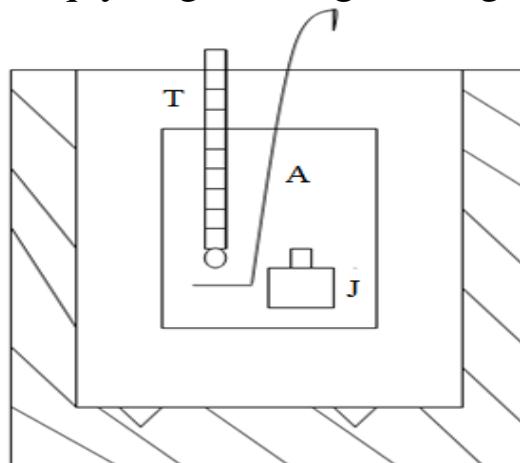
Birlik massali moddaning temperurasini bir kelvinga ko‘tarish uchun unga berilishi lozim bulgan issiqlik miqdoriga son qiymati jixatidan teng bulgan kattalik solishtirma issiqlik sig‘imi (c) deb ataladi. Agar m massali moddagaga Q issiqlik miqdori berilganda uning temperurasini $T_2 - T_1 = \Delta T$ ga o‘zgarsa, u xolda ta’rifga binoan,

$$c = \frac{Q}{m(T_2 - T_1)} = \frac{Q}{m\Delta T} \quad (8.1)$$

deb yoza olamiz. Solishtirma issiqlik sig‘imining SI da birligi $J/kg \cdot K$.

Moddalarning solishtirma issiqlik sig‘imi faqat ularning xossalari gagina emas, balki issiqlik qanday sharoitda

uzatilayotganiga ham borliq. O‘zgarmas bosim sharoitida isitilganda gaz kengayib, tashqi jismlar ustida musbat ish bajaradi. Binobarin, bu xolda gazning temperaturasini bir kelvinga oshirish uchun uni o‘zgarmas hajm sharoitida isitgandagiga qaraganda ko‘roq issiqlik miqdori kerak, chunki issiqlikning bir qismi gazning ish bajarishiga sarf bo‘ladi. Berilgan jismning issiqlik sirimi (C) bilan solishtirma issiqlik sig‘mi (c) o‘zaro quyidagicha bog‘lanishga ega:



8.1-rasm

$$C=mc \quad (8.2)$$

bu yerda m - berilgan jismning massasi. Solishtirma issiqlik sig‘imining ta’rifidan t massali jismni T_1 temperaturadan T_2 temperaturagacha isitish uchun unga berilgan issiqlik miqdori quyidagi formula bilan xisoblanadi:

$$Q=mc(T_2-T_1) \quad (8.3)$$

Jism soviganda uning oxirgi temperaturasi boshlangich temperaturasidan past bo‘ladi va issiqlik mikdori (8.3) formulaga asosan, manfiy bo‘ladi, bunda jism tashki jismlarga issiqlik bergenini anglatadi. Issiqlik miqdori kalorimetrik yordamida o‘lchanadi. Bu asbobda atrofdagi muhit ta’siridan xoli bo‘lgan jismlar o‘rtasida issiqlik almashinadi.

Kalorimetrik yupqa devorli metall stakan bo‘lib, u tubida yog‘och, plastmassa yoki po‘kak taglik bo‘lgan tashqi metall stakaniga solingan bo‘ladi. Taglik va stakanlarning orasidagi havo qatlami bo‘lib kalorimetrik issiqligini isrof bo‘lishidan saqlaydi.

Shuningdek, kalorimetrdan T termometri va A aralashtirgich bo‘ladi.

Issiqlik balansi tenglamasi

Massasi m_1 solishtirma issiqlik sigimi c_1 bo'lgan kalorimetrga massasi m_2 , solishtirma issiqlik sirimi c_2 bo'lgan suv solingan bo'lib, kalorimetr bilan suvning boshlang'ich temperaturasi T_1 bo'lsin. Unga massasi m , temperaturasi T_2 , solishtirma issiqlik sirimi c bo'lgan qizdilgan temir bo'lagini tushirsak, bir oz vaqt o'tgandan keyin suvli kalorimetr bilan temirning temperaturalari tenglashib, issiqlik muvozanati xolati qaror topadi. Bu vaqtda sistemaning temperaturasini T deb belgilaymiz. Ravshanki, $T_1 < T < T_2$ bo'ladi.

Tajribada aniqlanishicha (aniqrog'i, energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra), issiqliq jism chiqargan issiqlik miqdori sovuqroq jismlar olgan issiqlik miqdorlariga teng bo'ladi. Kalorimetring olgan issiqlik miqdori

$$Q_1 = m_1 c_1 (T - T_1) \quad (8.4)$$

suvning olgan issiqlik miqdori

$$Q_2 = m_2 c_2 (T - T_1) \quad (8.5)$$

temirning bergen issiqlik miqdori

$$Q = cm (T_2 - T) \quad (8.6)$$

bo'ladi. Demak, issiqlik muvozanati xolati qaror topganda qizitilgan temir T_2 dan T gacha sovib, Q issiqlik miqdorini kalorimetr bilan suvga beradi. Natijada ular isib, temperaturalari T_1 dan T gacha ko'tariladi. Bunda quyidagi tenglik o'rini bo'ladi:

$$Q_1 + Q_2 = Q. \quad (8.7)$$

(8.4) tenglama issiqlik balans tenglamasi deb ataladi. Bu tenglamaga Q , Q_1 va Q_2 ning qiymatlarini qo'yib, quyidagi ifodani xosil qilamiz:

$$m_1 c_1 (T - T_1) + m_2 c_2 (T - T_1) = mc(T_2 - T) \quad (8.7a)$$

Biror jismning, masalan, yuqorida keltirilgan temirning solishtirma issiqlik sig'imi (c) noma'lum bo'lsa, uni (8.7a) tenglamadan quyidagicha topish mumkin:

$$c = \frac{m_1 c_1 (T - T_1) + m_2 c_2 (T - T_1)}{m(T_2 - T)} = \frac{(m_1 c_1 + m_2 c_2)(T - T_1)}{m(T_2 - T)} \quad (8.8)$$

Bu ixtiyoriy jismning solishtirma issiqlik sig‘imini topish formulasidir.

Ko‘p jismlar o‘rtasida bo‘ladigan issiqlik almashinuvining umumiy xolda issiqlik balansi tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots = 0 \quad (8.9)$$

bu yerda Q_1, Q_2, Q_3, \dots sistemadagi jismlarning olgan yoki bergen issiqlik miqdorlari bo‘lib, ularning algebraik yig‘indisi nolga teng.

8.8-formuladagi belgilashlar:

c - jismning solishtirma issiqlik sig‘imi;

m - jismning massasi;

T_2 - jismning suvga tushuralyotgan payitdagи harorati;

T_1, T_2 – calorimet va suvning daslabki haroratlari

c_1 - calorimetring solishtirma issiqlik sig‘imi;

m_1 - calorimenrning massasi;

m_2 – suvning massasi;

c_2 – suvning solishtirma issiqlik sig‘imi;

T – suv, calorimet va jismning issiqlik muvozanati xolatidagi haroratlari.

Olingan natijalar 8.2-jadvalga yoziladi.

8.1-jadval

Bazi bur jismlerining solishtirma issiqlik sig‘imlari

№	Jism turi	$c \cdot 10^{-2} \frac{J}{kg \cdot K}$	№	Jism turi	$c \cdot 10^{-2} \frac{J}{kg \cdot K}$
1	Alyuminiy	0,897	8	Platina	0,117
2	Bronza	0,436	9	Qo‘rg‘osh in	0,126
3	Vismun	1,299	10	Chinni	0,010
4	Temir	0,429	11	Mis	0,394
5	Po‘lat	0,503	12	Nikel	0,461
6	Jez	0,384	13	Qalay	0,230
7	Muz	2,095	14	Volfram	0,155

8.2-jadval

Nº	T ₁	T ₂	T	m ₁	m ₂	M	C
1							
2							
3							

Sinov savollari

- Moddaning ichki energiyasi deb qanday energiyaga aytildi?
- Moddaning ichki energiyasi qanday kattaliklarga bog‘liq?
- Moddaning ichki energiyasini qanday usullar bilan o‘zgartirish mumkin?
- Issiqlikning mexanik ekvivalenti nima? Joul tajribasini tushuntiring.
- Issiqlik almashinuvining qanday turlarini bilasiz?
- Moddaning issiqlik va solishtirma issiqlik sig‘imi deb nimaga aytildi va u qanday birliklarda ifodalanadi?
- Issiqlik balans tenglamasini yozing va tushuntiring.
- Issiqlik balans tenglamasini energiyaning saqlanish qonuniga qanday munosabati bor?

Issiqlik sig‘imining afzalliklari va kamchiliklari**T – jadval****Afzalliklar****Kamchiliklar**

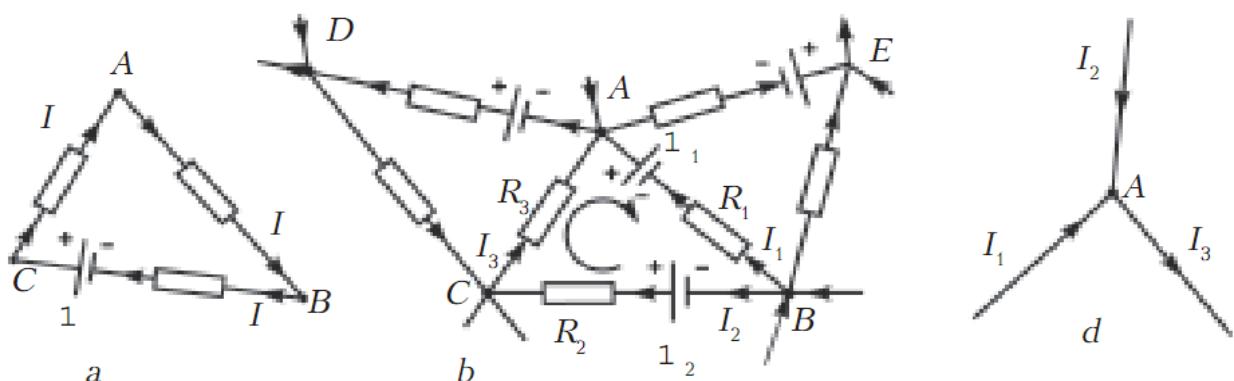
9 - Labaratoriya ishi

Uitston ko‘prik sxemasi yordamida o‘tkazgichlarning qarshiligini o‘lchash

Ishning maqsadi. Uitston ko‘prik sxemasi yordamida o‘tkazgichlarning qarshiligini o‘lchash.

Kerakli asbob va jixozlar. Reoxord, galvanometr, qarshiliklar magazini, qarshiliklari aniqlanishi kerak bo‘lgan o‘tkazgichlar, tok manbai, kalit.

Tarmoqlangan elektr zanjiri. Kirxgof qoidalari Berk zanjir uchun Om qonunini ko‘rganda biz faqat birgina berk konturdan iborat eng sodda elektr zanjiridan foydalandik (9.1a - rasm). Bunday zanjirlar tarmoqlanmagan zanjirlar deyiladi. Tarmoqlanmagan zanjirning barcha qismlarida tok kuchi bir xil bo‘ladi. Bunday zanjirlardagi tok kuchini, EYK ni va qarshilikni Om qonunlaridan foydalanib oson xisoblash mumkin. Radiotexnika, elektrotexnikada ancha murakkab elektr zanjirlaridan foydalaniladi. Ular umumiyl qismini tashkil qilgan bir necha berk o‘tkazuvchan konturlardan tarkib topgan bo‘lib, har bir konturda bir



9.1-rasm

necha tok manbayi bo‘lishi mumkin. Bunday zanjirlarni tarmoqlangan zanjirlar deyiladi. 9.1b - rasmida shunday zanjirlardan birining bir qismi tasvirlangan, u ABC, ABE va ADC berk konturlardan tarkib topgan. Tarmoqlangan zanjir berk konturining

alohida qismlarida tok kuchlari kattalik jihatdan ham, yo'naliish jihatdan ham turlicha bo'lishi mumkin.

Tarmoqlangan zanjirni 1847 - yilda nemis fizigi G. Kirxgof tomonidan aniqlangan ikki qoidasini qo'llab xisoblash mumkin.

Kirxgofning birinchi qoidasi tarmoqlanish tugunlariga tegishli. Zanjirning uchtadan kam bo'limgan o'tkazgichlar birlashadigan nuqtalari tarmoqlanish tugunlari deyiladi. (Masalan, 9.1d - rasmdagi A nuqta, 9.1b - rasmdagi A, B, C, D, E nuqtalar tarmoqlanish tugunlari xisoblanadi). Bunda tugunga keluvchi tokni musbat, tugundan ketayotgan tokni manfiy deb xisoblaymiz.

Kirxgofning birinchi qoidasiga ko'ra, tarmoqlanish tugunida uchrashuvchi toklarning algebraik yig'indisi nolga teng:

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0 \quad (9.1)$$

Bu munosabat tok o'zgarmas bo'lganda tugunda zaryadlarning to'planmasigini, ya'ni tugunga vaqt birligi ichida qancha elektr miqdori kirsa, shuncha elektr miqdori chiqishini bildiradi. Aks xolda tugunda potensialning o'zgarishi va, demak, zanjirdan o'tuvchi toklarning o'zgarishi sodir bo'ladi. Bundan chiqadiki, zanjirda toklarning o'zgarmasligi uchun (9.1) shart bajarilishi zarurdir. 9.1d - rasm asosida Kirxgofning birinchi qoidasi quyidagicha yoziladi:

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad (9.2)$$

Kirxgofning ikkinchi qoidasi tarmoqlangan zanjirning berk konturlariga tegishli. 9.1b - rasmdagi ABCA konturni xayolan ajratib olaylik va konturni soat mili yo'naliishida aylanishni musbat yo'naliish deb xisoblaylik (aylanish yo'naliishini tanlash ixtiyor). Yo'naliishi biz tanlagan yo'naliish bilan mos tushadigan tok kuchi va EYK ni musbat, teskari yo'naliishdagilarni manfiy deb xisoblaylik. A nuqtadagi potensialni φ_A , B nuqtadagini φ_B , va C nuqtadagini φ_C , bilan belgilaymiz. Konturning har bir AB, BC, CA tarmoqlanmagan qismlari uchun Om qonunini yozamiz:

$$AB \text{ qism uchun } -I_1 R_1 = \varphi_B - \varphi_A - \varepsilon_1 \quad (\text{a})$$

$$BC \text{ qism uchun } I_2 R_2 = \varphi_B - \varphi_C - \varepsilon_2 \quad (\text{b})$$

$$CA \text{ qism uchun } I_3 R_3 = \varphi_C - \varphi_A \quad (\text{d})$$

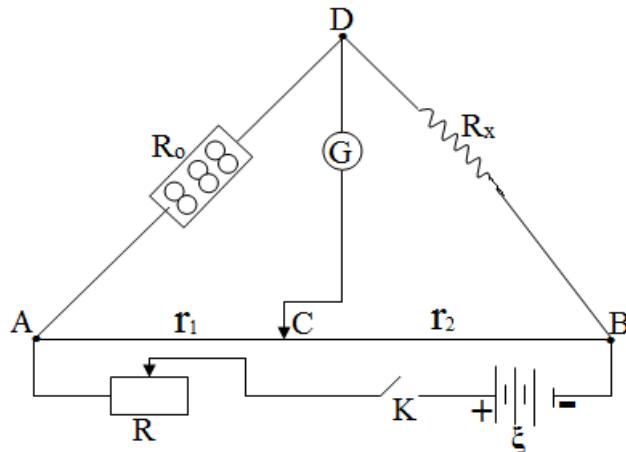
(a) ifodaning ikkala tomonini ($-\varepsilon_1$) ga ko‘paytirib, uchala (a), (b) va (d) ifodalarni o‘zaro hadma-had qo‘shib chiqsak, potensiallar qisqaradi va quyidagi

$$I_1R_1 + I_2R_2 + I_3R_3 = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \text{ yoki } \sum_{i=1}^n I_i R_i = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \quad (9.3)$$

munosabatni xosil qilamiz. Bu munosabat Kirxgofning ikkinchi qoidasini ifodalaydi va u shunday ta’riflanadi:

Tarmoqlangan zanjirning berk konturida uning qismlaridan oqayotgan tok kuchlarining tegishli qismlar qarshiliklariga ko‘paytmasining algebraik yig‘indisi konturdagi tok manbalari elektr yurituvchi kuchlarining algebraik yig‘indisiga teng bo‘ladi.

(9.3) munosabat bir necha tok manbalari bo‘lgan tarmoqlangan zanjir konturi uchun Om qonunini umumlashtirishdir. Kirxgofning ikkinchi qoidasi tokning o‘zgarmasligi bilan bog‘liq bo‘lmagani uchun uni o‘zgaruvchan tok zanjiriga ham tatbiq qilish mumkin.



9.2-rasm

Reoxord millimetrlariga bo‘lingan uzunligi bir metr chamasidagi yogochdan yasalgan chizgich bo‘lib, uning o‘rtasida nikelli sim tortilgan. Simning AD tomoniga qarshiliklar magazini R_0 , BD tomoniga esa qarshiliqi noma'lum bo‘lgan R_x o‘tkazgich va R qarshiliklar ham o‘zaro ketma-ket ulangan. R_0 va R ning bir-biriga ulangan D nuqtasiga simning bir uchini biriktirib ikkinchi uchini esa galvanometrga ulangan. Galvanomerning ikkinchi uchi esa reoxard bo‘ylab sirpana oladigan kontaktli C surilgichga

ulangan. ξ tok manbaining ikki qutbi kalit orqali ko‘prikning A va B nuqtalariga birlashtirilga

Ishning bajarilish tartibi

Qarshiligi noma'lum bo‘lgan R_x o‘tkazgichning qarshiligini topish uchun K kalitni ulab manbaadan elektr toki yuboriladi. Tok zanjirning AD , DB , DC va CA qismlardan o‘tadi. Bu qismlardagi o‘tkazgichlarning qarshiligi xar xil bo‘lgani uchun ulardan o‘tayotgan tok kuchlari ham xar xil bo‘ladi? DC qismidan tok o‘tgani uchun galvonometrning strelkasi O dan og‘ib chetlanadi. Galvanometrningstrelkasini O ga keltirish uchun AB qism ustida harakatlanadigan C surilgichning o‘ng yoki chap tomonga siljitisht uchun R_0 ning qiymatini o‘zgartirish kerak. Galvanometr strelkasi O ni ko‘rsatganda C va D nuqtalardan potensiallarning qiymatlari bir xil bo‘ladi. Bu xolda galvanometrdan tok o‘tmaydi, shuning uchun strelka O da turib qoladi.

Zanjirning C va D nuqtalari orasida tok bo‘limganligi uchun AD va DB qismlarda tokning kuchi I bo‘lsa Om qonuniga asosan A va D nuqtalar orasidagi potensiallar ayirmasi.

$$U_A - U_B = I_1 R_0$$

bo‘ladi. Bundan I tok kuchini topamiz.

$$I_1 = \frac{U_A - U_D}{R_0} \quad (9.4)$$

AC qismidagi tok

$$I_2 = \frac{U_A - U_C}{r_1} \quad (9.5)$$

DB qismidagi tok

$$I_3 = \frac{U_D - U_B}{R_x} \quad (9.6)$$

CB qismidagi tok

$$I_4 = \frac{U_C - U_B}{r_2} \quad (9.7)$$

(9.4) bilan (9.6) ning (9.5) bilan (9.7)ning chap tomonlari o‘zaro teng bo‘lgani uchun o‘ng tomonlarini ham o‘zaro teng deb yozish mumkin.

$$\frac{U_A - U_D}{R_0} = \frac{U_D - U_B}{R_x}; \frac{U_A - U_C}{r_1} = \frac{U_C - U_B}{r_2} \quad (9.8)$$

(9.8) ni C va D nuqtadagi potensiallar bir xil ekanligini e'tiborga olib, bir nechta oddiy matematik usul bilan quyidagi tenglikni xosil qilish mumkin:

$$\frac{r_1}{R_0} = \frac{r_2}{R_x}; R_x = R_0 \frac{r_2}{r_1} \quad (9.9)$$

karshiliklari r_1 va r_2 bo'lgan simlar bir xil o'tkazgichdan olinib ko'ndalang kesim yuzi o'zgarmas bo'lsa qarshiliklar nisbati o'rniga simlarning uzunliklari nisbatini olish mumkin: Chunki o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzi o'zgarmas bo'lganda qarshilik o'tkazgichning uzunligiga to'g'ri proportsional bo'ladi.

$$r_1 = \rho \frac{l_1}{S}; r_2 = \rho \frac{l_2}{S} \quad (9.9')$$

bu yerda ρ - AB simning solishtirma qarshiligi, S - AB - simning ko'ndalang kesim yuzi l - AB kesimning uzunligi. AB - kesimning uzunligi (9.9') ni ikkala hadini bir biriga bo'lamiz:

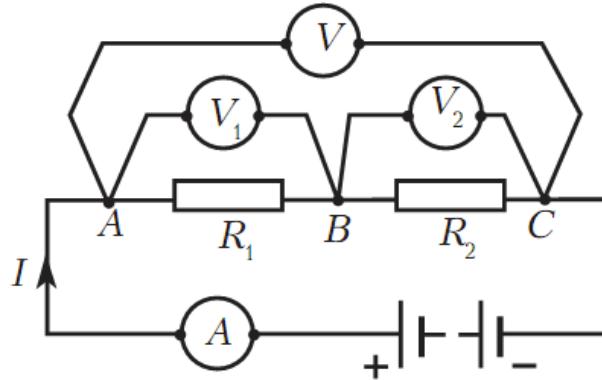
$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{l_2}{l_1} \quad (9.10)$$

ning bu qiymatini (9.9)ga qo'yamiz.

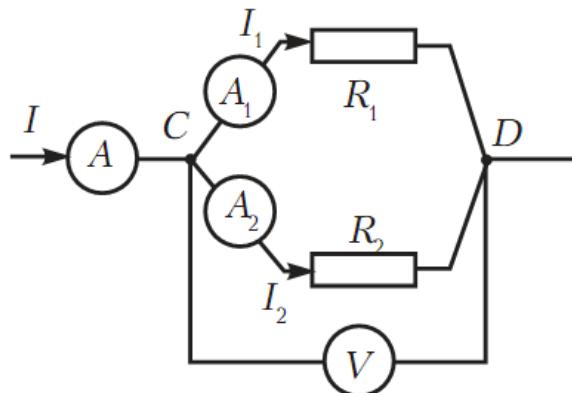
$$R_x = R_0 \frac{l_2}{l_1} \quad (9.11)$$

Noma'lum R_x qarshilik (9.11) formula yordamida xisoblab chiqariladi.

1. Berilgan noma'lum qarshiliklar (ikkita) qarshiligi birin ketin aniqlanadi.
2. Noma'lum 1-chi va 2-chi qarshiliklar ketma-ket ulanib uning umumiyligi aniqlanadi.
3. Noma'lum qarshiliklar va ketma-ket parallel ulanib (9.3-rasm, 9.4-rasm). Ularning umumiyligi (9.12) va (9.13) formulalardan aniqlanadi.



9.3-rasm.



9.4-rasm.

O'tkazgichlar ulangandagi umumiyligini qarshilik (9.3-rasm):

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (9.12)$$

O'tkazgichlar parallel ulangandagi umumiyligini qarshilik (9.12):

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (9.12)$$

Olingan natijalarni 9.1-jadvalga yozamiz:

9.1-jadval

Nº	R_0	I_1	I_2	S	R_x
1					
2					
3					

Sinov savollari

- O'tkazgichlar qarshiligidagi temperaturaga, o'tkazgichning o'lchamlariga va tarkibiga bog'liqligi.
- Kontur va tugunlar uchun Kirxgof qoidalari. Uitston ko'prigi.

3. O'tkazgichlarni ketma-ket ulash.
4. O'tkazgichlarni parallel ulash.
5. O'tkazgichning elektr qarshiligini va o'tkazuvchanligini Siz qanday tushunasiz va u nimalarga bog'liq?
6. Solishtirma qarshilik deb nimaga aytildi?
7. Solishtirma o'tkazuvchanlikdeb-chi?
8. Qarshilikning termik koeffitsiyenti deb nimaga aytildi? Uning formulasini keltirib chiqaring.
9. O'ta o'tkazuvchanlik qanday hodisa?
10. O'ta o'tkazgichlar qanday xossalarga ega?
11. Tarmoqlanmagan va tarmoqlangan zanjir deganda Siz nimani tushunasiz?
12. Kirxgof qoidalarini ta'riflang va formulalarini yozing.
13. O'tkazgichlar ketma-ket va parallel ulanganda zanjir qismining qarshiliqi nimaga teng bo'ladi? Formulasini keltirib chiqaring.
14. O'tkazgichlar ketma-ket ulanganda zanjirning umumiyligi kuchlanishi qanday taqsimlanadi?
15. O'tkazgichlar parallel ulanganda ularda tok qanday taqsimlanadi?
16. Elektr zanjiri qanday elementlardan tuzilgan? Eng oddiy elektr zanjirining shemasini chizib bering.

F

- fikringizni bayon eting

S

- fikringizni bayoniga sabab ko'rsating

M

- ko'rsatgan sababingizni isbotlab misol keltiring

U

- fikringizni umumlashtiring

10 - Labaratoriya ishi

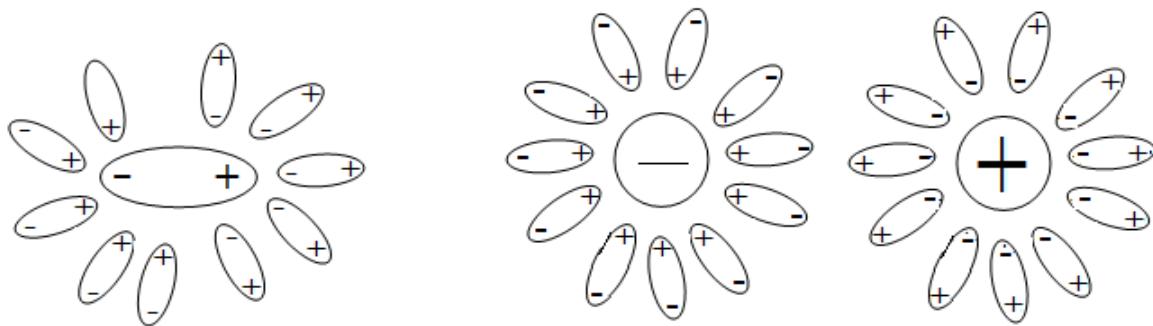
Misning elektrokimyoviy ekvivalentini aniqlash

Ishning maqsadi. Misning elektrokimyoviy ekvivalentini aniqlash.

Kerakli asbob va jixozlar. Mis kuporosi ertilgan elektrolitik vanna, voltmetr, ampermetr, reostat, kalit, ulagich simlar, quritgich, tarozi va toshlar, elektrodlar, turli eritmalar, jilvir qog'oz.

Oddiy sharoitda distillangan suv, kerosin, mineral moylar dielektriklar jumlasiga kiradi. Tuzlar, kislotalar va ishqorlarning suvdagi eritmalar elektr o'tkazuvchanlik xossasiga ega bo'lib, ular elektrolitlar yoki ikkinchi jins(tur) o'tkazgichlar, deb ataladi.

Elektrolitlar elektr tokini ionlar vositasida o'tkazadi, ya'ni bu yerda zaryad tashuvchilar musbat va manfiy ionlardir. Tuz, kislota va ishqorlarning erish protsessida suvning molekulalari ularning molekulalarini qurshab oladi, natijada elektrostatik dissotsiatsiya hodisasiga asosan, qurshovdagi molekulada zaryad taqsimoti yuzaga keladi. Bu esa ionlarga ajraladi. Bu hodisa elektrolitik dissotsiatsiya deyiladi.



10.1- rasm.

10.1- rasmda eruvchi moddani erituvchi moddaning dipollari tasirida ionlarga parchalanish jayoni ko'rsanilgan.

Uni miqdoriy harakterlash uchun dissotsiyatsiya darajasi, ya'ni erigan modda molekulalarning ionlarga ajraladigan ulushi degan fizik kattalik kiritiladi. Dissotsiyatsiya darajasi eritmaning temperaturasiga va erituvchining dielektrik kirituvchanligiga bog'lik. Agarda elektrolit eritmasiga ikkita elektrod (metall yoki

ko‘mir) elektrodlar tushirib, ularni doimiy kuchlanish manbaiga ulansa, elektrodlar orasida elektr maydoni xosil bo‘ladi. Tartibsiz issiqlik harakatida bo‘lgan ionlar maydon ta’sirida maydon kuchlanganlik chiziqlari yo‘nalishida harakatlana boshlaydi. Ionlarning ana shu harakati tufayli elektr toki xosil bo‘ladi. Eritmaning manfiy ionlari (anionlar) musbat elektrod-anodga, musbat ionlari (kationlar) esa manfiy elektrod-katodga yetib borib, elektroddagi zaryadlarini neytrallaydi. Masalan, anionlar anodga o‘zining ortiqcha elektronlarini beradi, bu elektronlar esa tashqi zanjirga o‘tadi va unda tartibli harakati tufayli tok xosil qiladi. Elektrolitdan tok o‘tganda uning tarkibidagi moddalarning elektrodlarda ajralish **jarayoni elektroliz** deb ataladi.

Elektrodlar orasida xosil bo‘lgan maydon ta’sirida musbat zaryadli ionlar K katodga keladi, unga o‘z zaryadini berib, neytrallangan zarracha xolida ajraladi. Mis kuporosi orqali biror vaqt oralig‘ida tok o‘tkazilib, ko‘mir katodning sirtida mis qatlami xosil bo‘lganligini ko‘rish mumkin. Bundan esa eritma mis ionlari xaqiqatdan ham musbat zaryadlanganligiga ishonch xosil kilish mumkin.

Agar elektrolitga elektrod tushirilsa va ularga potensiallar farqi berilsa, ionlar tartibli harakatga keladi va elektr toki xosil bo‘ladi (10.2 - rasm). Ionlar tegishli elektrodga yetib borganda unga ortiqcha zaryadlarini berish yoki yetishmovchi zaryadlarini olish bilan neytral atom yoki molekulalarga aylanadi. Elektrolit va elektrodlarning tabiatiga qarab neytrallangan ionlar yo elektrodlarda ajraladi, yo elektrod yoki erituvchi modda bilan kimyoviy reaksiyaga kirishadi. Neytrallangan ionlar kirishadigan kimyoviy reaksiyalar ikkilamchi reaksiya deb ataladi. Ikkilamcha reaksiya mahsulotlari elektrodlarda ajraladi yoki eritmaga o‘tadi. Masalan, mis kuporosining suvdagi eritmasiga mis elektrodlar tushirilgan bo‘lsin. Dissotsiatsiya shema bo‘yicha ketadi.



Mis ionlari katodga yetgandan keyin o‘ziga yetishmaydigan ikkita elektronni katoddan olib, neytral mis atomiga aylanadi:



Mis atomlari katodda qattiq cho'kindi ko'rinishda ajralib chiqadi. Manfiy SO_4^{2-} ion esa anodga yetib kelgandan so'ng unga o'zidan ikkita ortiqcha elektronni berib, neytral kislota qoldig'iga aylanadi:

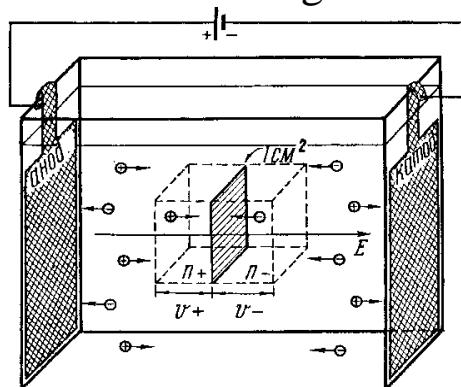


SO_4 birikma suvgaga qaraganda mis bilan yaxshiroq reaksiyaga kirishadi. Shuning uchun ham ikkilamchi reaksiya anod materiali - mis bilan bo'ladi:



Xosil bo'lgan molekula elektrolitga tushadi. Shunday qilib, mis kuporosining suvdagi eritmasidan tok o'tganda mis anodning erishi (kamayishi) va misning katodga o'tirib qolishi sodir bo'ladi, ammo elektrolit tarkibi o'zgarmaydi.

Elektrolitlarning elektr ionli o'tkazuvchanlikdir. 10.1-rasmda elektrolitlarni ionli elektr o'trazuvchanligi tasvirlangan.



10.2-rasm

Elektrolit orqali tok o'tganda elektrolitning elektrodlarda tarkibiy qismlarga ajralish jarayoni elektroliz deb ataladi. Elektroliz hodisasini 1836-yilda ingliz fizigi Faradey mufassal o'rgandi va quyidagi ikkita qonunni kashf etdi:

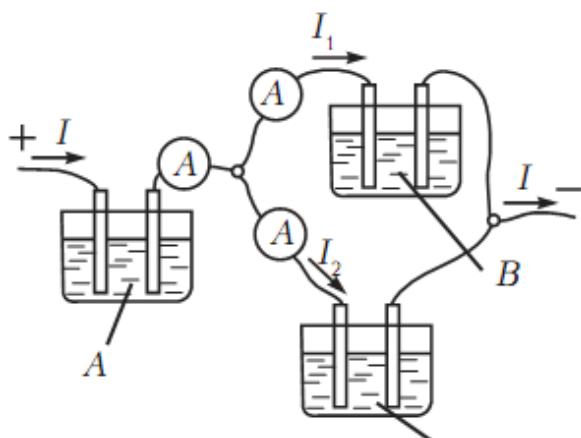
1. Faradeyning birinchi qonuni: Faradeyning birinchi qonuni: elektrodda ajralib chiqqan modda miqdori elektrolit orqali o'tgan zaryad miqdoriga to'g'ri proporsionaldir:

$$m = k \cdot q = k \cdot I \cdot t \quad (10.5)$$

Bu yerda: $q=It$ - ionlar t vaqt ichida olib o'tgan zaryad miqdori, m - ajralgan modda massasi, k -proporsionallik

koeffitsiyenti bo'lib, uni moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti deb ataladi.

$q = 1$ bo'lganda k son jihatdan m ga teng bo'ladi. Demak, elektrokimyoviy ekvivalent elektrolit orqali bir birlik zaryad o'tganda ajralgan modda massasini bildiradi. SI da uning o'lchov birligi ($[k] = \frac{[m]}{[q]} = \frac{kg}{Kl}$ ga teng) xisobida o'lchanishi (10.5) formuladan kelib chiqadi. Amalda k ning mg/Kl birligi ishlatiladi. Massa va zaryadning kattaligini o'lchab, turli moddalarning elektrokimyoviy ekvivalentini aniqlash mumkin. Moddalarning elektrokimyoviy ekvivalenti jadvallarda beriladi.



10.3-rasm

Faradeyning birinchi qonunining to'g'riliqiga ishonch xosil qilish uchun uchta vannada olingan bir xil elektrolitlarni 10.3 - rasmda ko'rsatilgan shema bo'yicha ulaganimizda, ayni bir vaqt ichida I tok o'tgan vannada ajralib chiqqan modda massasi I_1 va I_2 toklar o'tayotgan vannalarda ajralib chiqqan modda massalarining yig'indisiga teng bo'lib chiqadi. Chunki umumiyligi I_1 tok va I_2 toklarga ajraladi. Bundan ko'rinishdiki, elektrodda ajraluvchi modda massasi haqiqatan ham elektrolitdan o'tuvchi zaryad miqdoriga to'g'ri proporsional bo'lar ekan. Biz kuzatayotgan elektrolitlar bir xil bo'lgani uchun uchala vannada ham ajraluvchi moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti bir xil bo'ladi.

2. Faradeyning ikkinchi qonuni. Faradeyning ikkinchi qonuni moddaning elektrokimyoviy ekvivalentini uning kimyoviy ekvivalenti bilan bog'laydi.

Son jihatdan berilgan element massasiga teng bo'lgan, grammlar (yoki kilogrammlar)da ifodalangan kimyoviy birikmalarda 1,0078 gramm (yoki kilogramm) vodorodning o'rnini bosadigan o'lchamsiz kattalik elementning kimyoviy ekvivalenti deb ataladi.

Kimyoviy birikmalarda elementning bitta atomi bilan o'rin almashinadigan vodorod atomlari soni elementning valentligi (z) deb ataladi. Bir valentli element uchun kimyoviy ekvivalent uning atom og'irligi (A) ga, n valentli element uchun esa kimyoviy ekvivalent A/z ga teng. Massasi grammlarda ifodalangan, son jihatdan kimyoviy ekvivalentga teng bo'lgan element miqdori gramm-ekvivalent ($g\text{-ekv}$) deb ataladi. Massasi A/z kilogrammga teng bo'lgan modda miqdori kilogramm-ekvivalent ($kg\text{-ekv}$) deb ataladi.

Faradeyning ikkinchi qonuni quyidagicha ta'riflanadi: barcha moddalarning elektrokimyoviy ekvivalentlari ularning kimyoviy ekvivalentlariga to'g'ri proporsionaldir:

$$k = C \frac{A}{z} \quad (10.6)$$

Proporsionallik koefitsiyenti C barcha moddalar uchun bir xil qiymatga ega. C doimiyga teskari bo'lgan kattalik Faradey soni deyiladi va F bilan belgilanadi:

$$F = \frac{1}{C} \quad (10.7)$$

Demak, bularni e'tiborga olganimizda, Faradeyning ikkinchi qonuni quyidagicha ifodalanadi:

$$k = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{z} \quad (10.8)$$

k ning ifodasini (10.5) formulaga qo'yamiz:

$$k = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{z} \cdot q = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{z} \cdot I \cdot t \quad (10.9)$$

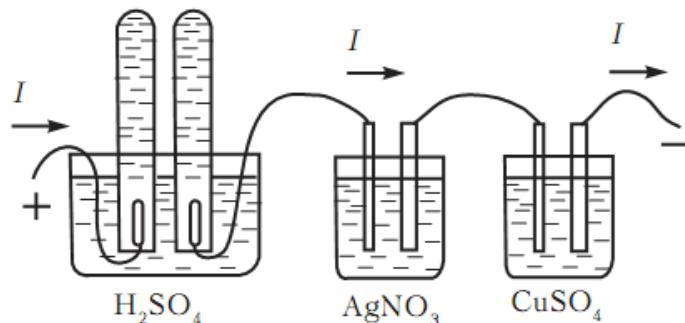
Bu formula Faradeyning birlashgan qonunini ifodalaydi. Bu formuladan ko'rindaniki, agar q zaryad son jihatdan F Faradey soniga teng bo'lsa, u xolda m massa son jihatdan A/n ga teng bo'ladi.

Bundan elektrodlarda kimyoviy ekvivalentga son jihatdan teng bo'lgan modda massasi ajralib chiqishi uchun elektritolitdan Faradey

soniga teng miqdorda zaryad o'tishi kerak, degan xulosa kelib chiqadi.

Tajriba yo'li bilan $F = 96500 \frac{Kl}{mol}$ ekanligi aniqlangan, ya'ni elektroliz vaqtida bir gramm-ekvivalent modda ajralishi uchun elektrolitdan 96500 Kl zaryad o'tishi kerak ekanligi aniqlangan, ya'ni elektroliz vaqtida bir gramm-ekvivalent modda ajralishi uchun elektrolitdan 96500 Kl zaryad o'tishi kerak.

Faradeyning ikkinchi qonunining to'g'rilingiga ishonch xosil qilish uchun 10.4-rasmda ko'rsatilgandek, uch xil elektrolit solingan uchta vannani ketma-ket ulab, ulardan tok o'tkazamiz. Ayni bir t vaqt davomida uchala vannadan ham bir xil miqdorda $q=It$ zaryad o'tadi. Bunda elektrodlarda ajralgan moddalarning massalarini tortganimizda, ularning kimyoviy ekvivalentga bog'liq xolda har xil qiymatga ega bo'lishini ko'rish mumkin. Shu yo'l bilan elektroliz vaqtida ajralgan modda miqdorining kimyoviy ekvivalentga proporsional ekanligiga ishonch xosil qilamiz.



10.4-rasm

Elektronning zaryadini aniqlash

Faradey qonunlari elektron nazariyaning yaratilishida muhim rol o'ynadi. Faradeyning birlashgan qonunini ifodalovchi (10.9) formuladan ko'rindiki, agar $q=F$ bo'lsa, $m=\frac{A}{z}$ bo'ladi, demak, elektroliz vaqtida elektrodda har qanday moddaning bir gramm-ekvivalenti ajralishi uchun elektrolit orqali juda muayyan elektr miqdori, son jihatdan F Faradey soniga teng bo'lgan elektr miqdori o'tishi kerak.

Bizga ma'lumki, istalgan moddaning gramm-ekvivalentidagi atomlar soni $N=\frac{N_A}{z}$ ga teng, bu yerda N_A - Avogardo soni, z -

elementning valentligi. Shunday qilib, elektrodda ajralgan harbir ion elektritolit orqali

$$q = \frac{F}{z} = \frac{F}{N_A} \cdot z \quad (10.10)$$

zaryad miqdorini olib o'tadi. Elektrolitlar o'tkazuvchanligi ion o'tkazuvchanlik ekanligini bilamiz. Demak, (10.10) dan ko'rindaniki, elektritolit orqali har bir kimyoviy element ioni uning n valentligiga proporsional bo'lgan q zaryad olib o'tadi. Ionning eng kichik zaryadi bir valentli ionning ($z = 1$) zaryadiga mos keladi, ya'ni

$$e = \frac{F}{N_A} \quad (10.11)$$

Kimyoviy element valentligi z butun son bilan ifodalanadi, shu sababli elektritolit orqali har bir ion olib o'tadigan q zaryad $q=ze$, ya'ni eng kichik e zaryadga butun karrali bo'ladi. Shunday qilib, Faradey qonunlari muddaning atom nazariyasi bilan birligida elektrning atom tuzilishi haqidagi tasavvurga olib keladi. Nemis fizigi G.Gelmgols va irland fizigi va matematigi S.Stoney bir vaqtida (1881- yilda) va bir-biridan mustaqil ravishda elektrning atom (diskret) tabiatini haqidagi g'oyani ilgari surdilar. Muddaning har bir atomi e eng kichik zaryadga karrali zaryadni yo'qotishi yoki qabul qilishi mumkin. Bu e eng kichik zaryad elementar zaryad deb ataladi va elektron zaryadiga teng bo'ladi. Agar atom yoki molekula bir yoki bir necha ortiqcha elektron qabul qilsa, manfiy ion xosil bo'ladi, elektronini yo'qotgan atom yoki molekula musbat ionga aylanadi.

(10.11) munosabat F Faradey soni va N_A Avogadro soni orqali elektron zaryadini aniqlashga imkon beradi:

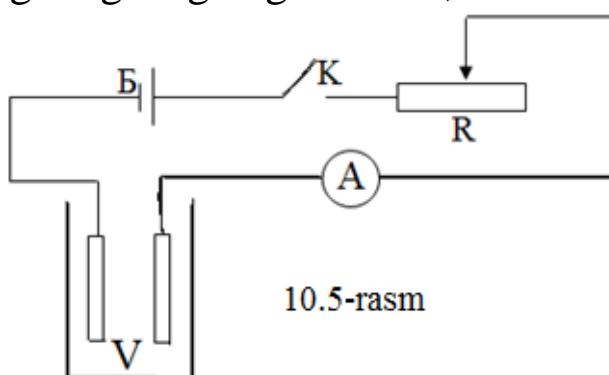
$$e = \frac{96500Kl}{6,023 \cdot 10^{23}} = 1,601 \cdot 10^{-19} Kl$$

Bu kattalik elektron zaryadining xozir qabul qilingan qiymati bilan mos keladi. Keyinchalik elektrning atom tabiatini namoyon bo'ladigan boshqa hodisalar ham ochildi va elementar manfiy zaryad – elektron zaryadini o'lchashning turli boshqa usullari topildi. Bu o'lchashlarning barchasi elektron zaryadi miqdori uchun Faradey qonunlaridan olingan qiymat bilan bir xil qiymatni berdi.

Bu xol biz yuqorida tavsiflagan elektrolit orqali tok o'tishi ion mexanizmining to'g'riligini isbotlaydi.

Ishning bajarilish tartibi

1. 10.5 - rasmda keltirilgan elektr shema tuziladi.
2. Katod vazifasini bajaruvchi mis (yoki ko'mir) elektrodnini jilvir qog'oz bilan tozalanadi.
3. Vanna V ga eritma (eritma - $CuSO_4$) quyiladi.
4. Elektrodlar eritmaga tushiriladi va K kalitni ulab, reostat yordamida tok kuchi tanlab olinadi. Dastlabki paytda elektrolit temperaturasining o'zgarishi bilan zanjirdagi tok o'zgarib ketishi mumkin, shuning uchun 5-6 minut kutib, tok kuchining dastlabki qiymati qayta tiklanadi.
5. Reostat surilgichiga tegmagan xolda, K kalit uziladi.



6. Katod plastinkani elektrolitdan chiqarib, suv bilan chayiladi va quritgichda (pechda) quritiladi, so'ngra analistik tarozida tortib, plastinkani massasi aniqlanadi.
7. Elektrodlar qaytadan vannaga tushirilib, K kalit ulanadi va bir vaqtning o'zida sekundomer yurgiziladi. Katod to'k manbaining manfiy qunbiga ulanadi.
8. 30-40 minutlardan so'ng kalitni uzib, sekundomer to'xtatiladi.
9. Katod elektroliddan chiqarilib, distillangan suv bilan chayiladi va quritkichga qo'yib quritiladi.
10. Katodning katodni oldingi massasi m_1 , keyingi massasi m_2 bo'lsa katodga o'tirgan misning massasi quyidagi formuladan topiladi. $m = m_2 - m_1$

11. O'lchash natijalaridan foydalananib, $k = \frac{m}{I \cdot t}$ formuladan misning elektrokimyoviy ekvivalenti xisoblanadi.
12. Tajribani 2 – 3 marta takrorlang. O'chashlarning hatoliklarini xisoblang.
13. Tajriba natijalarini quyidagi jadvalga yozing
14. O'lchangan va xisoblangan natijalar 10.1-jadvalga yoziladi.
10.1-jadval.

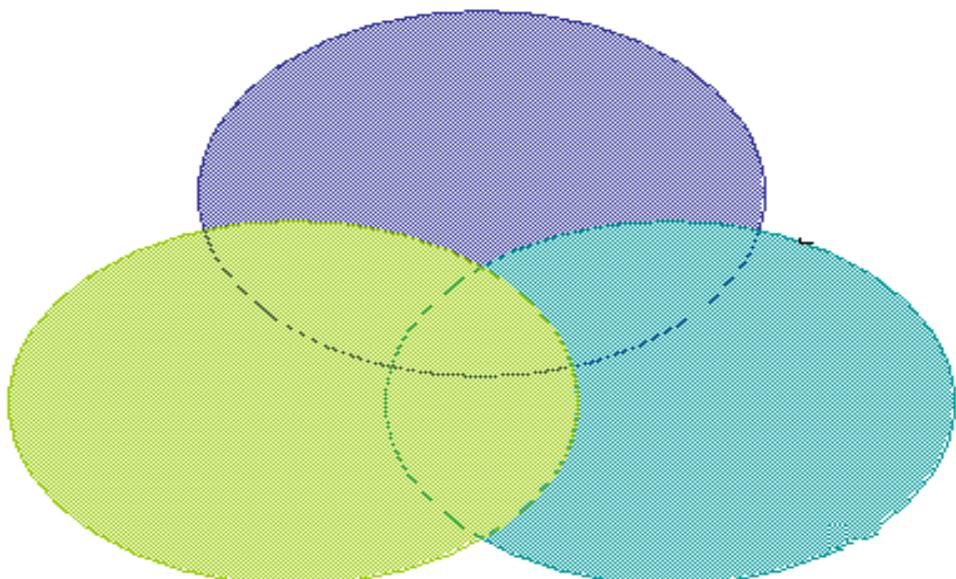
$\underline{\text{№}}$	t <i>sek</i>	$I,$ (A)	M <i>Kg</i>	k <i>kg/Cl</i>	$k,$ <i>kg/Cl</i>	$\Delta k,$ <i>kg/Cl</i>	$\bar{k},$ <i>kg/Cl</i>	$\bar{k},$ <i>kg/Cl</i>	$\frac{\Delta \bar{k}}{\bar{k}}$
1									
2									
3									

Sinov savollar

1. Elektrolitik dissotsiatsiya hodisasini tushuntiring.
2. Elektrolitlarda elektr tokining tabiatini qanday?
3. Elektrolit deb nimaga aytamiz
4. Elektroliz deb qanday hodisaga aytildi?
5. Faradeyning IvaII qonunini izohlang.
6. Elektrokimyoviy va kimyoviy ekvivalent nima?
7. Faradey sonining fizik ma'nosi nima?

VENNA DIAGRAMMASI

Elektrolit va elektrolizni solishtiring va taqqoslang



11 - Labaratoriya ishi

Yer magnit maydoni induksiyasining gorizontal tashkil etuvchisini va Tangens–Bussol doimiysini aniqlash

Ishning maqsadi. Yer magnit maydoni induksiyasining gorizontal tashkil etuvchisini aniqlashning usullari bilan tanishish va yer magnetizimining elementlarini o‘rganish.

Kerakli asbob va jixozlar. Tangens bussol (n ta o‘ramli), milliampermetr, reostat, kalit tok yo‘nalishini o‘zgartirib beradi. Akumlyator batareyasi, lineyka.

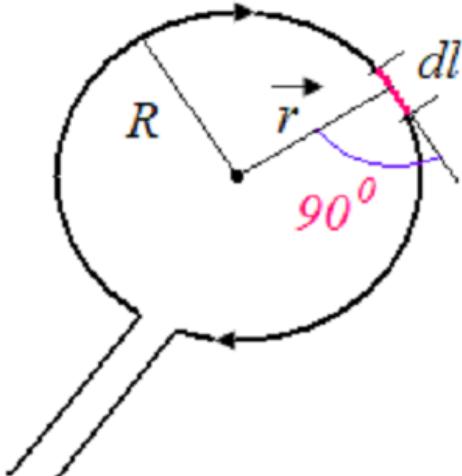
Aylanma tokning magnit maydoni. O‘zidan I tok o‘tkazayotgan va radiusi R bo‘lgan aylanma tok markazidagi magnit maydon induktsiyasi va magnit maydon kuchlanganligini aniqlaymiz.

Bizga ma’lumki Bio – Savar – Laplas qonuniga asosan ixtiyoriy shakldagi tokli o‘tkazgichning magnit maydon induksiyasi (11.1) ifoda orqali topiladi.

$$dB = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl \sin(d\vec{l} \cdot \vec{r})}{r^2} \quad (11.1)$$

Ya’ni bu yerdagi dB o‘tkazgichning dl qismining r masofada xosil qilgan magnit maydon induktsiyasi. Bizga ma’lumki aylana radiusi r , dl bilan to‘qson gradus xosil qiladi (11.1 – rasm).

$$(d\vec{l} \wedge \vec{r}) = 90^\circ R = r$$



11.1-rasm

Biz to‘liq magnit maydon induksiyasini topish uchun har bir dl qismining xosil qilgan magnit maydon induktsiyalarining yig‘indisini xisoblab topishimiz kerak bo‘ladi. Bu esa o‘tkazgichning butun qismi bo‘yicha integral demakdir.

$$dB = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl}{r^2} \quad (11.2)$$

Agar biz 11.2 – ifodani aylananing uzunligi bo‘yicha integrallasak quyidagi ifodaga ega bo‘lamiz.

$$B = \int_l dB = \int_0^{2\pi R} \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl}{R^2} \quad (11.3)$$

(11.3) ifodadagi o‘zgarmaslarni integraldan tashqariga chiqaradigan bo‘lsak, quyidagi ifoda xosil bo‘ladi.

$$B = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{R^2} \int_0^{2\pi R} dl \quad (11.4)$$

(11.4) ifodani butun aylan uzunligi bo‘yicha integrallab aylananing markazida xosil bo‘ladigan magnit maydon induktsiyasi uchun qo‘llaniladigan formulaga ega bo‘lamiz.

$$B = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{R^2} \cdot 2\pi R = \frac{\mu\mu_0 I}{2R} \quad (11.5)$$

(11.5) ifodaga aylanma tokning markazidagi magnit maydon induktsiyasi xisoblovchi formula deyiladi. Bu formuladan foydalanimiz aylanma tokning markazida xosil bo‘ladigan magnit maydon kuchlanganligi uchun quyidagi formulaga ega bolamiz.

$$H = \frac{I}{2R} \quad (11.6)$$

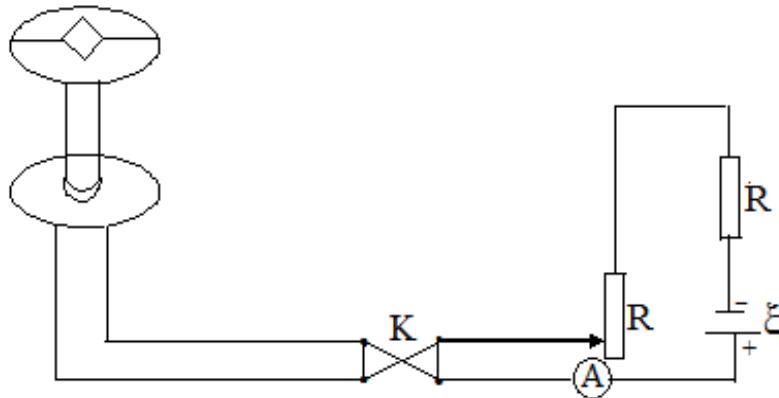
aylanma tokning markazidagi magnit maydon induktsiyasi va magnit maydon kuchlanganligi uchun formulalarni xisoblab topdik.

Yerning magnit maydoni kuchlanish bilan harakterlanadi, ya'ni magnit musbat qutbining birlik massasiga ta'sir qiladigon kuch bilan o'lchanadi. Magnit maydonini kuchlanish gorizontal tashkil etuvchisi tangans brussol tok doiradan iborat bo'lib uning aylanasiga izolyatsiyalangan bir qancha sim o'ralgan doira shtativga o'rnatilgan doirani markaziga magnit strelka o'rnatilgan strelkani ostida gorizontal doira bo'lib. u 360° ga bo'linadi vertikal doiradan tok o'tmaganda magnit strelkasi, yer magnit maydon ta'sirida shimol tomonini ko'rsatadi ya'ni strelka, 0 da turish kerak. Vertikal g'altakni yo'nalishi magnit meridiani bo'yicha bo'ladi. Asbobning shtativga ikkita klemmasi o'rnatilgan bo'lib u o'ramlarda tok yuborish uchun xizmat qiladi Agar tangens brussol o'ramidan tok o'tkazsak uning atrofida magnit maydoni xosil bo'ladi. Bu magnit maydonini yo'nalishi tok tekisligiga tik yo'nalgan bo'ladi natijada magnit maydon strelkasi kuch ta'sirida ya'ni yer maydoni va tokning maydoni kuchlanishi ta'sirida ularning tez ta'sir etuvchi tomoniga yo'naladi shkalada H_o - Yer magnit maydon kuchlanganligi, H - o'ramdan o'tayotgan tok magnit maydonini kuchlanganligi. 11.2-rasmdan α -burilishi burchagi.

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{H_o}{H_t} \quad (11.7)$$

$$H_o = \frac{0,2\pi \cdot J}{r} \quad (11.8)$$

H_o - Aylanma tok magnit maydonining kuchlanishi; J - o'tayotgan tok kuchi (ampermetr)



11.2-rasm

r - g'altakning radiusi. (11.8) ni (11.7) ga qo'yib qo'yidagini olamiz:

$$H_t = \frac{0,2\pi nJ}{rtg\alpha} \quad (11.9)$$

n – o'ramlar soni. (11.9) formula Yer magnit maydonining kuchlanishining gorizontal tashkil etuvchisining xisoblash formulasi.

$$J = Ctg\alpha, C = \frac{J}{tg\alpha} \quad (11.10)$$

C -tangens Brussol doimiysi. Demak, burlish kuchi tok kuchiga propotsional ekan. Bu yerdagi tangensal burchak o'ram soniga radiusiga va magnit maydonining kuchlanganligi H_t ga bog'liq. Magnit maydon kuchlanganigi birligi *ersteddir*. (E)

Ishning bajarilish tartibi

1. Rasmdagi shemasini tuzing
2. Reostat maksimal qarshilikka qo'yilsin magnit strelkasini bo'shatib bussolni aylantirib strelkani $0 - 180^\circ$ bo'limga keltiring.
3. Kalit yordamida tok ulab reostat tokni kamaytirib magnit strelkasini $30^\circ - 40^\circ$ strelkaning har ikki ko'rsatishi (α', α'', \dots) ni aniqlang.
4. Tok kuchining ampermetrdan o'lchanadi. Kommutator yordamida tok yo'nalishi yana strelkani ikki uchidan olamiz bu vaqtida tok kuchi avvalgiday bo'lishi kerak burchakni 4 marta o'lchananini o'rtachasini topamiz

Tok kuchini boshqa qiymatlarda ham bir necha tajriba qilish kerak. Lineyka yordamida aylanma tokni radiusini

aniqlaymiz.(11.9) formuladan H_t ni aniqlaymiz. (11.10) formuladan C ni topamiz.

11.1-jadval

№	α'	α''	I	C
1				
2				
3				

Sinov savollari

1. Elektr tokining magnit maydoni nima?
2. Aylanma tokning magnit maydoni qanday aniqlanadi?
3. Induktsiyasi va kuchlanganligi.
4. Bio – Savar – Laplas qonuni.
5. Magnit maydon kuchlanganligining birliklari. Induqtsiya va kuchlanganlik birliklari.
6. Yer magnit maydonining kuchlanishining gorizontal tashkil etuvchisining xisoblash formulasini tushuntiring.
7. Tangens -Brussol doimiysi xisoblash formulasini tushuntiring.
8. Aylanma tok magnit maydonining kuchlanishi deganda nimani tushunasiz?

B/BH/B jadvali

Bilaman	Bilishni xoxlayman	Bilib oldim

12 - Labaratoriya ishi

Shishaning nur sindirish koeffitsentini mikroskop yordamida aniqlash

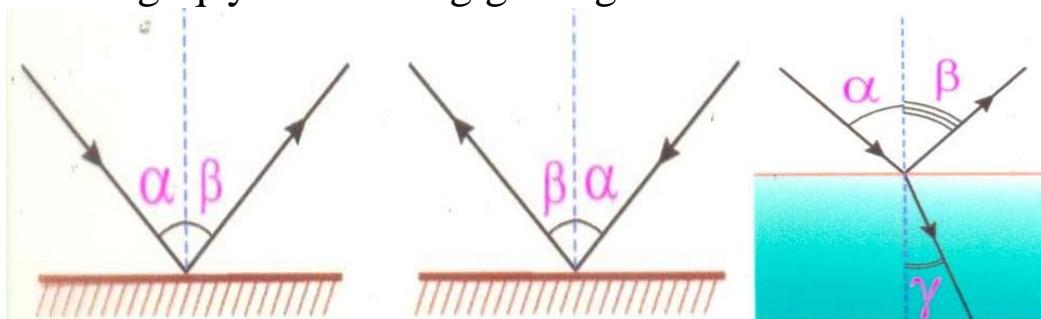
Ishning maqsadi. Shishaning nur sindirish koeffitsentini mikroskop yordamida aniqlash.

Kerakli asbob va jixozlar. Mikroskop,xar xil qalinkdag'i shisha plastinkalar.

Yorug'lik bir jinsli optik muhitda to'g'ri chiziq bo'y lab tarqaladi. Bungayorug'likning to'g'ri chiziq bo'y lab tarqalish qonuni deyiladi.

1. Yorug'lik nurining mustaqillik qonuni. Yorug'lik to'lqinlari bir-biri bilan kesishganda ular bir-biriga halaqt bermaydi.

2. Yorug'likning qaytish qonuni. Qaytgan nur, tushuvchi nur va ikki muhit chegarasiga o'tkazilgan normal bir tekislikda yotadi. Tushish burchagi qaytish burchagiga tengdir.



12.1-rasm

3. Yorug'likning sinish qonuni. Tushuvchi nur, singan nur va ikki muhit chegarasiga o'tkazilgan normal bir tekislikda yotadi. Tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati berilgan moddalar uchun doimiy bo'lib, ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan sindirish ko'rsatkichi deyiladi.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n_{21} \quad (12.1)$$

Barcha nuqtalarida yorug'likning tarqalish tezligi bir xil bo'lgan muhitga optik bir jinsli muhit deyiladi. Muhitning absolyut

sindirish ko'rsatkichi deb yorug'likning vakuumdagi c tezligining moddadagi v tezligiga nisbatiga aytildi.

$$n = \frac{c}{v} \quad (12.2)$$

Agar ikki muhitning nur sindirish ko'rsatkichi quyidagi ko'rinishda ifodalasak,

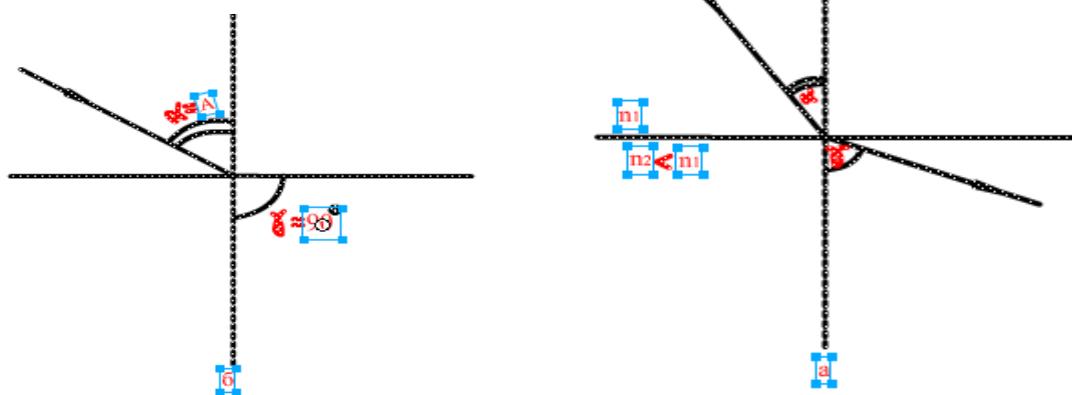
$$n_1 = \frac{c}{v_1} \quad n_2 = \frac{c}{v_2}$$

U xolda (12.1) ga asosan

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_2}{v_1} \quad (12.3)$$

Singdirish ko'rsatkichi yorug'likning muhitga tushganda tezligining qanchaga kamayishini ko'rsatar ekan. $\delta = 0$ bo'lsa, $\gamma = 0$ bo'ladi, demak ikki muhitning ajralish chegarasiga normal tushuvchi nur sinmaydi. Sindirish ko'rsatkichining kattaligi optik zichlikni ko'rsatadi. Yer atmosferasi bir jinsli emas, shu sababli uning sindirish ko'rsatkichi Yer sirtidan ko'tarilgan sari kamayib boradi. Shuning uchun yorug'lik yerga kelguncha parallel qatlamlarda sinib qabariqlanadi. Bu hodisaga refraksiya deyiladi. Agarda yorug'lik optik zichligi katta muhitdan optik zichligi kichik muhitga tushsa, u xolda $\gamma > \alpha$ sinish burchagi tushish burchagidan katta bo'ladi. Demak.

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$



12.2-rasm. Yorug'likning to'la ichki qaytish hodisasini ifodalovchi chizma.

$$\gamma = 90^\circ \text{ va } \sin \gamma = 1 \quad (12.4)$$

Bu hodisa yorug'likning to'la ichki qaytish hodisasi deyiladi. Shisha havo chegarasi uchun limit burchagi 42° . Shu burchakdan katta bo'lsa to'la ichki qaytish yuz beradi. To'la ichki qaytish hodisasidan ko'plab optik asboblarda foydalaniladi.

Shishaning sindirish ko'rsatkichini aniqlash uchun j tomonlari maxsus tirnab belgi xosil qilgan yassi parallel plastinkadan foydalaniladi. Shisha plastinkaga mikroskop 2 orqali qaralganda plastinkaning qarama - qarshi sirtlaridagi tiralgan chiziqlar farqli bo'lishi uchun ulardan biri plastinkaning uzunligi bo'yicha, ikkinchisi esa eni bo'yicha tiralgan chiziqning chuqurligi xisobga olinmaganda ularning bir-biridan uzoqligi plastinka qalinligi d ga teng bo'ladi. Shisha plastinkani 12.3 – rasm mikroskop stolchasiga qo'yib, manbadan yuborilgan yorug'lik dastasini 4 ko'zgu orqali 3 shisha plastinkaga yo'naltirsak, u havo-shisha-havo muhitlar sistemasidan o'tib, mikroskop obyektiviga tushadi (12.2 - rasm). Buyum vazifasini o'tovchi belgi - chiziqcha shisha plastinka sirtida bo'lganligidan, sindirish ko'rsatkichini (12.1) formuladan topish mumkin.



12.3-rasm

$$n = \frac{d}{d - h} = \frac{d}{d_1} \quad (12.5)$$

Bu formulaga ko'ra shishaning n sindirish ko'rsatkichini shisha plastinkaning haqiqiy qalinligi d va uning mikroskop orqali qaralgandagi ko'rinsma qalinligi d_1 ni tajribada aniqlash bilan topish

mumkin. Plastinkanining d_1 , ko'rinma qalinligi uning pastki va ustki sirtlaridagi chiziqlarning aniq ko'rinishidagi mikroskop tubusi vaziyatlarini ko'rsatuvchi sonlar ayirmasiga teng. (Bu ayirmani topish, tajriba natijalarining aniq chiqishi uchun mikrovintdan foydalanish o'rinni). Buning uchun mikroskop tubusi soat stratkasi yo'nali shiga teskari yo'nali shda buralib, nol xolatga keltiriladi. So'ngra mikroskop tubusini katta qadamli vint bilan siljita borib, plastinkanining ustki sirtidagi chiziq ko'rinaligan xolatga keltiriladi. Qolgan anqlikka 2 mikrovint yordamida erishiladi. Aniq tasvir xosil bo'lishi bilan mikrovintning shu xolatdagi k_1 ko'rsatishi yozib olinadi, so'ngra mikroskopning tubusi pastga qarab harakatlantiriladi va plastinkanining pastki sirtidagi chiziqning aniq ko'rinishiga erishiladi. Bunda vintning to'la aylanishlar soni (uni m bilan belgilaymiz)ni va uning shu xolga tegishli k_2 ko'rsatishini bilgan xolda plastinkanining d ko'rinma qalinligi aniqlanadi:

$$d_1 = mNz - (k_2 - k_1)z \quad (12.6)$$

Bunda, berilgan mikroskop uchun $N = 50$ (vint diskidagi umumiyl bo'limlar soni), $z=0,002mm$ - bo'lim qiymati. m - mikrovint diskining to'la aylanishlar soni. Shunday qilib,

$$n = \frac{d}{d_1} = \frac{d}{[mN + (k_2 + k_1)]z} \quad (12.7)$$

tengliklardan kelib chiqadi.

Ishning bajarish tartibi

1. Mikrometr yordamida shisha plastinka qalinligi d 3-4 marta o'lchanib, ularning qiymati topiladi.
2. Plastinkani mikroskop stolchasiga chiziqlaming kesishgan joyi ko'rish maydoni markaziga to'g'ri keladigan qilib o'rnatiladi.
3. Mikroskop tubusini vint yordamida plastinkanining ustki sirtidagi chiziq ko'rinaligan qilib o'rnatiladi va 2 mikrovint yordamida tasvirning aniq ko'rinishiga erishiladi. Mikrovint diskini shkalasidan k_1 qiymati yozib olinadi.
4. Mikrovint soat stratkasi yo'nali shida buralib, plastinkanining pastki sirtidagi chiziq ko'ringuncha diskning aylanishlar soni m

hamda disk shkalasining shu vaziyatidagi qiymati yozib olinadi. Shu usul bilan k_1 va k_2 lar 3-4 marta aniqlanib, ularning o'rtacha qiymatlari topiladi.

5. k_1, k_2 , va d_1 larning o'rtacha qiymatini hamda m ni bilgan xolda (12.7) dan berilgan shisha plastinkaning sindirish ko'rsatkichi xisoblanadi.

Suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichini topishda ham shisha plastinkaning sindirish ko'rsatkichini topishdagi usuldan foydalilanadi. Faqat bu ishda ma'lum balandlikkacha qo'yilgan suyuqlik mikroskop stolchasiga qo'yiladi. Belgi sifatida esa suyuqlikning tubiga va yuziga qo'yilgan simlardan foydalilanadi. Bu xol uchun

$$n = \frac{d}{d_1} = \frac{d}{[mN + (k_2 + k_1)]z}$$

bo'ladi, bunda suyuqlik tubidagi va yuzidagi simlar orasidagi masofa N bilan ilodalangan.

12.1-jadval

No	d	k_1	k_2	M	N	z	N
1							
2							
3							

Sinov savollari

1. Yorug'lik deb nimaga aytildi?
2. Optika qonunlari tushuntiring
3. Yorug'likning sinish qonunini tushuntiring
4. Sindirish ko'rsatkichi deb nimaga aytildi?
5. Yorug'likning vakuumdagi va muhitdagi tezligini tushuntiring
6. Mikroskopning ishslash prinsipini tushuntiring.
7. Bir jinsli muxit deganda nimani tushunsiz?
8. Shishaning nur sindirish koeffitsenti nechchiga teng?

Insert jadvali

Tushunchalar	V	+	-	?

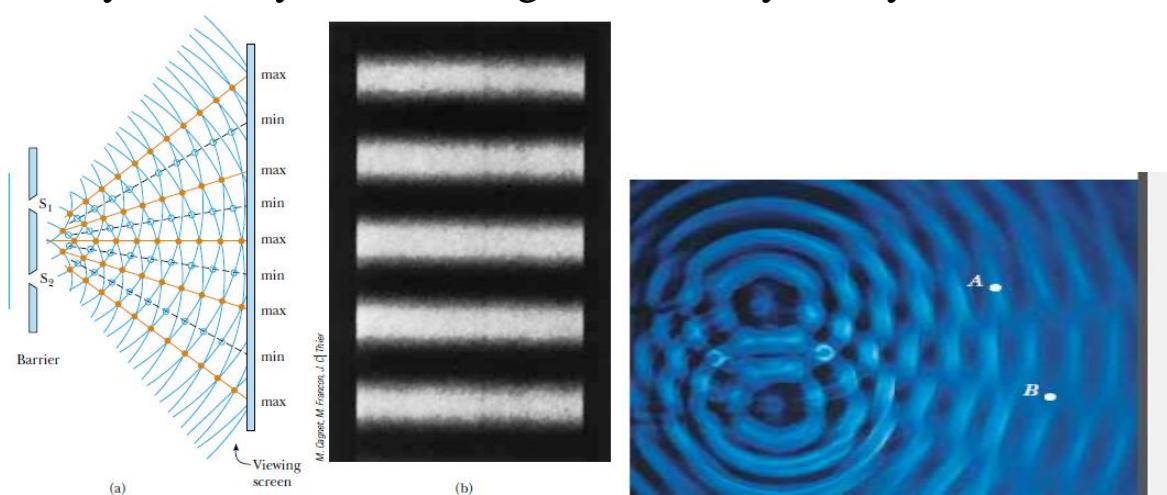
13 - Labaratoriya ishi

Yorug'likni to'lqin uzunligini difraksion panjara yordamida aniqlash

Ishning maqsadi. Difraksion panjara yordamida turli yorug'lik nurlarini to'lqin uzunliklarini aniqlash.

Kerakli asbob va jixozlar. Yorug'likning to'lqin uzunligini aniqlashda ishlatiladigan asbob, difraksion panjaralar, elektr lampa.

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 zonalari deb ataladi. Frenel shu usul bilan yorug'likni to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishini ham tushuntirdi. Difraksion hodisalar o'z harakteriga qarab ikki sinfga bo'linadi. Birinchi sinfga kuzatuvchi nuqta ekran (to'siq) dan ma'lum masofada joylashgan xoldagi difraksion hodisalar kiradi. Bu xil difraksion hodisalar birinchi marta Frenel tomonidan o'rganilgan bo'lgani uchun Frenel difraksiyasi deyiladi. Ikkinci sinfga ekran (to'siq) kuzatuvchi nuqtadan cheksiz masofada bo'lgan xol, ya'ni parallel nurlardagi difraksion hodisalar kiradi. Bu xil difraksion hodisalarni birinchi marta Fraunhofer o'rgangan. Shu sababli bunday difraksiyalarni Fraunhofer difraksiyasi deyiladi.



13.1-rasm

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 umumiyligida 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 xolda doiraviy teshikda 3ta zona joylashgani uchun A nuqtada yorug`lik bo'ladi.

Difraksiya hodisasiga asoslanib maxsus asboblar yasalgan. Shunday qurilmalardan birini difraksion panjara deyiladi. Difraksion panjara deb, bir-biridan teng masofalarda turgan ko'p tirqishlardan tuzilgan asbobga aytildi. 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:

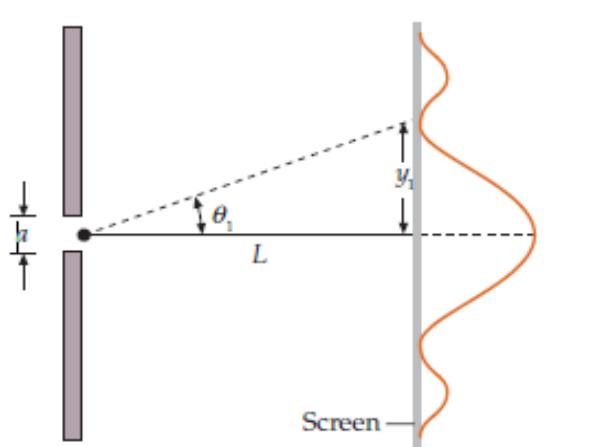
$$d = \frac{1}{N} = a + b \quad (13.1)$$

Ikki qo'shni tirqishdan o'tgan yorug`lik to'lqinlarining o'zaro yo'l farqi

$$\Delta = d \sin \theta \quad (13.2)$$

ga teng bo'lib, bu yerda θ - difraksiya burchagi. Difraksion panjara uchun yorug`likning kuchayishi, ya'ni maksimum sharti quyidagicha bo'ladi:

$$\Delta = d \sin \theta = k\lambda, \quad (k = 0,1,2,\dots) \quad (13.3)$$



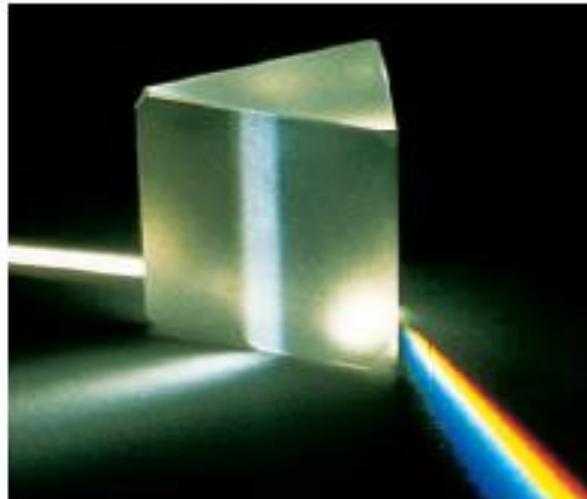
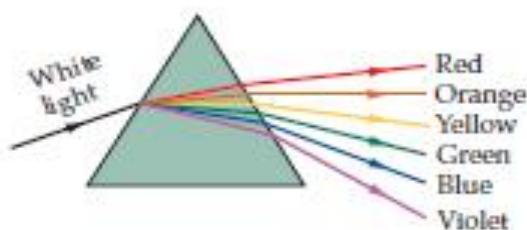
13.2-rasm

Difraksiyon panjara uchun inimumlar sharti:

$$\Delta = d \sin \theta = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (k = 0, 1, 2, \dots) \quad (13.4)$$

(13.3) va (13.4) ifodalardagi k lar mos ravishda maksimum va minimumlar tartibi. Difraksiyon panjara xosil qilgan manzarada yana qo'shimcha minimumlar va ular orasida ikkilamchi maksimumlar ham kuzatiladi (13.2-rasm).

Monoxromatik yorug`lik to'lqinlarining bir muhitdan ikkinchisiga o'tishida, sinish qonuniga asosan, yorug`lik nurlari yo'nalishi shunday o'zgaradiki, bunda tushish burchagi sinusini sinish burchak sinisusiga nisbati tushish burchagiga bog'liq bo'lmaydi.



13.3-rasm

Bu nisbat, ikkala muhitdagi to'lqinlarning fazaviy tezliklari nisbatiga tengdir

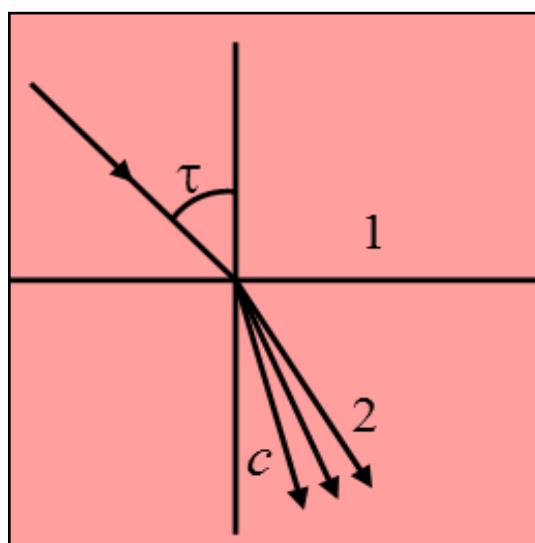
$$\frac{\sin \tau}{\sin c} = \frac{v_1}{v_2} = n_{21} \quad (13.5)$$

n_{21} – kattalik ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan nur sindirish ko'rsatkichi deb ataladi. Agarda birinchi muhit vakuum bo'lsa, undagi yorug`lik tezligi c ga teng bo'ladi, bu xolda

$$\frac{\sin \tau_0}{\sin c} = \frac{c}{v} = n \quad (13.6)$$

n – ikkinchi muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi bo'ladi.

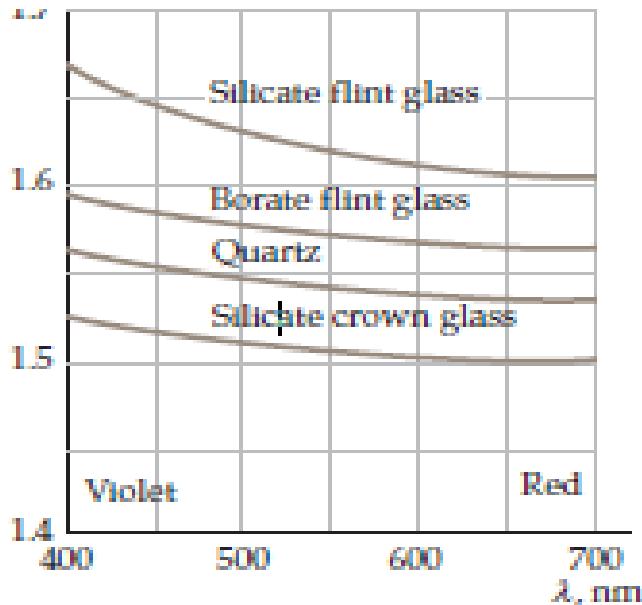
Agarda vakuumdan iborat muhit sirtiga xar xil to'lqin uzunligidagi parallel nurlar dastasi tushsa, ikkinchi muhitda ular xar xil yo'nalishda tarqalib, yelpg'qich xosil qiladilar (1-rasm). Bu hodisa xar xil uzunlikdagi yorug`lik to'lqinlarining moddiy muhitdagi tarqalish tezliklari xar xil bo'lishi bilan tushuntiriladi. Demak, bu to'lqinlar uchun muhitni sinish ko'rsatkichi – yorug`likning vakuumdagi to'lqin uzunligi funksiyasidir.



13.4-rasm

$$n = f(\lambda_0); \nu = f(\lambda_0) \text{ Yorug`lik nuri yelpug`ichi xosil bo'lishi}$$

Bu moddaning optik xususiyatini yorug`likning to'lqin uzunligi yoki chastotasiga 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'lqin uzunligi bo'yicha olingan xosila $dn/d\lambda$ ishlataladi. Ko'p xollarda bu xosila qiymati manfiydir, (0 oshishi bilan sindirish ko'rsatkichi qiymati kamayadi.



13.5-rasm

Shisha(1), kvarts(2), kvarts va flyuorit kabi tiniq moddalarning dispersiyasi $n = f(\lambda_0)$ keltirilgan. Bu xoldagi dispersiya – normal dispersiya deb ataladi.

Agarda $\frac{dn}{d\lambda}$ xosila musbat bo'lsa, dispersiya-anomal deb ataladi. Anomal dispersiya berilgan muhitda, ayrim to'lqin uzunlikdagi yorug`likning yutilishi qisobiga kuzatiladi.

Normal dispersiyada sindirish ko'rsatkichining to'lqin uzunligiga bog'liqligi Koshi tenglamasi bilan ifodalanadi

$$n \approx n_0 + \frac{a}{\lambda^2}, \quad (13.7)$$

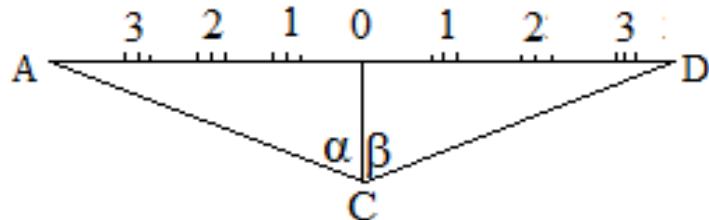
Bu yerda n_0 – juda katta to'lqin uzunligidagi sindirish ko'rsatkichidir. n_0 va a berilgan muhit uchun doimiy kattaliklardir.

Agarda uchburchakli prizmaning chap qirrasiga qar xil to'lqin uzunlikdagi oq yorug`likning parallel nurlari tushsa, ular xar xil sinib, xar xil yo'naliishda tarqaladilar (13.4 - rasm). Bu tarqalish ikkinchi qirradan o'tganda kuchayadi. Prizmaning o'ng tarafiga qo'yilgan yassi ekranning xar xil joylariga qar xil rangli nurlar tushib spektr xosil qiladi.

Ishni bajarish tartibi

1. O'qituvchi ko'rsatmasi bilan ishchi shema yig'iladi.
2. Difraksion panjara bilan asbob ramkasini 4–5cm, masofaga joylashtiring.
3. Difraksion panjara orqali kuzatganda to'siqdagi tirkish orqali lampaning tolasi ko'rnatilgan bo'lsin. (13.6 - rasm). Bunda tirkish ikki tomonida (qora fonda) tartibli bir qancha difraksion panjara o'rnatilgan spektr xosil bo'lgani seziladi. Agar spektr qiya joylashgan bo'lsa, difraksion panjara o'rnatilgan ramkani spektr gorizontal xolga kelguncha burish kerak.
4. Tirkishdagi shkala bo'yicha to'siqning ikki tomonidagi spektrlarda qizil va binafsha nurlarning (birinchi va ikkinchi tartibli) tirkishga nisbatan joylashish masofasini aniqlang. O'ng va chap, tomondagini qo'shib uni ikkiga bo'lish orqali o'rtacha qiymatni oling va u orqali $OD=a$ bo'ladi. Difraktsion panjaradan tirkishgacha bo'lgan $/OC=b/$ maofani aniqlang. Masofani millimetr xisobida olish kerak.

5. Shaklda $\frac{a}{b} = \operatorname{tg} \beta$



13.6-rasm

6. Burchak kichik bo'lganligi sababli $|\sin \alpha| = \operatorname{tg} \alpha$ / qilib olish mumkin.

7. Yorug'likning to'lqin uzunligi.

$$\lambda = \frac{d \cdot \sin \alpha}{n} = d \cdot \frac{a/b}{n} \quad (13.8)$$

$$\lambda = \frac{d \cdot a/b}{n} \quad (13.9)$$

$$\lambda = \frac{d \cdot a}{n \cdot b} \quad (13.10)$$

Bunda n -spektrning tartib nomeri (tirqishga nisbatan spektoring joylashishi tartibli bo'lib qaysi spektrni tekshirsak o'shaning nomeri olinadi). Masalan: 1-spektrdagи qizil nurni to'lqin uzunligi tekshirilayotgan bo'lsa / $n=1$ /, R -spektrdagи qizil nurning to'lqin uzunligi tekshirilayotgan bo'lsa / $n=2$ / va xokazo bo'ladi. d -panjara davri (panjaraga yozilgan bo'ladi yoki o'qituvchining ko'rsatishi bo'yicha aniqlanadi). λ -yorug'likning to'lqin uzunligi.

8. Kuzatish orqali / a , o , n / kattaliklarning qiymatlarini panjaradan / d / ning qiymatini topgandan keyin yuqoridagi (13.10) formula bo'yicha tekshiruvchi yorug'likning to'lqin uzunligi mikron, millimikron yoki angstrom (A°) birliklarida xisoblab aniqlanadi:

- A) Qizil nurlardan to'lqin uzunligini aniqlang.
- B) Binafsha nurlarning to'lqin uzunligini aniqlang.

To'plangan to'lqin uzunligi qiymatlarini kitob jadvalidagi qiymatlar bilan solishtiring.

9. O'lchash kuzatish va xisoblash orqali aniqlangan fizik kattaliklar qiymatlarini quyidagi jadvalga yozing.

13.1-jadval

Tajriba	Panjara davri	Spektoring tartib nomeri	Spektrning ko'ringan chegarasi						Panjaradan tirqishgacha bo'lgan masofa	To'lqin uzunlikda
			Chap (mm)		O'ng (mm)		O'rta (mm)			
			Qizil	Binafsha	Qizil	Binafsha	Qizil	Binafsha	Qizil	Binafsha
1										
2										
3										

Sinov savollari

1. Yorug'likning difraktsiyasi deb qanday hodisaga aytildi?
2. Difraktsiya hodisasini qayerlarda kuzatgansiz?
3. Difraksion panjara yordamida yorug'likning to'lqin uzunligi qanday aniqlanadi?
4. Difraksion panjara doimiysi formulasi?
5. Difraksion panjara doimiysi nima?
6. Difraksion «max» va «min»lik shartlari formulalarini yozing?
7. $\frac{1}{50} : \frac{1}{100} : \frac{1}{200} : \frac{1}{500}$ mm; nisbat nimani bildiradi?
8. Difraksion panjara qanday qurilma?

B/BH/B jadvali

Bilaman	Bilishni xohlayman	Bilib oldim

14 - Labaratoriya ishi

Qavariq linzaning bosh fokus masofasini aniqlash

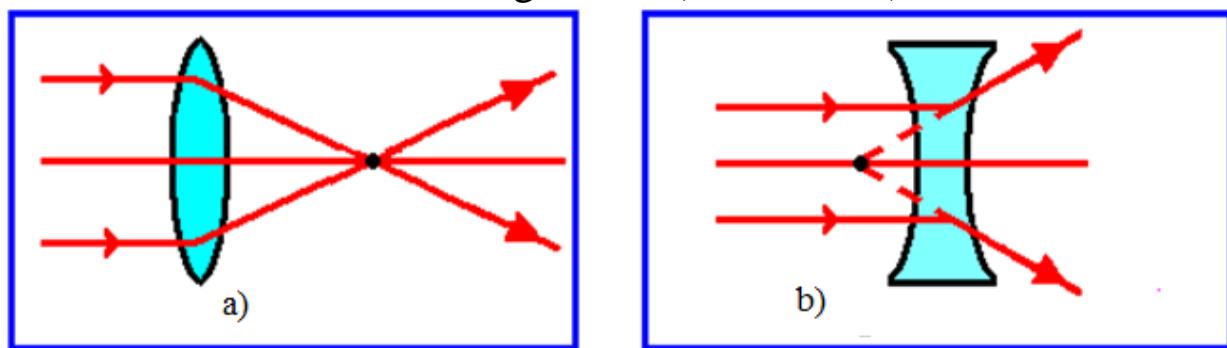
Ishning maqsadi. Tajriba yo‘li bilan linzaning fokus masofasini va optik kuchini aniqlash.

Kerakli asbob va jixozlar. Lampa, ekran, linzalar o‘rnatilgan tagliklar, millimetrlı lineyka, yig‘uvchi linza.

Sferik sirtlar bilan chegaralangan shaffof muhit (havo, suv, shisha) qismi linza deb ataladi. Linzalar optik asboblar deb ataluvchi mikroskop, teleskop, binokl, fotoapparat, spektroskop va boshqalarda qo‘llaniladi. O‘quv laboratoriyada yorug‘lik nurini yig‘ib beruvchi; ikki yoqlama botiq va yassi - botiq linzalar o‘rganiladi.

Linzani chegaralovchi sferik sirtlarning egrilik markazlaridan o‘tuvchi to‘g‘ri chiziq linzaning bosh optik o‘qi deyiladi.

Yorug‘lik optik markazidan o‘tganda o‘z yo‘nalishini o‘zgartirmaydi. Yig‘uvchi linzaning bosh optik o‘qiga parallel tushayotgan yorug‘lik dastasi linzaning orqa tomonida optik o‘qning biror nuqtasida yig‘iladi, bu nuqta linzaning bosh fokusi deyiladi. Bosh fokus F-harfi bilan belgilanadi (14.1a-rasm).



14.1-rasm

Agar yorug‘lik dastasi sochuvchi linzaga uning bosh optik o‘qiga parallel tushayotgan bo‘lsa, u linzadan o‘tgandan so‘ng sochilib ketadi (2- rasm) va bu sochiluvchi nurlarning davomi (14.1b - rasmdagi punktir chiziqlar) optik o‘qning biror nuqtasida kesishadi. Bu nuqta sochuvchi linzaning F mavhum bosh fokusini bildiradi. Har qanday linzaning optik markazidan har ikki tomonda

bir xil masofada optik o‘qda joylashgan ikkita bosh fokusi mavjud bo‘ladi. Linzaning optik markazidan bosh fokusigacha bo‘lgan masofa bosh fokus masofasi deb ataladi va uni odatda F harfi bilan belgilanadi.

Linzaning bosh fokus masofasiga teskari kattalik linzaning optik kuchi deyiladi va linzaning optik kuchi quydagagi formula bilan aniqlanadi:

$$D = \frac{f}{F} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (14.1)$$

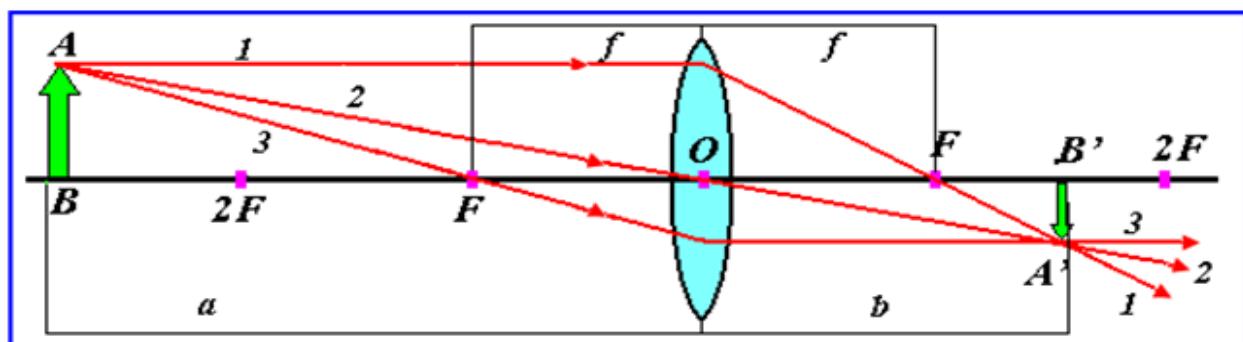
bu yerda R_1 , R_2 - linza sirtlarining egrilik radiusi, n - linza materialining sindirish ko‘rsatkichi. Yig‘uvchi linzalardagi nur yo‘li quydagagi 3 xolda o‘rinlidir:

1. Yig‘uvchi linzaning bosh optik o‘qiga parallel tushayotgan nur singandan so‘ng bosh fokusidan o‘tadi (14.2 - rasm, 1 - nur).

2. Yig‘uvchi linzaning bosh fokusidan o‘tgan nur singandan so‘ng bosh optik o‘qqa parallel tarqaladi (14.2 - rasm, 3- nur),

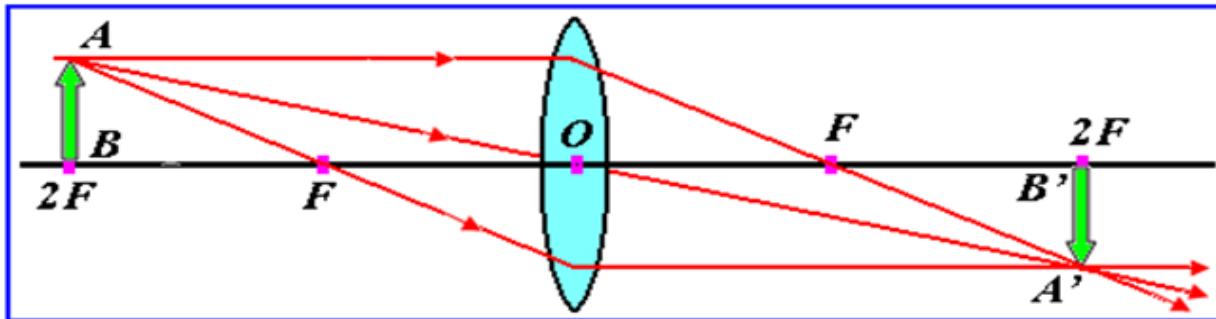
3. Linzaning optik markazidan o‘tuvchi nur o‘z yo‘nalishini o‘zgartirmaydi (14.2 - rasm, 2-nur).

Yig‘uvchi linza yordamida tasvir xosil qilishda quyidagi xollar kuzatilishi mumkin:



14.2 - rasm

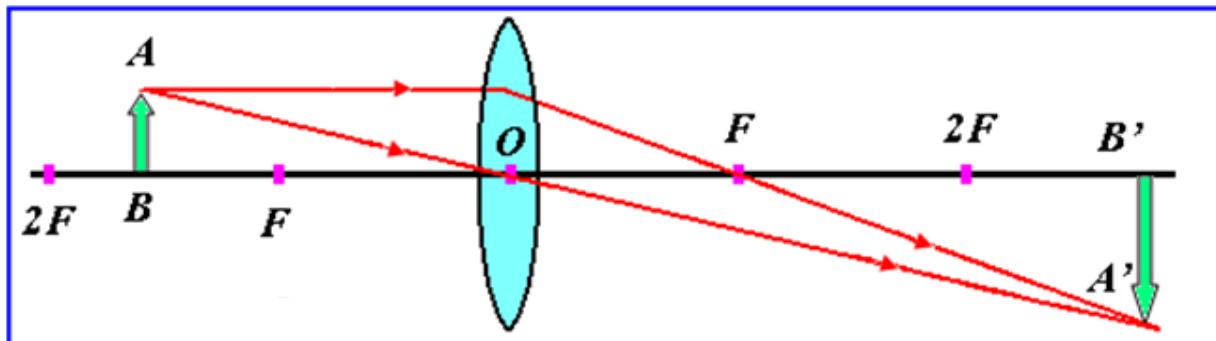
1. Buyum linzaning ikkilangan fokus masofasidan narida tursa, uning tasviri linzaning boshqa tomondagi bosh fokus bilan ikkilangan fokus masofasi oralig‘ida bo‘lib, u haqiqiy teskari va buyumga nisbatan kichiklashgan bo‘ladi (14.2 - rasm).



14.3 - rasm

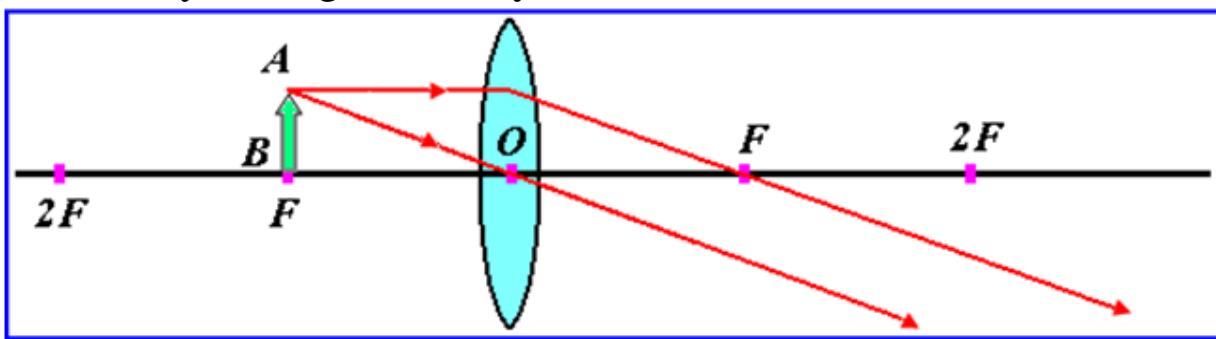
2. Agar buyum $2F$ masofada turgan bo'lsa, uning tasviri haqiqiy va teskari bo'lib, linzaning boshqa tomondagi ikkilangan fokus masofada joylashadi (14.3 - rasm), bu xolda tasvir va buyum kattaligi bir biriga teng bo'ladi.

3. Agar buyum bosh fokus bilan ikkilangan fokus oralig'ida bo'lsa, uning tasviri haqiqiy, teskari, buyumga nisbatan kattalashgan, linzaning boshqa tomondagi ikkilangan fokus masofadan narida joylashadi (14.4 - rasm).



14.4 - rasm

F Fokal tekisligidagi buyumning tasviri cheksizlikka uzoqlashadi, chunki bu xolda linzadan o'tgan nurlar o'zaro parallel ketadi (buyumning tasvirini yasash mumkin emas (14.5 - rasm)).



14.5 - rasm

Agar buyum fokus bilan optik linza orasiga joylashgan bo'lsa, uning tasviri mavhum to'g'ri va buyumga nisbatan kattalashgan bo'ladi. Bu mavhum tasvirni buyum tomonda ko'rish mumkin (14.6 - rasm). 14.2 - rasmda linzaning optik markazidan buyumgacha bo'lgan masofani - a , optik markazidan tasvirgacha bo'lgan masofani - b bilan belgilab, geometrik shakldan (AOB va AOB' va COF va FAB' uchburchaklar o'xshashligidan) quyidagi bog'lanishlarni olishimiz mumkin:

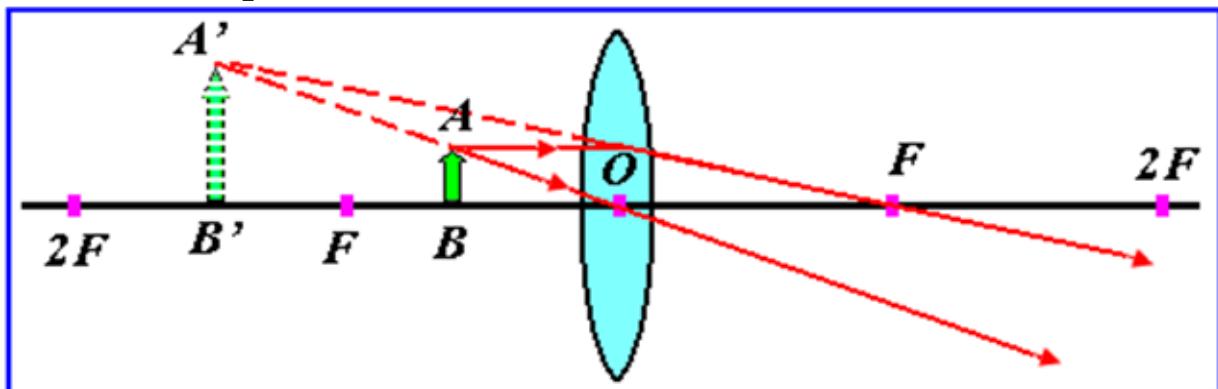
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \quad (14.2)$$

Bu formula linzaning fokus masofasini tajribada topish imkonini beradi. Linzaning chiziqli kattalashtirishi quydagি formula bilan aniqlanadi:

$$R = \frac{A'B'}{AB} = \frac{b}{a} \quad (14.3)$$

Linzani harakterlovchi barcha kattaliklarni tajribada aniqlash mumkin.

1-mashq. Yig'uvchi linzada tasvir yasash va uning fokus masofasini topish.



14.6 - rasm

Elektr lampochka, linza va ekran bitta optik o'qda yotadigan qilib o'rnatiladi (ularning markazlari bir to'g'ri chiziqdа bo'lishi zarur) va buyum bilan ekran orasidagi masofa taxminan 50-60 sm qilib olinadi. Linzaning tag'likda u yoqdan bu yoqqa surish bilan buyumning aniq tasvirini ekranda xosil qilinadi va shu xoldagi buyum bilan linza hamda linza bilan ekran orasidagi masofa lineyka bilan aniqlanadi. Ko'rish vositasida tasvirning aniqligini baxolash

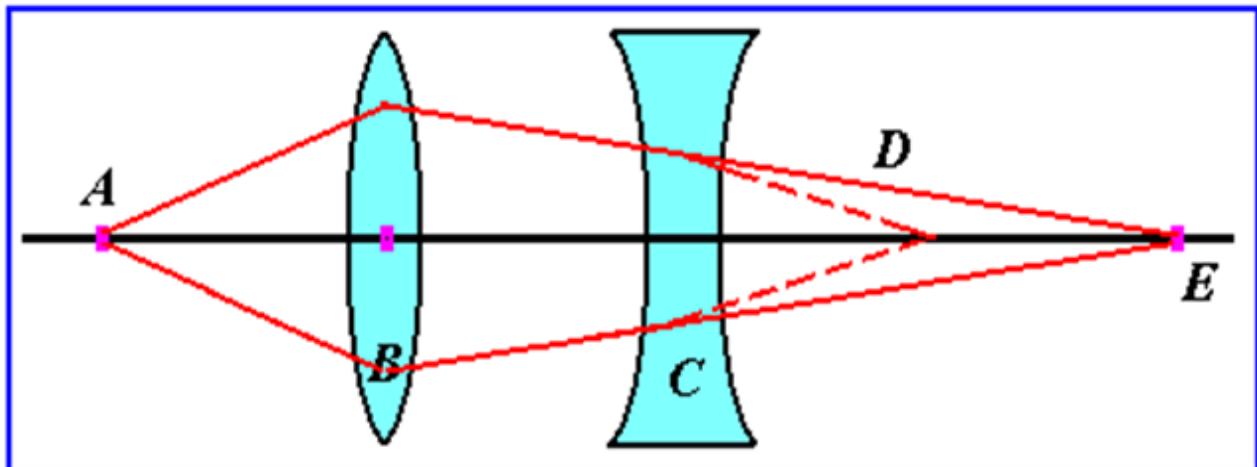
judha ham aniq bo'lmasligini nazarga olib o'lchashni kamida besh marta takrorlash kerak.

Har bir o'lchashdan olingan a va b qiymatlarini (14.2) formulaga qo'yib xisoblab, linzaning fokus masofasi aniqlanadi va topilgan natijalarning o'rtacha qiymati topiladi.

Keyin shu tajribani takrorlab boshqa linzaning ham fokus nasofasi aniqlanadi. Linzaning fokus masofasi aniqlangach, buyumni linzaga nisbatan 14.2-14.6-rasmlarda ko'rsatilgandek joylashtirib 1) $a > 2F$, 2) $a = 2F$, 3) $F < a$, 4) $a = F$, 5) $a < F$ xollar uchun tasvirlar xosil qilinadi. Bunda tajribada olingan tasvir xolatlari 14.2-14.6 - rasmlarda ko'rsatilgan tasvir vaziyatlari bilan solishtiriladi.

2 - mashq sochuvchi linzaning fokus masofasini aniqlash.

Sochuvchi linzalarning o'zi bilan haqiqiy tasvir xosil qilish mumkin, ularning fokus masofalarini aniqlashda yig'uvchi linzadan foydalilanadi (14.7 - rasm).



14.7 - rasm

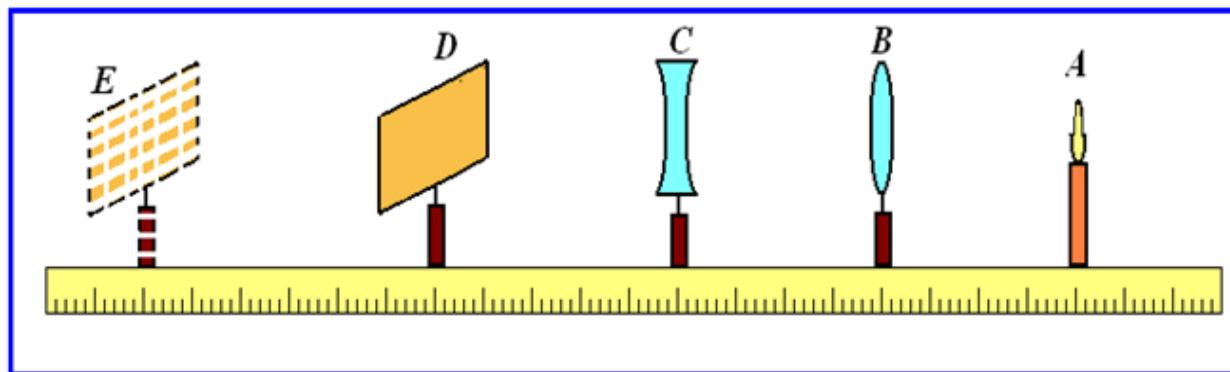
$$f = \frac{f \cdot b}{a - b} \quad (14.4)$$

A manbadan chiqayotgan nurlar yo'liga B yig'uvchi linza qo'yilsin, nurlar linzadan o'tib, biror D nuqtada to'planadi va A yorug'lik manbasining tasvirini xosil qiladi. Agar B linza bilan D tasvir oralig'iga C sochuvchi linza o'rnatilsa, B linzadan o'tgan nurlar endi D nuqtada to'planmay, balki undan uzoqlashadi. DC masofa sochuvchi linza fokus masofasidan kichik qilinib olinganda, bu linza uchun D tasvir buyum vazifasini bajarib, uning tasviri E kuzatiladi. Nurning linzalar sistemasida avvalgi yo'li bo'yicha

qaytish prinsipiga asosan, E nuqtaga yoruglik manbai o'rnatilganda uning mavhum tasviri D nuqtada kuzatilgan bo'lar edi. EC masofani a harfi bilan, CD masofani b harfi bilan belgilanadi va ularni o'lchab, sochuvchi linza uchun nazariy olingan formuladan botiq linzaning fokus masofasi xisoblanadi.

O'lchashlar. Optik taglikka dastlab faqat A-lampochka, B-yig'uvchi linza va D ekran o'rnatiladi (14.8 - rasm).

Ekranni o'ng va chap tomonga surish bilan buyumning aniq tasviri olinadi va D ekran vaziyati belgilab olinadi. Linza bilan ekran oralig'ida C botiq linza ekranga yaqinroq qilib o'rnatiladi, bunda ekrandagi tasvir hiralashadi. Ekranni avvalgi joydan uzoqlashtirib, yana buyumiing aniq tasviri xosil qilinadi, so'ngra ekranning yangi E vaziyati bilan sochuvchi linza orasidagi DC masofalari o'lchab olinadi. E ekrandagi tasvirning xosil bo'lishda D nuqtadagi tasvir C – sochuvchi linza uchun buyum vazifasini o'taydi.



14.8 - rasm

O'lchashlarni 3-4 marta takrorlab, C linzadan ekrangacha bo'lgan masofaning o'rtacha qiymati aniqlanadi. $CE=a$ va $DC=b$ masofalar qiymatlari (14.4) formulaga qo'yib sochuvchi linzaning fokus masofasi topiladi .

Yig'uvchi linzani fokus masofasini aniqlash

Linzaning fokus masofasini aniqlashning uchta usuli bor. Fizika kursidan linzaning optik kuchi ma'lum bo'lgan linza formulasidan foydalanib aniqlanadi..

1. Bu yerda F -fokus masofasi, d – buyumdan linzagacha bo'lgan masofa, f – linzadan tasvirgacha bo'lgan masofa. Bu metod

bilan bevosita d va f lineyka bilan o'lchab 1 formulaga qo'yiladi, va F ning son qiymati topiladi.

2. Bu metodda F ni predmet kattaligi x va tasvir kattaligi Y bilan boglovchi formula asos kilib olinadi.

3. Bessol tomonidan taklif qilingan siljish usuli. Agarda buyumdan ekrangacha masofa $4F$ dan ortsa, u xolda linzaning ekranda aniq tasvir xosil qiluvchi 2 ta xolati mavjud, bunda birinchisidan katta tasvir ikkinchisidan esa kichaytirilgan tasvir xosil bo'ladi. Birinchi xolat uchun masofalar f_1 , d_1 ikkinchi xolat uchun f_2 va d_2 deb olamiz. Bunda ikkala xol uchun buyum va ekran oralig'i doimiy qoladi. Shuning uchun

$$d_1 + f_1 = d_2 + f_2 \quad (14.5)$$

$$\frac{1}{F} = \frac{d + f}{d \cdot f} \quad (14.6)$$

$$d_1 \cdot f_1 = d_2 \cdot f_2 \quad (14.7)$$

Bu yerda (14.5) va (14.6) formulalar $d_1 = d_2$; $f_1 = f_2$ bo'lganda (tajribada bunday bo'lishi mumkin emas) yoki $d_1 = f_2$; $f_1 = d_2$ bo'lganda o'rinnlidir. Ikkala xolat oraliqdagi masofani l bilan belgilab quyidagi formulalar linza buyumga yaqin turganda o'rinnli ekanligiga ishonish qiyin emas:

$$d_1 = \frac{L - l}{2}; \quad f_1 = \frac{L + l}{2}$$

yoki boshqa xolda

$$d_2 = \frac{L + l}{2}; \quad f_2 = \frac{L - l}{2} \quad (14.8)$$

formula esa quyidagi ko'rinishni oladi:

$$F = \frac{(L + l)(L - l)}{4l} \quad (14.9)$$

Ishni bajarish tartibi

1. Linza, lampa, buyumni bir xil balandlikka o'rnatiladi, ular ekran markaziga to'g'ri o'rnatilsin. Linza buyum va ekran oralig'iga o'rnatilsin. Ekran va buyumni yetarli katta masofaga o'rnatib linzaga u yoq va bu yoqqa surib shunday xolat topilsinki, ekranda buyumni aniq ravshan tasviri xosil bo'lsin. Chizmada ko'rsatilgan d

va f masofalar o'lchanadi. O'lchanasi bir necha marta takrorlanib jadvalga natijalar to'ldirilsin. $F = \frac{d \cdot f}{d + f}$ dan fokus masofa topiladi.

2. Millimetrlidagi chizg'ich bilan x'' va y'' lar kvadrat tomonlaridan biri buyumdagisi yotiqligiga chiziq yordamida aniqlanadi. x' va y' lar yuqoridagidek lekin tasvirdan aniklanadi. Natijalar jadvalga yoziladi.

$$F = \frac{x'' \cdot d}{x'' + x'}; \quad F = \frac{y'' \cdot d}{y'' + y'}; \quad D = \frac{1}{F} \text{ (dioptriya)}$$

dan fokus masofasi topiladi. Bular 14.6 dan kelib chiqadi. Ekran va buyum xolatini o'zgartirib tajriba bir necha marta takrorlanadi.

3. Buyum va ekran oralig'ini $2F$ dan kattaroq masofaga yetkaziladi. Linzaning ikki xolati topiladi. L va l o'lchanadi. Tajriba linzaning turli xolatlari uchun bir necha marta takrorlanadi va jadvalga yoziladi.

14.1-jadval

Nº	$d(m)$	$f(m)$	$F(m)$	$D(dptr)$
1				
2				
3				

Sinov savollari

- Yorug'likning sferik sirtlarda sinishi.
- Linzaning optik o'qini nim?
- Linzaning bosh fokus masofasi nima?
- Linza formulasi?
- Linzada tasvir xosil qilish uchun qaysi nurlar foydalilanildi?
- Linzaning kattalashtirishi nima?
- Qavariq linza deb qanday linzaga aytildi?

Insert jadvali

Tushunchalar	V	+	-	?

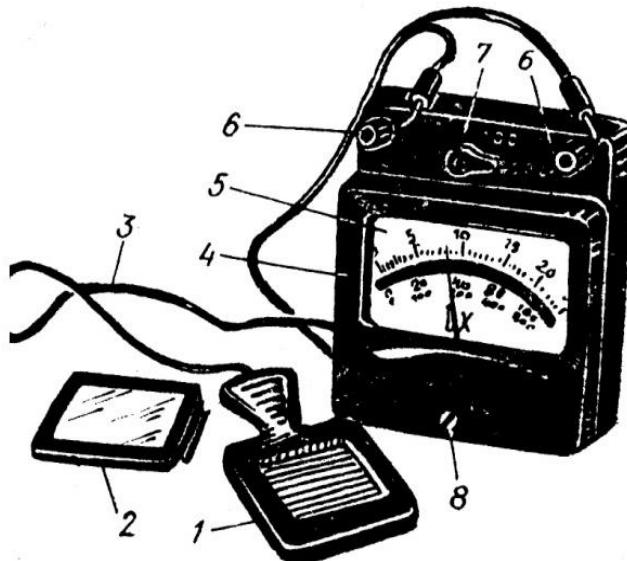
15 - Labaratoriya ishi

Lyuksmetr yoradamida yoritilganlikni o'lchash

Ishning maqsadi. Tajriba yo'li bilan yoritilganlik qonunlarni lyuksmetr yoradamida o'rghanish.

Kerakli asbob va jixozlar. Elektr lampochkasi yoki yorug'lik kuchini aniqlaydigan jadval, lyuksmetr, transportir, lineyka.

Lyuksmetrning yorug'likni yutuvchi qismi to'g'ri burchak shaklidagi selenli fotoelementdan iborat (15.1-rasm). Ishlovchi (faol) yuzi 25 sm^2 fotoelementni plastmassali korpusuga joylashtirilgan. O'lchash chegarasini 100 marta oshirish uchun fotoelement korpusiga yutgich qoplanadi. Lyuksmetr o'lchagichi, plastmassali korpus ichiga joylashgan strelkali magnitoelektrik asbobdan iborat.



15.1-rasm

Asbob korpusi yuz tomonining o'rta qismida yoritilganlikni uch xil 25-100-500 lk gacha chegaralarda o'lchashga mos raqamlar qo'yilgan va 50 ta bo'limga taqsimlangan shkala bor. Yutgich ishlatalganda yoritilganlikni o'lchash chegalarari mos ravishda 2500-10000-50000 lk gacha oshadi. Asbob korpusining pastki tomonida strelkani nol vaziyatga o'tkazish uchun korrektor, yuqori qismida esa o'lchash chegaralari pereklyuchateli o'zgartuvchi

dastak va fotoelementga ulash uchun qisqichlar bor. Chap tomondagi qisqich minus (-) ishorasi bilan belgilangan.

Lyuksmetning ishlash prinsipi fotoelektr effektga asoslangan. Fotoelement sirti yoritganda fotoelement va magnitoelektrik o'lchagichdan iborat berk zanjirda xosil bo'lgan tok o'chagichning harakatchan qismini og'diradi. Tok miqdori, demak o'lchagich strelkasining og'ishi fotoelement ishlovchi yuzining yoritilganligiga to'g'ri proporsional bo'ladi.

Lyuksmetr YU16 1-fotoelement; 2-yorug'lik yutgich; 3- ulash simlari; 4-o'lchagich; 5-shkala; 6-qisqichlar; 7-o'zgartuvchi dastak; 8-korrektor

1. YU-16 tipdagi lyuksmetr, kerakli jadvallar: O'lchashlarni boshlashdan avval:

a) o'lchagich va fotoelement gorizontal xolatda joylashtiriladi;

b) o'lchagich strelkasining ko'rsatishi tekshiriladi. Agar strelka shkalaning nolinchini bo'limini ko'rsatmasa, korrektor yordamida nolinchini bo'limga keltiriladi;

c) shundan so'ng fotoelement qisqichlarda ko'rsatilgan qutbiylikka rioya qilib, o'lchagich simlar(fotoelementga biriktirilgan) bilan ulanadi.

2. Binoning ichidagi yoritilganlikni o'lchash pereklyuchatelning "500 lx" gacha chegaraga qo'yilgan xolatidan boshlanadi. Bunda strelka 10 tadan kam bo'limga og'sa, pereklyuchatelni "1001x" chegaragacha, 10 ta bo'limdan kamni ko'rsatsa, uni "25 lx" chegarali xolatga o'tkazish kerak.

3. Binoning ichkarisida quyosh yorug'ligi bevosita tushadigan joylardagi va tashqaridagi tabiiy yoritilganlikni o'lchashlarni fotoelementga yutgichni qoplagan xolda bajarish kerak. Bunda pereklyuchatel "5001x" xolatga qo'yiladi. Strelka 10 tadan kam bo'limga og'sa, pereklyuchatelni yana kamroq chegarali xolatlarga o'tkaziladi. Lyuksmetr bilan o'lchashda maksimal xatolik shkalaning boshlariga to'g'ri keladi. Shuning uchun katta aniqlik bilan o'lchashda strelka kamroq bo'limlarga og'sa, o'lchashlar pereklyuchatelning kam chegarali xolatlarida bajariladi.

4. Yoritilganlikni aniqlash uchun strelkaning shkaladan ko'rsatgan bo'limlari sonini, 1ta bo'lim qiymati va tuzatma koeffitsientiga ko'paytirish kerak. Ba'zi yorug'lik manbalari uchun tuzatma koeffitsientlar quyidagicha bo'ladi: 1ta bo'lim qiymati, pereklyuchatel ko'rsatayotgan o'lhash chegarasining asbob shkalasidagi bo'limlar soni nisbatiga teng.

Har xil yorug'lik manbalari uchun tuzatma koeffitsientlar

Tabiiy yorug'lik 0.8

Cho'g'lama lampalar 1

LD markali lampalar 0.88

LB markali lampalar 1.15

DRL markali lampalar 1.20

Fotoelementga yutgich qoplab o'tkazilgan o'lhashlarda esa dastlabki ko'paytirishlardan chiqqan natijani yana 100 ga ko'paytirish kerak. Masalan, fotoelementni yutgich bilan qoplab tabiiy yoritilganlikni o'lhashda o'lchagich strelkasi 0 dan 100 lk gacha chegarali shkaladan 40 – bo'limni ko'rsatsin. Bu xolda yoritilganlik $40 \frac{100}{50} \cdot 0,8 \cdot 100 = 6400 \text{ lk}$ ga teng bo'ladi:

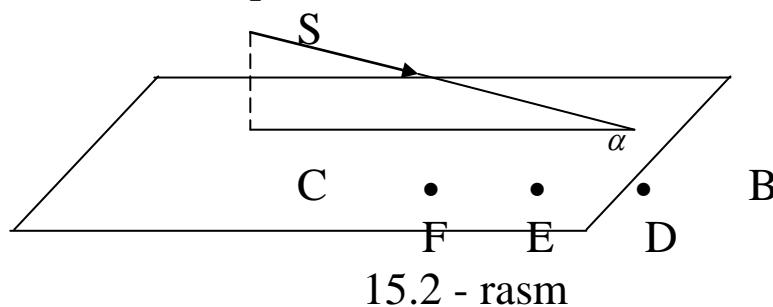
5. O'lhashlarni agrometeorologiya laboratoriyasi xonasida, koridorda, tashqarida (yoki ochiq deraza oldida) o'tkazish tavsiya qilinadi. Lyuksmetr bilan o'lhash fotoelement va yutgichlar toza qilib artilgandan keyin bajarilishi lozim. Asbobni lyuksmetr o'lchagichda ko'rsatilgan chegaradan oshiq yoritilganlikda ko'proq vaqt tutib turish qat'yan man qilinadi.

Eslatma. Mashg'ulotdan tashqari vaqtda institut tajriba uchastkasida ekinlar ichidagi yoritilganliklarni o'lchang va o'zaro solishtiring.

A-ekranga, *C*–yorug'lik manbaidan yorug'lik biror α - burchak ostida tushsa. *A*-ekrandagi *B*–nuqtaning yoritganligi.

$$E = \frac{I}{r^2} \cos \alpha \quad (15.1)$$

Tenglama bilan aniqlanadi.



15.2 - rasm

Bunda $I-S$ yorug'lik manbaining yorug'lik kuchi. $r-S$ yorug'lik manbaidan B nuqtagacha bo'lgan masofa, α -yorug'likni ekranga og'ish burchagi. (15.1) tenglamadan ko'rinish turibdiki ekran bilan yorug'lik mabai orasidagi masofa r -qancha kichik bo'lsa, ekranni yoritilganligi shuncha katta bo'ladi, aksincha kichik bo'ladi. Xuddi shuningdek, α -burchagi qancha kichik bo'lsa, ekranning yoritilganligi shuncha katta bo'ladi. Masalan: $\alpha = 0$ bo'lsa, (15.1) tenglama maksimumga intiladi. Bu laboratoriya ishidan maqsad yoritilganlik qonuni (15.1) tenglamani to'g'ri ekanligini tajribada tekshirib ko'rishdan iboratdir.

Ishni bajarish tartibi

1. S lampochkani yoqib, $SB=r$ masofani o'lchaymiz, so'ngra $CB=q$ masofani o'lchaymiz. E qiymatini (15.1) formula yordamida topamiz. Bunda α ning son qiymatini trigonometrik jadval yordamida (sinuslar jadvali yordamida) aniqlaymiz.
2. S manbaning yorug'lik kuchi I ni elektr lampochkasining quvvati bo'yicha jadvaldan aniqlaymiz.
3. Aniqlangan α - yordamida $\cos \alpha$ qiymatini kosinuslar jadvalidan aniqlaymiz.
4. Aniqlangan $I, \cos \alpha$ larni (15.1) formulaga qo'yib E ning qiymatini aniqlaymiz.
5. Tajribani ekrandagi 2 va 3 ta nuqta uchun bajaramiz, ya'ni D, C, F, E -nuqtalar uchun 15.1-rasm. Bunda S, B, E, D larni ham oldingi usulda topib (1) tenglama yordamida E ni C, F, E, D, B -nuqtalar uchun aniqlaymiz, natijani quyidagi jadvalga yozib qo'yamiz.
6. Olingan natijalarni Lyuksmetr fotoelementini xisoblash olingan nuqtalarga qo'yib shu B, D, E, F nuqtalardagi yoritilganlikni

aniqlab pribor ko'rsatishini, (15.1) formulada aniqlangan natijalar bilan taqqoslab (15.1) qonunni to'g'ri ekanligini tajribada isbot etiladi.

15.1-jadval

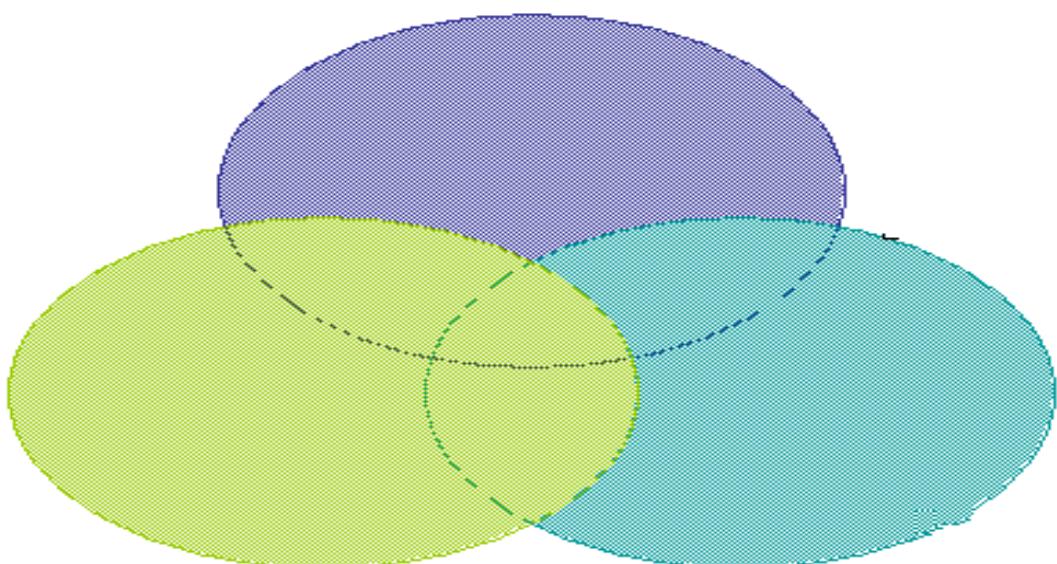
Nº	r	Q	α	$\cos \alpha$	I	E
1						
2						
3						

Sinov savollari

1. Yorug'lik deb nimaga aytildi?
2. Yoritilganlik deb nimaga aytildi?
3. Bir steradian deb nimaga aytildi?
4. Yorug'lik kuchi masofa ortishi bilan qanday o'zgaradi?
5. Yoritilganlik yorug'likni tushish burchagiga bog'liqmi?
6. Yoritilganlik va yorug'lik kuchi orasidagi bog'liqlik?
7. Yoritilganlikni hisoblash formulasini tushuntiring.
8. Yorug'lik kuchini hisoblash formulasini tushuntiring.

VENNA DIAGRAMMASI

Yoritilganlik va yorug'lik kuchining bir-biridan farqini solishtiring



GLOSSARIY

№	Atamaning o‘zbek tilida nomlanishi	Atamaning ingliz tilida nomlanishi	Atamaning rustilida nomlanish	Atamaning ma’nosi
1	Absissa	Abscissa	Абцисса	Kordinata o’qi, bu gorizontal va frontal tekisliklarni kesishish o’qi.
2	Aylana	Circle	Окружность	Markazdan teng uzoqlikda yotuvchi tekislik nuqtalari to‘plami
3	Axonometrik proeksiyalash	Axonometric projection	Аксонометрическое проецирование	Chizmani berilgan o’qlari bilan parallel xolda biror tekislikda tasvirini hosil qilish.
4	O’zaro almashinuvchi detallar	Interchangeable parts	Взаимозаменяемые детали	Xech qanday qo’shimcha o’zgartirishlarsiz detallarni yig’ish.
5	Ko’rinish	Species	Вид	Kuzatuvchi ko’rish imkoniga ega buladigan qismlar.
6	Vintsimon yuza	Screw surface	Винтовые поверхности	To’g’ri chiziqni vintsimon harakati natijasida hosil bo’ladi
7	Eng katta o’lcham	Overall dimension	Габаритный размер	Detalning asosiy eng katta o’lchami.

8	Tekislikning gorizontali	Horizontal plane of	Горизонтал плоскости	Gorizontal proeksiyalar tekisligiga parallel to'g'ri chiziq
9	Gorizontal proeksiyalovchi tekislik	Horizontally projecting the plane of	Горизонтально проецирующая плоскость	Bu tekislik gorizontal xolda joylashgan
10	Detal	Detail	Детал	Buyum, yig'ish chizmalari asostda bajarilmagan lekin bir turdag materialdan tayyorlangan.
11	Muxandislik grafikasi	Engineeringgraphics	Инженерная графика	Fa'zodagi tasvirlarni tekislikka tushirish, amalda texnik chizmalarni tasvirini xosil qilish orqali o'rGANISH.
12	Egri chiziq	Curve line	Кривая линия	Nuqtani tekislikdagi xarakat yo'nalishi.
13	Masshtab	Scale	Масштаб	Berilgan buyumning kattalashgan yoki kichraygan tasviri. Berilgan o'lchamlarga nisbat qilib olinadi.
14	Tashqi rezba	Outer Thread	Внешняя резьба	Detalning tashqi tarafiga uyiladi
15	Kesishuvchi to'g'ri chiziq	Intersecting lines	Пересекающиеся прямые	Ikki to'g'ri chiziq umumiylar bir kesishish nuqtasiga ega bo'ladi.

16	Aylantirish usuli	Method of revolution	Метод вращения	Tug'ri chiziq yoki geometrik shakilni berilgan o'q atrofida xarakatlanishi.
17	Yuza	Area	Площадь	To'g'ri chiziqni fa'zoda xarakatlanishidan xosil bo'ladi.
18	Chizmalar	The drawings	Чертежи	Bu chizmaning grafik tasviri.
19	Texnik chizma	Technical drawings	Технический чертёж	Bu aksonometrik tasvirlar yordamida chizmachilik asboblari ishlatilmasdan chizilgan tasvir.
20	Ajralmaydigan birikma	Permanent connection	Нераземные соединения	Payvandlangan birikmalar turi.
21	Proeksiyalar tekisligini almashtirish	A change of planes	Перемена плоскостей	Bir necha yordamchi tekisliklar orqali shakilning xaqiqiy ko'rinishini yasash.
22	Frontal tekislik	Frontal flatness	Фронтальная плоскость	Frontal proeksiyalovchi tekislikka parallel xolda joylashadi.
23	Qirqim	Incision	Разрез	Detalni xayolan bir yoki birnechta tekislik yordamida qirqligani qismi

**Asosiy va qo'shimcha adabiyotlar hamda axborot
manbalari****Asosiy adabiyotlar:**

1.Paul A. Tipler "PHYSICS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS"Printed in the United States of America 2008 y 1583 p

2.Paul A. Tipler ,Ralph.A. Llewellyn "Modern Physics" W.H.Freeman and company New York.2007 y 497 p

3. Грабовский Р.И.- Физика курси.- т.: Санкт-Петербург 2002

4. Норбоев Н. Арғинбоев Х. Абдуллаев Х.- Физикадан амалий машғулотлар.- Т.: Халқ мероси, 2001

5. И.В. Савелев-Умумий физика курси. Москва.:Астрел. 2004

6. М. Исмоилов, П.Ҳабибуллаев, М.Халиуллин. "Физика курси". Т. Ўзбекистон.2000.

7. P.Xakimov, X.O'sarov, O.Bozarov Fizika kursi Mekanika va molekulyar fizika. Darslik. O'zbekiston 2020

Qo'shimcha adabiyotlar

1. У.Абдураҳмонов, М.М.Русак, Б.Ж.Юсупов. Механика. Молекуляр физика ва термодинамика асослари. Т.Университет.1996
2. Раҳматуллаев М.- Умумий физика курси, Механика.- Т.:«Ўқитувчи» 1995
3. Қосимов А., Жўракулов Х., Сафаров А.- Физика курси, Механика,Т.: Ўзбекистон, 1994.
4. Назаров Ў.Қ. ва б.- Умумий физика курси, 1-том, Механика ва молекуляр физика.- Т.: Ўзбекистон, 1992.
5. В.С.Волкенштейн. умумий физика курсида масалалар тўплами. 2001
6. Б.Д.Юсупов. Fizika fanini o'qitish jarayonida zamonaviy ta'lif metodlarini qo'llash. Методик қўлланма. Т.Университет 2005

7. U.Adurahmonov, M.N.Zohidova, A.A.Mo'minov, B.D.Yusupov/ ELEKTR (uslubiy qo'llanma). Т.Университет 2010
8. Бойдадаев А.,Шодиев Д.- Максус нисбийлик назарияси.-Т.: 1993. Ўқитувчи.
9. В.Сивухин “Общий курс физики” оптика,-Москва 1980 г
10. Бекжонов Р.Б. “Ядро физикаси ” Т-Ўқитувчи 1975 й
11. Бекжонов Р.Б. “Элементар ядро физикаси” Т-Ўқитувчи 1982 й
12. Бекжонов Р.Б., Аҳмеджанов Б.“Атом физикаси” Т.Ўқитувчи 1978
13. Аҳмеджанов О.И. “Физика курси 3 том Оптика, атом ва ядро физикаси” Т.Ўқитувчи 1984.

Elektron resurslar

1. Наноструктуры могут привести к созданию нового типа памяти /Internet// С. Нанотехнологии толкают мир к революции /Internet сайт WashingtonProFile. 01. docum. 2003. 12.
2. Нанотехнологияи наочипы /Internet. File://c: document and Setting/Acyc/Pa.../ 01. 2004.
3. www. phys. ru.
4. www. google. ru.
5. http://ru. Wikipedia. org/wiki/ Устройство виды и применение лазеров.
6. http://www. foresight. org/EOC/index. Html
7. http://nano. xerox. com/nanotech/nanosystems. html.
8. http://www. foresight. org/UTF/ Unbound LBM/index. Htm
9. Fizika “Phusicon”www
10. Phusicon. ru-« Molekulyarnaya fizika na kompyuter»

M U N D A R I J A

So'z boshi	3
Kirish.....	5
Texnika havfsizligi qoidalari bilan tanishtirish.....	8
1 - Laboratoriya ishi. Fizik kattaliklarni o'lchash. O'lchash xatoliklarini hisoblash.....	10
2 - Labaratoriya ishi. Qattiq jismlarning zichligini shtangensirkul va mikrometr yordamida aniqlash	16
3 - Labaratoriya ishi. Qattiq jismlarning sirpanish ishqalanish koeffitsientini aniqlash.....	26
4 - Labaratoriya ishi. Elastiklik modulini qattiq jismning egilish deformasiya yordamida aniqlash.....	32
5 - Labaratoriya ishi. Havoda tovushning tarqalish tezligini rezonans usuli bilan aniqlash.....	40
6 - Labaratoriya ishi. Erkin tushish tezlanishini matematik mayatnik yordamida aniqlash.....	48
7 - Labaratoriya ishi. Suyuqliklarni ichki ishqalanish koeffitsientini Stoks usuli bilan aniqlash	62
8 - Labaratoriya ishi. Qattiq jismlarning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash.....	73
9 - Labaratoriya ishi. Uitston ko'pirigi yordamida o'tkazgichlarning qarshiligini o'lchash.....	78
10 - Labaratoriya ishi. Misning elektrokimyoviy ekvivalentini aniqlash.....	85
11 - Labaratoriya ishi. Yer magnit maydoni induksiyasining gorizontal tashkil etuvchisini va Tangens–Bussol doimiysini aniqlash.....	94
12 - Labaratoriya ishi. Shishaning nur sindirish koeffitsientini mikroskop yordamida aniqlash.....	99
13 - Labaratoriya ishi. Yorug'likni to'lqin uzunligini difraksion panjara yordamida aniqlash.....	105
14 - Labaratoriya ishi. Qavariq linzaning bosh fokus masofasini aniqlash.....	113
15 - Labaratoriya ishi. Lyuksmetr yoradamida yoritilganlikni o'lchash.....	121
Glossariy.....	126
Asosiy va qo'shimcha adabiyotlar hamda axborot manbalari	129

Ilmiy nashr

Nabiyeva G.O.

FIZIKA FANIDAN LABORATORIYA MASHG'ULOTLARI

Oquv qo'llanma

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 8.25. Bosma taboq. Times New Roman garniturası. 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 adminitratsiyasi huzuridagi

Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligining

12.07.2019.dagi 12-3299. Raqamli guvohnoma.

