

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM
VAZIRLIGI**

NAMANGAN MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

USMANOV PAZLITDIN NURITDINOVICH

**FIZIKA LABORATORIYA ISHLARI
O'QUV QO'LLANMASI**

Mutaxassisliklar:

5321000-Озиқ-овқат технологияси (маҳсулот турлари бўйича)
5320300- Технологик машиналар ва жиҳозлар (тармоқлар бўйича)
5320900- Енгил саноат буюмлари конструкциясини ишлаш ва технологияси (тўқима)
5320800- Матбаа ва кадоклаш жараёнлари технологияси
5310900- Метрология, стандартлаштириш ва маҳсулот сифати менежменти (тармоқлар бўйича)
5321200-Табиий толаларни дастлабки ишлаш технологияси (хом-ашё турлари бўйича)
5320400-Кимёвий технологиялар (ишлаб чиқариш турлари бўйича)
5411200- Манзарали боғдорчилик ва кўкаламзорлаштириш
5321500-Енгил саноат технологиялар ва жиҳозлар (ишлаб чиқариш турлари бўйича)
5320900- Енгил саноат буюмлари конструкциясини ишлаш ва технологияси (тикув буюмлари)
5320900- Енгил саноат буюмлари конструкциясини ишлаш ва технологияси (Чарм ва мўйна буюмлари)
5311000- Технологик жараёнлар ва ишлаб чиқаришни автоматлаштириш ва бошқариш (пахта, тўқимачилик ва енгил саноат)
5310100- Энергетика (тармоқлар бўйича)
5310200- Электр энергетикаси (энергияни ишлаб чиқариш, узатиш ва тақсимлаш)
5320100– Материалшунослик ва янги материаллар технологияси (тармоқлар бўйича)
5320900- Енгил саноат буюмлари конструкциясини ишлаш ва технологияси (трикотаж)
5321700- Технологик жараёнларни бошқаришнинг ахборот коммуникацион тизимлари

“Fizika laboratoriya ishlari” o’quv qo’llanma. P.N.Usmanov. 148-bet.

Annotatsiya. Qo’llanmada fizika fani barcha bo’limlariga doir 28 ta laboratoriya ishlari keltirilgan. Avval laboratoriya ishlaridagi kerakli asboblardan bilan tanishuv beriladi, so’ng ishning nazariy muqaddimasi va o’quv jarayonida dastlab ularning bajarilishi ko’zda tutiladi. Qo’llanmadagi hisoblashlari murakkabroq bo’lgan laboratoriya mashg’ulotlari so’ngida kompyuter yordamida laboratoriya ishi natijalarini hisoblash uchun “fortran” tilida dasturlar va xatoliklarini hisoblash yo’llari va olingan natijalarni joylashtirish uchun jadvallar keltirilgan. Ushbu holat asosiy laboratoriya ishlarini muvaffaqiyatli bajarishga talabalarni tayyorlash bilan bir qatorda qisqa muddat ichida o’rta maktab fizika kursining mazkur bo’limi bo’yicha olgan bilimlarini qayta eslash imkonini beradi. Qo’llanma Namangan muhandislik-texnologiya institutining barcha texnologiya ta’lim yo’nalishlari, akademik litsey va texnikum talabalari uchun mo’ljallangan.

Taqrizchilar:

O.O.Mamatkarimov-Namangan muhandislik-texnologiya instituti rektori. Fizika-matematika fanlari doktori, professor.

S.R.Polvonov- O’zbekiston Milliy Universiteti
Fizika fakulteti “Yadro fizika”si
Kafedrasini mudiri professor.

M U N D A R I J A

Soʻz boshi

Fizik kattaliklarni qiymatlarini oʻlchash va ularning xatoliklarini

Aniqlash usullari.....	7
1- ish. Qattiq jism zichligini aniqlash.....	11
2- ish. Daraxtlarning turini zichligiga qarab aniqlash.....	12
3- ish. Urugʻlarning zichligini piknometr yordamida aniqlash.....	17
4- ish. Suyuqliklarning zichligini piknometr yordamida aniqlash.....	20
5- ish. Kartoshkani zichligini gidrostatik torozi usulida aniqlash.....	23
6- ish. Erkin tushish tezlanishini matematik mayatnik yordamida aniqlash.....	27
7- ish. Elastiklik modulini qattiq jismning egilish deformatsiyasidan foydalanib aniqlash	33
8- ish. Tomchi usuli bilan sirt taranglik koeffitsientini aniqlash	40
9- ish. Havoning nisbiy namligini psixrometr yordamida aniqlash	44
10- ish. Qattiq jismning issiqlik oʻtkazuvchanlik koeffitsientini aniqlash	49
11- ish. Avometrni oʻrganish	54
12- ish. Oʻtkazgichlarni parallel va ketma-ket ulash	57
13- ish. Oʻtkazgichlarni solishtirma qarshiligini ampermetr va voltmeter yordamida aniqlash	62
14- ish. Uiston koʻprigi yordamida oʻtkazgichlarni solishtirma qarshiligini aniqlash	66
15- ish. Oʻtkazgichlarning qarshiligini temperatura koeffitsientini aniqlash	71
16- ish. Kondensatorning elektr sigʻimini aniqlash	75
17- ish. Elektroliz hodisasini oʻrganish	80
18- ish. Elektrolitning solishtirma qarshiligini aniqlash	83
19- ish. Elektrostatik maydonni oʻrganish	85
20- ish. Fotoeffekt qonunlarini oʻrganish	89
21- ish. Elektronning solishtirma zaryadini aniqlash	93
22- ish. Yer magnit maydon kuchlanganligining gorizontol tashkil etuvchisini tangensbussol yordamida aniqlash	97

23- ish. G'altakning o'zinduksiya koeffitsientini aniqlash	101
24- ish. Linzaning fokus masofasini aniqlash	105
25- ish. Fotometr yordamida yoritilganlik qonunlarini o'rganish	113
26- ish. Difraktsion panjara yordamida yorug'lik to'lqin uzunligini aniqlash.....	117
27- ish. Shishaning sindirish ko'satkichini mikroskop yordamida aniqlash	125
28- ish. Eritmaning sindirish ko'rsatkichi va kontsentratsiyasini refraktometr yordamida aniqlash	132
Ilovalar	141

SO'Z BOSHI

Jamiyatimizning hozirgi taraqqiyotida fan-texnika yutuqlarini ishlab chiqarishga joriy qilish har qachongidan ko'ra katta ahamiyat kasb etmoqda. Bu borada texnika oliy o'quv yurtlari tomonidan tayyorlanayotgan malakali injener-mutaxassislarning roli mislsiz kengdir. Binobarin, ishlab chiqarishni fan yutuqlari, ayniqsa mikroelektronika, hisoblash texnikasi, asbobsozlik, mashinasozlik asosida yangilash bilan uning samaradorligini oshira oluvchi, moddiy boyliklarni iqtisod eta oluvchi injenerlar tayyorlash oliy texnika o'quv yurtlarining asosiy vazifalaridan biri hisoblanadi. Bu esa hozirgi zamon texnologiyasini taraqqiy ettirishga katta hissa qo'shayotgan fundamental fanlardan biri hisoblangan fizika va uning tatbiqiga alohida e'tibor berilishini taqozo etadi. Ushbu fan bo'yicha bulg'usi injenerlarga chuqur bilim berish bilan bir qatorda, fizikaning yutuqlarini texnikaga, ishlab chiqarishning turli sohalariga qo'llay bilish ko'nikmalarini shakllantirish ham zarur. Shu jihatdan qaraganda, fizika fani bo'yicha o'tkaziladigan laboratoriya mashg'ulotlari katta ahamiyatga va keng imkoniyatlarga egadir.

Ma'lumki, oliy o'quv yurtiga kirgan talabalarning dastlabki bilim va ko'nikmalari turlichadir: o'rta maktabni bitirib oliy o'quv yurti studenti bo'lgan yoshlarda nazariy bilim kengroq bo'lib, amaliy ko'nikmalari yetarli bo'lmaydi, ishlab chiqarish stajiga ega bo'lganlarda esa aksincha. Boshlang'ich kurslarda o'tiladigan amaliy mashg'ulotlarda, jumladan, laboratoriya mashg'ulotlarida bu tafovutni yo'qotish imkoniyatlarini izlash maqsadga muvofiq.

Ana shu kamchiliklarni yo'qotish maqsadida qo'llanmada har bir bo'limga doir laboratoriya ishlarining tavsifini keltirishdan avval asboblari bilan tanishuv ishlari beriladi va o'quv jarayonida dastlab ularning bajarilishi ko'zda tutiladi. Ushbu holat asosiy laboratoriya ishlarini muvaffaqiyatli bajarishga studentlarni tayyorlash bilan bir qatorda qisqa muddat ichida o'rta maktab fizika kursining mazkur bo'limi bo'yicha olgan bilimlarini qayta eslash imkonini beradi.

Qo'llanmadagi hisoblashlari murakkabroq bo'lgan laboratoriya mashg'ulotlari so'ngida kompyuter yordamida laboratoriya ishi natijalarini

hisoblash uchun “fortran” tilida dasturlar va xatoliklarini hisoblash yo’llari va jadvallar keltirilgan.

Qo’llanma Namangan muhandislik-texnologiya institutining texnologiya ta’lim yo’nalishlari talabalar uchun mo’ljallangan.

Muallif ushbu qo’llanmani nashrga tayyorlashda qimmatli maslahatlar bergan pedagogika fanlari doktori, prof. K.A.Tursunmetovga va Namangan muhandislik-texnologiya institutining “Fizika” kafedrasi professor-o’qituvchilariga tashakkur izhor qiladi.

FIZIK KATTALIKLAR QIYMATLARINI O'LCHASH VA ULARNING XATOLIKLARINI ANIQLASH USULLARI

O'lchashdagi xatoliklar. Tadqiqotda fizik kattalikni o'lchash – bu eng muhim va mas'uliyatli ish. Biror kattalikning o'lchangan son qiymati uning aniq qiymatidan qancha katta yoki kichikligini aniqlash muhimdir.

Bevosita o'lchash usulida biror aniq fizik kattalik o'lchov asboblarning ko'rsatishi asosida (masalan, vaqt–sekundomer, tok kuchi – ampermetr, yoritilganlik–lyuksmetr yordamida va sh.k.) aniqlanadi.

Ko'pchilik hollarda qidirilayotgan fizik kattalikni o'lchov asboblari ishlatmasdan, bog'lanishlar asosida hisoblash yo'li bilan ham topish mumkin. Masalan, jismning erkin tushish tezlanishi g -ni o'lchov asboblari bilan o'lchab bo'lmaydi. Uni aniqlashda jismning biror h balandlikdan erkin tushishi uchun ketgan t vaqt sekundomer bilan, h balandlik chizg'ich bilan o'lchanadi va u $h=gt^2/2$ formuladan foydalanib hisoblab topiladi. So'ngra g - ning tajribada aniqlangan qiymati uning o'zgarmas kattaliklar kiritilgan jadvaldagi qiymati bilan taqqoslanadi. Xuddi shunday $Q=mc(T_2-T_1)$ dan m , c , T_2 , T_1 kattaliklarning o'lchangan va jadvalda keltirilgan qiymatlari asosida issiqlik miqdori hisoblanadi va h.k.

Yuqorida keltirilgan hisoblash yoki o'lchash usullarida o'ziga xos xatoliklarga yo'l qo'yiladi.

Sanash bilan hisoblanadigan ayrim holatlarda, masalan, sinfdagi o'quvchilar sonini, stol ustidagi o'quvchi foydalanayotgan kitoblar sonini hisoblashda va sh.k.da mutlaqo xatolik bo'lmasligi mumkin. Demak, har qanday turdagi fizik kattalikni o'lchashda muayyan xatolikka yo'l qo'yiladi. Unda *haqiqiy qiymat* (x_{haq}) bilan o'lchangan x *qiymat* o'rtasida musbat yoki manfiy ishorali Δx farq bo'ladi. Bundan o'lchangan har qanday kattalik o'ziga xos xatolik bilan tavsiflanadi, degan fikr kelib chiqadi.

Xatoliklar ikki xil: sistematik xato va tasodifiy xato bo'ladi. *Sistematik xatoliklar* olchov asboblarning nosozligidan, ularning noto'g'ri ishlatilishidan

hamda qo'llanilgan nazariyaning nomukammalligi, ya'ni hamma hodisalar e'tiborga olinmaganligidan paydo bo'ladi.

Tasodifiy xatoliklar o'lchash vaqtida nazorat qilib bo'lmaydigan tasodifiy ta'sirlar hisobiga paydo bo'ladi. Bu xatolik hisobiga o'lchash natijasi ma'lum qiymatga ortishi yoki kamayishi mumkin. Ushbu xatolikni hisobga olishda eng yaxshi usul – hamma o'lchash natijalarining o'rta arifmetik qiymatini olishdir, ya'ni:

$$x_{o'rt} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta x_i}{n} \quad (1)$$

$x_{o'rt}$ ma'lum darajadagi xatolik bilan aniqlanadi. Shuning uchun ma'lum qiymatni undan ayirish yoki unga qo'shish zarur. Bu xatolik *o'lchashning absolut xatoligi* deyiladi va quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta x_i = |x_{o'rt} - x_i|, \quad (2)$$

uning o'rtacha qiymati esa

$$\Delta x_{o'rt} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta x_i}{n} \quad (3)$$

dan topilib, biror fizik kattalikning yaqinlashgan qiymati quyidagicha yoziladi:

$$x = x_{o'rt} \pm \Delta x_{o'rt} \quad (4)$$

Yuqoridagi ifodalarda n – o'lchashlar soni; x – biror i -o'lchash natijasi; $x_{o'rt}$ – hamma o'lchangan natijalarning o'rta arifmetik qiymati; Δx_i – o'lchash uchun absolut xatolik bolib, $\Delta x_{o'rt}$ – uning o'rtacha qiymati.

O'lchashning sifati to'g'risida gap ketganda absolut xatolik yetarli bo'lmay qoladi. O'lchashning sifati faqat nisbiy xatolik asosida baholanishi mumkin.

Nisbiy xatolik deb, absolut xatolikning o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy yoki o'rtacha qiymati nisbatiga aytiladi va u foiz hisobida olinadi, ya'ni

$$E = \frac{\Delta x_{o'rt}}{x_{o'rt}} \cdot 100\% \quad (5)$$

Masalan, havoning temperaturasi $t = 40^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ bo'lsa, nisbiy xatolik

$$E = \frac{0,5^{\circ}\text{C}}{40^{\circ}\text{C}} 100\% = 1,25\% \quad \text{bo'ladi.}$$

O'lchashlar soni qancha ko'p bo'lsa, nisbiy xatolikning ahamiyati shunchalik ortadi. Chunki o'lchashlar ko'p bajarilganida xatolik kamayadi. Undan tashqari, bir laboratoriya ishida o'lchanadigan barcha kattaliklarning nisbiy xatoliklari turli xil bo'lishi ham mumkin. Masalan, biror simning hajmini aniqlash kerak bo'lib, uning uzunligi santimetrli tasma yordamida o'lchanganda $256 \pm 0,5$ sm bo'lsin. Bunda nisbiy xatolik quyidagiga teng bo'ladi:

$$E = \frac{0,5}{250} 100\% = 0,2\%$$

Simning diametri shtangensirkul yordamida o'lchanganda $2,0 \pm 0,06$ mm qiymat olinsa, uning nisbiy xatoligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$E = \frac{0,06}{2,0} 100\% \approx 3\%$$

Ko'rinib turibdiki, simning uzunligi va diametrini o'lchashlardagi nisbiy xatoliklar bir-biridan ancha farq qiladi, ya'ni biri 0,2%, ikkinchisi 3% bo'layapti. Demak, diametrni o'lchash aniqligini yana ham oshirish kerak. Sim diametrini mikrometrda o'lchash yo'li bilan o'lchash aniqligini oshirish mumkin.

Takrorlanuvchi sistematik xatoliklar. O'lchashlarda olingan natijaning kutilgan natijadan ma'lum qiymatga farq qilishini tadqiqotchi o'lchov asboblarning yo'riqnomasi va o'lchashni o'tkazish usuliga mos ravishda nazorat o'lchashlarini bajarish yo'li bilan aniqlaydi. Har doim takrorlanadigan xatolikni topish va uni tuzatish albatta tadqiqotchining bilimdonligiga va sezgirligiga bog'liq bo'ladi. Hamma joyda talab qilinganidek, tajribani qo'yish va tadqiqot natijalarini o'lchov asboblari yordamida aniqlashdan avval, birinchi navbatda, elektr, mexanik va gidravlik va sh.k. o'lchov asboblari davlat o'lchov standard talabiga mos tushishi tekshiriladi. Elektr o'lchov asboblari ampermetr, voltmeter, chastotamer,

vattmetr, potensiometr, ko'prik va sh.k.lar har yili (yoki olti oyda) bir marta tekshiriladi va ularning aniq o'lchash sinfi ko'rsatiladi. Sinflarning (ya'ni o'lchash aniqligi %) 0,01; 0,1; 1 ko'rinishda berilishi o'lchov asbobi 1/100; 1/10; 1/1 aniqlikda o'lchay oladi, degan ma'noni bildiradi. O'lchov asbobi shkalasida asbob turining yoniga «0,1» belgi qo'yilgan bo'lsa, bu yozuv asbob 0,1% xatolik bilan o'lchaydi, degan ma'noni bildiradi.

Mexanik, elektr, optik o'lchov asboblarida ham o'lchash xatoliklari ko'rsatiladi. Masalan, po'latdan yasalgan metall chizg'ichning aniqligi $\pm 0,5 \text{ mm}$, mikrometrlari $\pm 0,01 \text{ mm}$, shtangensirkulniki $\pm 0,05 \text{ mm}$.

Har qanday o'lchash ishlari olib borilganida bir o'lchashning o'zida ham tasodifiy, ham sistematik xatoliklar bo'lishi mumkin. Bunday holatlarda umumiy xatolikning kvadrati shu xatoliklar kvadratlari yig'indisiga teng bo'lishi mumkin, ya'ni:

$$\sigma_{um}^2 = \sigma_{tas}^2 + \sigma_{sist}^2$$

Yoki

(6)

$$\sigma_{um} = \sqrt{\sigma_{tas}^2 + \sigma_{sist}^2}.$$

Natijalarga ishlov berish va xatoliklarni aniqlashda eng muhim tartibni eslatib o'tamiz. O'lchanishi kerak bo'lgan fizik kattalik qiymati kamida uch marta aniqlanadi, masalan:

$$I_1=2,10 \text{ A}; I_2=2,15 \text{ A}; I_3=2,17 \text{ A}; I_h=(I_1+I_2+I_3)/3=I_{o;rt},$$

$$I_{o;rt} - I_1 = \Delta I_1; \quad I_{o;rt} - I_2 = \Delta I_2; \quad I_{o;rt} - I_3 = \Delta I_3;$$

$$(\Delta I_1 + \Delta I_2 + \Delta I_3) / 3 = \Delta I_{o;rt}$$

Bunda I_h -zanjirdagi haqiqiy tok kuchi; $I_{o;rt}$ - zanjirdagi o'rtacha tok kuchi; $\Delta I_{o;rt}$ - tok kuchini o'lchashda uchrashi mumkin bo'lgan o'rtacha absolyut xatolik. U holda nisbiy xatolik 1,21% ni tashkil etadi.

1-ish. QATTIQ JISM ZICHLIGINI ANIQLASH.

Kerakli asboblari:

1. Shtangentsirkul .2. Zichliklari aniqlanishi kerak bo'lgan jismlar. 3. Texnik tarozi va toshlari. 4. Mikrometr. 5. Menzurkali suv.

Nazariy muqaddima

Jismning xajm birligidagi massasi jismning zichligi deyiladi:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

m - jismning massasi; V - jismning xajmi.

SGS sistemasida massa grammlarda, xajm santimetr kublarda o'lchanadi. Shuning uchun ρ -gr/sm³ bo'ladi. SI sistemasida massa kilogrammda, xajm metrlarda o'lchangani uchun, zichlik ρ -kg/m³ bo'ladi. Jism zichligini topish uchun uning massani va hajmini bilish kerak. Jism massasi tarozida aniqlanadi. To'g'ri aniq geometrik shakldagi jismning o'lchamlari shtangentsirkul va mikrometr bilan o'lchanadi va hajmi tashqi shakliga tegishli formulaga asosan topiladi.

To'g'ri geometrik shaklga ega qattiq jismlarning hajmini oddiy usulda o'lchab bo'lmaydi. Shuning uchun bunday qattiq jismlarning hajmini topishda Arximed qonunidan foydalaniladi, buning uchun qattiq jismni menzurkadagi toza suvga botirib, uni hajmini aniqlanadi.

Zichlik bilan solishtirma og'irlik tushunchasini almashtirish yaramaydi. Agar d -jismning solishtirma og'irligi va ρ -jismning zichligi bo'lsa, ular quyidagi munosabatda bog'langan bo'ladi:

$$d = \rho g \quad (2)$$

Ishni bajarish tartibi:

1. Agar berilgan qattiq jism to'g'ri geometrik shaklga ega bo'lsa, uning hajmi tegishli formulaga ko'ra hisoblanadi. Qattiq jism shar shaklida bo'lsa uning hajmi quyidagicha aniqlanadi:

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{1}{6} \pi D^3 ;$$

R – sharining radiusi; D – sharining diametri.

Agar silindr shaklida bo'lsa,

$$V = \frac{\pi D^2 h}{4};$$

D – asosini diametri, h – silindr balandligi.

formulalar bilan aniqlanadi.

2. Agar qattiq jism murakkab bo'lsa, bu jismni menzurkadagi suv ichiga tushirib, siqib chiqarilgan suv hajmiga asosan uning hajmi topiladi.

Ya'ni qattiq jism to'g'ridan-to'g'ri ma'lum h_1 dan chizig'ni ko'rsatib turgan menzurkadagi suvga solinsa menzurkadagi suv h_2 chizig'ni ko'rsatadi. Bunda $V = h_2 - h_1$ jismni hajmini ifodalaydi.

3. Jismning grammlarda ifodalangan m massasini, santimetr kublarda ifodalangan V xajmiga nisbati olinadi va (1) formulaga qo'yilib jismning ρ zichligi topiladi.

4. Tajribani bir necha marotaba takrorlab zichlikning ρ - o'rtacha arifmetik qiymati topiladi.

2-ish. DARAXTLARNING TURINI ZICHLIGIGA QARAB ANIQLASH

Kerakli asbob va materiallar:

1) Biror daraxt turidan tayyorlangan diametrlari 1,5-2 sm va uzunligi 2-3 sm gacha bo'lgan silindr shaklidagi uchta namuna; 2) VLA-200 analitik tarozi; 3) mikrometr.

Nazariy ma'km,mlumotlar. Istalgan moddaning hajm birligidagi massasi uning zichligi deb ataladi. Jismlar moddalardan tashkil topgani uchun amalda ko'pincha jism zichligi degan tushunchani ham qo'llaymiz. Jismning zichligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Bu yerda: m – jism massasi; V – jism hajmi; ρ – jism zichligi.

Modda zichligi xalqaro birliklar sistemasi – SI da kg/m^3 va SGS sistemasida esa g/sm^3 birliklarda o'lchanadi. Moddalarning zichligini bilish ishlab chiqarishning juda ko'p sohalaridagi mutaxassislar amaliy faoliyatida muhim ahamiyatga ega.

Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida turli xil vazifalarning yechilishi jarayonida moddalarning zichligini bilish zarur bo'ladi. Masalan, g'o'za chigiti navlari orasida chigitning o'lchami emas, balki zichligi kattalari unumdor deb qaraladi. Shuning uchun urug'likka mo'ljallangan chigitlar zichliklari bo'yicha saralanadi va zichligi amaliy talablarga javob beradigan oraliqdagilari ekish uchun ajratiladi.

Urug'larning zichligi oshsa, sifati ham yaxshilanadi. Odatda zichligi katta chigitlar biologik jihatdan yuqori sifatlarga ega. G'o'zaning keng tarqalgan navlaridan biri F-108 ning chigitlari zichligi $1,050-1,075 \text{ g/sm}^3$ bo'lgalari tekis unib chiqadi, yaxshi o'sadi va rivojlanadi, hosildorligi ham yuqori bo'ladi.

Shuningdek, xashaklarning quriganligini, g'alla va urug'larning namligini, ularning zichligiga qarab belgilaydilar. Sutning yog'liligi, mevalardan tayyorlangan sharbatlarning shirinligi (tarkibidagi shakarning ko'pligi) darajasi haqida esa ularning zichligiga qarab fikr yuritish mumkin. Yog'ochlarning sifati va turini aniqlashda ham ularning zichligini bilish katta ahamiyatga ega. Bizga yaxshi qurigan yog'ochlarning uzoq muddatga saqlanishi ham ma'lum. Qurilish ishlarida taxtalarning yaxshi quriganligidan tashqari, ularning turi ham muhim rol o'ynaydi.

Misol uchun eman, qayin, qarag'aylardan tayyorlangan taxtalar nisbatan yumshoqroq bo'lganidan ishlov berish qulayligidan qurilish materiali sifatida yaxshi baholanadi; tilog'och (listvinnitsa) esa juda qattiq bo'lganiligi sababli qurilishda kam ishlatiladi. Mebelsozlik sanoatida, musiqa asboblari va chang'i ishlab chiqarishda ham yog'ochlarning turlari muhim rol o'ynaydi. Shunday qilib, biror turdagi daraxtdan tayyorlangan yog'ochning zichligiga qarab shu daraxtning turini aniqlash mumkin.

Usulning nazariyasi. Jismning zichligini aniqlash uchun avvalo uning massasini bilish kerak. Jismning massasini dempferli analitik tarozida $2 \cdot 10^{-3} \text{ g}$ aniqlikda tortish kerak. So'ngra jismning hajmi aniqlanadi. Agar jism (yoki qaralayotgan holda yog'och) biror geometrik shaklda bo'lsa, uning hajmini aniqlash yanada osonlashadi. Biror turdagi yog'ochdan tayyorlangan tsilindrni olaylik. Uning hajmi V , diametri d va balandligi h orqali quyidagi formula bo'yicha ifodalanishi bizga ma'lum:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h \quad (2)$$

(2) ni (1) ga qo'ysak, yog'och tsilindr zichligini aniqlanadigan formulani hosil qilamiz:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{\pi \cdot d^2 h}{4}} = \frac{4m}{\pi \cdot d^2 h} \quad (3)$$

1-jadval.

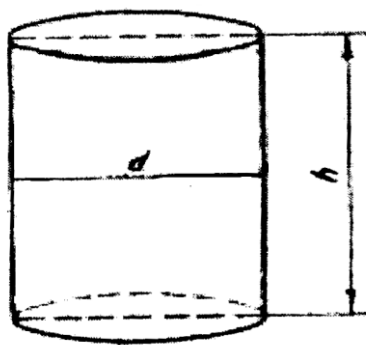
Qurilishda va mebelsozlik sanoatida ishlatiladigan ba'zi daraxtlarning zichliklari.

Tartib soni	Yog'och turi	Quruq yog'och zichligi	
		kg/m^3 birlikda	g/sm^3 birlikda
1	Qayin	680	0,680
2	Qora qayin	680	0,680
3	Eman	760	0,760
4	Qora qarag'ay	470	0,470
5	Tilog'och	530	0,530
6	Oq qarag'ay	470	0,470
7	Qarag'ay	540	0,540

Yuqoridagi 1-jadvalda qurilishda va mebelsozlik sanoatida ishlatiladigan ba'zi o'rmon daraxtlari turlarining zichliklariga doir ma'lumotlar keltirilgan.

O'qituvchi oldindan shu daraxtlarning biror turiga doir qurigan taxtadan kesib olib 3-ta namuna tayyorlab qo'yishi zarur. Yoki mahalliy sharoitda o'sadigan daraxtlardan quritib namunalar tayyorlasa ham bo'ladi va o'qituvchi uning zichligini aniqlab qo'yishi shart.

Ishni bajarish tartibi. 1. Biror daraxt turidan tayyorlangan silindrik yog'och namunani olamiz. Mikrometr yordamida uning turli joylaridan diametrini va balandligini 5 martadan o'lchaymiz (1-rasm).



1-rasm.Silindr shaklidagi jism.

2. Olingan analitik tarozida silindr massasini o'lchaymiz.
3. O'lchanayotgan kattaliklarning o'rta arifmetik qiymatlari $\langle d \rangle$, $\langle h \rangle$, $\langle m \rangle$ hisoblanadi. Mazkur laboratoriya ishida xatoliklarni ehtimollar nazariyasidan foydalanib aniqlaymiz.
4. Izlanayotgan kattalik, ya'ni olingan yog'och moddasi zichligining o'rta arifmetik qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$$\langle \rho \rangle = \frac{4 \langle m \rangle}{\pi \langle d \rangle^2 \cdot \langle h \rangle}$$

5. $\sum_{i=1}^n \Delta d_i^2$ va $\sum_{i=1}^n \Delta h_i^2$ lari hisoblanadi.
6. Yog'och silindrnig diametri va balandligini o'lchashlarning o'rtacha kvadratik xatoliklari hisoblanadi:

$$S_{\langle d \rangle} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta d_i^2}{n(n-1)}}; \quad S_{\langle h \rangle} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta h_i^2}{n(n-1)}}.$$

- 7 O'lchashlar soni $n=5$ va ishonchlilik (ehtimollik) $p=0,95$ da Student koeffitsientlari jadvalidan $t_{p,n.}$ ning qiymati aniqlanadi. So'ngra quyidagi formulalar asosida har qaysi kattalikni o'lchashdagi absolyut xatoliklar aniqlanadi:
 $\Delta d = t_{p,n.} \cdot S_{\langle d \rangle}; \quad \Delta h = t_{p,n.} \cdot S_{\langle h \rangle}; \quad \Delta m = 2 \cdot 10^{-3} \text{ g}.$

8. π -sonini yaxlitlashda hosil bo'ladigan absolyut va nisbiy xatoliklarni e'tiborga olmasdan mazkur ishdagi nisbiy xatolik quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi.

$$E_{\rho} = \frac{\Delta\rho}{<\rho>} = \sqrt{\left(\frac{\Delta m}{<m>}\right)^2 + 4\left(\frac{\Delta d}{<d>}\right)^2 + \left(\frac{\Delta h}{<h>}\right)^2}$$

9. Yog'ochning zichligini aniqlashdagi absolyut xatolik quyidagi formula yordamida topiladi:

$$\Delta\rho = <\rho> \cdot E_{\rho}$$

10. O'lchash va hisoblash natijalari 2-jadvalga yoziladi:

2-jadval.

Natija ko'rsatkichlari

Tajribalar	d	Δd	Δd^2	h	Δh	Δh^2	m	Δm	$\Delta\rho$	E_{ρ}
1										
2										
3										
4										
5										
	$<d>=$	-		$<h>=$	-		$<m>=$	-		

11. Oxirgi natijani quyidagicha yozamiz:

$$\rho = <\rho> \pm \Delta\rho; \quad \rho = 0,95; \quad E_{\rho} = \dots\%$$

Silindrik yog'ochning aniqlangan zichligiga qarab, uning qaysi daraxt turiga tegishli ekanligi 1-jadvaldan aniqlanadi.

Sinov savollari

1. Moddalarning zichligi deganda nimani tushunamiz?
2. Moddalarning zichligi SI va SGS sistemalarida qanday birliklarda o'lchanadi?
3. Moddalarning zichligini bilishning xalq xo'jaligi ishlab chiqarishida qanday ahamiyati bor?
4. Silindrik shakldagi jismning zichligini aniqlashdagi nisbiy xatolikni aniqlashda qo'llaniladigan formulani chiqaring.

3-ish. URUG'LARNING ZICHLIGINI PIKNOMETR YORDAMIDA ANIQLASH

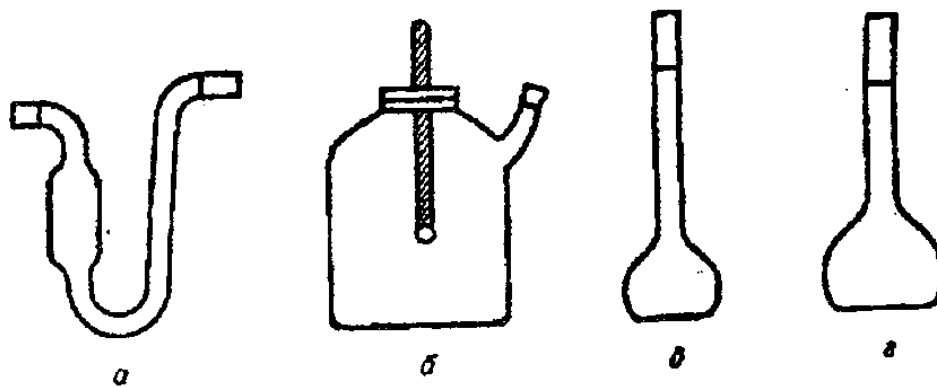
Kerakli asbob va materiallar: 1) Texnik tarozi; 2) tarozi toshlari; 3) piknometr; 4) chigit, mosh va makkajo'xori donalari; 5) distirlangan suvli idish; 6) pipetka yoki filtr qog'oz.

Usulning nazariyasi va asbobning tuzilishi. Moddalarning zichligi ρ -ni aniqlash uchun jism massasi m -ning hajmi V - ga nisbatini topish kerakligini bilamiz, ya'ni:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Jismning massasini bevosita texnik tarozida aniqlash mumkin. Jismning hajmi esa shakliga bog'lnq ravishda turli usullarda aniqlanadi. Agar jism biror geometrik shaklda bo'lmasa, uning hajmi ma'lum aniq hajmlarga ega bo'lgan shisha idishlar-piknometrlar yordamida aniqlanadi.

Piknometr deb qattiq jismlar yoki suyuqliklarning hajmini o'lchash uchun ishlatiladigan turlicha shakldagi va hajmdagi shisha idishlarga aytiladi (2-rasm).



2-rasm. Turli hil piknometrlar.

Harorat o'zgarishi bilan piknometrning hajmi deyarli o'zgarmaydi.

Eng oddiy piknometr ingichka bo'yinli shisha idishdan iborat. Uning bo'yniga ma'lum hajmni chegaralab turuvchi betgi (chiziq) qo'yilgan. Bizga belgisigacha suv bilan to'ldirilgan piknometr berilgan bo'lsin. Suv va piknometr ning massasini

m_1 va zichligi aniqlanadigan bir nechta mosh donalarining massasi m_2 bo'lsin. Mazkur ishda suvda cho'kadigan urug' donlari qo'llaniladi.

Endi urug' (masalan, mosh) donalarini piknometrda suvga tushirsak, suvning sathi piknometr bo'ynidagi belgisidan yuqoriga ko'tariladi. Belgidan yuqoriga ko'tarilgan suvni pipetka yoki filtr qog'oz bilan shimdirib olib, suvni avvalgi sathigacha keltiriladi. Piknometr, qolgan suv va piknometrga tushirilgan moshlarning birgalikdagi massasi m_3 ga teng bo'lsin.

U vaqtda mosh donalarining piknometrdan siqib chiqargan suvining massasi m_s quyidagicha:

$$m_s = m_1 + m_2 - m_3$$

ga teng bo'ladi.

Piknometr belgisidan toshib chiqqan suv hajmi

$$V_c = \frac{m_c}{\rho_c}$$

yoki

$$V_c = \frac{m_1 + m_2 - m_3}{\rho_c} \quad (1)$$

Bu yerda: ρ_s - xona haroratidagi suv zichligi. Piknometrga tushirilgan mosh donalarining hajmi, piknometrning belgisidan yuqoriga siqib chiqarilgan suv hajmiga teng bo'lganidan ushbuni yoza olamiz:

$$V_c = V = \frac{m_1 + m_2 - m_3}{\rho_c} \quad \text{yoki} \quad V = \frac{m_1 + m_2 - m_3}{\rho_c} \quad (2)$$

Moshning zichligini (1) va (2) dan foydalanib quyidagicha aniqlaymiz:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_2}{m_1 + m_2 + m_3} \cdot \rho_c \quad (3)$$

Tajribani o'tkazishda quritilgan urug'lardan foydalanish kerak. Suvning zichligi xona harorati o'zgarishi bilan juda kam miqdorda o'zgarganligidan laboratoriya mashg'ulotida uni doimiy deb, ya'ni $\rho = 1 \text{ g/sm}^3$ deb qabul qilish mumkin. Qattiq jismning (2) formula yordamida hisoblangan zichligi taqribiy

bo'ladi, chunki bu formulada jismni havoda tortganda og'irligining kamayishini hisobga oluvchi tuzatma kiritilmagan.

Ishni bajarish tartibi.

1. Texnik tarozining to'g'ri o'rnatilganligi tekshiriladi.

2. Piknometrga bo'ynidagi belgisigacha suv quyib, uning quyilgan suv bilan birgalikdagi massasi m_1 tarozida o'lchanadi.

3. Tajribadan oldin suvda cho'kadigan mosh donalaridan 10-15 tasini tarozining chap pallasiga qo'yiladi va massasi m_2 o'lchanadi.

4. Tarozida tortilgan mosh donalari suvli piknometrga tushiriladi. Ularning siqib chiqargan suvini pipetka yoki filtr qog'oz bilan olishni piknometrda qolgan suvning sathi belgisigacha pasayguncha davom ettiriladi. Piknometr, qolgan suv va tushirilgan mosh donalarining birgalikdagi massasi m_3 o'lchanadi.

5. Xuddi shu tartibdagi o'lchashlar yana kamida 2 marta takrorlanadi. Tajribalardan aniqlangan m_1 , m_2 va m_3 larning qiymatlari yozib boriladi.

6. Har qaysi tajriba uchun moshning zichligi (3) formula bo'yicha hisoblanadi.

7. Tajribalardan olingan ma'lumotlar asosida modda zichligining o'rtacha qiymati, o'rtacha absolyut va nisbiy xatoliklar $\langle \rho \rangle$, $\langle \Delta \rho \rangle$ va E_ρ hisoblanib 3-jadvalga yoziladi.

3-jadval.

Urug'larning zichligini pshyashmetr yordamida aniqlashda
o'lchash va hisdblash natijalari.

Tajribalar	m_1	m_2	m_3	ρ_c	ρ	$\Delta \rho$	E_R
1							
2							
3							
O'rtacha qiymat							

8. Oxirgi natija quyidagicha yoziladi:

$$\rho = \langle \rho \rangle \pm \langle \Delta \rho \rangle$$

$$E_{\rho} = \dots \%$$

Sinov savollari

1. Piknometrning tuzilishini bayon qiling.
2. Piknometr yordamida don mahsulotlarining zichligi qanday usul asosida aniqlanadi?
3. Har qaysi tajribada m_1 , m_2 va m_3 lar qandai aniqlanadi?
4. Mazkur laboratoriya ishining asosiy formulasi (3) qanday keltirib chiqariladi?

Eslatma: Yuqoridagi tartibda o'tkazilgan o'lchashlarni tuksizlantirilgan chigit (suvda cho'kadigan) yoki jo'xori donalari bilan ham bajaring.

4-ish. SUYUQLIKNING ZICHLIGINI PIKNOMETR YORDAMIDA ANIQLASH

Kerakli asbob va materiallar: 1) tarozi va tarozi toshlari; 2) uchta hajmi teng piknometr; 3) filtr qog'oz; 4) distillangan suv qo'yilgan idish; 5) zichligi aniqlanadigan suyuqlik qo'yilgan idish; 6) termometr.

Usulning nazariyasi va qurilmaning tavsifi. Mazkur ishda piknometr yordamida biror suyuqlikning zichligini aniqlash zarur. Piknometr haqidagi ma'lumotlar 4-laboratoriya ishida keltirilgan. Shuning uchun ham biz to'g'ridan-to'g'ri usulning nazariyasiga to'xtalamiz. Bo'sh piknometrning massasini m ga teng deb olaylik. Bo'ynidagi belgisigacha distillangan suv qo'yilgan piknometr massasi m_1 , bo'ynidagi belgisigacha tekshiriladigan suyuqlik quyilgan piknometr massasi m_2 ga teng bo'lsin. U holda piknometrdagi tekshiriladigan suyuqlik massasi m_s quyidagiga teng bo'ladi:

$$m_s = m_2 - m_1 \quad (1)$$

Zichligi aniqlanadigan suyuqlikning hajmi piknometr hajmiga teng, bundan bo'ynidagi belgisigacha to'ldirilgan piknometrdagi suv hajmiga teng deb ayta

olamiz. Suvning tajriba o'tkazayotgan haroratdagi zichligi ρ_0 ma'lum bo'lganidan, berilgan haroratdagi suv hajmi:

$$V_{cy8} = \frac{m_1 - m}{\rho_0} = V_c \quad (2)$$

ga teng. (1) va (2) tengliklardan foydalanib, tekshirilayotgan suyuqlik zichligini quyidagi tenglikdan topamiz:

$$\rho = \frac{m_c}{V_c} = \frac{m_2 - m}{(m_1 - m)/\rho_0} = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \cdot \rho_0$$

Demak, izlanayotgan suyuqlik zichligi quyidaga formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\rho = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \cdot \rho_0 \quad (3)$$

Biz (3) formula yordamida jismlarni havoda tortganda, ularning og'irligi kamayishini hisobga olmaymiz.

Ishni bajarish tartibi.

1. Ichi va sirti yaxshi quritilgan 1-piknometrni tarozida 3 marta tortib massasi m aniqlanadi.

2. Shu piknometrga bo'ynidagi belgisigacha distillangan suv quyib, tarozida 3 marta tortiladi va piknometrning suv bilan birgalikdagi massasi m_1 aniqlanadi.

3. Piknometrda distillangan suv boshqa idishga quyiladi, so'ngra piknometrga tekshiriladigan suyuqlik solinadi. Uning piknometr bilan birgalikdagi massasi m_2 aniqlanadi.

Tekshiriladigan suyuqlik sifatida osh tuzining suvdagi uch xil konsentratsiyali eritmalaridan foydalaniladi va birinchi tajribada eng kam konsentratsiyali osh tuzining suvdagi eritmasi ishlatiladi. Shu tartibdagi o'lchashlar kattaroq konsentratsiyali eritmalar bilan ham o'tkaziladi.

4. Tajribalar har qaysi eritma uchun uch martadan bajariladi va har gal (3) formula yordamida osh tuzining suvdagi eritmasining zichliklari hisoblanadi.

O'lchashlar va hisoblashlar natijalari 4-jadvalga yoziladi:

Suyuqlik zichligini piknometr yordamida aniklashda o'lchash va hisoblash natijalari.

4-jadval.

Tajribalar	m	m_1	m_2	ρ_0	ρ	$\Delta\rho$	E_R
1							
2							
3							
O'rtacha qiymat							

12-jadvaldagi ma'lumotlar biror kontsentratsiyali eritma uchun taalluqli ekanligini unutmaslik kerak. Mazkur jadvalga muayyan haroratga mos suv zichligi ρ_0 - ning qiymati yoziladi.

5. Tajribalardan olingan ma'lumotlar asosida (3) formula yordamida biror eritma uchun tekshirilayotgan suyuqlik zichligining o'rtacha arifmetik qiymati $\langle \rho \rangle$, o'rtacha absolyut xatoligi $\langle \Delta\rho \rangle$ va o'rtacha nisbiy xatoligi $E\rho$ - lar hisoblanadi.

6. Olingan eritma uchun oxirgi natijalar quyidagicha yoziladi:

$$\rho = \langle \rho \rangle \pm \langle \Delta\rho \rangle \quad E_r = \dots \%$$

Sinov savollari:

1. Moddaning zichligi uning haroratiga bog'liqmi?
2. Eritma kontsentratsiyasi qanday ta'riflanadi?
3. Mazkur laboratoriya ishining asosiy formulasi (3) qanday chiqariladi?

5-ish. KARTOSHKANING ZICHLIGINI GIDROSTATIK TORTISH USULIDA ANIQLASH VA KRAXMALINI BELGILASH

Kerakli asbob va materiallar:

1) texnik tarozi va tarozi toshlari; 2) shisha idishlar; 3) turli xil navli kartoshka tugunaklari.

Nazariy ma'lumotlar. Ma'lumki, kartoshka iste'mol qilinadigan asosiy oziq-ovqat mahsulotlaridan biridir.

Mamlakatimizning oziq-ovqat balansida g'alladan keyingi ikkinchi o'rinni kartoshka egallaydi.

Fanning tavsiyasiga ko'ra sog'lom odamning sutkalik ovqatlanishida oziq-ovqat moddalardan ajralgan energiyaning 5-20 foizida sabzavotlarning ishtiroki bor.

Sabzavotlar tarkibida suv ko'p, oziq moddalar (oqsil, yog' va uglevodlar) esa kam. Ko'pchilik sabzavotlarning tarkibida odam organizmi uchun zarur bo'lgan energiyaga boy mineral-oziq moddalar ko'p.

Kartoshkaning turli navlarida kraxmalning miqdori 12 % dan 24 % gacha yetadi. Kartoshka zahira oziq modda xizmatini o'taydi. Shuning uchun yetishtiriladigan yalpi kartoshkaning 45-55 foizi oziq-ovqatga sarflanadi. Kartoshkaning oziq-ovqatlik qiymati tarkibidagi kraxmal, mineral elementlar va hokazolarning ko'pligi bilan belgilanadi. Shuning uchun turli navli kartoshkalardagi kraxmal miqdorini aniqlash katta amaliy ahamiyatga ega. Kartoshkada kraxmal qancha ko'p bo'lsa, uning zichligi ham shunchalik katta bo'ladi.

Mazkur laboratoriya ishida kartoshka tarkibidagi kraxmal miqdori uning zichligiga qarab aniqlanadi.

Usulning nazariyasi va asbobning tavsifi. Kartoshka zichligini aniqlashda gidrostatik tortish usulidan foydalaniladi. Bu usulda kartoshka tugunagining zichligini aniqlashga kirishish uchun dastlab uni havoda tortib olinadi. Kartoshkaning havodagi massasi m bo'lsin. Kartoshka tugunagini suvda tortish uchun uchida ilgagi bor ingichka sim ishlatiladi. Kartoshkaning havodagi sim bilan

birgalikdagi massasi m_1 bo'lsin. U holda ularning havodagi og'irligi $m_1 g$ ga teng bo'ladi.

Endi kartoshkani ilgakka ilib tarozining chap tomonidagi shayiniga osamiz. So'ngra avvaldan zichligi ρ_0 ma'lum bo'lgan suyuqlik qo'yilgan shisha idishga tushirilgan holda tortamiz, bunda kartoshkaga va simga Arximed qonuniga asosan ularning birgalikda siqib chiqargan suyuqligi hajmining og'irligiga teng ko'tarish kuchi ta'sir qiladi. Kartoshka va simning suyuqlikdagi og'irligi $m_2 g$ bo'lsin.

U holda yuqoridagi aytganimizga asosan quyidagi tenglikni yoza olamiz:

$$m_2 g = m_1 g - \rho_0 (V + V_c) \quad (1)$$

Bu yerda: g - olingan joydagi erkin tushish tezlanishi; V - kartoshka tugunagining hajmi; V_s - simning suyuqlikka botgan qismining hajmi; ρ_0 - xona haroratidagi suv zichligi (1) tenglikdan ushbu formulani yozamiz:

$$V + V_c = \frac{m_1 - m_2}{\rho_0} \quad (2)$$

Odatda kartoshka tugunagini suyuqlikda tortishda u juda ingichka simga osiladi, bunda simning hajmi kartoshka tugunagining hajmidan juda kichik bo'lgani uchun unga deyarli ahamiyat bermasdan quyidagini yoza olamiz:

$$V = \frac{m_1 - m_2}{\rho_0} \quad (3)$$

U holda (3) ni moddalar zichligini ifodalaydigan formulaga qo'yib mazkur ishni bajarishdagi asosiy formulani hosil qilamiz:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{m_1 - m_2} \cdot \rho_0 \quad (4)$$

Bu formulada ρ - kartoshkaning zichligini bildiradi.

Shunday qilib, bu ishni bajarish uchun dastlab texnik tarozida kartoshka tugunagining massasini aniqlaymiz. So'ngra uni sim bilan tarozi shayinining chap yelkasidagi ilmog'iga osib ularning birgalikdagi havodagi massasi m_1 - hamda suyuqlikka tushirib, shu suyuqlikdagi massasi m_2 - topiladi.

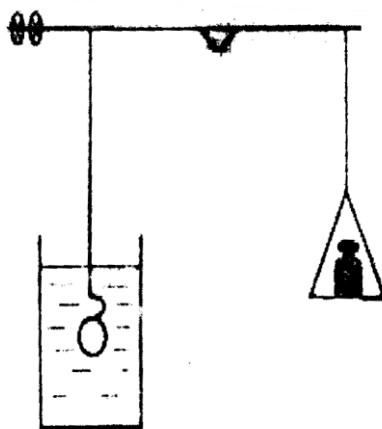
Ishni bajarish tartibi.

1. Biror navli kartoshka tugunagini texnik tarozining chap pallasiga qo'yib tortamiz va uning massasi m_2 - ni aniqlaymiz.

2. Bu ishni bajarish uchun chap tomondagi pallasi osilmagan ikkinchi tarozi ham ishlatiladi. Palla osilmagan chap tomonidagi shayin yelkasiga qo'shimcha yuklar gaykalar o'rnatiladi va ularni burash tarozinin strelkasi muvozanat vaziyatini ko'rsatguncha davom ettiriladi (1-rasm).

3. Kartoshka tugunagini simning uchidagi ilgakka ilib, tarozining chap yelkasiga osib mahkamlaymiz. So'ngra ularning havodagi massasi m_1 - o'lchanadi.

4. Kartoshka tugunagini idish devorlariga tegmaydigan qilib suvli tushiriladi va suvga botgan holatda tugunakning sim bilan birgalikdagi massasi m_2 - aniqlanadi.



1-rasm. Chap tomondagi pallasi olingan taroziga kartoshkani osish

5. Kartoshka tushirilgan suvning harorati termometr bilan o'lchab aniqlanadi. So'ngra bu haroratdagi suvning zichligi ρ_0 - jadvaldan olinadi. Ko'pincha osonlik uchun $\rho = 1 \text{ g/sm}^3$ deb olish ham mumkin.

6. Tajribada m , m_1 va m_2 larning aniqlangan son qiymatlarini (4) formulaga qo'yib, har qaysi tajribadagi kartoshkaning zichliklari ρ - hisoblanadi.

7. Tajribalarni biror navdagi har xil o'lchamli kartoshka tugunaklari uchun kamida uch marta takrorlash lozim.

8. Tajribalarda aniqlangan ma'lumotlar asosida $\langle \rho \rangle$, $\langle \Delta \rho \rangle$ va E_ρ lar hisoblab chiqiladi. O'lchash va hisoblashlar natijalari 5-jadvalga yoziladi:

5-jadval.

Kartoshkaning zichligini gidrostatik tortish usulidan aniqlashdagi o'lchash va hisoblash natijalari.

Tajribalar	m	m_1	m_g	$m_1 - m_g$	ρ_0	ρ	$\Delta\rho$	E_R	Kraxmal foizi		
1											
2											
3											
O'rtacha qiymat											

9. Tajribalardan topilgan ma'lumotlar asosida $\langle \rho \rangle$ ga mos kraxmal foizi 6-jadvaldan aniqlanadi.

6-jadval.

Kartoshkaning zichligi va kraxmal miqdori.

Zichligi (g/sm^2)	Kraxmal miqdori (%)	Zichligi (g/sm^2)	Kraxmal miqdori (%)	Zichligi (g/sm^2)	Kraxmal miqdori (%)	Zichligi (g/sm^2)	Kraxmal
1,0616	10,0	1,0870	15,4	1,1136	21,1	1,1429	
1,0627	10,2	1,0891	15,7	1,1148	21,4	1,1442	
1,0638	10,5	1,0893	15,9	1,1161	21,7	1,1455	
1,0650	10,7	1,0905	16,2	1,1173	21,9	1,1468	
1,0661	11,0	1,0917	16,7	1,1186	22,2	1,1481	
1,0672	11,2	1,0929	16,7	1,1198	22,5	1,1499	
1,0684	11,5	1,0941	17,0	1,1211	22,7	1,1507	
1,0695	11,7	1,0953	17,2	1,1224	23,0	1,1521	
1,0707	11,9	1,0967	17,5	1,1236	23,3	1,1534	
1,0718	12,2	1,0977	17,7	1,1249	23,5	1,1547	
1,0730	12,4	1,0989	18,0	1,1261	23,8	1,1561	

1,0741	12,7	1,1001	18,2	1,1274	24,1		
1,0753	12,9	1,1013	18,5	1,1286	24,3		
1,0764	13,2	1,1025	18,7	1,1299	24,6		
1,0776	13,4	1,1038	19,0	1,1312	24,9		
1,0783	13,7	1,1050	19,3	1,1325	25,2		
1,0799	13,9	1,1062	19,5	1,1338	25,4		
1,0811	14,2	1,1074	19,8	1,1351	25,7		
1,0822	14,4	1,1086	20,1	1,1364	26,0		
1,0834	14,7	1,1099	20,3	1,1377	26,3		
1,0846	14,9	1,1111	20,6	1,1390	26,6		
1,0858	15,2	1,1123	20,8	1,1403	26,8		

10. Oxirgi natija quyidagicha yoziladi:

$$\rho = \langle \rho \rangle \pm \langle \Delta \rho \rangle \quad E_p = \dots \%$$

Sinov savollari

1. Hajmini o'lchab aniqlash qiyin bo'lgan jismlar zichligi qanday aniqlanadi?
2. Hidrostatik tortish usuli bilan jismning zichligini aniqlashda qo'llaniladigan formulani chiqaring.
3. Kartoshka tugunagining hajmi bilan siqib chiqarilgan suv hajmi o'zaro qanday munosabatda bo'ladi?

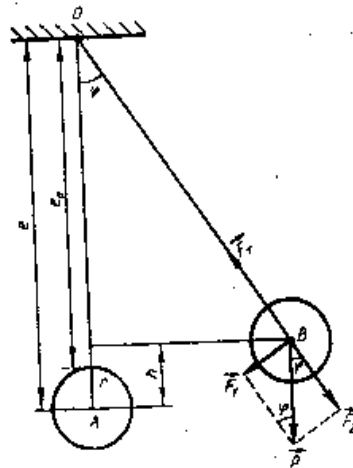
6-ish. ERKIN TUSHISH TEZLANISHINI

MATEMATIK MAYATNIK YORDAMIDA ANIQLASH

Kerakli asbob va materiallar: 1) unchalik katta bo'lmagan metall sharcha; 2) uzunligi 2 m ga yaqin cho'zilmaydigan ip; 3) chizg'ich; 4) shtangentsirkul ; 5) sekundomer.

Nazariy ma'lumotlar. Kundalik hayotimizda yuqoridan pastga tikkasiga baravar tashlangan bir necha jismlarning har xil vaqtda tushishi hammamizga ayon. Bunga jismlarga yerning tortish kuchidan tashqari havoning qarshilik kuchi ham ta'sir qilishi sabab bo'ladi.

**1-rasm. Matematik
mayatnikning tebranishi.**



Jismning faqat yerning tortish kuchi sababli tushishini erkin tushish va shu jismning tezlanishi g - ni erkin tushish tezlanishi deb yuritiladi. Yer sirtining istalgan nuqtasida barcha jismlarning erkin tushish tezlanishi bir xil bo'ladi. Agar jism yotiq tayanchda muvozanat holatda tursa, uning og'irligi o'z navbatida og'irlik kuchiga teng bo'ladi. Og'irlik kuchi jismning o'ziga, xuddi shu jismning og'irligi esa tayanchga ta'sir qiladi.

Erning turli geografik kengliklardagi nuqtalarida erkin tushish tezlanishining qiymati har xil bo'ladi. Masalan, yer qutbida uning qiymati 983 sm/s^2 , ekvatorida esa 978 sm/s^2 ga teng.

Og'irlik kuchining tezlanishini matematik mayatnik yordamida aniqlashni ko'rib chiqaylik.

Matematik mayatnik deb, vaznsiz, cho'zilmas ingichka ipga osilgan moddiy nuqtaga aytiladi. Amalda cho'zilmas (aniqrog'i juda ham kam cho'ziladigan) ingichka ipga osilgan kichkina metall sharchani **matematik mayatnik** deb qarash mumkin.

1-rasmdan quyidagini yozamiz:

$$\frac{F_1}{P} = \sin \varphi \quad \text{bundan} \quad F_1 = P \cdot \sin \varphi$$

yoki $F_1 = mgsin\varphi$ ni hosil qilamiz. Kuchning bu tashkil etuvchisi sharchani harakatga keltiradi. Agar F_1 kuchning yo'nalishi sharchaning tebranish yo'nalishiga teskariligini e'tiborga olsak, quyidagini yozish mumkin:

$$F_1 = -mg \sin \varphi \quad (1)$$

Muvozanat vaziyatdan og'ish burchagi kichik bo'lganda, $\sin \varphi$ - ni φ - bilan almashtirish, mayatnik harakatlanadigan yoyni esa to'g'ri chiziqli kesmasi - siljish kattaligi x deb olish mumkin.

U vaqtda:

$$F_1 = -mg \cdot \sin \varphi = -mg \cdot \frac{x}{\ell} \quad (2)$$

Ma'lumki, F_1 ni qaytaruvchi kuch deb yuritiladi.

Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan sharchaga tezlanish berayotgan kuchning kattaligi quyidagiga teng:

$$F_1 = m a = -m \omega^2 x \quad (3)$$

(2) va (3) lardan quyidagini yozamiz:

$$-mg \frac{x}{\ell} = -m \omega^2 x$$

Bundan

$$\omega^2 = \frac{g}{\ell} \quad \text{ëku} \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

ga tengligini eslasak,

$$\frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{g}{\ell}$$

bundan quyidagini hosil qilamiz:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad (4)$$

teng bo'ladi. Bunda ℓ - matematik mayatnikning uzunligi; g - og'irlik kuchining tezlanishi. Formuladan ko'rinadiki matematik mayatnikning tebranish davri mayatnik uzunligi va og'irlik kuchi tezlanishiga bog'liq bo'lib, amplitudagi og'ish burchagi va mayatnikning massasiga bog'liq emas. Sharcha osilgan iplarni uzaytirib va qisqartirib uning har ikki ℓ_1 va ℓ_2 uzunliklarini alohida tebranish davrlari aniqlanadi va ularning farqlari olinadi:

$$T_1^2 = \frac{4\pi^2 \ell_1}{g}; \quad T_2^2 = \frac{4\pi^2 \ell_2}{g}; \quad T_1^2 - T_2^2 = \frac{4\pi^2 (\ell_1 - \ell_2)}{g}; \quad (5)$$

(5) formuladan g - ni aniqlash uchun quyidagini yozish mumkin:

$$g = \frac{4\pi^2 (\ell_1 - \ell_2)}{T_1^2 - T_2^2} \quad (6)$$

Yuqoridagi formuladan og'irlik kuchi tezlanishini topish uchun mayatnik uzunliklari farqi $\ell_1 - \ell_2$ larni aniqlash kerak, bunda sharchani diametrini o'lchash zaruriyati bo'lmaydi.

ISH TARTIBI

1. Sharchani mumkin qadar pastga tushirib matematik mayatnik uzunligi o'lchanadi, buning uchun chizg'ichni sharchani pastki qismiga urinma xolatda gorizonta ushlab turib chizg'ichning tig'taxtadagi ml mli shkalaga tegib turgan nuqtadan ip osilgan ilgakning to'g'risidagi chiziqcha bo'lgan uzunlikka osilgan.
2. Matematik mayatnik erkin tebranma harakat qilishi uchun uni muvozanat xolatidan 5^0 - 6^0 burchak hosil qilguncha siljitib, so'ng qo'yib yuborish kerak. Sekundomer bilan 40-80 marta to'liq tebranish uchun ketgan vaqt t o'lchanadi.
3. Tebranish soni n shu tebranishlar uchun ketgan t vaqtni bilgan holda matematik mayatnik tebranish davri hisoblanadi. Bunda n to'liq tebranishlar soni, t bu n -marta tebranishlar uchun ketgan vaqt.
4. Matematik mayatnik uzunligini o'zgartirib yuqoridagi usullar bilan ℓ , n va t larni o'lchanadi va $T = \frac{t}{n}$ tebranish davri hisoblanadi.

Eslatma: Matematik mayatnik uzunliklarining farqi taxminan $\ell_1 - \ell_2 = 25-80$ sm oralig'ida bo'lsin.

5. Topilgan kattaliklarning qiymatlarini (6) formulaga qo'yib, $g_{o'rt}$ - ni aniqlanadi.
6. Absolyut va nisbiy xatoliklar hisoblanadi.

Aniqlangan natija quyidagicha yoziladi.

$$g = (g_{o'rt} \pm \Delta g_{o'rt}) \frac{m}{s^2}$$

7. $\delta = \frac{g_{o'rt} - g_j}{g_j} 100\%$ ifodadan ushbu usulning xatoligi aniqlanadi

($g_j = 9,81 m/s^2$ jadvaldan olingan qiymat)

Sinov savollari

1. Jismlarning qanday harakati erkin tushishi deb aytiladi?
2. Erkin tushish tezlanishi g -ning qiymatlari geografik koordinatlarga bog'liqmi?
Agar bog'liq bo'lsa sababi qanday?
3. Nima uchun mayatnikning tebranish davrini uning ko'p marta tebranishlari asosida topiladi?
4. Matematik mayatnik tebranish davri formulasi qanday keltirib chiqariladi?
5. Jism tebranma harakat qilishi uchun qanday shartlar bajarilishi kerak?

KOMP YUTER YORDAMIDA HISOBLASH PROGRAMMASI

DIMENSION XL(4),T(4)

DIMENSION GR(8),GRH(8)

OPEN (100,FILE='123456.TXT')

C XL(N) – mayatnik ipining uzunligi ℓ_N ;

C T(N) – tebranish davri T_N ;

c GR(N) – erkin tushish tezlanishi g ;

c GRS – erkin tushish tezlanishining o'rtacha qiymati $g_{o'rt}$;

c DELTA – absolyut xatolik δ

XL(1)=0.75

XL(2)=1.0

XL(3)=1.25

XL(4)=1.50

T(1)=1.75

```

T(2)=2.0
T(3)=2.23
T(4)=2.4
PI=3.14
DO 1 I=1,3
GR(I)=4.0*PI*PI*(XL(I+1)-XL(1))/(T(I+1)**2-T(1)**2)
IF(I.EQ.3) GO TO 1
GR(I+3)=4.0*PI*PI*(XL(I+2)-XL(2))/(T(I+2)**2-T(2)**2)
IF(I.GE.2) GO TO 1
GR(I+5)=4.0*PI*PI*(XL(I+3)-XL(3))/(T(I+3)**2-T(3)**2)
1 CONTINUE
GRS=0.0
DO 2 I=1,6
GRS=GRS+GR(I)
2 CONTINUE
GRS=GRS/6.0
GRHS=0.0
DO 3 I=1,6
GRH(I)=ABS(GRS-GR(I))
GRHS=GRHS+GRH(I)
3 CONTINUE
GRHS=GRHS/6.0
DO 5 I=1,6
WRITE(100,4) I,GR(I),GRH(I)
5 CONTINUE
4 FORMAT(10X,2HN=I2,4X,3HGR=F8.4,4X,4HGRH=F8.4)
DELTA=(GRS-9.81)*100/9.81
WRITE(100,6) GRS,GRHS,DELTA
6 FORMAT(/5X,4HGRS=F8.4,5X,5HGRHS=F8.4,5X,
*6HDELTA=F8.4)

```


END

7-ish. ELASTIKLIK MODULINI QATTIQ JISMNING EGILISH DEFORMATSIYASIDAN FOYDALANIB ANIQLASH

Kerakli asbob va materiallar: 1) elastiklik modulini aniqlashda ishlatiladigan qurilma; 2) chizg'ich; 3) shtangentsirkul; 4) 0,01 mm aniqlikda o'lchaydigan indikator; 5) massasi 1 kg dan bo'lgan bir necha yuklar.

Nazariy ma'lumotlar. Har qanday qattiq jism tashqi kuch ta'sirida o'z shaklini va hajmini o'zgartiradi, ya'ni deformatsiyalanadi. Agar ta'sir etuvchi kuchning miqdori unchalik katta bo'lmasa, kuch ta'siri to'xtashi bilan jism o'zining boshlang'ich shaklini egallaydi. Bunday deformatsiyani **elastik deformatsiya** deb ataladi.

Agar ta'sir etuvchi kuch miqdori katta bo'lsa, uning vujudga keltirgan deformatsiyasi tashqi kuch ta'siri to'xtaganidan keyin ham butunlay yo'qolib ketmaydi, ya'ni qoldiq (plastik) deformatsiya ro'y beradi. Plastik deformatsiyaning paydo bo'lish chegarasi **elastiklik chegarasi** deb yuritiladi.

Elastik deformatsiya turli xil bo'ladi: cho'zilish (yoki eniga siqilish), egilish, siljish, buralish va hokazo. Ta'sir qiluvchi kuch miqdori katta bo'lmagan barcha hollarda deformatsiya kattaligi Guk qonuniga bo'ysunadi, ya'ni elastiklik chegarasida deformatsiya kattaligi uni vujudga keltirgan elastiklik kuchiga to'g'ri mutanosib bo'ladi.

Deformatsiya turlari orasida eng oddiysi jismning cho'zilish deformatsiyasidir. Elastiklik chegarasida jismning uzayishi, cho'zuvchi kuch F ga, jismning boshlang'ich uzunligi ℓ ga to'g'ri, va ko'ndalang kesim yuzasi S ga esa teskari mutanosibdir:

$$\Delta\ell = \kappa \cdot \frac{F \cdot \ell}{S} \quad (1)$$

(1) ifodadagi « κ » doimiy son bo'lib, u elastiklik koeffitsienti deb yuritiladi va uning qiymati cho'zilayotgan jismning materialiga bog'liq. Tayoqcha ko'ndalang kesimi yuzasi S ga tik yo'nalishda ta'sir etuvchi kuch F ni xarakterlaydigan kattalikka kuchlanish deb yuritiladi, ya'ni:

$$p = \frac{F}{S} \quad (2)$$

(2) tenglikdagi kuchlanish SI sistemasida $\frac{N}{m^2}$ birlikda, SGS sistemasida esa $\frac{din}{sm^2}$ birlikda o'lchanadi.

Odatda (1) ifodadagi k o'rniga, unga teskari kattalik $E = \frac{1}{k}$ kiritiladi. Bu ifodadagi E ni elastiklik moduli deb aytiladi. Demak, (1) ifodadagi k ni E bilan almashtirsak quyidagini yoza olamiz:

$$\Delta\ell = \frac{F \cdot \ell}{E \cdot S} \quad \text{bundan} \quad E = \frac{F \cdot \ell}{S \cdot \Delta\ell} \quad (3)$$

Agar $\Delta\ell = \ell$ deb olinsa, $E=p$ ga tengligi kelib chiqadi. Demak, Yung moduli son jihatdan jismning (masalan, tayoqchanning) uzunligini ikki marta orttirish uchun kerak bo'lgan kuchlanishga teng va jismning o'lchamiga bog'liq emas. Yung moduli SI sistemasida $\frac{N}{m^2}$ birlikda o'lchanadi. Turli moddalar uchun Yung moduli ham har xil qiymatga ega bo'ladi. Masalan, po'lat uchun Yung moduli $2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$ (yoki $2 \cdot 10^4 \text{ kg/mm}^2$) ga teng bo'lsa, mis uchun

$$10^{11} \frac{N}{m^2} \text{ yoki } 10^4 \frac{kg}{mm^2} \text{ ga teng.}$$

Quyidagi 7-jadvalda ba'zi o'simlik turlari uchun Yung moduli E ning qiymatlari berilgan.

7-jadval.

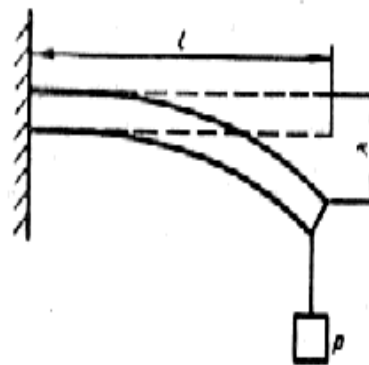
O'simlik turlari uchun Yung modulining qiymatlari.

O'simlik turi	O'simlik tolasiga parallel yo'nalish	O'simlik tolasiga tik yo'nalish bo'yicha
---------------	--------------------------------------	--

	bo'yicha (kg/mm ²)	(kg/mm ²)
Terak	517	73
Qarag'ay	564	98
Eman	921	189
Qora qayin	980	270
Qayin	997	81
Qora qarag'ay	1113	95

1-jadvaldan ko'rinib turibdiki, turli materiallar uchun λ ning qiymati har xil bo'ladi va Yung moduli materiallarning elastiklik xossasini xarakterlaydi. Yung modulini egilish deformatsiyasidan topish qulay. Shu maqsadda egilish deformatsiyasi bo'yicha Yung modulini aniqlashni qarab chiqaylik. Bizga bir tomondagi uchi mahkamlangan va ikkinchi uchi bo'sh (erkin) tayoqcha berilgan bo'lsin. Tayoqcha bo'sh uchiga yuk osilsa, uning bu uchi yukning og'irligi ta'sirida egiladi (1-rasm).

1-rasm. Egilish deformatsiyasi.



Tayoqcha bo'sh uchining siljishi **egilish nayzasi** λ deb yuritiladi. Osilgan yuklar qanchalik ko'p bo'lsa, egilish nayzasining miqdori ham shunchalik katta bo'ladi.

Nazariy hisoblashlar ko'ndalang kesimi to'g'ri burchakli tayoqcha uchun deformatsiyaning biz qarayotgan turida egilish nayzasining qiymatini quyidagicha ifodalanishini ko'rsatadi:

$$\lambda = \frac{k \cdot P \ell^3}{E \cdot a \cdot e^3}$$

Bu formuladan Yung moduli yening ifodasini topsak, quyidagini yoza olamiz:

$$E = \frac{k \cdot P \ell^3}{\lambda \cdot a \cdot e^3} \quad \text{yoki} \quad E = \frac{k \cdot mg \ell^3}{\lambda \cdot a \cdot e^3} \quad (3)$$

Bu yerda: k -elastiklik koefitsienti; m -tayoqcha bo'sh uchiga osilgan yuk massasi; ℓ -tayoqcha uzunligi; a -tayoqcha eni; b -tayoqcha qalinligi; λ -egilish nayzasi.

Elastiklik koefitsientining qiymati tayoqchaga ta'sir etuvchi kuchning qo'yilish nuqtasiga bog'liq. Bir uchi qattiq mahkamlangan va ikkinchi bo'sh uchiga yuk osilgan egilish deformatsiyasida $k=4$ ga teng bo'ladi.

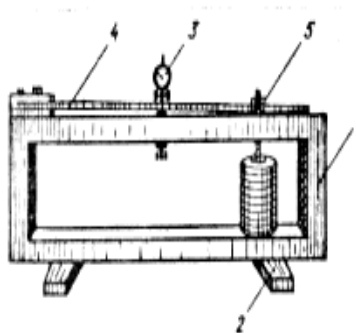
Yung modulini aniqlash uchun ishlatiladigan qurilma tayanchlarga o'rnatilgan ramadan iborat bo'lib, uning asosidan ma'lum balandlikda yotiq tayoqcha (metall sterjen) mahkamlangan (2-rasm).

Tayoqchaning biror uzunlikdagi qismi ustiga shtativ yordamida har bir bo'limining qiymati 0,01 mm bo'lgan doiraviy shkalali indikator o'rnatilgan.

Tayoqchaning uchiga ma'lum og'irlikdagi yuklar osib, indikator yordamida egilish nayzasining har qaysi tajribadagi qiymatini topish mumkin. O'lchashlar vaqtida indikator tayanch prizmalik yuklar uchun osma ustiga o'rnatiladi.

2-rasm. Yung modulini aniqlashda ishlatiladigan qurilma.

- 1-qurilma asosiy qismi,
- 2-taglik,
- 3-indikator,
- 4-Yung moduli aniqlanayotgan



metall tayoqcha,

5-osma.

Ishni bajarish tartibi.

1. Tayoqchanning mahkamlangan nuqtasidan yuk osilgan nuqtasigacha bo'lgan uzunligi ℓ chizg'ich bilan o'lchanadi.

2. Tayoqchanning eni a va qalinligi ϵ shtangentsirkul yordamida o'lchanadi.

3. Tayoqchanning ℓ uzunlikdagi nuqtasiga birdaniga $P=3\text{ kg}$ (har qaysisi 1 kg dan uchta yuk)ni osamiz. So'ngra tayoqchanning yuk osilgan nuqtasi ustiga indikator o'rnatiladi (bunda indikatorning uchligi-tayanchi tayoqcha sirtiga tegib turishi kerak) va indikator strelkasi doiraviy shkalaning nolinchi bo'limiga keltiriladi. Osilgan 1 kg massali yuk olinganda tayoqcha uchining ko'tarilishi tufayli indikator tayanchini ko'taradi, natijada indikator strelkasi biror N_i bo'limga og'adi, so'ngra indikator strelkasi ko'rsatgan bo'limlar soni N_i ni uning shkalasining 1 ta bo'limi qiymati $0,01\text{ mm}$ ga ko'paytirilib, egilish nayzasining bu tajribadagi qiymati λ_l ni topamiz.

4. Ikkinchi tajribada osilgan ikkinchi yukni ham olamiz. Bunda indikator strelkasining ko'rsatishi yana ortadi. Strelkaning birinchi yukni olingandagi ko'rsatishiga ikkinchi yukni olingandagi ko'rsatishini qo'shib λ_2 ni topamiz. Uchinchi tajribada esa oxirgi yukni ham olib yuqoridagilarga o'xshash λ_3 ni aniqlaymiz.

5. Har qaysi tajribada (3) formula yordamida ϵ ning qiymati hisoblanadi.

6. Shu tartibda aniqlangan o'lchash va hisoblashlar tayoqchanning yana ikki xil uzunligi uchun takrorlanadi, natijalari esa 8-jadvalga yoziladi:

7. Tayoqchanning har qaysi uzunligiga mos tajribalardan olingan ma'lumotlarga asoslanib $\langle\epsilon\rangle$, $\langle\Delta\epsilon\rangle$ va ϵ_E lar hisoblanadi.

8. Oxirgi natija quyidagicha yoziladi:

$$\epsilon = \langle\epsilon\rangle \pm \langle\Delta\epsilon\rangle \quad \epsilon_E = \dots?$$

Yung modulini aniqlashdagi o'lchash va hisoblash natijalari.

Tayoqcha uzunlik-liklari	Tajribalar	ℓ	m	a	σ	λ	ε_1	$\Delta\varepsilon_2$	ε_E
I	1								
	2								
	3								
	O'rtacha qiymat								
II	1								
	2								
	3								
	O'rtacha qiymat								
III	1								
	2								
	3								
	O'rtacha qiymat								

Sinov savollari

1. Deformatsiya deb nimaga aytiladi?
2. Deformatsiyaning qanday turlarini bilasiz?
3. Kuchlanish deganda nimani tushunasiz?
4. Guk qonunining ta'rifini izohlang.
5. Yung modulining fizik ma'nosini ayting.
6. Egilish nayzasi deb nimaga aytiladi va u nimalarga bog'liq?
7. Yung modulini topish formulasini yozib, tushuntirib bering.

8. Yung modulini qiymati jism o'lchamlariga qanday bog'liq bo'lar ekan?
9. Yung modulini hayotda, xalq xo'jaligida qaerlarda hisobga olish kerak bo'ladi?
- Misollar keltiring.

KOMP YUTER YORDAMIDA XISOBLASH PROGRAMMASI

```

PROGRAM YuNG
    DIMENSION P(10),XLAM(10),E(10),DE(10)
    OPEN (200,FILE='YuNG.NATIJA.TXT')
C   PARAMETRLAR
    P(1)=1
    P(2)=2
    P(3)=3
    XL=1
    A=0.05
    B=0.005
    XLAM(1)=0.0005
    XLAM(2)=0.0025
    XLAM(3)=0.003
CC  P(1),P(2),P(3)--LINEYKA STERJENGA
CC  QO'YILGAN JISM OG'IRLIGI
CC  (3XIL OG'IRLIKDAGI JISMLAR
CC  KETMA-KET QO'YILGAN)
CC  XL--LINEYKA STERJEN UZUNLIGI
CC  A--LINEYKA STERJEN ENI
CC  B--LINEYKA STERJEN QALINLIGI
CC  XLAM(1),XLAM(2),XLAM(3)-- (LAMBDA) YuK QO'YILGANDAN
CC  KEYIN LINEYKA STERJENNI DEFORMATSIYA NATIJASIDA
CC  EGILGAN MASOFASI
    DO 1 I=1,3
        E(I)=(P(I)*(XL**3)/(4*A*(B**3)*XLAM(I)))
1   CONTINUE
    WRITE (200,2),P(1),P(2),P(3),E(1),E(2),E(3)
2   FORMAT (2X,3HP1=F6.4,2X,3HP2=F6.4,2X,3HP3=F6.4,2X,

```

```

      *3HE1=E9.3,2X,3HE2=E9.3,2X,3HE3=E9.3)
CC   3TA TAJRIBADAGI YuNG MODULLARINI O'RTA ARIFMETIGI
      ES=(E(1)+E(2)+E(3))/3.0
C*****I Z O H*****
CC           XATOLIK                                     **
C*****
      DO 3 I=1,3
      DE(I)=ABS(ES-E(I))
3      CONTINUE
C*****I Z O H*****
CC   XATOLIKLARNI O'RTA ARIFMETIGI                       **
C*****
      DES=(DE(1)+DE(2)+DE(3))/3.0
      WRITE (200,4),ES,DE(1),DE(2),DE(3),DES
4      FORMAT (2X,3HES=E9.3,2X,4HDE1=E9.3,2X,4HDE2=E9.3,
      *2X,4HDE3=E9.3,2X,4HDES=E9.3)
      END

```

8-ish. TOMChI USULI BILAN SIRT

TARANGLIK KOEFFITSIENTINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: 1. Suyuqlikning siit taranglik koefitsientini aniqlashni o'rganish. 2. Sirt taranglik koefitsienti hamma suyuqliklarda bir xil emasligini tajribada aniqlash.

NAZARIY MUQADDIMA

Suyuqlik sirtidagi molekulalarga ichki molekulalar tomonidan suyuqlik ichiga yo'nalgan kuch ta'sir qiladi. Shuning uchun suyuqlik sirtida sirt tarangligi hosil bo'lib, u doim suyuqlik yuzasini qisqartirishga intiladi. Ayni paytda suyuqlikka shu sirtini saqlab.turuvchi sirt taranglik kuchi ta'sir qiladi. Bu kuchning kattaligini quyidagicha ifodalash mumkin.

$$F = \alpha L, \quad (1)$$

bunda: L – sirt perimetri; α – sirt taranglik koeffitsienti. Sirt taranglik koeffitsiyenti deb, sirtning birlik chegarasiga to'g'ri kelgan kuchga aytiladi va u NG'm da o'lchanadi.

Faqat bitta tomchi uchun sirt taranglik koeffitsientini topishda αL kuch bitta tomchining og'irlik kuchiga tenglashtiriladi, ya'ni:

$$\alpha L = m_0 g, \quad (2)$$

bunda: m_0 – bitta tomchining massasi; L – suyuqlik tomadigan kapillyar nay uchining ichki aylanasi uzunligi, ya'ni perimetri.

Bitta tomchining massasi m_0 ni topish uchun n ta tomchining massasi tomchilar soniga bo'linadi:

$$m_0 = \frac{m}{n} \quad (3)$$

Shunday qilib, kapillyarning ichki perimetri $L = \pi d$ ekanligini hisobga olsak, (2) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$\alpha \pi d = \frac{m}{n} \cdot g. \quad (4)$$

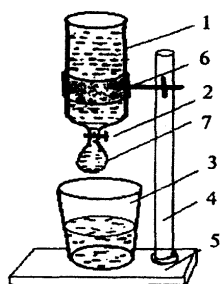
Bundan suyuqlikning sirt taranglik koeffitsienti α topiladi:

$$\alpha = \frac{mg}{\pi nd}. \quad (5)$$

Asbob-uskunalar: tarozi; stakan; ingichka uchli shisha idish; shtativ; har xil turdagi suyuqliklar va yordamchi aslahalar.

QURILMANING TUZILISHI VA ISHLASHI

Qurilma og'ir taglik (5) ning vertikal ustunchasiga (4) tik mahkamlangan ventilli kapillyar idish (1) va stakan yoki menzurka (3) dan tashkil topgan. Ventil (2) ochilganida suyuqlik (masalan, suv) stakanga tomchilab (7) tushadi. Tomchilar soni sanaladi. So'ngra stakandagi suv tarozida tortiladi. Tarozi ko'rsatishidan stakan massasini ayirib tashlab, oqib tushgan suyuqlik massasi topiladi. Yuqoridagi o'lchashlar har xil turdagi suyuqliklar bilan takrorlanadi. Tajribada topilgan natijalar asosida suyuqliklarning sirt taranglik koeffitsienti hisoblanadi.



Ishni bajarish tartibi

1. Laboratoriya ishining yo'riqnomasini o'qib o'rganing.
2. Shisha idish uchining ichki perimetrini va uning diametrini aniqlang.
3. Quruq stakan massasini tarozida tortib aniqlang.
- 4 Suyuqlik solinadigan idishga o'rganiladigan suyuqlikni quying.
5. Shisha idishdan stakanga suyuqlikning sekin kapillyar orqali tomchilab oqishini ta'minlang va tomchilar sonini sanang.
6. Suyuqlikli stakan massasini elektron yoki shayinli tarozida tortib aniqlang.
7. Yuqoridagi 6 va 3 bandlardagi massalar ayirmasini toping.
8. Sirt taranglik koeffitsientini (5) formuladan toping.
9. Aniqlangan natijalarni boshqa adabiyotlarda keltirilgan natijalar bilan solishtiring

Nazorat savollari

1. Sirt tarangligi nima, u qanday hosil bo'ladi?
2. Sirt taranglik koeffitsientining fizik ma'nosi nima?
3. Tomizilayotgan idish uchi turli to'g'ri geometrik shakllarda bo'lganda sirt taranglik koeffitsientini hisoblang.
4. Sirt tarangligining temperaturaga bog'liqligini qanday tushuntirasiz?
5. Laboratoriya ishining asosiy formulasini keltirib chiqaring.

KOMPYUTER YORDAMIDA HISOBLASH PROGRAMMASI

```
PROGRAM tomchi
dimension N(5),P(5),P0(5),AL(5),DAL(5)
OPEN(10,file='LAB2rez.txt')
C
C  N1-Tajribalar soni
C  N(I)-tomchilar soni, I-chi tajribadagi
C  R-naycha radiusi, metrlarda
C  P(I)-tomchi massasi, kilogramlarda
C  AL(I) va DAL(I)-sirt taranglik koefitsienti va hatoligi
C  ALS- sirt taranglik koefitsientining o'rtacha qiymati
N1=5
N(1)=100
N(2)=150
N(3)=200
N(4)=250
N(5)=300
R=0.0013
PI=3.14
P(1)=.007
P(2)=.0108
P(3)=.014
P(4)=.0162
P(5)=.0207
ALS1=0.0
DO 1 I=1,N1
  XN=N(I)
  P0(I)=P(I)/XN
  AL(I)=P0(I)/(2*PI*R)
  ALS1=ALS1+AL(I)
1 CONTINUE
YN=N1
ALS=ALS1/YN
DAL1=0.0
```

```

DO 2 I=1,N1
DAL(I)=ABS(ALS-AL(I))
DALS1=DALS1+DAL(I)
2 CONTINUE
DALS=DALS1/YN
DO 4 I=1,N1
WRITE(10,3),I,N(I),P(I),P0(I),AL(I),DAL(I)
4 CONTINUE
3 FORMAT(2X,2I5,5X,F8.4,2X,F10.7,2X,2F8.4)
WRITE(10,5) ALS,DALS
5 FORMAT(2X,4HALS=F8.4,5X,5HDALS=F8.4)
END

```

9-ish. HAVONING NISBIY NAMLIGINI PSIXROMETR YORDAMIDA ANIQLASH

Ishning maqsadi: 1. Havo namligini tajribada aniqlashni o'rganish. 2. Havodagi suv bug'ining miqdorini aniqlash usulini o'rganish. 3. Avgust psixrometrining tuzilishini va ishlashini o'rganish.

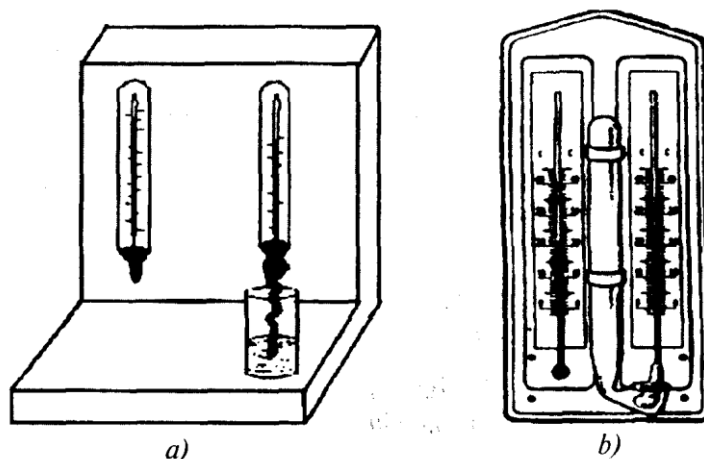
NAZARIY MUQADDIMA

Yer atmosferasi tarkibiga suv bug'lari ham kiradi. Havodagi suv bug'larining miqdori bilan tavsiflanadigan fizik kattalik *havoning namligi* deyiladi.

1 m^3 havodagi suv bug'ining massasi *absolyut namlik* deb ataladi. Absolyut namlikni bilgan holda, shu sharoitda suv bug'ining to'yinish darajasidan qanchalik uzoq ekanligini, binobarin, suvning bug'lanish yoki kondensatsiyalanish intensivligi to'g'risida biror fikr aytib bo'lmaydi. Buning uchun *nisbiy namlik* degan kattalikni bilish kerak. Muayyan bir temperaturada havo absolut namligining shu temperaturada 1 m^3 havoni to'yintirish uchun zarur bo'lgan suv bug'i massasiga nisbati bilan aniqlanadigan kattalik *nisbiy namlik* deyiladi. Nisbiy namlikni yana suv bug'i elastikligi orqali quyidagicha ta'riflash mumkin: *havo tarkibidagi suv bug'i elastikligining aynan shu temperaturadagi to'yingan*

suv bug'i elastikligiga nisbati bilan ifodalanadigan kattalik nisbiy namlik deyiladi. U quyidagicha ifodalanadi, ya'ni:

$$f = \frac{\rho}{\rho_0} \text{ yoki foizlarda } f = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100\%. \quad ($$



1- rasm. Qo'lda yasalgan (a) va Avgust (b) psixrometrlari.

Havodagi suv bug'i elastikligi deyilganda, havodagi suv bug'ining parsial bosimi tushuniladi. Tirik organizmlarning, tuproqning namlik yo'qotishi nisbiy namlikka bog'liq. Inson o'zini yaxshi his qilishi uchun nisbiy namlik 60–70% atrofida bo'lishi kerak. Namlikni aniqlash uchun Avgust psixrometridan foydalanish mumkin. Psixrometr ikkita bir xil termometrdan iborat bo'lib, ulardan birining uchiga rezervuardagi suvga botirib qo'yilgan mato o'ralgan (1- rasm). Havo suv bug'lari bilan to'yinmagan bo'lsa, matodagi suv bug'lanadi va termometrning rezervuari soviydi. Natijada termometr past temperaturani ko'rsatadi. Chunki nisbiy namlik kichik bo'lganda, suv bug'i to'yinishdan uzoq bo'lgani uchun ho'l termometr ham past temperaturani ko'rsatadi. Nisbiy namlik oshib borgan sari bug'lanish kamayadi va ho'l termometrning ko'rsatishi quruq termometrnikiga yaqinlashadi. Nisbiy namlik 100% bo'lganda, suv umuman bug'lanmaydi va ho'l termometrning ko'rsatishi quruq termometrnikisi bilan bir xil bo'ladi. Ikkala termometr ko'rsatishlarining ayirmasiga qarab, psixrometrik jadval (10-jadvalga qarang) yordamida havoning nisbiy namligini aniqlash mumkin. (1) ifodaga ko'ra absolut namlik quyidagicha aniqlanadi, ya'ni bu yerda ρ_0 — ma'lum temperaturadagi havoning 1 m^3 hajmini to'yintirish uchun zarur bo'lgan suv bug'ining massasi. Uning qiymati 11-jadvaldan olinadi.

Asbob-uskunalar

Avgust psixrometri (yoki qo'lda yasalgan moslama), stakan, suv, pilik.

Ishni bajarish tartibi

1. Laboratoriya ishining yo'riqnomasini o'qib o'rganing.
2. Psixrometrstakanchasiga suv soling va 5 –10 min. kuting.
3. Quruq va ho'l termometrlarning t va t_h ko'rsatishlarini yozib oling.
4. Quruq va ho'l termometrlar ko'rsatishlari farqini hisoblang.
5. Psixrometrik jadvaldan t ga va havoning t_h temperaturasi (quruq termometrning ko'rsatishi)ga mos kelgan nisbiy namlikni belgilang.
6. (2) ifodadan va 10-jadvaldan foydalanib, havoning absolut namligini hisoblang.
7. Tajribani ertalab (o'qish yoki ishga ketish oldidan), tushda (o'qishdan keyin), kechqurun va kechasi takrorlang. Tajriba o'tkazilayotgan kunning vaqtini (T) belgilab qo'ying.
8. Havoning nisbiy va absolut namligining temperaturaga bog'lanish grafigini millimetr qog'ozida chizing.
9. Havoning nisbiy va absolut namligini kunning vaqtiga bog'lanish grafigini chizing.
10. Asbobning o'lchash aniqligini hisobga olib, xatolikni baholang.
11. Tajribada aniqlangan natijalarni 9 -jadvalga kiriting.

E s 1 a t m a . Ixtiyoringizda Avgust psixrometri bo'lmay, faqat termometrlar bo'lsa, ulardan psixrometr yig'ish mumkin. Agar ixtiyoringizda faqat bitta termometr bo'lsa, u holda xona havosining temperaturasini o'lchaysiz. So'ngra shu termometrning rezervuarini ho'l mato bilan o'rab, matoning birqismini stakandagi suvga tushirasiz. 10–15 *minut* o'tgach, termometrning t , ko'rsatishini yozib olasiz. Shu natijalar asosida aniqligi juda yuqori bo'lmagan natijalar olish mumkin. 1 m^3 havodagi to'yingan suv bug'ining massasi $\sim 10^{-3}\text{ kg/m}^3$ ga teng.

9 – jadval

O'lchash tartibi	t_1	t_2	Δt	f	Δf	$\Delta f_{o'rt}$	ρ_o	T	ρ
1									
2									
3									
4									
O'rtacha qiymatlari									

10-jadval

Psixrometrik jadval

°C	Δt °C											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	100	81	63	45	28	11						
2	100	83	65	48	32	16						
3	100	84	68	51	35	20						
4	100	84	69	54	39	24	10					
5	100	85	70	56	42	32	14					
6	100	86	72	58	45	32	19	6				
7	100	86	73	60	47	35	23	10				
8	100	87	74	61	49	37	26	14				
9	100	87	75	63	51	40	29	18	7			
10	100	88	76	64	53	42	31	21	11			
11	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5		
12	100	88	77	66	56	46	36	26	17	8		
13	100	89	79	68	57	48	38	29	20	11		
14	100	89.	79	69	59	49	40	31	23	14	6	
15	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9	
16	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12	5
17	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15	8

18	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17	10
19	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20	13
20	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22	15
21	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24	18
22	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26	20
23	100	92	83	76	69	61	54	47	40	34	28	22
24	100	92	84	76	69	61	55	49	42	36	20	24
25	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31	26
26	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33	27
27	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34	29
28	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41	36	30
29	100	93	85	78	72	66	59	53	48	42	37	32
30	100	93	86	79	72	66	60	54	49	43	38	33
31	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39	34

11 - jadval

Temperatu- ra	Massa	Temperatu- ra	Massa
0	4,84	16	13,6
1	5,2	17	14,5
2	5,6	18	15,4
3	6,0	19	16,3
4	6,4	20	17,3
5	6,8	21	18,3
6	7,3	22	19,4
7	7,8	23	20,6
8	8,3	24	21,8
9	8,8	25	23,0

10	9,4	26	24,4
11	10,0	27	25,8
12	10,7	28	27,2
13	11,4	29	28,7
14	12,1	30	30,3
15	12,8		

®Nazorat savollari

1. Havoning namligi deb nimaga aytiladi?
2. Havo namligining qanday ahamiyati bor?
3. Absolut va nisbiy namlik tushunchasini ta'riflang.
4. Havoning namligini aniqlash usullari haqida gapirib bering.
5. Darsxonangizdagi yoki auditoriyadagi havoning nisbiy va absolut namligini aniqlash usulini tushuntiring.
6. Xonadagi havoda bug' holida necha kilogramm suv borligini hisoblang.

10-ish. QATTIQ JISMNING ISSIQLIK O'TKAZUVCHANLIK KOEFFITSIENTINI ANIQLASH

Kerakli asbob va materiallar: 1) qurilma, 2) termoparalar ko'rsatishlarining grafigi.

Usulning nazariyasi

Bir uchidan isitilayotgan va o'qi x o'qi bilan ustma-ust tushgan sterjenning temperaturasi T qayerida qanday bo'lishini quyidagi ko'rinishdagi differentsial tenglamaning yechimi ifodalaydi¹:

$$\frac{d^2T}{dx^2} = a^2(T - T_0) \quad (1)$$

bundagi
$$a^2 = \frac{\alpha}{\lambda} \cdot \frac{P}{S} \quad (1')$$

Bu tenglamani quyidagi mulohazalarga asoslanib tuzish mumkin.
Sterjenning dx uzunlikdagi kesmasini olib qaraylik. x nuqtaga mos kelgan

ko'ndalang kesimdan o'tadigan issiqlik miqdori: $q' = -\lambda \left(\frac{dT}{dx} \right)_x S.$

$x + dx$ nuqtaga mos keluvchi kesimdan o'tadigan issiqlik miqdori:

$$q'' = -\lambda \left(\frac{dT}{dx} \right)_{x+dx} S.$$

Sterjen kesmasining yon sirtidan dq''' issiqlik miqdori chiqib ketadi:

$$dq''' = \alpha(T - T_0) P dx$$

Statsionar jarayonida: $dq''' = q' - q'',$

Ya'ni $\alpha(T - T_0) P dx = -\lambda \left(\frac{dT}{dx} \right)_x S + \lambda \left(\frac{dT}{dx} \right)_{x+dx} S.$

Bu ifodani qatorga yoysak va yuqori tartibli cheksiz kichik miqdorlarni nazarga olmasak, quyidagi hosil bo'ladi: $\left(\frac{dT}{dx} \right)_{x+dx} - \left(\frac{dT}{dx} \right)_x = \frac{d^2T}{dx^2} dx;$

bundan $\lambda S \frac{d^2T}{dx^2} = \alpha P (T - T_0).$

$\frac{\alpha P}{\lambda S} = a^2$ deb belgilasak: $\frac{d^2T}{dx^2} = a^2 (T - T_0)$

Bu yerdagi T_0 -sterjen atrofidagi muhitning temperaturasi, α - issiqlik berish koeffitsienti, P -sterjen ko'ndalang kesimining perimetri, S - sterjen ko'ndalang kesimining yuzi, λ -izlanayotgan issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti.

(1) tenglama yechimining ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$T - T_0 = A^{ax} + B^{-ax},$$

$x = 0$ nuqtada $T = T_1$ deb sterjenning o'zi cheksiz uzun, ya'ni $x = \infty$ bo'lganda $T = T_0$ deb faraz qilib,

$$T - T_0 = (T_1 - T_0) e^{-ax}$$

ifodani hosil qilamiz, bundan:

$$a = \frac{1}{x} \ln \frac{T_1 - T_0}{T - T_0} \quad (2)$$

Sterjenning yon sirti orqali chiqib ketadigan dq issiqlik miqdori $dq = \alpha(T - T_0) P dx$;

buni quyidagicha ko'rinishda ham yozish mumkin:

$$\frac{dq}{dx} = \alpha P(T - T_0) e^{-ax}. \quad (3)$$

Bu ifodani 0 dan ∞ gacha intervalda integrallasak, quyidagi hosil bo'ladi:

$$q = \frac{\alpha P}{a} (T_1 - T_0). \quad (4)$$

(1') formuladan foydalansak,

$$\lambda = q \frac{1}{aS(T_1 - T_0)} \quad (5)$$

ekanligini topamiz, a ning (2) tenglamadan topiladigan qiymatini (5) formulaga qo'ysak,

$$\lambda = \frac{qx}{S(T_1 - T_0) \ln \frac{T_1 - T_0}{T - T_0}}. \quad (6)$$

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini mana shu formulaga asosan topish uchun statsionar rejimda sterjenning sirtidan chiqadigan q issiqlik miqdorini, isitilayotgan uchining T_1 temperaturasi, isitilayotgan uchidan x masofada turgan biror nuqtasidagi T temperaturani, sterjennning ko'ndalang kesim yuzi S ni, atrof-muhitning T_0 temperaturasi bilish zarur.

Amalda, albatta, cheksiz uzun sterjenning bo'lishi mumkin emas, ammo sterjen qanchalik uzun bo'lsa, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining qiymatini shunchalik aniqroq o'lchash mumkin. Sterjenning uzunligini l deb faraz qilib, xato miqdorini topaylik. (3) tenglamani $x=l$ dan $x=\infty$ gacha intervalda integrallab, quyidagi munosabatni topamiz:

$$\Delta q = \frac{\alpha P}{a} (T - T_0) e^{-al}.$$

Bu munosabatni o'sha (3) tenglamani $x=0$ dan $x=\infty$ gacha bo'lgan intervalda integrallasdan chiqqan (4) ifodaga bo'lsak:

$$\Delta q = q \cdot e^{-al} \quad (7)$$

hosil bo'ladi. Bu ifoda q issiqlikni topishda l uzunlikdagi sterjenning cheksiz uzun deb qabul qilinganligidan kelib chiqadigan xato miqdorini bildiradi.

Asbobning tavsifi

Bu vazifada bir uchi elektr pechda qizdiriladigan mis sterjenning issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti topiladi (1-rasm). Pechning vaqt birligi ichida beradigan issiqligi $Q = I_0 U_0$ formuladan topiladi, bundagi U_0 - pech chulg'ami uchlaridagi kuchlanish, I_0 - chulg'amdan o'tayotgan tok kuchi. Pechning T_1 temperaturasi (ya'ni sterjen uchining temperaturasi) termopara bilan o'lchanadi. Issiqlik miqdori Q qisman issiqlik o'tkazuvchanlik tufayli q issiqlik oqimini hosil qilishga ketadi va qisman (q_1) pech atrofidagi muhitga o'tadi, demak,

$$Q = q + q_1.$$

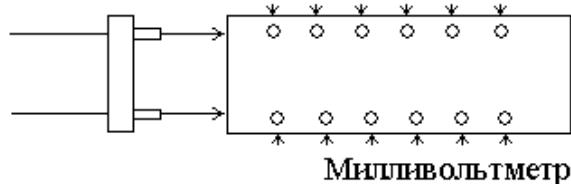
Agar sterjenni pechning ichidan chiqarib olib, isitishni o'zgartirib pechning ichidagi temperaturani uning ichida sterjen turgandagi temperaturaga rostlab keltirsak, bu bilan biz pech atrofidagi muhitga o'tadigan issiqlik miqdorini topgan bo'lamiz, ya'ni:

$$q = I_1 U_1,$$

bundagi I_1 bilan U_1 - pech ichida sterjen yo'q vaqtidagi tok kuchi bilan kuchlanishdir, shunday qilib, issiqlik miqdorini topishda chiqadigan xatoni kamaytirish uchun q_1 ning miqdorini q ning miqdoridan juda kichik qilib olish mumkin, mana shunday qilish uchun ham pechni Dyuar idishiga solish mumkin. Sterjenning T temperaturasini sterjenda bir-biridan ma'lum masofada turgan beshta termoparalar yordamida o'lchanadi. Sterjen nuqtalarining absolyut temperaturalarini bilish kerak bo'lmaganidan (chunki formulaga ularning ayirmasigina kiradi), har bir termopara ulangan gal vonometrning ko'rsatishlari temperaturalar ayirmasiga mos keladi. Galvonometrning bu ko'rsatishlari undagi grafikdan foydalanib, temperaturalar ayirmasiga aylantiriladi.

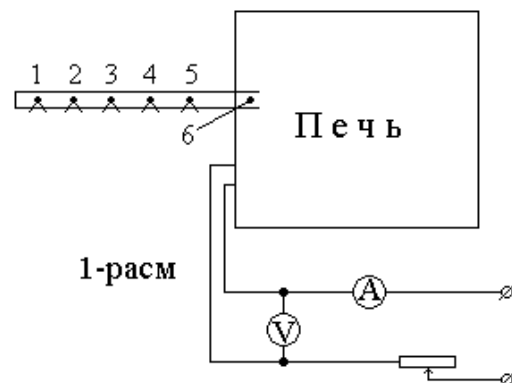
O'lchashlar

Avvalo, tekshiriladigan sterjenning ko'ndalang kesim yuzi S topiladi, buning uchun mikrometr bilan uning diametri o'lchanadi, so'ng masshtabli chizg'ich bilan uning l uzunligi va sterjenning isitilayotgan uchidan unga o'rnatilgan beshta termoparaning har



birigacha bo'lgan x masofalar o'lchab topiladi.

Bundan so'ng sterjenning uchi pechdagi teshikka zich qilib kirgiziladi. So'ngra pechni yoqib, issiqlik muvozanati yuz bergandan so'ng, ya'ni galvonometrqa navbatma-navbat ulab qo'yiladigan oltita termoparaning ko'rsatishlari o'zgarmas bo'lib qolgandan keyingina o'lchashlar



o'tkaziladi. Barcha oltita termoparaning (bo'larning beshtasi sterjenda, bittasi pechda) va ampermetr hamda voltmetrning ko'rsatishlari yozib olinadi.

Pechning sterjenga bergan q issiqlik miqdori pechga berilgan issiqlik miqdorining ayirmasi sifatida $q = (I_0 U_0 - I_1 U_1)$ formuladan topiladi.

So'ngra, olingan ma'lumotlarga ishlov beriladi. Galvonometr ko'rsatishlarining $(T_i - T_0)$ va $(T - T_0)$ temperaturalar ayirmasiga bog'liqligini ko'rsatuvchi grafikdan foydalanib, hamma termoparalar uchun bu ayirmalarning qiymatlari topiladi. Shundan so'ng, to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasining x o'qida termoparalar bilan sterjenning qizdirilayotgan uchi orasidagi masofalarni, y o'qida esa $\ln \frac{T_i - T_0}{T - T_0}$ ning qiymatlarini qo'yib,

$$y = \ln \frac{T_i - T_0}{T - T_0} = ax$$

tenglama bilan ifodalanuvchi to'g'ri chiziqni hosil qilamiz. Belgilangan nuqtalarga qarab bu to'g'ri chiziqning burchak koeffitsienti a ni taqriban topib va uning

qiymatini (5) formulaga qo'yib sterjenning izlanayotgan issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini topamiz.

Sterjen cheksiz uzun bo'lmaganligi tufayli λ ning qiymatini o'lchashlarda yuz beradigan xatosini q , a va l miqdorlarni bilgan holda, (7) formulaga asosan hisoblab chiqarish zarur.

Nazorat savollari:

1. Issiqlik deb nimaga aytiladi?
2. Issiqlik oqimi deb nimaga aytiladi?
3. Temperatura gradienti nima?
4. Fur ye tenglamasini tavsiflang.
5. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti deb nimaga aytiladi?
6. Solishtirma issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining birligini keltirib chiqaring.
7. Metallarning issiqlik o'tkazuvchanlik mexanizmini tushuntiring.
8. Videman-Frants qonunini tavsiflang.
9. Metallar issiqlik o'tkazuvchanligini turlicha bo'lishni tushuntiring.

O'lchov parametrlari: $d=1.2 \text{ mm}$, $J_1=222 \text{ mA}$, $U_1=44 \text{ V}$, $J_0=250 \text{ mA}$, $U_0=48,5 \text{ V}$
 $\alpha = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mB/K}$

11-ish. AVOMETRNI O'RGANISH

Kerakli asboblari: 1. Avometr avo- 2M1; 2. Tok kuchi kuchlanish, qarshiligini o'lchash zarur bo'lgan sxema; 3. O'lchovchi simlar.

Ishing maqsadi.

Amaliyot laboratoriyalarida va ishlab chiqarishda ishlatiladigan avometrlarni tuzilishi va ishlash printsipi bilan tanishish.

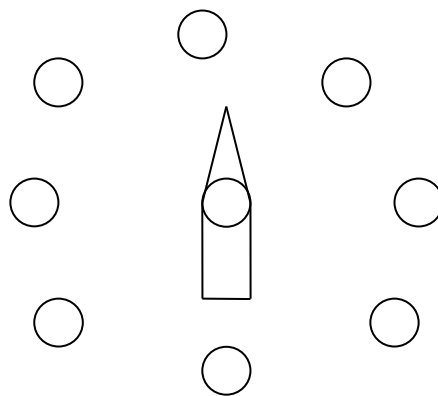
Nazariy kirish.

Avometr so'zi ampermetr, voltmetr va ommetr so'zlarining bosh harflari va metr so'zidan tashkil topgan bo'lib, u tok kuchi, kuchlanish, qarshilikni o'lchashda qo'llanuvchi universal elektr o'lchov asbobi hisoblanadi. Avometr

aniqligi va o'lchash chegarasiga ko'ra turli marka bilan belgilanadi. Har qanday tipdagi avometrda to'g'ri foydalansh uchun mashq qilish ishlarini bajarish, o'lchash malakasini oshirish talab qilinadi.

O'rganishga kirishishdan oldin avometrni old tomonidan qo'yilgan belgilar bilan tanishib chiqish kerak. "Q12 A"?, "Q1,2 A", " $\approx 12 A$ ", " $\approx 1,2 A$ ", "-", "QmA", "Vqr" Avometr asbobi o'zgaras hamda o'zgaruvchan tok kuchi va kuchlanish shuningdek o'tkazgichlar qarshiligini o'lchash uchun yaroqli bo'lganidan panelni old qismida maxsus belgilar belgilangan.

Sxema va undagi belgilar quyidagilardan iborat:



1. O'lchagich va unga mos belgilar.
2. Quyidagi ko'rsatilgan belgilar vositasi o'zgaruvchan tok va kuchlanishni o'lchash, qarshilikni o'lchash kabi xususiyatlarga ega.

O'zgaruvchan tokni o'lchashda foydalaniladigan klemma "Q" ishorasi qo'yilgan

1. $-V^2$ o'lchag'ich ko'rsatkichini "-" belgiga keltiriladi.
2. - klemmaga sim "-" ishora qo'yilgan klemmaga ulanadi.
3. - tanlangan o'lchash chegarasiga "-" ishora bilan belgilangan shkala belgilari qiymatining umumiy ko'rsatkichi yoziladi.
4. Zanjirdan tok o'tganda asbobning strelkasi ikkala chiziqlaridan M massani ko'rsatsin. Sim aniq K_1 sonli klemmaga ulangan bo'lsa, o'lchanuvchi tok $I = \frac{K_1}{N}$ formulada xisoblanadi.

5. Bu vazifa bir necha marta takrorlanib, zanjirdagi tok kuchini o'rtacha qiymati aniqlanadi.

II –mashq.

Avometr yordamida o'zgarmas tok kuchini aniqlash.

Bu mashqni bajarishda birinchi birinchi mashqdo'agi o'zgarmas tok kuchi uchun ulangan simlar o'zgaruvchan tok kuchi uchun mo'ljallangan klemmalarga ulanadi. V_2 ulagich ko'rsatkichi "Q" belgiga keltiriladi. Aytaylik " $\approx$ " belgili shkalalarni umumiy soni N_1 sim ulangan klemma yonida K_1 soni yozilgan va strelka uchi " $\approx$ " " N " shu belgili shkala bo'ylab N_1 songa burilgan bo'lsin.

Bunda ulanuvchi tok kuchi $I = \frac{K}{N_1} N$ bo'ladi.

III – mashq

Avometr yordamida o'zgaruvchan va o'zgarmas tok kuchlanishini o'lchash. O'lchashlar o'zgarmas va o'zgaruvchan tok kuchini o'lchash kabi bajariladi. Asbob endi kuchlanishini o'lchanganligi tufayli zanjirdagi iste'molchiga lampochka ulanadi. Bu xolda "-" klemma va "----" klemmalardan foydalaniladi. V-o'lchagich ulash kerak bo'lgan kuchlanishni miqdoriga bog'liq holda qo'yiladi.

Kuchlanish kattaligini hisoblashda avometr shkalasidagi "-" belgi o'zgarmas tok kuchlanish kattaligini hisoblashda foydalaniladi. "----" belgili shkaladan o'zgaruvchan kuchlanish qiymatini g'isoblashda foydalaniladi.

O'zgarmas tok kuchi uchun $U = K \frac{N_1}{N}$ o'zgaruvchan tok uchun $U = K_1 K \frac{N_1}{N}$

formulalar o'rinli bo'ladi.

Formulalardagi K_1 va K lar sim ulangan klemmalarda son qiymati, N esa avometr shkalasidagi umumiy son qiymati.

N_1 va N_1' strelkadan olib ko'rsatilgan qiymat.

Avometr yordamida qarshiligini o'lchash.

Zanjir qismidagi qarshilikni o'lchashda zanjirda tok bo'lmasligi shart.

1. Avometrga tok manbai (batareya) maxsus joyga ulanadi.
2. V_1 ulagich $V(6000\text{ V})$ belgiga keltiriladi.
3. V_2 ulagich r belgiga keltiriladi.

4.O'lchovchi simlarni bittasi avometrdan “-” belgiga , ikkinchi sim $V \approx r_x$ belgili klemmalarga ulanadi.

5.Tanlangan o'lchash chegarasini xisobga olgan xolda simlarning bo'sh uyalari zanjir qarshiligini o'lchanuvchi qisminingt chegara uchlariga tutashtiriladi.

6.O'lchanadigan qarshilik qiymatini ko'rsatkich og'ib ko'rsatadigan songa mos keladi.

O'zlashtirish uchun savollar:

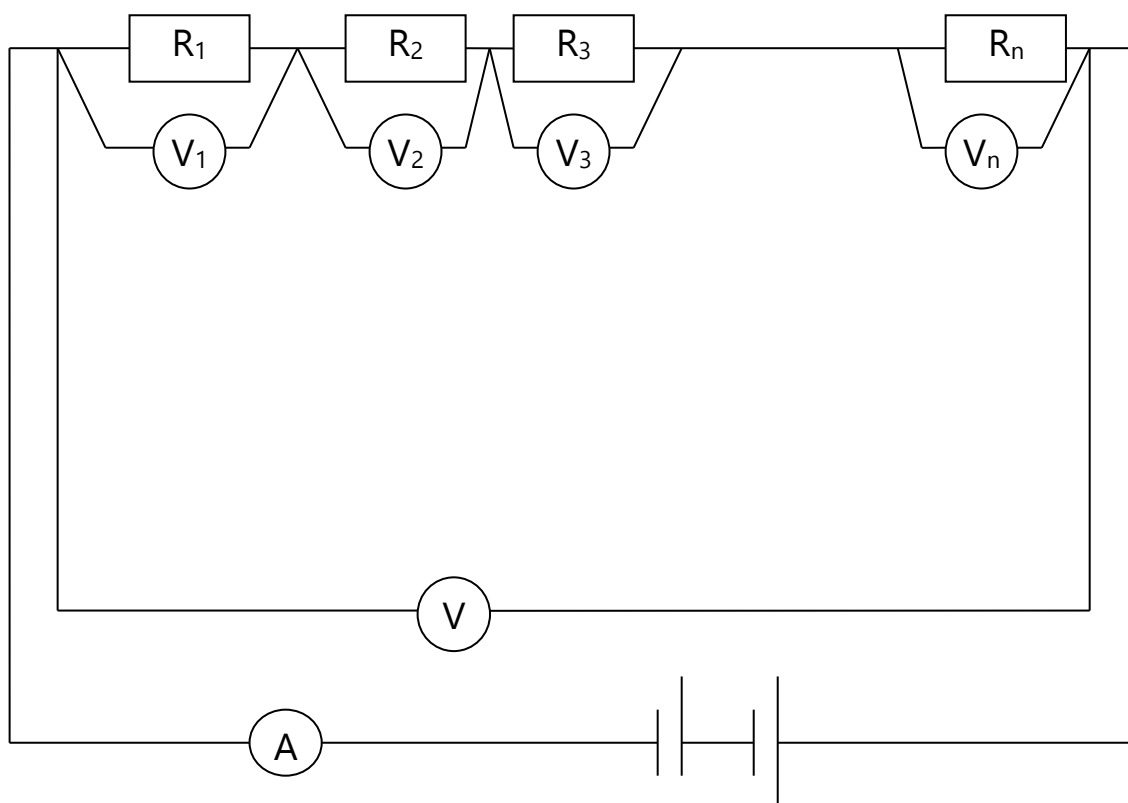
- 1.O'zgarmas va o'zgaruvchan tok deb qanday toklarga aytiladi ?
- 2.Ampermetr nima? U tarmoqqa qanday ulanadi ?
- 3.Vol tmetrni ishlash prinsipini tushuntirib bering ?
- 4.Ommetr va uning harkteriskasi ? U tarmoqqa qanday ulanadi ?

12-ish. O'TKAZGICHLARNI PARALLEL VA KETMA-KET ULASH

Kerakli asboblari: 1. O'zgarmas tok ampermetri va voltmetri 2. Reostat; 3. O'zgarmas tok manbai; 4. Elektr lampochkalari.

Nazariy kirish.

Elektr zanjirlari bittagina o'tkazgichdan iborat bo'lmay har xil o'tkazgichlar sistemasidan iborat bo'ladi. Amalda bu o'tkazgichlar bir biriga har xil usulda ulangan bo'lishi mumkin. Bu usullardan biri o'tkazgichlarni ketma ket ulash usulidir. Buning uchun tok manбайдan va ketma ket ulungan bir necha o'tkazgichlardan tuzilgan elektr zanjirini ko'rib chiqaylik. Bilamizki ketma ket ulangan zanjirning hamma qismlarida tok birday bo'ladi. Har qaysi o'tkazgichning uchlaridagi kuchlanish esa har xil bo'ladi.



1-rasm

Om qonuniga asosan :

$$U_1=IR_1 \quad U_2=IR_2 \quad U_3=IR_3 \dots U_n=IR_n \quad (1)$$

deb yozish mumkin. 1-rasmdagi V voltmetr bilan o'lchanadigan to'la kuchlanish ayrim o'tkazgichlardagi kuchlanishlar yig'indisiga teng bo'ladi:

$$U=U_1+U_2+U_3+\dots+U_n \quad \text{yoki} \quad U=IR+IR_2+IR_3+\dots+IR_n=I(R_1+R_2+R_3+\dots+R_n)$$

Zanjirning umumiy qarshiligini R bilan belgilasak

$$U=IR, \quad (2)$$

bunda

$$R=R_1+R_2+R_3+\dots+R_n \quad (3)$$

Demak, o'tkazgichlarni ketma-ket ulanganda umumiy qarshilik alohida qarshiliklar yig'indisiga teng bo'ladi.

Endi tok manbaidan va parallel ulangan bir necha o'tkazgichlardan tuzilgan elektr zanjirini ko'rib chiqaylik.

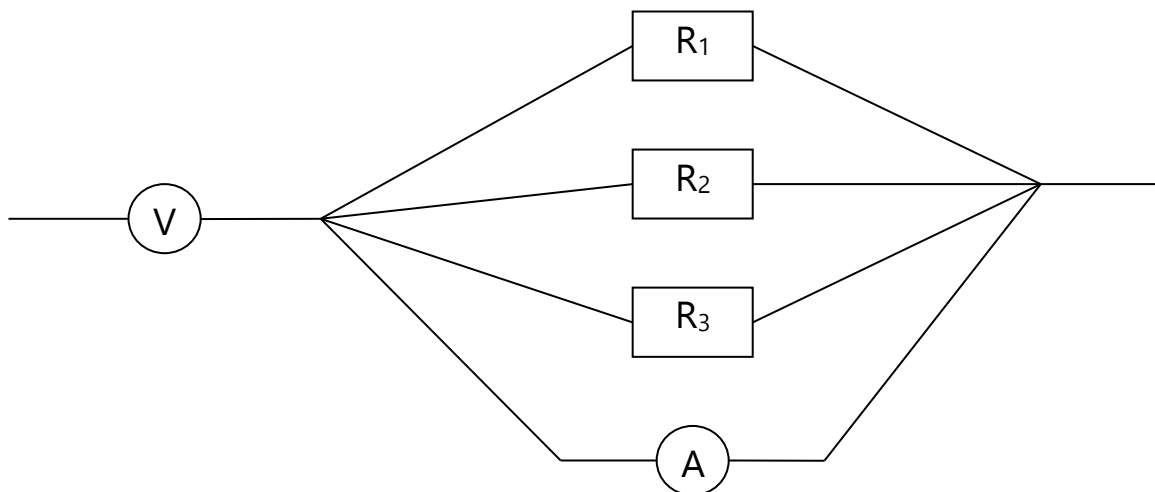
Tarmoqlangan zanjirda ikki yoki undan ortiq o'tkazgich tutashadigan har qanday nuqtani tugun nuqtasi deb ataladi. Kixgofning birinchi qonuni tugunlarga tegishli.

Agar tugunga kelayotgan toklarni musbat deb, tugundan chiqayotgan toklarni manfiy deb hisolashga shartlashsak: tugunda uchrashuvchi tok kuchlarining algebraik yig'indisi nol ga teeg deyish mumkin. U holda 4-rasm S tugunga nisbatan:

$$I - I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

deb yozish mumkin. Bundan

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad (4)$$



2-rasm.

Parallel ulangan o'tkazgichlarning uchlaridagi potentsiallar ayirmasi birday bo'ladi.

Parallel ulangan o'tkazgichlarning har biriga Om qonunini ayrim-ayrim tadbqiqilamiz:

$$I_1 = \frac{U}{R_1}, \quad I_2 = \frac{U}{R_2}, \quad I_3 = \frac{U}{R_3} \quad (5)$$

(5) tengliklarni (4) ga qo'yib quyidagini hosil qilamiz:

$$I = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} = U \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)$$

Zanjirning umumiy qarshiligini R bilan belgilasak:

$$I = \frac{U}{R} \quad (6)$$

Bunda

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (7)$$

Demak o'tkazgichlarni parallel ulanganda umumiy qarshilikning teskari kattaligi ulangan qarshiliklarning teskari kattaliklari yig'indisiga teng bo'ladi.

Agar tarmoqlar n ta o'tkazgichdan tuzilsa u holda umumiy qarshilik:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (8)$$

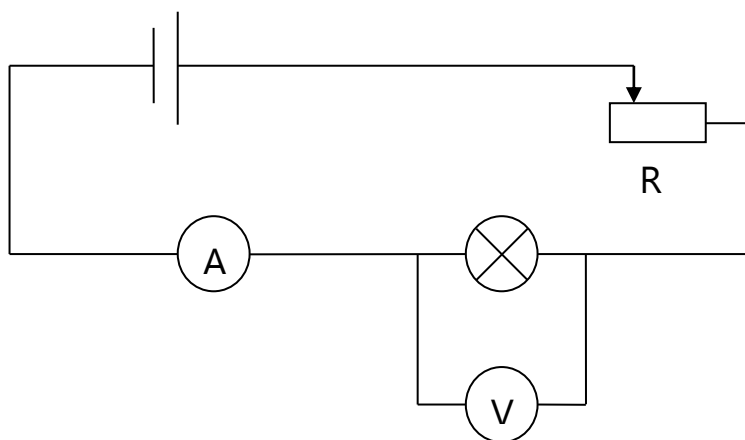
bo'lishini ko'rsatish oson.

Ishni bajarish tartibi.

1. 3- rasmdagi sxemaga asosan elektr zanjiri yig'iladi. Ammo zanjir tok manbaiga ulanmaydi.
2. O'qituvchi tuzilgan elektr zanjirini tekshirib ko'rgandan so'ng zanjir tok manbaiga ulanadi. Reostat yordami bilan lompochkaga berilayotgan kuchlanishni 1-volt atrofiga keltiriladi va shu vaqtda amperimetr bilan voltmetr ko'rsatishlari aniq yozib olinadi. So'ngra Om qonuniga asosan bitta lompochkaning sovuq holatidagi qarshiligi aniqlanadi. Agar lompochkaga katta kuchlanish berilsa, lompochka tolasidan katta tok o'tishi natijasida temperaturasi ortadi. Bunda lompochkaning qarshiligi ham ortadi.

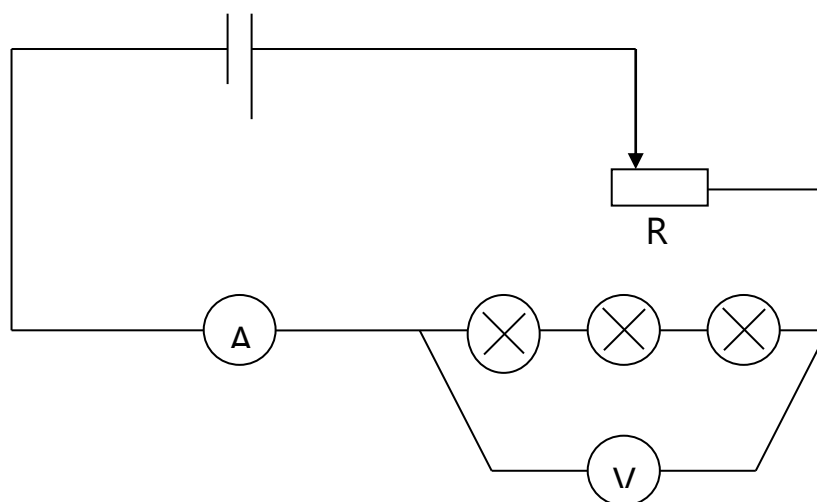
$N=UI$ dan bitta lompochkaning olgan quvvati aniqlanadi.

3. Ikkinchi punktdagi ish har bir lompochka uchun takrorlanadi.



3-rasm.

4. 4- rasmdagi sxema yig'iladi. O'qituvchi sxemani tekshirgandan so'ng tok manbaiga ulab, reostat yordami bilan ketma-ket ulangan lampochkalarga berilayotgan kuchlanish 3-volt atrofiga keltiriladi va shu vaqtda amperimetr bilan voltmetr ko'rsatkichlari aniq yozib olinadi. So'ngra bu qiymatlarni (2) formulaga qo'yib, ketma-ket ulangan lampochkalarining sovuq holatdagi umumiy qarshiligi aniqlanadi. Bu topilgan qarshilik qiymatini yuqorida har bir lampochka uchun topilgan qarshiliklarni (3) formulaga qo'yib, chiqarilgan natija bilan taqqoslanadi. $N=IU$ dan ketma-ket ulangan lampochkalar olgan quvvati aniqlanadi.

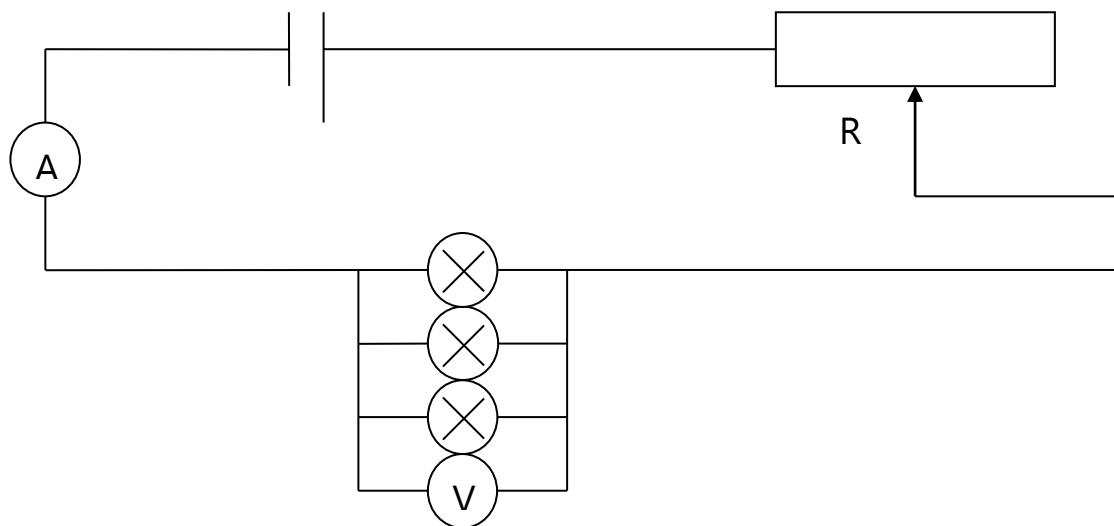


4-rasm.

5. 5-rasmdagi sxema yig'iladi. O'qituvchi sxemani tekshirganidan so'ng tok manbaiga ulab reostat yordami bilan parallel ulangan lampochkalarga berilayotgan kuchlanish 1-volt atrofiga keltiriladi va shu vaqtda amperimetr va voltmetr ko'rsatkichlari aniq yozib olinadi. So'ngra bu qiymatlarni (6) formulaga qo'yib, parallel ulangan lampochkaning sovuq holatidagi umumiy qarshiligi aniqlanadi.

Bu topilgan qarshilik qiymatini yuqorida har bir lampochka uchun topilgan qarshiliklarni (7) formulaga qo'yib chiqarilgan natija bilan taqqoslanadi.

$N=IU$ dan parallel ulangan lampochkalar olgan quvvati aniqlanadi.



5-rasm.

O'zlashtirish uchun savollar.

1. O'tkazgich qarshiligi deb nimaga aytiladi ?
2. O'tkazgich qarshiligi nimalarga bog'liq ?
3. O'tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulash sxemalarini tushuntiring.
4. Elektr o'lchov asboblari zanjirga qanday ulanadi va ularning ishlash printsiptini tushuntiring.
5. O'qituvchi tomonidan ko'rsatilgan bir necha qarshiliklardan sxema tuzing va uni hisoblang .

13- ish. O'TKAZGICHNING SOLISHTIRMA QARSHILIGINI AMPERMETR VA VOLTMETR YORDAMIDA ANIQLASH

Kerakli asbob va materiallar: 1) o'zgarmas tok manbai; 2) uzunligi 1 m ga yaqin silindr shaklidagi metall o'tkazgich (sim); 3) ampermetr; 4) millivoltmetr; 5) kalit; 6) ulash simlari.

Nazariy ma'lumotlar. Ma'lumki, ko'ndalang kesimining yuzi o'zgarmas bo'lgan silindr shaklidagi metall o'tkazgich (sim) ning qarshiligi R shu o'tkazgichning uzunligi ℓ ga to'g'ri mutanosib, ko'ndalang kesimining yuzi S ga teskari mutanosib va o'tkazgichning materialiga bog'liq, ya'ni:

$$R = \rho \frac{\ell}{S} \quad (1)$$

ga teng. Bu formuladagi mutanosiblik koeffitsienti ρ qarshilikning o'tkazgich materialiga bog'liqligini ifodalaydi va **solishtirma qarshilik** deb ataladi. (1) formuladan ρ ni topsak:

$$\rho = \frac{R \cdot S}{\ell} \quad (2)$$

Endi solishtirma qarshilikning ta'rifini keltiramiz. O'rta maktab fizika kursidan solishtirma qarshilikning quyidagi ta'rifini bilamiz:

Uzunligi 1 m va ko'ndalang kesimining yuzi 1 mm² bo'lgan o'tkazgichning qarshiligi **solishtirma qarshilik** deb ataladi. Bu ta'rif asosida solishtirma qarshilikning elektrotexnikada ko'p ishlatiladigan birligi $1 \frac{Om \cdot mm^2}{m}$ ni tushuntirish oson.

Oliy o'quv yurtlarining fizikadan o'quv qo'llanmalarida solishtirma qarshilikning ta'rifi SI sistemasiga asoslanib berilgan.

Biror moddadan yasalgan qirrasining uzunligi 1 m bo'lgan kubdan tok uning qirralaridan biriga parallel o'tayotganda shu o'tkazgichning Om hisobida ko'rsatayotgan qarshiligi **solishtirma qarshilik** deyiladi va SI sistemasida 1 Om.m birlikda o'lchanadi. Bu birliklar orasida quyidagi o'zaro munosabatni yoza olamiz:

$$1 \frac{Om \cdot mm^2}{m} = \frac{1Om \cdot 10^{-6} m^2}{m} = 10^{-6} Om \cdot m \quad \text{yoki}$$

$$1Om \cdot m = 10^6 \frac{Om \cdot mm^2}{m}$$

qarshiligi (1) formula bilan ifodalangan o'tkazgichlar rezistorlar deb ham yuritiladi. Metallarning solishtirma qarshiligi juda oz, dielektriklarning solishtirma qarshiligi esa ancha katta. Yarimo'tkazgichlar solishtirma qarshiligining qiymatlari metallar va dielektriklarning solishtirma qarshiliklari qiymatlari orasida bo'ladi.

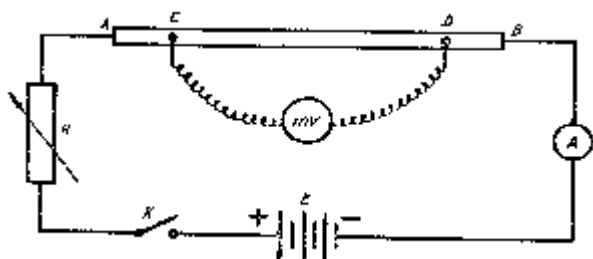
12-jadval.

Baʼzi moddalarning 20°C haroratdagi solishtirma qarshiligi

Modda turi	Solishtirma qarshilik	
	$\frac{\text{Om} \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ birlikda	$\text{Om} \cdot \text{m}$ birlikda
Kumush	0,016	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Mis	0,017	$1,7 \cdot 10^{-8}$
Alyuminiy	0,028	$2,8 \cdot 10^{-8}$
Temir	0,10	10^{-7}
Nikelin (qotishma)	0,40	$4 \cdot 10^{-7}$
Kremniy	10^9	10^3
Shisha	$10^{12} - 10^{21}$	$10^6 - 10^{15}$

Fikrimizning dalili sifatida 12-jadvalda baʼzi moddalarning 20°C haroratdagi solishtirma qarshiligi keltirilgan.

Usulning nazariyasi va qurilmaning tavsifi. Oʻtkazgichning solishtirma qarshiligi (2) formula boʻyicha aniqlanadi. Buning uchun tekshiriluvchi oʻtkazgichning ixtiyoriy ikki nuqtasi (masalan, C va D orasidagi qarshiligini topish kerak (1-rasm)



Oʻtkazgichning solishtirma qarshiligini aniqlash

Shu maqsadda zanjirning bir qismi uchun Om qonunidan foydalanamiz:

$$R = \frac{U}{I} \quad (3)$$

O'tkazgich kesimining yuzi esa $S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ formulasi bilan aniqlanadi.

O'zgarmas tok manbai, ampermetr, tekshiriluvchi o'tkazgich sim, jilgichli reostat va kalitlarni bir-biriga simlar vositasida ketma-ket ulab 1-rasmdagi elektr zanjirni tuzamiz.

O'tkazgichning C va D nuqtalariga millivoltmetr parallel ulanadi, bu nuqtalar orasidagi kuchlanish juda oz bo'lganidan tajribada millivol tmetrdan foydalanilgan. O'lchash vaqtida millivol tmetr ko'rsatishini $1 \text{ mV} = 10^{-3} \text{ V}$ yordamida 1 V ning ulushiga aylantiriladi.

Ishni bajarish tartibi.

1. 1-rasmda ko'rsatilgan elektr zanjir tuziladi.
2. Jilgichni reostatning muayyan qarshiligiga moslab qo'yiladi.
3. C va D nuqtalar orasidagi simning uzunligi ixtiyoriy tanlanadi va o'lchanadi.
4. O'tkazgich simning diametri d mikrometr bilan o'lchanadi.
5. Simning kesim yuzi $S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ bo'yicha hisoblanadi.
6. Kalit K bilan zanjir ulanadi. Ampermetr va millivol tmetr ko'rsatishi yozib olinadi.
7. O'tkazgichning C va D nuqtalari orasidagi qarshilik $R = \frac{U}{I}$ hisoblanadi.
8. Reostatning qarshiligini, C va D nuqtalar orasidagi o'tkazgich uzunligini o'zgartirish bilan tajriba kamida 3 marta takrorlanadi va har qaysi tajribada (2) formula yordamida ρ larning qiymatlari hisoblanadi.
9. Kuzatish va hisoblash natijalarini 13-jadvalga yoziladi;

O'tkazgichning solishtirma qarshiligini ampermetr va voltmeter yordamida aniqlashda o'lchash va hisoblash natijalari.

Tajribalar	l	d	$S = \frac{\pi d^2}{4}$	U	I	$R = \frac{U}{I}$	ρ	$\Delta\rho$	E_ρ
1									
2									
3									
O'rtacha qiymat									

10. O'lchashlarning o'rtacha absolyut xatoligi $\langle \Delta\rho \rangle$ va o'rtacha nisbiy xatoligi ye_ρ hisoblanadi va 2-jadvalga yoziladi.

11. Oxirgi natija quyidagicha yoziladi:

$$\rho = \langle \rho \rangle \pm \langle \Delta\rho \rangle; \quad E_\rho = \dots\%$$

O'zlashtirish uchun savollar :

1. O'tkazgichning solishtirma qarshiligini ta'riflang.
2. Solishtirma qarshilikning SI sistemasidagi va sistemaga kirmagan birligi orasidagi munosabatni yozib tushuntiring.
3. Nima uchun mazkur elektr zanjirida millivol tmetr ishlatilgan?

**14- ish. UISTON KO'PRIGI YoRDAMIDA O'TKAZGICHLARNING
SOLISH TIRMA QARSHILIGINI ANIQLASH**

Kerakli asboblari: 1.Reoxord; 2.O'zgarmas tok manbai; 3.Galvanometr; 4.Qarshiliklar magazini; 5.Kalit; 6.Millimetrli chizgich; 7.Mikrometr; 8.Qarshiligi va solishtirma qarshiligi aniqlanadigan o'tkazgich.

Nazariy kirish.

Har qanday silindrik o'tkazgichlarni Om larda hisoblanadigan qarshiligi quyidagi formulalar bilan aniqlanadi.

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S}$$

Bunda: R - o'tkazgichning qarshiligi;

l - o'tkazgichning uzunligi;

S - o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzi;

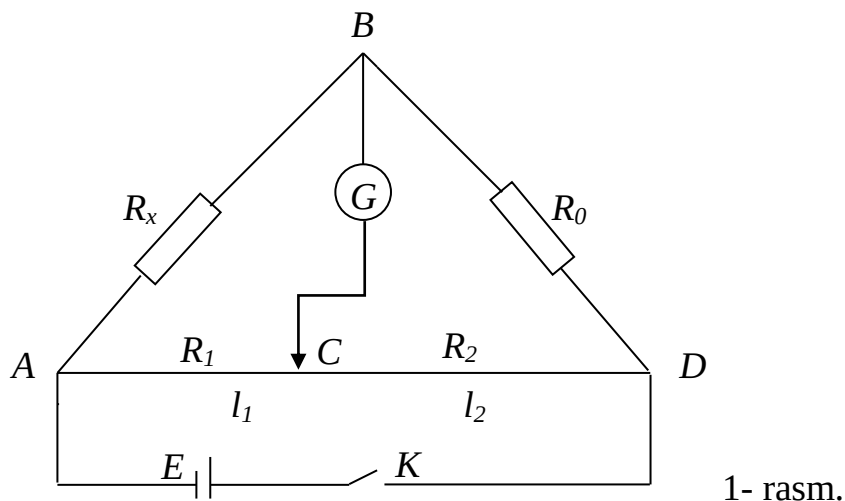
ρ - o'tkazgichning solishtirma qarshiligi.

Solishtirma qarshilik o'tkazgichlarning materialiga bog'liq bo'lgan kattalikdir. Odatda o'tkazgichning uzunligi metrlarda ko'ndalang kesim yuzasi millimetr kvadratlarda hisoblanadi. Bu hollarda solishtirma qarshilik birligi

$$\rho = \text{om} \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \text{ da bo'ladi}$$

Solishtirma qarshilik son jihatidan uzunligi bir metr ko'ndalang kesim yuzasi bir millimetr kvadrat bo'lgan o'tkazgich qarshiligiga teng.

SI sistemasida o'tkazgich uzunligi metr ko'ndalang kesim yuzasi metr kvadratlarda, demak solishtirma qarshilik $\rho = \text{Om m}$ bilan hisoblanadi.



O'tkazgich qarshiligini o'lchashda Uiston ko'prigi deb ataladigan qurilmadan foydalaniladi. Uiston ko'prigi (rasm) AB -reoxort G sezgir galvanometr, R_x ma'lum qarshilik va R noma'lum qarshiliklardan iborat. Reoxord shkalali taxtacha ikki uchidan tortilgan solishtirma qarshiligi katta bir jinsli o'tkazgich bo'lib, uning

ustida suriluvchi C kontakti bor. Reoxordning AD -qismi R_1 va R_2 qarshilikdan iborat.

Sxemani CD qismisiz kuzatib ko'raylik. K kalitni ulasak tok manbaidan kelayotgan I tok Kirxgofning I-qonuniga ko'ra ACB tarmoqdan o'tuvchi I_1 tokka va ADB tarmokdan o'tuvchi I_2 tokka bo'linadi. U holda AB o'tkazgich bo'ylab V_A tok o'tadi va o'tkazgich bo'ylab V_A dan V_V gacha potentsial pasayishini kuzatish mumkin. Zanjirning ACB tarmog'idan I_1 tok o'tadi. Tarmoqning AC qismida V_A dan V_S kuzatiladi. C nuqtadagi V_S potentsial V_V va V_A potentsiallar orasidagi qiymatlarga ega ekanligi tushunarlidir. AB qismida hamma vaqt shunday V_D potentsialli D nuqta topish mumkinki, u C nuqtadagi V_S potentsialiga teng bo'ladi. Ya'ni

$$V_D = V_S$$

Shu vaqtda va D nuqtalar orasiga galvanometr ulansa undan tok o'tmaydi. Chunki

$$V_S - V_D = 0$$

Bunday holat ko'prikning muvozanat holati bo'ladi. Kirxgofning II qonuniga asosan har qanday berk kontur uchun kuchlanishlar pasayishining yig'indisiga E.Yu.K. yigindisiga teng.

$$\sum_{i=1}^n I_i R_i = \sum_{i=1}^n E_i$$

Ko'prikning muvozanat holatida bu shartni AC da $CBDC$ konturlar uchun qo'llasak:

$$I_1 R_x = I_2 R_1 \quad (4)$$

$$I R_0 = I_2 R_2 \quad (5)$$

(4) tenglamani (5) tenglamaga bo'lsak

$$\frac{R_x}{R_0} = \frac{R_1}{R_2} \quad (6)$$

hosil bo'ladi. Uiston ko'prigidagi AB o'tkazgich bir jinsli va hamma nuqtalardagi diametrlari teng bo'lganidan R_1 va R_2 qarshiliklari o'rniga ularning l_1 va l_2 uzunliklarini bilish mumkin. U holda (6) formula quyidagicha yoziladi. Bundan

$$\frac{R_x}{R_0} = \frac{l_1}{l_2} \quad (7)$$

$$R_x = R_0 \frac{l_1}{l_2}$$

bo'ladi.

Ishni bajarish tartibi.

1. Qarshiligini aniqlash lozim bo'lgan o'tkazgichning uzunligi l ni millimetrli chizgich bilan o'lchanadi. O'tkazgichning diametrini mikrometr bilan o'lchab uning ko'ndalang kesim yuzasi

$$S = \pi \cdot R^2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

formuladan hisoblanadi.

2. Rasmdagi sxema tuziladi. Sxemaning A va C klemmlariga qarshiligini aniqlash lozim bo'lgan o'tkazgich ulanadi.

3. Qarshilik magazinidan shunday R qarshilikni tanlash lozimki reoxordning D kontaktini taxminan reoxord o'rtarog'ida turganda galvonometrda tok o'tmay qolsin. Galvonometr nolni ko'rsatadi.

4. Sxemadagi K kalitni tutashtirib D kontakti surish simdan CD tarmoqda tok bo'lmasligi erishiladi. Bunda Galvonometr strelkasi nolni ko'rsatadi.

5. Aniqlangan l_1 , l_2 va R_0 larning qiymatidan R_x hisoblanadi.

6. Aniqlangan l_1 , S va R_x larning qiymatidan ρ hisoblanadi.

O'zlashtirish uchun savollar :

1. O'tkazgichning qarshiligi nima, uni qanday birlik bilan o'lchanadi ?
2. Solishtirma qarshilik qanday kattaliklarda hisoblanadi ?
3. Uiston ko'prigi nimalardan iborat ?
4. Berk kontur uchun Krixgofning I va II qonunlari ?

5. O'tkazuvchanlik va solishtirma o'tkazuvchanlikni qanday tushinish mumkin?

KOMPYUTER YORDAMIDA HISOBLASH

PROGRAMMASI

```
PROGRAM RX
DIMENSION XL1(10),XL2(10),R0(10),RH(10),RG(10)
OPEN(10,file='LAB1rez.txt')
N=4
R0(1)=1100
XL1(1)=55.3
XL2(1)=30.7
R0(2)=1400
XL1(2)=50.6
XL2(2)=35.4
R0(3)=1500
XL1(3)=49.3
XL2(3)=36.4
R0(4)=1600
XL1(4)=48
XL2(4)=38
RP=0.0
DO 1 I=1,N
  RG(I)=R0(I)*XL1(I)/XL2(I)
  RP=RP+RG(I)
WRITE(10,2) I,XL1(I),XL2(I),R0(I),RG(I)
1  CONTINUE
RS=RP/N
2  FORMAT(2X,2HI=I3,3X,3HL1=F8.4,3X3HL2=F8.4,3X,
*3HR0=F10.3,3X3HRX=F10.3)
RHP=0.0
DO 3 I=1,N
```

```

RH(I)=ABS(RS-RG(I))
RHP=RHP+RH(I)
WRITE(10,4) RH(I)
3  CONTINUE
4  FORMAT (3X,3HRH=F8.4)
RHS=RHP/N
RNH=RHS*100/RS
WRITE(10,5) RS,RHS,RNH
5  FORMAT(3X,3HRS=F10.3,3X,4HRHS=F8.4,3X,4HRNH=F8.4)
END

```

15-ish. O'TKAZGICHNING QARSHILIGINI TEMPERATURA KOEFFITSIENTINI ANIQLASH

Kerakli asboblari: 1. Tekshiriluvchi o'tkazgich; 2. Probirka; 3. Suv solingan idish; 4. Uitston ko'prigi; 5. Galvanometr; 6. Termometr; 7. Elektr plitka; 8. Tok manbai.

Nazariy kirish.

O'tkazgich qarshiligi deb uchlaridagi kuchlanishni o'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchiga nisbati bilan o'lchanadigan kattalikka aytiladi. Agar tok kuchi amperlarda, kuchlanish voltlarda o'lchansa, qarshilik omlarda hisoblanadi.

O'tkazgichning qarshiligi uning uzunligiga, ko'ndalang kesim yuzasiga va qanday moddadan qilinganiga bog'liq bo'lishidan tashqari temperaturaga ham bog'liqdir.

Qarshilikning temperaturaga chiziqli bog'lanishi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$R_t = R_0(1 + \alpha \cdot t) \quad (1)$$

Bunda R_t – o'tkazgichning t temperaturadagi qarshiligi;

R_0 – o'tkazgichning 0°C temperaturadagi qarshiligi;

α - qarshilikning temperatura koeffitsienti.

(1) formuladan

$$\alpha = \frac{R_t - R_0}{R_0 t} \quad (2)$$

O'tkazgichning temperaturasi 1°C ga oshirganda uning qarshiligi dastlabki temperaturadagi qarshiligiga nisbatan qanchaga o'zgarishini ko'rsatuvchi kattalik qarshilikning temperatura koeffitsienti deyiladi.

(2) formuladan tushinarliki, o'tkazgich qarshiligining temperatura koeffitsienti $\frac{1}{\text{pa}\partial} = \text{pa}\partial^{-1}$ o'lchanadi.

Ma'lumki, labarotoriyada 0°C temperaturali sharoit hosil qilish ancha murakkab bo'lgani uchun o'tkazgichning 0°C temperaturadagi qarshiligi R_0 o'rniga o'tkazgichning boshlang'ich qarshiligi sifatida uy temperaturasidagi qarshiligi o'linadi. Uy temperaturasi t_1 dagi o'tkazgichning qarshiligi:

$$R_1 = R_0(1 + \alpha \cdot t_1) \quad (3)$$

Ma'lum bir t_2 temperaturaga qizdirilgandagi o'tkazgichning qarshiligi :

$$R_2 = R_0(1 + \alpha \cdot t_2) \quad (4) .$$

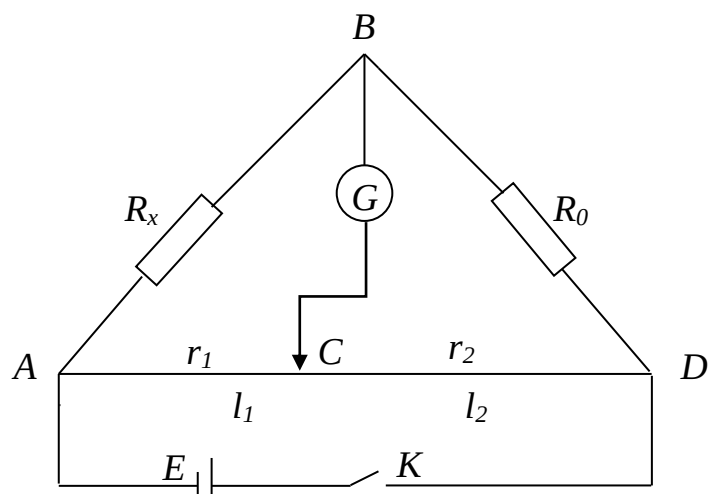
(3) formulani (4) formulaga nisbatini olinsa,

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{1 + \alpha \cdot t_1}{1 + \alpha \cdot t_2} \quad (5) \quad \text{bundan}$$

$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1 t_2 - R_2 t_1} \quad (6).$$

Asbobning tuzilishi.

Spiral shaklidagi qarshiligi o'lchanadigan o'tkazgich probirka ichiga joylashtirilgan bo'lib, bu probirka esa suvli idishga tushiriladi. Qarshiligi o'lchanadigan o'tkazgichning temperaturasi aniqlash uchun probirka ichiga termometr tushiriladi. Uitston ko'prigi biror R_x noma'lum qarshilikni R_0 noma'lum qarshilik bilan taqqoslash uchun ishlatiladigan sxemadir.



2- rasm.

Uitston ko'prigining A va C klemmlarida spiral shaklidagi R_x noma'lum qarshilik, B va D klemmlariga R_0 noma'lum qarshilik, D va V klemmlariga o'zgarmas tok manbai, C klemma bilan C kontaktga G galvanometr ulanadi. K kalit yordami bilan sxemani tok manbaiga ulab, C kontaktni chap yoki o'ng tomonga surish bilan galvanometrnining ko'rsatkichini nol ga keltiriladi. Kontakning shu holatida quyidagi munosabatni yozish mumkin:

$$\frac{R_x}{R_0} = \frac{r_1}{r_2} \quad (7)$$

bunda r_1 va r_2 lar AD reoxord AC va CD qismlarini qarshiliklari.

Bir jinsli o'tkazgichda o'tkazgich ayrim qismlari qarshiliklarining nisbati shu qismlar uzunliklari nisbati kabi bo'ladi. Shunday qilib, reoxordning AC qismi uzunligini l_1 bilan CD qismi uzunligini l_2 bilan belgilasak:

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{l_1}{l_2}$$

munosabatini hosil qilamiz, shundan keyin (7) tenglik quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\frac{R_x}{R_0} = \frac{l_1}{l_2}$$

bundan

$$R_x = R_0 \frac{l_1}{l_2} \quad (8)$$

O'zgaruvchan R_x qarshilikni R_0 ma'lum qarshilik bilan taqqoslashda shu munosabatdan foydalaniladi.

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{l_1}{l_2}$$

munosabat birdan uncha

ko'p farq qilmaganda R_x va R_0 qarshiliklarni taqqoslash aniqligi katta bo'ladi. Shuning uchun Uitston ko'prigi yordamida noma'lum qarshilikni o'lchashda R_0 ma'lum qarshilik R_x dan urcha ko'p farq qilmagani ma'qul. Qarshilik magazinidan biror yoki bir necha shtepselni chiqarish bilan R_0 ning R_x ga yaqin bo'lishiga erishish mumkin.

Ishni bajarish tartibi.

1. 2- rasmda ko'rsatilgan sxema yig'iladi va o'qituvchi tuzilgan sxemani tekshirib chiqqanidan so'ng tok manbai ulanadi.
2. Termometrdan t_1^0 uy temperaturasi yozib olinadi.
3. Spiral shaklidagi R_x noma'lum qarshilikning t_1^0 dagi R_1 qarshiligini o'lchash uchun qarshilik magazinidan shunday shtepselni chiqariladiki, K kalitni ulab D kontakti reoxordning o'rtarog'iga surilganda galvanometr nol ni ko'rsatsin. D kontkatning shu holatda shkalali taxtachada ko'rsatgan son qiymati $\frac{l_1}{l_2}$ nisbatini beradi. Bu topilgan qiymatlarni (8) ga qo'yib, R_1 topiladi.
4. Elektr plitka yordami bilan suvli idishga tushirilgan spiral shaklidagi R_x noma'lum qarshilikni t_2^0 temperaturagacha qizitilib, yuqoridagi usul bilan R_2 topiladi.
5. Yuqoridagi topilgan R_1 , R_2 , t_1^0 va t_2^0 larni (6) formulaga qo'yib, α aniqlanadi.

O'zlashtirish uchun savollar:

1. Qarshilikning temperatura koeffitsenti deb nimaga aytiladi ?
2. Qarshilikning temperatura koeffitsenti birligini chiqaring ?
3. Nima uchun temperatura ortgan sari metallarning qarshiligi kattalashadi ?
4. Uitston ko'prigini tuzilishini va u yordami bilan o'tkazgich qarshiligini o'lchash tartibini tushuntiring?

16- ish. KONDENSATORNING ELEKTR SIG'IMINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: kondensatorlarni elektr zanjiriga ulash usullari bilan tanishish va noma'lum kondensatorning elektr sig'imini aniqlash. **Kerakli asbob va uskunalar:** 1) tok manbai; 2) milliampermetr; 3) sig'imi ma'lum bo'lgan kondensatorlar (1-6 mF); 4) sig'imi ma'lum bo'lgan kondensatorlar; 5) ikki qutbli kalit; b) ulash simlari.

Qisqacha nazariya.

O'tkazgichniig potentsialini 1 V ga oshirish uchun zarur bo'lgan zaryad miqdoriga son jihatdan teng bo'lgan kattalik shu o'tkazgichning sig'imi deyiladi:

$$C = \frac{q}{\varphi} \quad (1)$$

bu yerda q - o'tkazgichdagi zaryad miqdori, φ - uning potentsiali. SI sistemasida sig'im Farad (F) bilan o'lchanadi, ya'ni $1F = 1 \text{ Kl} / 1 \text{ V}$ ga teng.

O'tkazgichlarni bir-biriga yaqinlashtirganda ularning sig'imi keskin ortadi. Bu hodisa kondensator yasashda qo'llaniladi. Kondensatorlar tuzilishi shakliga qarab yassi, sferik va tsilindrik kondensatorlarga bo'linadi. Dielektriklar turiga qarab qog'ozli, slyudali, keramikali, elektrolitli, sopolli va boshka turdagi kondensatorlarga bo'linadi. Ishlash prinsipiga qarab o'zgarmas va o'zgaruvchan tok kondensatorlari bo'ladi. Kondensatorning elektr sig'imi quyidagicha topiladi

$$C = \frac{q}{U} \quad (2)$$

bu yerda U – kondensator qoplamalaridagi kuchlanish.

Yassi kondensatorning sig'imi esa

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d} \quad (3)$$

formula bilan aniqlanadi. Bu yerda ε - dielektrik muhitning nisbiy dielektrik singdiruvchanligi

$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ – elektr doimiysi, S - qoplamalar yuzasi, d – kondensator qoplamalari orasidagi masofa. Sferik kondensatorning sig'imi

$$C = \frac{4\pi\epsilon_0\epsilon}{\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right)} = \frac{4\pi\epsilon_0\epsilon Rr}{(R-r)}, \quad (4)$$

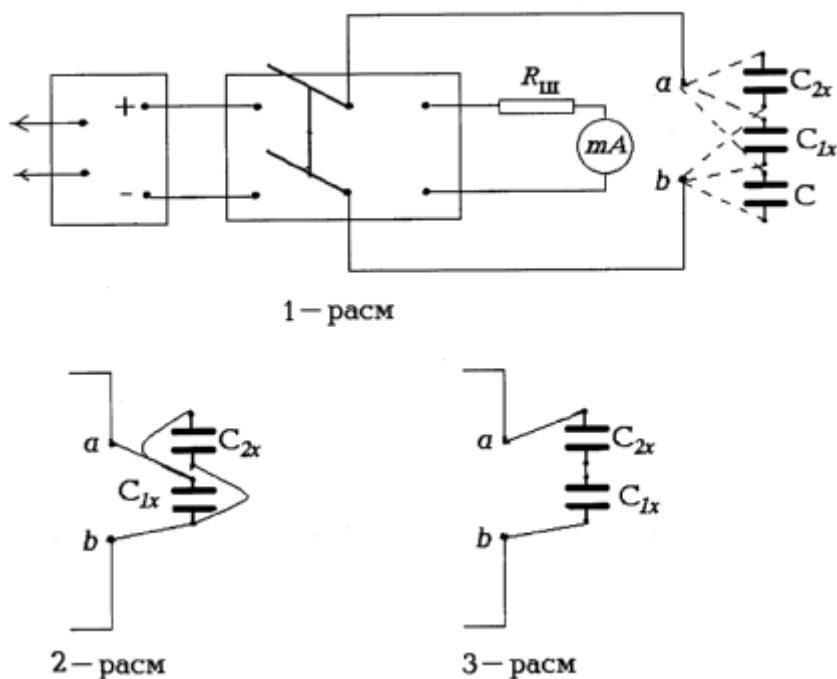
formula bilan aniqlanadi. Bu yerda K - tashqi sferik qoplama radiusi, r -ichki sferik qoplama radiusi.

Yakkalangan shar sigimi

$$C = 4\pi\epsilon_0\epsilon \cdot r \quad (5)$$

formula bilan hisoblanadi. Bu yerda ϵ - sharni o'rab turgan muhitning nisbiy dielektrik singdiruvchanligi.

QURILMA SXEMASI



Kondensatorlar zanjirlarga ketma-ket va parallel ulanadi. Ketma-ket ulangan kondensatorlardagi (4-rasm) zaryadlar bir biriga teng. $q_1 = q_2 = q_3 = \dots = q_n$ har bir kondensatordagi kuchlanish tushishlarining yig'indisi umumiy kuchlanishga teng:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n \quad (6)$$

Sistemaning umumiy sig'imini (2) va (6) ifodalaridan foydalanib quyidagicha topamiz:

$$\frac{q}{C_{ym}} = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2} + \frac{q_3}{C_3} + \dots + \frac{q_n}{C_n},$$

$$\frac{1}{C_{yM}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}, \quad (7)$$

Kondensatorlar o'zaro parallel ulansa, u holda ulardagi kuchlanishlar

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n$$

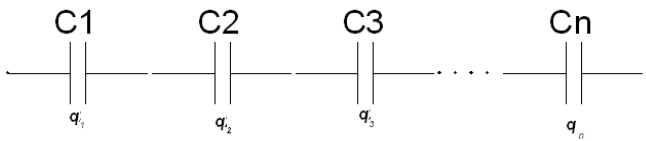
bir xil bo'ladi (5-rasm). Sistemadagi umumiy zaryad

$$q_{yM} = C_{yM} U_{yM} = q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = C_1 U_1 + C_2 U_2 + C_3 U_3 + \dots + C_n U_n$$

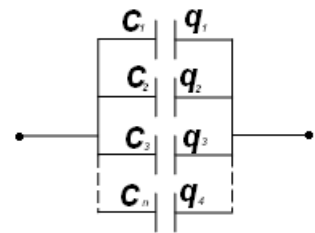
ga teng. Bundan

$$C_{yM} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n \quad (8)$$

ekanligi kelib chiqadi.



4-rasm



5-rasm

Ishni bajarish tartibi

1. 6-rasmda tasvirlangan elektr zanjirni yig'ing. Zanjirga sig'imi ma'lum bo'lgan kondensatordan birini ulang. 2. Kondensatorni zaryadlang. Buning uchun ikki qutbli kalitni qisqa vaqt elektr energiya manbaiga ulang. 3. Diqqatingizni milliampermetrga qaratib, kalitni milliampermetr tomonga ulang va strelkaning eng ko'p og'gan bo'limini bilib oling. 4. Bo'limlar soni n ni aniqroq olish uchun tajribani bir necha marta takrorlang. Agar n ning qiymati har xil chiqsa n ning o'rtasini toping. Bo'limlar sonining kondensator sig'imiga nisbati k ni aniqlang:

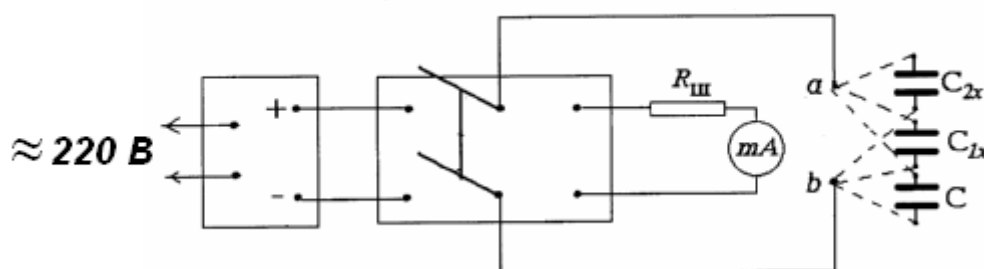
$$k = n/C$$

5. Sig'imi ma'lum bo'lgan boshqa kondensatorlar bilan tajribani 2-3 marta takrorlang.

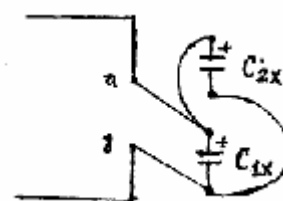
6. (1-4) bandlarni sig'imi noma'lum bo'lgan kondensator C bilan 3-4 marta takrorlang. Bu tajribalarda ham n_x bo'limlari sonini aniqlab, $C_x = n_x / k$ nisbatdan elektr sig'imini aniqlang.

7. O'lchash va hisoblash natijalarini quyidagi jadvalga yozing:

Tajr. nom.	C, mkF	n	k mkF^{-1}	n_x	C_x, mkF	$\Delta C, mkF$	$\langle \Delta C \rangle$ 100% $\langle C \rangle$
1							
2							
3							
O'rt. qiym.							



6-rasm



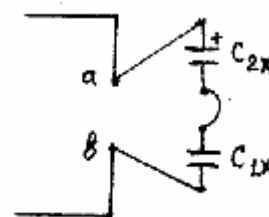
7-rasm

8. Natijani $C_x = \langle C_x \rangle \pm \Delta C_x$ ko'rinishda yozing.

E s l a t m a: O'qituvchidan sig'imi noma'lum bo'lgan kondensatorning sig'imini so'rab bilib oling va o'zingiz olgan natija bilan taqqoslang.

Qo'shimcha topshiriq

1. 7-rasmda tasvirlangan sxema bo'yicha zanjir yig'ing. Unga 2 ta sig'imi ma'lum bo'lgan kondensatorni parallel ulang tajribani takrorlab, parallel ulangan C_{par} kondensatorlar batareyasi sig'imini aniqlang. Hosil qilingan natijani $C_{par} = C_{qx} + C_{2x}$ bilan taqoslang va xulosa qiling.



8-rasm

2. 8-rasmda tasvirlangan sxema bo'yicha zanjir yig'ing. Unga 2 ta sig'imi ma'lum bo'lgan kondensatorlarni ketma-ket ulang. Tajribani takrorlab, ketma-ket ulangan kondensatorlar batareyasi sig'imini aniqlang olingan natijani

$$\frac{1}{C_{kx}} = \frac{1}{C_{1x}} + \frac{1}{C_{2x}} \quad \text{bilan taqqoslang va hulosa chiqaring.}$$

Nazorat uchun savollar.

1. Elektr sig'imining qanday birliklari bor va ular bir-biri bilan qanday bog'langan?
2. Kondensatorlarning vazifasi nimadan iborat?
3. Kondensatorlarning qanday turlarini bilasiz?

17- ish. ELEKTROLIZ HODISASINI O'RGANISH.

Misning elektrokimyoviy ekvivalentini aniqlash

Agar eritmalardan o'zgarmas elektr toki o'tkazilsa, ularning ichidagi ionlar elektr maydoni ta'sirida katod va anodga tomon harakat qiladi. Agar $SuSO_4$ eritmasi orqali tok o'tkazilsa misning musbat ionlari Su^{++} katodga tomon, manfiy ion SO_4^- - anodga tomon harakatlanadi.

Musbat zaridli Su^{++} ionlar katod elektrodiga kelib elektrodan ikkita elektronni qabul qiladi va katodda mis atomlari sifatida ajraladi. Elektrolitdan tok o'tayotganda elektrodalarda modda ajralib chiqish hodisasi **elektroliz** deyiladi.

Ingliz fizigi Faradey bu hodisalarni chuqur o'rganib elektrolizning ikki qonunini kashf etdi.

Birinchi qonuni quyidagicha ta'riflanadi: elektrolitdan o'zgarmas tok o'tib turgan vaqtda elektrodalarda (katodda) ajralib chiqan moddaning massasi tok kuchiga va uning o'tish vaqtiga to'g'ri proporsionaldir.

Katodda ajralgan moddaning massasini m , tok kuchini J va vaqtni t bilan ifodalasak, bu qonunning matematik ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$m = kIt \quad (1)$$

bunda k - proporsionallik koeffitsienti yoki tekshirilgan moddaning elektroximiyaviy ekvivalenti deyiladi:

$$k = \frac{m}{It} \quad (2)$$

Moddaning elektroximiyaviy ekvivalenti son jihatidan elektrolitdan bir Kulon zaryad o'tganda ajralib chiqqan modda massasiga teng bo'ladi.

Kerakli asbob va materillar:

1) voltmetr; 2) sekundomer; 3) reostat; 4) kalit; 5) ampermetr; 6) tok manbai.

Ishning bajarilishi

Biror shisha idishga (bankaga) 15– 30% li $SuSO_4$ eritmasi solinib, uning ichiga mis plastinkadan yasalgan ikkita elektrod tushiriladi (1- rasm). Katod elektrodni tajriba oldidan juda ham yaxshilab tozalash kerak. Tozalangan katod plastinkasining yuzasiga qo'l tegizmasdan dastasidan ushlab, analitik tarozida 0,1 mg aniqlikgacha tortish kerak. So'ngra tozalangan plastinkani tok manbaining minus qutbiga ulab, eritmaga tushirish kerak.

Eritma orqali o'tadigan elektr tokining kuchi haddan tashqari katta bo'lmasligi uchun elektrolitsiz reostat yordamida tokning kuchini 1–2 *amper* bo'lgan kuchlanish tanlab olinib, so'ng idishga elektrolit quyib tok yuboriladi.

Asboblari 1-rasmda tasvirlangan sxema asosida bir-biriga ulangandan keyin sekundomer yoki soatga qarab K kalitni ulash kerak. Tokni reostat yordamida hamma vaqt doimiy saqlagan holda taxminan 10–12 minut o'tgandan keyin kalit uzilib plastinka eritmada chiqarib olinadi va toza suvda yuviladi, quritiladi, so'ng yana analitik tarozida 0,1 mg aniqlikgacha tortiladi.

Tok o'tkazishdan oldin katod plastinkaning massasi m_1 , tajriba oxirida esa m_2 bo'lsa, elektrolitdan ajralgan misning massasi

$$m = m_2 - m_1 \quad (3)$$

Demak, ajralgan misning massasi m ni ketgan vaqt t ni va shu vaqt o'tgan tok I ni bilgan holda misning elektroximiyaviy ekvivalenti (2) formulaga asosan topish mumkin.

Faradeyning ikkinchi qonuni modalarning elektroximiyaviy ekvivalentlari ularning ximiyaviy ekvivalentlariga proporsional ekanligini ifodalaydi:

$$k = \frac{cA}{n} \quad (4)$$

bunda s – proportsionallik koeffitsienti bo'lib, hamma moddalar uchun bir xil, A -modaning atom massasi, n -moddaning valentligi.

Odatda c koeffitsient o'rniga unga teskari bo'lgan kattalik kiritiladi:

$$c = \frac{1}{F} \quad (5)$$

(4) ga asosan (5) ni quyidagicha yozish mumkin:

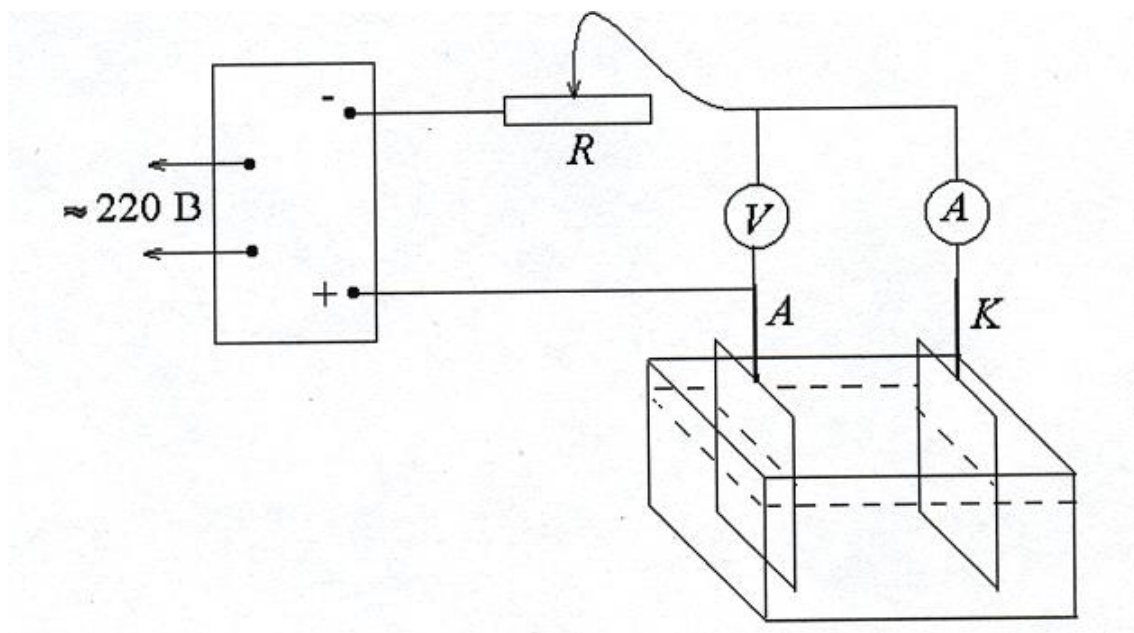
$$k = \frac{A}{Fn} \quad (6)$$

Bundan

$$F = \frac{A}{kn} \quad (7)$$

F - Faradey soni deyiladi.

Qurilma
sxemasi



Tajriba 2–3 marta bajarilib, natija $k = \bar{k} \pm \overline{\Delta k}$ ko'rinishda yoziladi.

Savollar va topshiriqlar

1. Elektrolit nima?
2. Elektrolitik dissotsiatsiya deb nimaga aytiladi?
3. Elektroliz deb nimaga aytiladi?
4. Elektroliz qonunlarini ta'riflang.
5. Elektroximiyaviy ekvivalent deb nimaga aytiladi?
6. Ximiyaviy ekvivalent deb nimaga aytiladi?
7. Tajriba natijalari asosida elektr zaryad kattaligini hisoblang.

18- ish. ELEKTROLITLARNING SOLISHTIRMA

QARSHILIGINI ANIQLASH

Kerakli asbob va materiallar:

- 1) elektr manbai; 2) $SuSO_4$ eritmasi solinadigan idish; 3) voltmeter;
- 4) ampermetr; 5) ulash simlari.

Elektrolitlar ichida erkin ionlar bo'lgani uchun unga tashqaridan elektr tok berilsa, u elektr zaryadi oqimini o'zidan o'tkaza oladi, ya'ni Om qonuni

$$I = \frac{U}{R} \quad (1)$$

suyuq o'tkazgichlar uchun ham o'rinalidir va uning qarshiligi quydagicha aniqlanadi:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S}, \quad (2)$$

bu yerda S – ikki bir xil geometrik shaklli elektrodning yuzasi, l - ularning orasidagi masofa, ρ - elektrolitning solishtirma qarshiligi. Shunday qilib,

geometrik shaklli elektrodlar orasidagi elektrolitning qarshiligini topsak, uning solishtirma qarshiligini ham aniqlash mumkin bo'ladi:

$$\rho = \frac{R \cdot S}{\ell} = \frac{U \cdot S}{I \cdot \ell} \quad (3)$$

Ishning bajarilish tartibi:

1. Idishda qo'zg'aluvchan kontaktlar orasini 12–14 sm masofada ushlab qotiramiz va elektrodning yuzasi S ni topamiz.
2. Manbani elektr tarmog'iga ulaymiz. Kalitni yopish vaziyatiga buraymiz.
3. Voltmetr va ampermetr ko'rsatishlarini yozib olamiz.
4. Qo'zg'aluvchan kontaktlar orasidagi masofani har 2 sm ga yaqinlashtirib, ularning vaziyatiga mos kelgan voltmetr va amrpermetr ko'rsatishini jadvalga yozib boramiz.
5. Har bir ℓ o'lchashga mos kelgan ρ ni (3) formuladan hisoblab jadvalga yoziladi.

Tajriba nomeri	U, V	I, A	S, m^2	ℓ, m	$\rho, Om \cdot m$	$\Delta \rho, Om \cdot m$	$\frac{\Delta \rho}{\rho}$ 100%
1							
2							
3							
O'rtacha							

qiymatlar						
-----------	--	--	--	--	--	--

1. Solishtirma qarshilikning qiymatini $\rho = \bar{\rho} \pm \Delta \bar{\rho}$ ko'rinishda yozing.
2. Eritmaning qarshiligini uning elektrodlar orasidagi masofaga bog'lanish grafigini chizing.

Savollar va topshiriqlar

1. Elektrolit nima?
2. Elektrolitik dissotsiatsiya deb nimaga aytiladi?
- Z. Qanday sharoitda elektrolitlar uchun Om qonuni o'rinli bo'ladi?
3. Elektrolitning solishtirma qarshiligi qanday faktorlarga bog'liq?

19- ish. ELEKTROSTATIK MAYDONNI O'RGANISH

Ishning maqsadi: Elektrostatik vanna yordamida elektrostatik maydon tavsifini o'rganish.

Kerakli asboblari: Elektrostatik vannali qurilma.

Kirish

Qo'zg'almas zaryadlangan jismlarning hosil qilgan maydoni elektrostatik maydon deb ataladi. Elektr maydoni elektr maydon kuchanganligi E va potentsiali φ bilan harakterlanadi. Elektr maydon kuchlanganligini aniqlash uchun o'rganilayotgan maydonning shu nuqtasiga $q_0 = +1 \text{ Kl}$ musbat birlik zaryad kiritilib unga ta'sir

qilayotgan kuch F aniqlanadi, ya'ni $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$ (1) ga teng.

Demak, elektr maydon kuchanganligi deb, maydonning shu nuqtasiga kiritilgan mausbat birlik zaryadga ta'sir qiluvchi kuchga aytiladi.

SI da birligi $[E] = H / M$ yoki V/m .

Elektr maydonning biror nuqtasidagi potentsiali cheksizlikdan musbat birlik zaryadni maydonning shu nuqtasiga ko'chirilishida bajarilgan ishga aytiladi, ya'ni

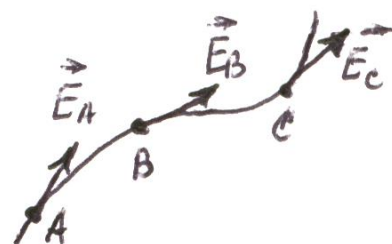
$$\varphi = \frac{A}{q_0} \quad (2).$$

Chunki cheksizlikdagi maydon potentsiali $\varphi_0 = 0$ bo'lgani uchun $A = q(\varphi - \varphi_0)$ dan (2) munosabat kelib chiqadi.

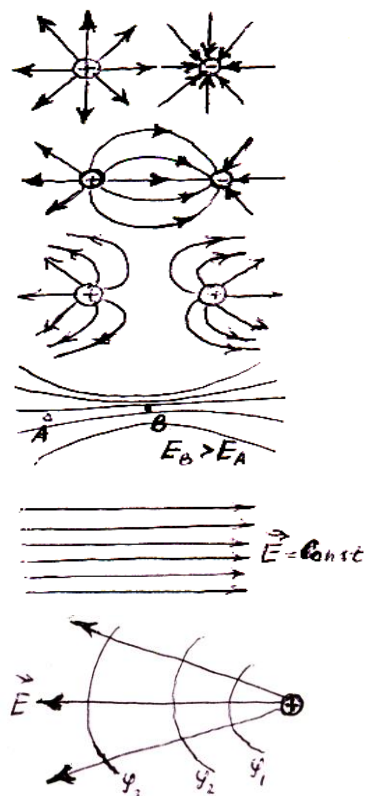
Potentsial birligi

$$[\varphi] = \frac{1J}{1C} = 1B$$

Maydon potentsialining taqsimoti va elektr maydon kuchlanganligining kattaligi hamda yo'nalishi bilan tavsiflanadi. Agar maydonning x_1 nuqtasida potentsial qiymati φ_1 , x_2 nuqtasida φ_2 bo'lsa, u oraliqdagi maydon kuchlanganligi $E = -\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{x_1 - x_2} = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta x}$ nisbat bilan aniqlanadi.



Minus ishorasi elektr maydon kuchlanganligi potentsiali katta bo'lgan nuqtadan potentsial kichik bo'lgan nuqtaga yo'nalganligini ko'rsatadi. Maydon kuchlanganligini ikki nuqta orasidagi potentsiallar farqi, ya'ni kuchlanish orqali ham aniqlash mumkin. Agar nuqtalar orasidagi kuchlanish U ular orasidagi masofa $\Delta x = d$ bo'lsa, u holda $E = \frac{U}{d}$ bo'ladi.



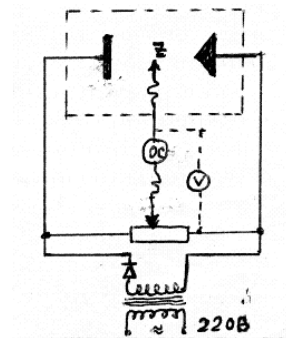
Elektr maydonni grafik ravishda ekvipotentsial sirtlar (yoki chiziqlar) va kuch yoki kuchlanganlik chiziqlari bilan tavsiflanadi. *Potensialli bir xil bo'lgan sirtga (chiziqqa) ekvipotentsial sirtlar (chiziqlar) deyiladi.* Elektr maydon kuch (kuchlanganlik) chiziqlari shunday chiziqlarki, uning ixtiyoriy nuqtasidagi maydon kuchlanganligi maydonning shu nuqtasiga o'tkazilgan urinma bilan ustma – ust tushadi. Uning o'tkazish qoidalari quyidagilar:

- 1) Elektr maydon kuch chiziqlari musbat zaryaddan boshlanib cheksizlikda yoki manfiy zaryadda tugaydi, yohud cheksizlikdan boshlanib manfiy zaryadda tugaydi.
- 2) Elektr kuch chiziqlari umuman kesishmaydi;
- 3) Maydon kuchlanganligi katta joylarda kuch chiziqlari zich, maydon kuchlanganligi kichik joylarda siyrak o'tkaziladi;
- 4) Barcha nuqtalarida maydon kuchlanganligining kattaligi va yo'nalishi bir xil bo'lgan maydon bir jinsli maydon deyiladi va uning kuch chiziqlari bir xil zichlikda o'tkazilgan o'zaro parallel to'g'ri chiziqlardan iborat.
- 5) Kuch chiziqlari ekvipotentsial chiziqlarga (sirtlarga) perpendikulyar yo'nalgan bo'ladi. Shunday qilib, elektrostatik maydon tavsifini o'rganish uchun ekvipotentsial chiziqlar (sirtlar) ni o'rganish va ular asosida maydon potentsiali va kuchlanganligini aniqlash mumkin.

Eksperimental qism.

Odatda elektrostatik maydon sun'iy hosil qilingan xuddi shunday konfiguratsiyali sistemada o'tkazuvchan muhit hosil qilinib, undan tok o'tkazish yo'li bilan o'rganiladi. Bunda zaryadlangan jism ikki xuddi shundan shakldagi va potentsialdagi tok o'tkazuvchi elektrodlar bilan almashtiriladi. Bu tajribani o'tkazishning eng sodda usuli bu elektrolitik vanna yordamida elektr maydonini

o'rganishdir. Qurilmaning ish sxemasi rasmda keltirilgan. Elektrolitik vanna elektr o'tkazuvchanligi o'ta sust izolyator bo'lgan modda (masalan pleksiglas)dan yasalgan bo'lib, unga elektrod qalinligiga yaqin elektrolit (masalan kichik konsentratsiyali NaCl eritmasi yoki oddiy krandan quyilgan suv) quyiladi. A va B elektrodlar shakl vazifaga qarab tanlanadi. Vanna elektrodlariga pasaytiruvchi transpormator orqali kuchlanish beriladi (odatda $0,1 \div 10$ V) Potentsiometrdan bir meyorda har bir tanlangan potentsialga, masalan U ga mos nuqtalar to'plami z – zond yordamida topiladi. Bunda zond shunday nuqtalarga qo'yiladiki, uning potentsiali P – da qo'yilgan potentsialga teng bo'lgan ostsillograf nolni, yani nuqtani ko'rsatadi (yoki voltmetr bitta V_i qiymatni ko'rsatadi).



So'ngra potentsiometr surgichini quyidagi lineyka ko'rsatgichiga qarab V_2 ga qo'yamiz va unga potentsiali teng bo'lgan nuqtalarni z -zond yordamida vannadan topamiz. Nuqtalar koordinatalarini bilgan holda berilgan masshtabda (odatda 1:1) millimetrli qog'ozda qalam bilan qo'yib chiqamiz va ularni tutashtirib, potentsiallari bir xil bo'lgan ekvipotentsial chiziqlar hosil qilamiz. Odatda har bir - potentsialga mos 10 – 12 nuqtalar topilib ekvipotentsial chiziq o'tkaziladi. Vannadagi maydonni to'la tavsiflash uchun 8-10 ta ekvipotentsial chiziqlar hosil qilish yetarli bo'ladi. Hosil bo'lgan ekvipotentsial chiziqlarga mos holda ularga perpendikulyar bo'lgan kuch (kuchlanganlik) chiziqlari o'tkaziladi va maydonni to'la grafik tavsifi hosil qilinadi. Potentsial qiymatlarini bilgan holda ekvipotentsial chiziqlar (sirtlar) orasidagi masofani bilgan holda ular orasidagi maydonning o'rtacha kuchlanganligi $E = \frac{\Delta\varphi}{\Delta x}$ ifoda yordamida hisoblash mumkin.

Laboratoriya ishini bajarilish tartibi.

1. Vannaga ikkita tanlangan sodda geometrik shakldagi (to'rtburchak va uchburchak shakllardagi) elektrodlar o'rnatiladi. Potentsiometrdagi surgich

reostatning eng chekka qismida turishi kerak.

2. O'qituvchi yoki laborant ruxsati bilan ostsillograf va pasaytiruvchi transformator manbaga ulanadi. Ostsillograf ishga tayyor bo'lgach zond vannaga tushirilib, ostsillograf nuqtani (chiziqni) – 0 ni ko'rsatuvchi zond vaziyatlari topiladi.

3. Har bir potentsialga mos nuqtalar vaziyati millimetrovkali qog'ozga qalam bilan yozib boriladi. Nuqtalar o'rni to'tashtirilib, har bir V_i potentsialga mos ekvipotentsial chiziqlar (sirtlar) hosil qilinadi.

4. Ekvipotentsial chiziqlarga tik bo'lgan kuch (kuchlanganlik) chiziqlari o'tkaziladi va o'qituvchi tanlab ko'rsatgan soha uchun maydon kuchlanganligi hisoblanadi.

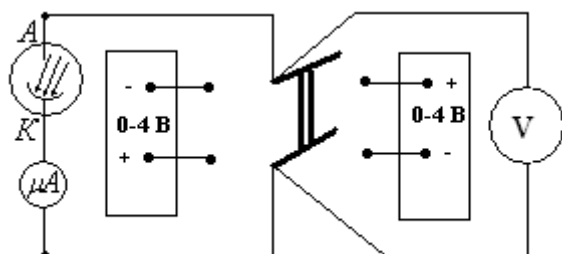
5. Vaqtga bog'liq holda o'qituvchining ko'rsatmasiga asosan murakkabroq konfiguratsiyali elektrodlar sistemasi uchun ish takror bajariladi.

Nazorat savollari

1. Elektrostatik maydon deb nimaga aytiladi?
2. Elektr maydon kuchlanganligi deb nimaga aytiladi?
3. Potentsial deb nimaga aytiladi?
4. Elektr maydonida bajarilgan ish formulasini yozing?
5. Ekvipotentsial sirt bo'yicha zaryadni ko'chirishdagi bajarilgan ish nimaga teng?
6. Nima uchun elektrolit vannada maydon tavsifi o'zgaruvchan tok yordamida olib boriladi?

20- ish. FOTOEFFEKT QONUNLARINI O'RGANISH

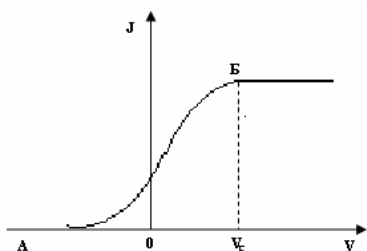
Yorug'lik nuri ta'sirida jismlardan elektronlarning urib chiqarilishi hodisasiga *fotoelektrik effekt* yoki *fotoeffekt* deb ataladi. Bu hodisani birinchi marta 1887 yilda G.Gerts gazlarda razriyad hodisasini o'rganish paytida kuzatgan. Fotoeffekt hodisasini o'rganishda qo'llaniladigan tajriba qurilmasining prinsipial



chizmasi 1-rasmda ko'rsatilgan. Katod yorug'lik nuri bilan yoritilganda undan

chiqqan fotoelektronlar anod tomon harakatlanib, zanjirda fotoelektrik tokning hosil bo'lishiga sabab bo'ladi. Fotoeffekt hodisasini sirti yaxshi tozalangan va vakuumga joylangan metallarda kuzatish qulaydir. Agar tushayotgan yorug'lik intensivligi va chastotasi o'zgarmas bo'lganda, katod va anod orasiga berilayotgan U kuchlanishi oshirib borsak, hosil bo'lgan fototok bilan kuchlanish orasidagi bog'lanish 2-rasmda ko'rsatilgan egri chiziq bilan harakterlanadi. Bu egri chiziq fotoelementning *voltamper harakteristikasi* deyiladi.

Kuchlanish $U = 0$ bo'lganda ham fototokning kuzatilishi katoddan chiqayotgan elektronlarning tezliklari bo'yicha ma'lum taqsimotga ega bo'lishi bilan tushuntiriladi. B nuqtadan U ning yanada ortishi bilan fototok kuchi o'zgarmay qoladi. Bu tokning qiymati to'yinish fototoki deb ataladi. U_v ning qiymatidan yuqori qiymatlarda yorug'lik urib chiqargan hamma fotoelektronlar anodga yetib kelgani uchun to'yinish fototok kuchi hosil bo'ladi. Rus olimi A.G.Stoletov fotoeffekt hodisasini o'rganib, quyidagi qonuni kashf etdi. Fotoeffekt vaqtida hosil



bo'ladigan to'yinish tokining qiymati yutilgan yorug'likning intensivligiga proporsional o'zgaradi.

Lenard va boshqa olimlar o'tkazgan qator tajribalar natijasida fotoelektronlarning kinetik energiyasi tushayotgan yorug'lik nurining intensivligiga hech bog'liq emasligi, u faqat yorug'lik chastotasiga bog'liqligi aniqlanadi. Shunday qilib, fotoelektronlarning kinetik energiyasi yorug'lik chastotasiga proporsional ravishda o'zgarar ekan. Buni yorug'likning korpuskulyar tabiati asosidagina, ya'ni yorug'lik fotonlar oqimidan iborat deb qarab tushuntirish mumkin. Tushayotgan yorug'lik fotoni metall yoki atom tarkibida bog'langan elektronga energiyasini to'qnashish jarayonida butunlay beradi va elektron atom yoki metaldan uzilib, tashqariga ma'lum kinetik energiya bilan uchib chiqadi. Agar fotoeffekt hodisasi metall ichida keng uchraydigan erkin elektronlarda yuz berayotgan bo'lsa, elektron kinetik energiyasining bir qismi elektronni metaldan chiqishi uchun zarur bo'lgan chiqish ishiga sarflanadi. Fotoelektron metali atomlari bilan to'qnashib, metalni isishiga sabab bo'luvchi bir

qism energiyasini yo'qotmasa, u metaldan tashqariga maksimal kinetik energiya bilan uchib chiqadi:

$$\frac{1}{2}m\vartheta^2 = h\nu - A \quad (1)$$

Bu yerda A - ko'rilayotgan metal uchun harakterli bo'lgan chiqish ishi, m – elektronning massasi, $h\nu$ – foton energiyasi. Bu formulani birinchi marta Eynshteyn olgan va shuning uchun formula Eynshteyn nomi bilan yuritiladi.

Eynshteyn formulasidan tajribada tasdiqlanuvchi quyidagi ikkita xulosa kelib chiqadi:

1. Fotoelektrik effekt natijasida urib chiqarilgan elektronlarning maksimal kinetik energiyasi yorug'likning chastotasiga chiziqli bog'langan bo'lib, uning intensivligiga bog'liq emas. Shunisi qiziqki, (I) formulani harakterlovchi to'g'ri chiziqning chastotasi o'qiga nisbatan og'ish burchagining tangensi Plank doimiysini beradi. Bu

usul bilan Plank doimiysini o'lchash mumkin.

II. Fotoeffektning shunday kichik ν_0 chastotalar chegarasi mavjudki, undan kichik chastotalarda fotoeffekt kuzatilmaydi. Haqiqdan ham, (1) formuladagi A ni $h\nu_0$ ga teng deb olsak, formulani quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{1}{2}m\vartheta_{max}^2 = h(\nu - \nu_0) \quad (2)$$

$\nu < \nu_0$ da tenglamaning o'ng tamoni manfiy bo'lib qoladi. Buning bo'lishi mumkin emas, chunki fotoelektronning kinetik energiyasi $\frac{1}{2}m\vartheta_{max}^2 > 0$ bo'lishi kerak.

Demak, $\nu < \nu_0$ fotoeffekt hodisasi yuz bermaydi. ν_0 esa fotoeffekt hodisasining past chastotali chegarasiga mos keladi. Shunday qilib, yorug'lik fotonining energiyasi $h\nu_0$ minimal energiyadan katta bo'lgandagina fotoeffekt hodisasi ro'y berar ekan. Bu energiyaga mos keluvchi yorug'lik to'lqin uzunligining qiymatiga λ_0 fotoeffektning qizil chegarasi deb ataladi. Biz yuqorida ko'rib chiqqan

metallarda yuz beruvchi fotoeffekt hodisasi tashqi fotoeffekt deb ataladi. Ichki fotoeffekt deb ataluvchi fotoeffekt hodisasi yarimo'tkazgich va dielektrlarda yuz beradi. ta'sirida elektronlarning bir qismi valent zonadan o'tkazuvchanlik zonasiga o'tadi. Yarimo'tkazgich dielektrik ichida zaryad tashuvchi zarralarning konsentratsiyasini ortgani uchun fotoo'tkazuvchanlik hosil bo'ladi, ya'ni yorug'lik ta'sirida jismning elektr o'tkazuvchanligi ortadi. Mazkur ishda lazer turidan ($\lambda \leq 6000 \text{ nm}$) foydalangan holda tashqi fotoeffekt hodisasi o'rganiladi va fotokatod uchun elektronning chiqish ishi A aniqlanadi. Buning uchun fotodioddan katod va anod oralig'iga tormozlanuvchi maydon qo'yiladi va elektronning kinetik energiyasi uni tormozlovchi maydonga qarshi bajariladigan A_T ishga teng holda topiladi, ya'ni

$$\frac{1}{2} m v_{max}^2 = A_T = eU_T \quad (3)$$

Bu yerda U_T tormozlovchi maydon kuchlanishi. (3) ni hisobga olib (1) ifodani

quyidagicha yozamiz: $eU_T = h\nu - A$, $A = h\nu - eU_T = \frac{hc}{\lambda} - eU_T$ bo'lgan bo'ladi.

Ishni bajarilish tartibi.

1. Rasmda keltirilgan sxema yig'iladi. Yuqori kuchlanish berilganda to'yinish toki o'lchanadi. Kichik kuchlanish berilganda, anodga manfiy tormozlovchi kuchlanish beriladi

2. Musbat kuchlanishni 0 dan 100 V gacha orttira borib, fototok kuchi yozib boriladi. So'ngra past kuchlanishga ulab 0 dan U_T gacha o'zgartira borib, U_T fototok kuchining O ga aylangandagi U_T - ning qiymati yozib olinadi.

3. Fototok kuchini anod va katod orasidagi kuchlanishga bog'lanish grafigi, ya'ni vol tamper harakteristikasining grafigi chiziladi.

4. $A = h\nu - eU_T = \frac{hc}{\lambda} - eU_T$ formuladan elektronning chiqish ishi hisoblanib topiladi.

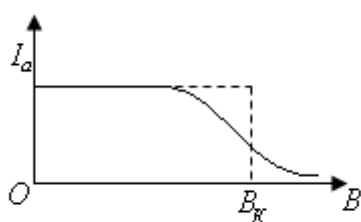
5. Tajriba 3 marta bajarilib, chiqish ishining o'rtacha qiymati va

uning absolyut hamda nisbiy xatoliklari hisoblanadi.

Nazorat savollari

1. Fotoeffekt deb nimaga aytiladi?
2. Fotoeffekt qonunlarini aytib bering.
3. Tashqi fotoeffekt uchun Eynshteyn formulasini tahlil qilib bering.
4. Ichki fotoeffekt deb nimaga aytiladi?
5. Fotoeffektning qizil chegarasi deb nimaga aytiladi
6. Fotorezistor nima?
7. Fotoelementning tuzilishi va ishlash prinsipi.
8. Fotoelementning texnikada ishlatilishi.

21- ish. ELEKTRONNING SOLISHTIRMA ZARYADINI ANIQLASH



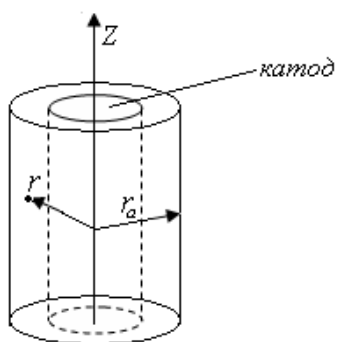
Ishning maqsadi: Elektronning solishtirma zaryadi

$\frac{e}{m}$ ni magnetron usulida aniqlash. Elektron zarya-

dining massasiga nisbatan $\frac{e}{m}$ elektronning

solishtirma zaryadi deb ataladi.

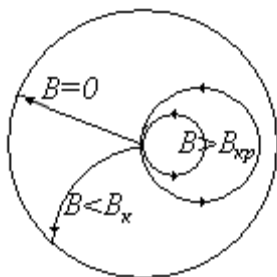
Elektronning solishtirma zaryadini o'lchash usullarining deyarli hammasi



elektronning elektr va magnit maydonlarida harakatini o'rganishga asoslangan. Biz ko'rib chiqadigan usulning magnetron usuli deb atalishining sababi shundaki, bu usulda qo'llaniladigan elektr va magnit maydonlarining konfiguratsiyasi yuqori chastotali elektromagnit tebranishlarni yuzaga keltiruvchi qurilma-magnetronda hosil qilinuvchi elektromagnit maydon konfiguratsiyasini

eslatadi. Tajriba qurilmasining asosiy qismi anodi silindrik shaklda, katodi esa shar silindr ichida joylashgan ikki elektrodli elektron lampadan iborat (1-rasm). Diod solenoid ichiga joylanadi. Solenoid tok maibaiga ulanganda unda hosil bo'lgan

magnit maydon induksiyasi diodning katodi bo'ylab yo'nalgan bo'ladi. Solenoid manbaga ulanmagan holda, qizdirilgan katoddan chiqayotgan elektronlar katod bilan anod orasida hosil qilinuvchi elektr maydon ta'sirida harakatga kelib, zanjirda tok hosil qiladi. Elektronlarga elektr maydonda ta'sir etuvchi kuchlarni ko'rib chiqaylik. Katod va anod hosil qilgan silindrik kondensatorda hosil bo'lgan elektr maydon faqat radial tashkil etuvchi y_e kuchlanganlikka ega bo'lib, u quyidagi formula bilan ifodalanadi:



$$E_r = \frac{V_a}{\ln \frac{r_a}{r_k}} \cdot \frac{1}{r}$$

Bu yerda V_a - anod va katod orasida hosil qilingan kuchlanish. r_a - anod radiusi, r_k - katod radiusi va r - katod

bilan ko'rilayotgan nuqta orasidagi masofa. Bunday elektr maydonda elektronga radius yo'nalishi bo'ylab yo'nalgan kuch ta'sir etadi va u quyidagi formula bilan aniqlanadi: $F_r = e E_r$. Qutb koordinatalar sistemasida elektr maydon ta'sir kuchining boshqa tashkil etuvchilari nol ga teng bo'ladi: $E_z = 0$. Endi elektronga magnit maydonda ta'sir etuvchi kuchlarni ko'ramiz. Magnit maydon ta'sir kuchining z - o'qidagi proektsiyasi nol ga teng, chunki magnit maydon induksiyasi z - o'qi bo'ylab yo'nalgan: $F_{z_{maz}} = 0$. Magnit maydon ta'sir kuchining radius bo'yicha tashkil etuvchilari Lorents formulasi bilan aniqlanadi: $F_{z_{maz}} = e \vartheta_r B$. Magnit maydon bo'lmaganda elektronlar katoddan anodga radius yo'nalishida to'g'ri chiziq bo'ylab harakat qiladi (2-rasm). Magnit maydon ta'sirida elektronlar egri traektoriyalar bo'ylab harakatlanadi. Magnit maydon induksiyasining biror kritik qiymatida (B_{kp}) elektronlar anodga yaqinlashib boruvchi traektoriya bo'ylab harakatlanadi. Va nihoyat $B > (B_{kp})$ da elektronlar anodga tushmay, katod atrofida aylanuvchi egri chiziqli traektoriyalar bo'ylab harakatlanadi. Bu esa anod tokining kamayishiga sabab bo'ladi. $r = r_a$ bo'lganda elektronning radial tezligi nol ga aylanishini e'tiborga olib, B_{kp} ning qiymatini topish oson. U holda $\vartheta_a = \frac{e B_{kp}^2 \cdot r_{kp}^2}{8m}$.

Bundan $\frac{e}{m} = \frac{89_a}{B_{\kappa p}^2 \cdot r_{\kappa p}^2}$. Shunday qilib, $\frac{e}{m}$ ni topish uchun tajribada anod kuchlanishinig biror qiymatida anod tokining magnit maydon induktsiyasiga bog'lanish grafigidan $B_{\kappa p}$ ni topish kerak. Agar katoddan chiqayotgan elektronlarning tezligi bir xil bo'lsa, $J_a(B)$ bog'lanish Z-rasmda punktir bilan ko'rsatilgan to'g'ri burchakli chiziq ko'nishida kelib chiqar edi. Lekin elektronlar qizdirilgan katoddan turli boshlang'ich tezliklar bilan uchib chiqqanliklaridan $J_a(B)$ bog'lanish to'g'ri chizigi Z-rasmda ko'rsatilgan uzluksiz chiziq shakliga ega bo'ladi.

Qurilma chizmasi va ishlash printsipi

Bu ishda $\frac{e}{m}$ ni aniqlash uchun magnitlanmaydigan silindrik anodga ega bo'lgan ikki elektrodli elektron lampadan foydalaniladi. Qurilmaning chizmasi 4-rasmda ko'rsatilgan. M_1 manba yordamida elektron lampa ulangan zanjirdagi katod va anod orasiga V_a anod kuchlanishi berildi. M_1 manba esa solenoidli zanjirni tok bilan ta'minlaydi. Solenoidga beriluvchi J tok qiymatini ortib borish bilan anod toki Z-rasmda ko'rsatilgan egri chiziqqa o'xshash egri chiziq bo'ylab o'zgardi. Solenoid tokining biror J qiymatida anod toki keskin kamaya boshlaydi. Bu nuqtada $J_a(J_c)$ egri chizig'i eng katta og'ish burchagiga ega bo'ladi. V_a - ning biror o'garmas qiymatida olingan $J_a(J_c)$ egri chizig'idan J_{CKK} topiladi, so'ng

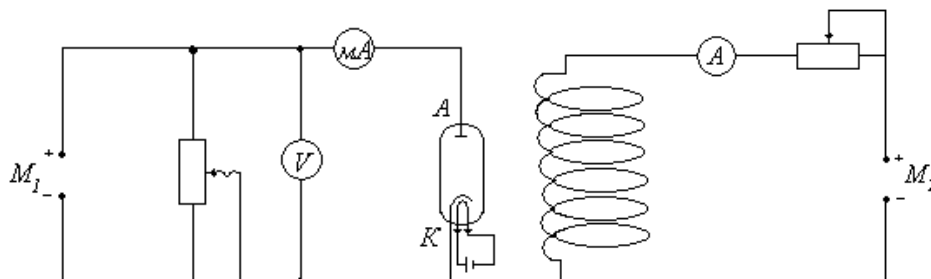
$B_{\kappa p} = \mu\mu_0 n J_{\text{CKK}}$ formulaga ko'ra aniqlanadi va (6) formuladan esa $\frac{e}{m}$ topiladi.

(7) formuladagi n -solenoiddagi o'ramlar soni.

Ishning bajarilish tartibi

1. Qurilmani tok bilan ta'minlovchi UIP-1 tok maibaiga ulanadi.
2. Solenoidni tok bilan ta'minlovchi blok tok manbaiga ulanadi.
3. Tok manbaiga ulangan elektr asboblari 2-3 minut qizdirilgach elektron lampa katodiga qizdiruvchi nakal kuchlanishi ulanadi.

4. Elektron lampaga anod kuchlanishi beriladi.
5. Solenoid zanjiriga tok manbai ulanadi.
6. Anod kuchlanishining biror V_a qiymatida solenoid tokini



o'zgartirib, unga mos keluvchi anod tokining qiymati milliampermetr yordamida o'lchab, yozib olinadi. Tajribaning V_a ning yana uch xil qiymatida takrorlanib, olingan natijalar quyidagi 14-jadvalga yoziladi:

14-jadval

V_{a1}			V_{a2}			V_{a3}			V_{a4}		
J_a	J_{CKK}	$\frac{e}{m}$	J_a	J_{CKK}	$\frac{e}{m}$	J_a	J_{CKK}	$\frac{e}{m}$	J_a	J_{CKK}	$\frac{e}{m}$

7. Har bir V_a uchun $J_a(J_c)$ egri chiziq va har bir egri chiziq uchun qiymati aniqlanadi. J_{CKK} ning har bir qiymati uchun (7) va (6) formulalar asosida $\frac{e}{m}$ qiymatlari, uning o'rtachasi va o'rtacha xatolik aniqlanadi.

Nazorat savollari:

1. Elektronning bir jinsli elektr maydonidagi harakat tenglamasini yozing.
2. Elektronning bir jinsli magnit maydonidagi harakat tenglamasini yozing.
3. Magnit maydoni induksiyasiniig kritik qiymati deganda nimani tushunasiz?

4. Solenoid ichidagi magnit maydon induksiyasini hisoblash formulasini yozing.

O'lchov parametrlari: $R=8,2 \text{ mm}$, $N=800 \text{ ta}$, $U_a=20 \text{ V}$, 25 V , 30 V ,

$J_a=1-3 \text{ mA}$, $J_{sol}=150-300 \text{ mA}$, $l=10 \text{ sm}$.

22- ish. YER MAGNIT MAYDON KUCHLANGANLIGINING GORIZONTAL TASHKIL ETUVCHISINI TANGENSBUSSOL YORDAMIDA ANIQLASH

Kerakli asbolar: tangensbussol, pereklyuchatel, o'zgarmas tok manbai, ampermetr, reostat.

Nazariy kirish

Er magnit maydonining parametrlaridan biri uning magnit maydoni kuchlanganligining gorizontlab tashkil etuvchisidir. Uni tangensbussol yordami bilan tekshiriladi. Harakatsiz elektr zaryadlari atrofidagi fazoda ma'lum fizik xossalarga ega bo'lgan elektrostatik maydon bo'lgani kabi, elektr toki atrofidagi fazoda ham o'zgacha bir turdagi kuchlar maydoni hosil bo'ladi. Bunday kuchlar maydoni tokning magnit maydoni deyiladi. Elektrostatik maydon zaryadlangan jismga ta'sir etgan kuchlari orqali ma'lum bo'ladi. Magnit maydonining mavjudligini esa unga yaqinlashtirilgan tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuchlar orqali bilinadi. Bu kuchlarni harakterlovchi kattalik magnit maydon kuchlanganligidir.

Magnit maydonining har bir nuqtasidagi kuchlanganlik, o'tayotgan tok kuchiga to'g'ri, o'tkazgichdan nuqtagacha bo'lgan masofaga teskari proporsionaldir. Radiusi R bo'lgan aylanma tokning markazidan magnit maydon kuchlanganligi

$$H = K \frac{2\pi I}{R} (\text{ers}) \quad \text{yoki} \quad H = \frac{I}{2R} \left(\frac{A}{M} \right) \quad (1)$$

Magnit maydon kuchlanganligining absolyut sistemasidagi birligi ersted bilan o'lchanadi. Ersted deb, radiusi 1sm bo'lgan aylanaviy o'ramdan $1/2\pi$ absolyut elektrostatik birlikka, ya'ni $10/2\pi$ amperga teng bo'lgan tok o'tishi natijasida uning markazida hosil bo'lgan magnit maydon kuchlanganligiga aytiladi. Tok kuchi, I amper bilan o'lchansa $K = \frac{I}{10}$ bo'ladi. U holda (1) formula quyidagicha yoziladi.

$$H = \frac{0,2\pi I}{R} (\text{ers}) \quad \text{yoki} \quad H = \frac{I}{2R} \left(\frac{A}{m}\right) \quad (2)$$

Agar magnit strelkasi og'irlik markazi atrofida aylana oladigan qilib olinsa, strelka yer shari yuzasining har bir nuqtasida gorizontga nisbatan ma'lum yo'nalishni olishga shoshiladi.

Bu oddiy tajriba yer atrofida tabiiy magnit maydon mavjud ekanligidan darak beradi. Yer magnit maydonining harakteristikasi sifatida maydon kuchlanganligi, uning tashkil etuvchilari xizmat qiladi. Yer magnit maydoni kuchlanganligining gorizont tekislikka proeksiyasi, yer magnit maydoni kuchlanganligining gorizont tashkil etuvchisi deyiladi va u H bilan belgilanadi. H ni quyidagicha o'lchash mumkin. Yer magnit maydoni kuchlanganligining gorizont tashkil etuvchisi yo'nalishi bo'yicha o'rnatilgan magnit strelkasi H dan ko'p farq qilmaydigan va uning yo'nalishi bilan 90° burchak hosil qiluvchi H' magnit maydoni, ya'ni aylanib o'tayotgan tokining magnit maydon kuchlanganligi ta'sir qiladi. Ikki magnit maydoni o'zaro ta'sir natijasida magnit strelkasi α burchakka og'adi. H' tangensbussoldan o'tayotgan aylanma tokning magnit maydon kuchlanganligi 2 - rasmda ko'rinib turibdi.

Aylanma tokining markazidagi magnit maydon kuchlanganligi o'ram soni n ga bog'liq. Shuning uchun magnit maydon kuchlanganligini ko'paytirish uchun o'ramlar soni ko'paytiriladi.

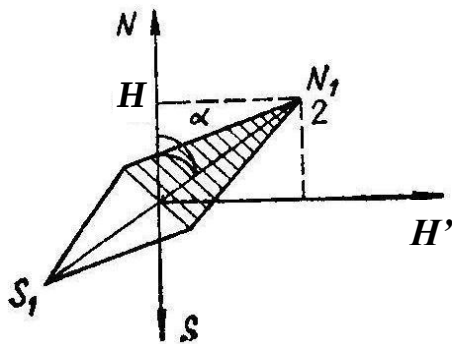
O'ram markazidagi maydon zichligi bir tekis bo'lishi uchun uning radiusi katta olinadi. Tangensbussol tik o'rnatilgan R radiusi, n o'ramdan iborat bo'lgan yassi g'altak markazidagi magnit maydon kuchlanganligi:

$$H' = \frac{0,2\pi n}{R} \quad \text{yoki} \quad H' = \frac{In}{2R} \quad \text{bo'ladi.}$$

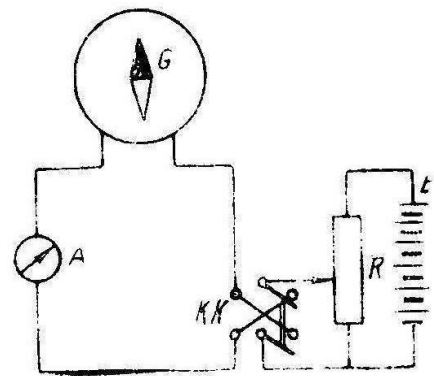
O'ramlarning magnit maydoni o'ramlar tekisligiga tik ravishda yo'nalgan bo'ladi. U holda yer magnit maydoni kuchlanganligining gorizontal tashkil etuvchisi:

$$H = H' \operatorname{ctg} \alpha = 0,2\pi \frac{In}{R} \operatorname{ctg} \alpha \quad \text{yoki} \quad H = H' \operatorname{ctg} \alpha = \frac{In}{R} \operatorname{ctg} \alpha \quad \text{bo'ladi.}$$

Bunda R - o'ramlarning o'rtacha radiusi, I amperlarda o'lchanadigan tok kuchi, n - o'ramlar soni.



1-rasm



2- rasm

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. 2 - rasmdagi sxemaga qarab asboblari yig'iladi. Elektr o'lchov asboblariidan o'tayotgan tokning magnit maydoni ta'sir etmasligi uchun tangensbussolni ulardan uzoqroq qo'yish kerak.
2. Tangensbussol yassi g'altagi tekisligini magnit meridiani tekisligi bilan ustma- ust tushguncha buriladi, bunda magnit strelkasining bir tomoni 0^0 ni ko'rsatsin.
3. Tangensbussolga tok beruvchi ikki simning magnit maydoni yuk olish uchun ularni yonma-yon qo'yiladi. Pereklyuchatelni tutashtirib reostat yordamida magnit strelkasini 20^0 - 30^0 gacha burilishga keltiradi.
4. Tok kattaligini o'zgartirmay quyidagicha bir necha o'lchashlar bajariladi.

5. Tangensbussoldagi tok yo'nalishini o'zgartiruvchi *K*-Pereklyuchatelini ikki holatidan biriga (masalan chapga) ulanib, tok kuchi *I* va kompas strelkasining burilish burchagi α - o'lchanadi. Burchak α ni o'lchanadi strelkaning aylanish o'qi bilan limb markazining mos tushmasligi sababli o'lchashlarda xatolik bo'lmasligi mumkinligining nazarda tutish lozim. Bunda xatolikdan qutilish uchun strelkaning ikkala uchini ham (α_1, α_2) ko'rsatishini yozib olib, ularning o'rtacha qiymati olinadi, ya'ni :

$$\alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$$

Tokning qiymatini o'zgartirmay, pereklyuchatelni ikkinchi holatga (unga) ulab, burchaklarning yana ikkita qiymati (α_2 va α_2) yozib olinadi va o'rtacha qiymati topiladi.

$$\alpha_2 = \frac{\alpha_2 + \alpha_2}{2}$$

Yuqorida aniqlangan burchaklarning o'rtacha qiymati berilgan tok uchun strelka burilishining haqiqiy qiymatini beradi, ya'ni:

$$\alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \quad \text{yoki} \quad \alpha = \frac{\alpha'_1 + \alpha''_1 + \alpha'_2 + \alpha''_2}{4}$$

Tangensbussoldagi o'ramlar soni *n* va radiusi *R* ning qiymatlari asbobda yozilgan bo'ladi. Aniqlangan α , *R*, *I* va *n* miqdorlarni (5) formulaga qo'yib, yer magnit maydon kuchlanganligining gorizonttal tashkil etuvchisi *H* aniqlanadi.

Tok kuchini reostat yordamida o'zgartirib yuqoridagi o'lchashlar takrorlanadi (kamida uch marta). Topilgan miqdorlar 15-jadvalga yoziladi.

15-jadval

№	Tok kuchi <i>I</i>	I xolat		α_1 ning o'rtacha qiymati	II xolat		α_2 ning o'rtacha qiymati	$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 / 2$	<i>ctga</i>	<i>R</i>	<i>n</i>	<i>H</i>
1												
2												
3												

O'ZLASHTIRISH UCHUN SAVOLLAR

1. Er magnit maydon haqida tushuncha
2. Er magnit maydon kuchlanganligining gorizontal tashkil etuvchisi deb nimaga aytiladi?
3. Tangensbussol asbobining tuzilishi va ishlash printsipini tushuntiring
4. Magnit maydon kuchlanganligi qanday birlik bilan o'lchanadi?
5. Bio - Savar - Laplas qonunini yozing va tushuntirib bering?
6. Aylanma tok markazidagi magnit maydon kuchlanganligini keltirib chiqaring?

23- ish. G'ALTAKNING O'ZINDUKTSIYA KOEFFITSIENTINI ANIQLASH

Kerakli asboblari: temir o'zakli g'altak, voltmetr, ampermetr, reostat, o'zgaruvchan tok manbai.

NAZARIY KIRISH

G'altakka tok ulanishi bilan g'altakning atrofida magnit maydon ψ vujudga keladi. Tok ortgan sari magnit maydon ortadi va aksincha, ya'ni:

$$\psi = LI \quad (1)$$

Shuning uchun g'altakdan o'zgaruvchan tok o'tishi natijasida g'altakning magnit maydoni ham o'zgaruvchan bo'ladi. Bu holda Faradeyning elektromagnit induksiya qonuni

$$L_L = - d\psi / dt \quad (2)$$

yoki (1) ni hisobga olsak

$$L_L = -L * di / dt \quad (3)$$

ga asosan g'altakda elektr yurituvchi kuch L_L induksiylanadi, uning qiymati esa tokning o'zgarish tezligiga proporsional bo'ladi.

Formuladagi minus ishorasi Lents prinsipi bilan bog'langan bo'lib E.Yu.K. ning yo'nalishi tok o'zgarishi harakteriga teskari ekanligini ko'rsatadi.

L - induksiya koeffitsienti yoki induktivlik bo'lib, u g'altakning geometrik shakli, o'lchamlari va muhitning magnit kirituvchanligiga bog'liq. Masalan, o'tkazgichlar uzunligi ortishi bilan L ham ortadi.

Agar o'tkazgichdagi tokning o'zgarish tezligi amper/sekund induksiya elektr yurituvchi kuch $\varepsilon = 1$ volt bo'lsa, induktivlik $L=1$ genri deyiladi.

Ma'lumki, o'tkazgichning o'zgarmas tokka bo'lgan qarshiligi R ni omik qarshilik va uning o'zgaruvchan tokdagi qarshiligi r ni esa aktiv qarshilik deyiladi. Bundan tashqari g'altak o'zgaruvchan tok manbaiga ulanganda, uning induktivligi bilan bog'langan qarshilik X_L vujudga keladi. Tabiati aktiv qarshilikdan tubdan farq qiluvchi bu qarshilik induktiv qarshilik deb yuritiladi. Uning formulasi quyidagi matematik ravishda chiqarilgan.

Agar induktiv qarshilik uchlaridagi kuchlanishni U_L deb olsak, u holda

$$U_L = -L \frac{di}{dt} \quad (4)$$

1-rasmda o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan induktiv g'altak ko'rsatilgan. Uning qarshiligi r va induktiv qarshiligi X_L ketma- ket ulangan deb faraz qilinadi.

Kirxgofning ikkinchi qonuniga asoslanib ushbu tenglamani quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$U = U_R + U_L \quad (5)$$

Agar zanjirga berilgan kuchlanish $U = U_M \sin \omega t$ bo'lsa (4) va (5) ga muvofiq

$$U_M \sin \omega t = I r + L \frac{di}{dt} \quad (6)$$

ga ega bo'lamiz. Bunda aylanma chastota $\omega = 2\pi \nu$ bo'lib, $\nu = 50$ Gts ga teng.

Bu (6) tenglama tokka nisbatan differentsial tenglamadir. Uning yechimini $I = I_M \sin(\omega t - u)$ ko'rinishida izlaymiz.

Bu yerda: i - tokning oniy qiymati.

I_M - tokning maksimal qiymati.

Formula (6) ga (7) ni qo'ysak

$$U_m \sin wt = I_m r \sin(wt - u) + \omega L I_m \cos(wt - u) \text{ yoki}$$

$$U_m \sin wt = I_m r [\sin wt \cos u - \cos wt \sin u] + \omega L I_m [\cos wt \sin u + \sin wt \cos u] \text{ yoki}$$

$$X_L = \omega L \quad (8)$$

deb belgilab olsak va o'xshash hadlarini gruppalasak:

$$U_m / I_m \sin wt = (r \cos u + X_L \sin u) \sin wt - (r \sin u - X_L \cos u) \cos wt$$

ifodasiga ega bo'lamiz.

Bu yerda: $Z = U_m / I_m \quad (9)$

zanjirning to'la qarshiligidir.

Shuning uchun yuqoridagi ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$Z \sin wt = (r \cos u + X_L \sin u) \sin wt - (r \sin u - X_L \cos u) \cos wt$$

Bu tenglik vaqt t ning har bir momenti uchun faqat o'rinli bo'lishi uchun, uning har ikkala tomonidagi vaqtga bog'liq bo'lgan bir xil trigonometrik ifodalar oldidagi koeffitsientlar o'zaro teng bo'lishi, ya'ni

$$Z = r \cos u + X_L \sin u, \quad O = r \sin u - X_L \cos u$$

shartlarning bajarilishi kerak. Bu tenglamalarning har ikkala tomonlarini kvadratlarga oshirib, keyin mos tomonlarini o'zaro qo'shib olsak

$$Z^2 = r^2 + X_L^2$$

yoki $Z = \sqrt{r^2 + X_L^2} \quad (10)$

ga ega bo'lamiz.

Shunga ko'ra (9) ni qo'yidagicha yozishimiz mumkin.

$$I_m = \frac{U_m}{\sqrt{r^2 + X_L^2}} \quad (11)$$

zanjirning to'la qarshiligi Z ni o'lchamlar yordami bilan topish mumkin. Buning uchun (9) ga $U_m = U \cdot \sqrt{2}$ va $I_m = \sqrt{2} I$ larni qo'yib olsak $Z = U / I \quad (12)$ bo'ladi. Bu

yerdan U bilan I zanjiriga berilgan kuchlanish va undan o'tuvchi tokning effektiv qiymatlaridir. Aktiv qarshilik r ni esa biror asbob, masalan, ommetr yordami bilan o'lchab olish mumkin.

$$U \text{ holda induktiv qarshilik (10) ga muvofiq } X_L = \sqrt{Z^2 - r^2} \quad (13)$$

g' altak induktivligi esa (4) ga asosan

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{\sqrt{Z^2 - r^2}}{\omega} \quad (14)$$

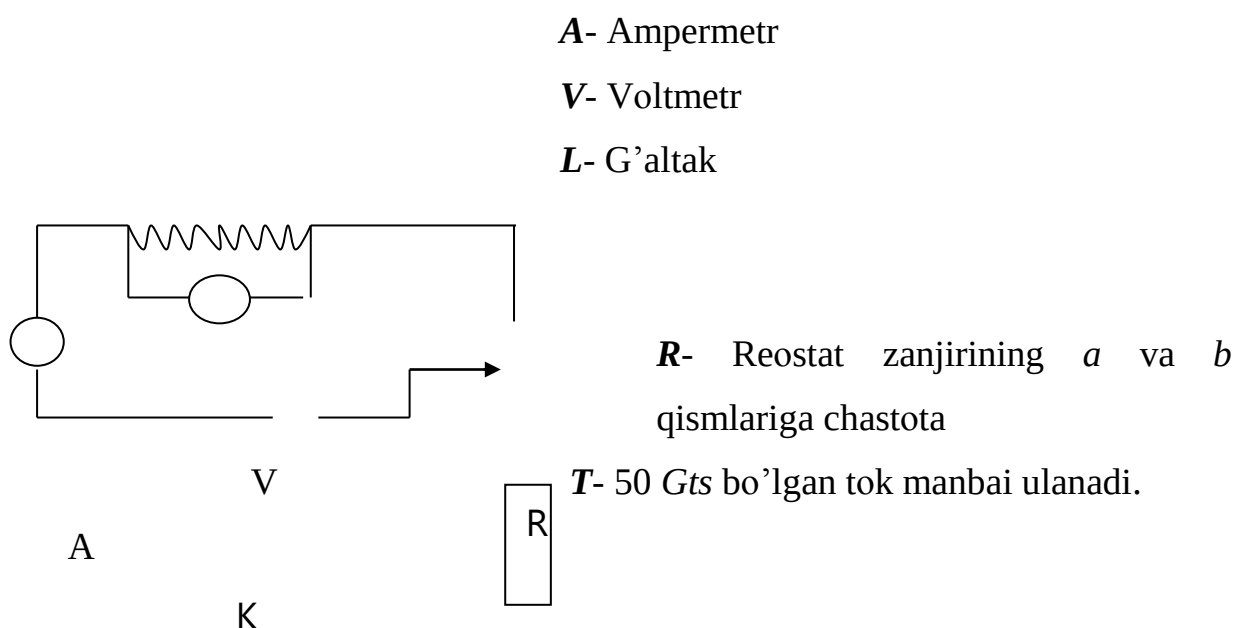
bo'ladi.

Ishning maqsadi: g' altakning induktivligi o'lchash:

Temir o'zaksiz va unga temir o'zak kiritilganda.

ISHNI BAJARISH TARTIBI.

1. G' altakning aktiv qarshiligini ommetr bilan o'lchanadi.
2. 77- rasmdagi sxemaga asosan asboblarni yig'iladi.



3. Zanjirdagi tok ulanib reostat yordamida o'zaksiz g'altakning uch xil kuchlanishdagi tok kattaligi o'lchanadi. (12) formuladan foydalanib to'la qarshiliklar topiladi va qarshiliklarning o'rtacha qiymati hisoblanadi.
4. Topilgan Z va w lar qiymatini (14) formulaga qo'yib o'zaksiz g'altakning o'zinduksiya koeffitsienti topiladi.
5. G'altakka o'zak kiritilgan holda yuqoridagi o'lchashlar takrorlanib, o'zakli g'altakning o'zinduksiya koeffitsienti topiladi.

TEKSHIRISH UCHUN SAVOLLAR.

1. O'z induksiya deb nimaga aytiladi?
2. O'z induksiya koeffitsienti nimalarga bog'liq?
3. Bu ishda nega o'zgaruvchan tok ishlatiladi?
4. O'zgaruvchan tokning effektiv qiymatlari nima?
5. O'z induksiya koeffitsienti qanday birlik bilan o'lchanadi?
6. O'z induksiya E.Yu.K.ning yo'nalishini tushuntiring
7. Nima uchun g'altakka o'zak kiritilganda ampermetr ko'rsatishi kamayadi, voltmetrning ko'rsatishi esa ortadi.

24-ish. LINZANING FOKUS MASOFASINI ANIQLASH

Nazariy muqaddima.

Optik elementlarga yorug'lik nurini yaxshi o'tkazadigan shaffof linzalar, shisha plastinkalar, prizmalar, ko'zgular kiradi.

Ayrim optik asboblarda bir necha linza, plastinka, prizma va boshqalar qo'llanilsa, ayrimlarda bittagina linza qo'llaniladi. Masalan, lupa - bir linzali optik asbob.

Optik asboblardan yig'uvchi va sochuvchi linzalarni qarab chiqamiz. Ikki sferik sirt bilan chegaralangan shaffof jismga linza deyiladi. Linzalar botiq, qavariq, bir

tomoni yassi va ikkinchi sirti qavatiq yoki botiq geometrik shaklda bo'ladi (1-rasm). Linzalarning kesimlari va shartli belgilanishlari 1-*a, b*- rasmlarda keltirilgan. Linzaning sirtiga tushgan nur sinadi, faqat uni optik o'qi bo'ylab tushgani linzadan to'g'ri o'tib ketadi. Chizmada linzaning optik o'qini OO' deb belgilangan.

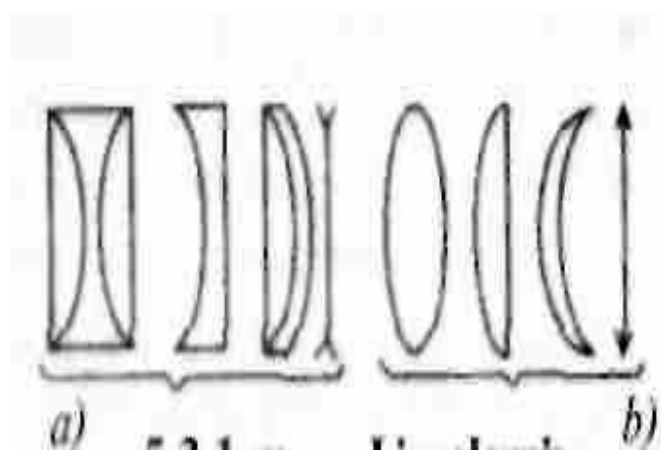
Yorug'lik manbaidan chiqqan nurlar linzadan keyin kesishgan nuqtada shu manbaning tasvirini hosil qiladi. (2-*a* va *b* rasmlar).

Linzadan o'tgan nurlar o'zaro kesishmasa, shu nurlarning teskari yo'nalishdagi davomlari o'zaro kesishadigan (uzlikli chiziq) nuqtada (O' va F') mavhum tasvir hosil bo'ladi (2- *a* va *b* rasmlar).

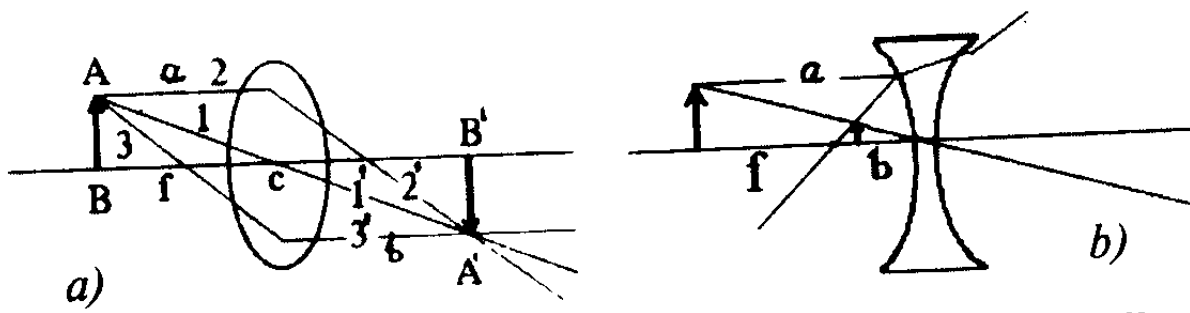
Linzada haqiqiy yoki mavhum tasvirlar shunday holatda hosil bo'ladi:

a) qavariq linzaga tushishda bir nuqtadan chiqqan va har xil uzunlikdagi yo'llarini o'tgandan so'ng o'zaro kesishadigan nuqtada haqiqiy tasvir paydo bo'ladi. (3-*a* rasm);

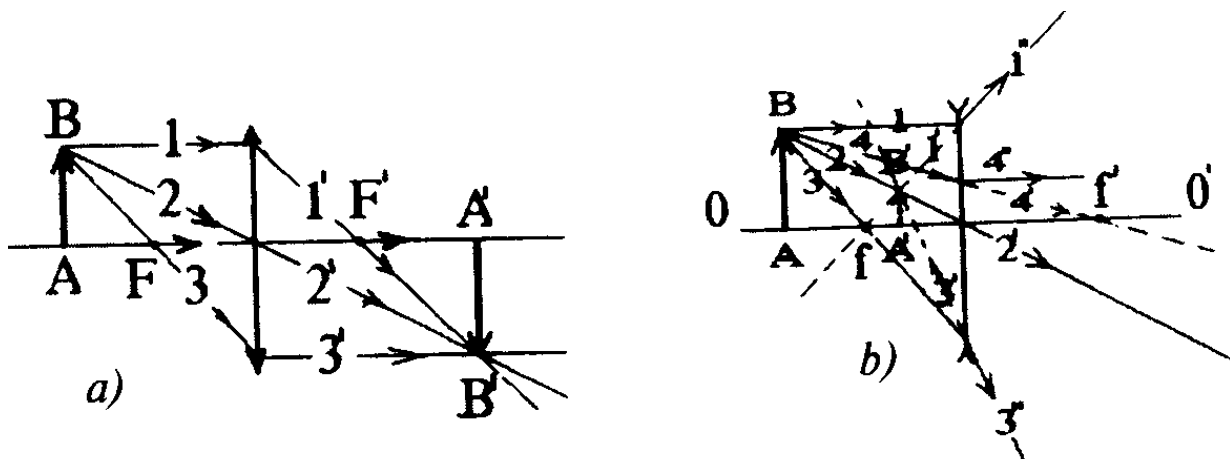
b) botiq linzaga tushishda bir nuqtadan chiqqan va linzadan o'tgandan so'ng sochilgan nurlarning mavhum yoki qaytgan nur davomining o'zaro kesishadigan nuqtalarida mavhum tasvir paydo bo'ladi (3-*b* rasm).



1-rasm. Linzalarning sxematik tasviri



2-rasm . Qavariq va botiq linzalar yordamida tasvir yasash.



3-rasm. Linzaning shatli belgilarida tasvir yasash usullari:

α) yig'uvchi linzada tasvir yasash; δ) sochuvchi linzada tasvir yasash.

Linzaning eng qalin (qavariq) joyining qalinligi linzadan keyin tasvir hosil bo'ladigan nuqtagacha bo'lgan masofadan juda kichik bo'lgan linzalarni **yupqa linzalar** deyiladi. Linzalar yordamida tasvir yasash orqali linzaning fokusini aniqlash mumkun. Linzaning ayrim kattaliklari berilsa, uning fokus masofasi linza formulasi yordamida hisoblanadi, yani:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

bunda: f - linzaning fokus masofasi; a - buyumdan to linzaning markazigacha bo'lgan masofa; b - linzaning markazidan to tasvirgacha bo'lgan masofa. $1/f = D$ - linzaning optik kuchini ifodalaydi.

Linzaning bosh optik o'qida yotuvchi va uning chap hamda o'ng tomonlarida,

shu optik o'qiga parallel bo'lib tushgan nurlarning linzadan o'tib o'zaro kesishadigan nuqtalarini linzaning oldingi va orqa fokuslari deyiladi (3-rasmga qarang).

Buyumdan linzaga tushayotgan uchta nurni qarab chiqamiz 3-*a, b* rasmda

1- nur linzaning bosh optik o'qiga parallel, linzadan o'tgandan so'ng sinib, uning o'ng tomonidagi F' fokusida yig'iladi. 2 nur linzaning bosh optik o'qi bo'ylab to'g'ri o'tadi, sinmaydi. 3 nur esa linzaning oldingi F fokus nuqtasidan o'tib, linzaga tushadi va undan sinib o'tib, bosh optik o'qqa parallel bo'lib ketadi.

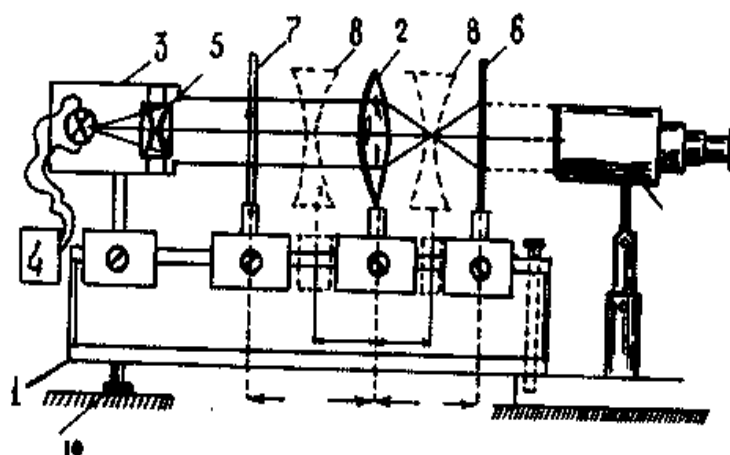
Demak, tasvir bir nuqtadan chiqqan nurlar va har xil yo'llar bilan linzadan o'tgandan so'ng (yoki davomlarining) o'zaro kesishadigan nuqtasida haqiqiy (yoki mavhum) bo'lar ekan.

Asbob uskunalar

Optik taglik (optik asboblarni tutib turuvchi to'g'ri chiziqli tor tekkis yuzali qo'sh metall taxta). Linza, prizma, ko'zgu va sh.k.. o'rnatiladigan tayanchlar. Yoritgich (yorig'lik manbai). Tok manbai. Yorug'lik kondensatori. Ekran yoki ko'rish trubasi (durbin). Buyum (tik chizilgan qora strelka). Linzalar.

Qurilmaning tuzilishi va ishlashi

Optik taglikda (yuqorida asbob-uskunalarda ko'rsatilgan) ishni bajarishda mo'ljallangan asboblarning gorizantal o'qda o'rnatiladi va yoritkich elektr tarmog'iga ulanadi. Shunda yorug'lik oqimi kondensator (5), buyum (7) orqali o'tib, linza (2) ga tushadi. Buyumning xira (noaniq) soyasi ekran (6) yoki ko'rish trubasi (6) (durbin) da paydo bo'ladi. Optik taglikda o'rnatilgan asboblarni siljish yo'li bilan ekran (ko'rish trubasida) buyumninigi aniq tasviri hosil qilinadi va turli hil o'chovlar o'tkaziladi.



Qurilmaning sxematik tasviri

- 1- optik taglik, 2-linza, 3-yorug'lik manbaining himoya qutisi, 4-tok manbai, 5-kondensor, 6-ekran (yoki durbin), 7-buyum o'rnatiladigan tayanch, 8-botiq linzalar, 9-reyter, 10-optik taglikning gorizontalligini rostlovchi vint.

Ishni bajarish tartibi.

1. Labaratoriya ishining yo'riqnomasini o'qib o'rganing va ishni bajarishga zarur asboblarning mavjudligini aniqlang. O'qituvchining savollariga javob bering, ishni bajarishga ruhsat oling va yoritkichni qo'shing.

1- topshiriq. Yig'uvchi linza fokus masofasini aniqlash.

2. Ko'rish trubasi (6) bilan yoritkich (3) ortasiga yig'uvchi linza (2) ni joylashtiring va yoritkichni elektr manbaiga qo'shib, linzani siljitgan holda ko'rish trubasida buyumning aniq tasvirini hosil qiling.

3. Buyumdan to linzaning markazigacha hamda linza markazidan tasvirigacha bo'lgan (optik taglik bo'yicha) masofalarni o'lchang va yozib oling (bu o'lchashni kamida uch marta takrorlang).

4. Olingan natijalar asosida F_1 ni (1) formuladan (linzaning fokus masofasi) toping.

5. Linzani 180° aylantirib (ikkinchi tomoni bilan) optik taglikka joylashtiring va ishning 2 - va 3 - band talablarini qaytadan bajaring, yani F_2 o'rtani aniqlang va natijalarni 1-jadvalga kiriting.

E s l a t m a. Linza, buyum, ekranning I-II holatdagi o'lchashni kamida uch marta buzib, yana tasvir hosil qilinadi va har bir holatlar uchun aniqlangan qiymatlar 1-jadvalga kiritiladi.

6. $F=(F_1+F_2)/2$ dan linzaning fokus masofasini hisoblang. Ekranda buyum tasviri aniq ko'rinadigan bo'lganiga qadar linza bilan ekranni mos ravishda optik taglik bo'ylab chap yoki o'ng (aralash) tomonlarga siljiting.

7. Buyumning aniq tasviri hosil qilingan holatda asboblarni reyter yordamida qo'zg'almas qilib mahkamlang va ular orasidagi masofani chizg'ich yordamida aniq o'lchab oling va natijalarni 1-jadvalga kiriting.

1-J A D V A L

O'lchash tartibi	Linzaning fokus masofasi, f, m	Linzaning tasvirgacha masofa b, m	Linzadan buyumgacha bo'lgan masofa a, m	Absolyut xatolik, $\pm \Delta f$	Nisbiy xolatlik, %	eslatma
I holatdagi o'lchashlar						a va b linzaning o'qiga nisbatan o'lchanadigan masofalar
1						
2						
3						
II holatdagi o'lchashlar						
1						
2						
3						

8. Buyum, linza, ekran o'rinlarini o'zgartirib II holat uchun yuqordagi holat o'lchashlarni takrorlang va F^{II} ni toping.

9. $F = (F^I + F^{II}) / 2$ dan F ni hisoblang.

10. $\Delta F = \sqrt{(\Delta F^I)^2 + (\Delta F^{II})^2}$ ifodadan xatolikni hisoblang.

2-topshiriq. Sochuvchi linzaning fokus musofasini aniqlash.

11. Yig'uvchi linza yordamida ekranda aniq tasvir hosil qiling.

12. Linza bilan ekran oraligidagi " b " masofani o'lchang.

13. Ekranni optik taglikdan oling va yig'uvchi linza bilan ko'rish trubasi o'rtasiga sochuvchi linzani joylashtiring.

14. Sochuvchi linzani shunday siljitingki, ko'rish trubasida buyum tasviri aniq ko'rinsin.

15. Yig'uvchi va sochuvchi linzalar orasidagi masofa d ni o'lchang, natijani 16-jadvalga kiriting.

16- j a d v a l

O'lchash tartibi	Qavariq linzadan tasvirgacha bo'lgan masofa, b, m	Botiq linza bilan qavariq linza orasidagi masofa, d, m	Qavariq linzadan buyumgacha masofa, a, m	Botiq linzaning fokus masofasi, f, m	Absolut xatolik, $\pm \Delta f$	Nisbiy xatolik, %
1						
2						
3						

Eslatma. Tajribaning har biri kamida uch martadan o'tkaziladi.

16. $f=a-d$ va $\Delta f = \sqrt{(\Delta a)^2 + (\Delta d)^2}$ ifodalar asosida f va Δf ni hisoblang va jadvalga kiriting.

3-t o p s h i r i q. Yig'uvchi va sochuvchi fokus masofalari

o'rnini aniqlash

17. Yig'uvchi linzalarni juda yaqin joylashtirib va ularni markazlari orasidagi masofani ($a_2 = d = d'$ ni) o'lchang.

18. Linzalarning har birini ko'rish trubasi ob'ektivi oldiga joylashtirib va yoritkichni optik taglik bo'ylab siljitib, buyumning aniq tasvirini durbunda hosil qiling.

19. Yig'uvchi linza bilan buyum o'rtasidagi masofani (a_1) o'lchang (tajriba kamida uch marta takrorlanadi). Natijalarni 17-jadvalga kiriting.

17-j a d v a l

O'lchash tartibi	a_1, m	Δa_1	a_2, m	Δa_2	Δd_1	Δ_2'	$\Delta d_2'$	Δf_1	$\Delta f_1'$
1									
2									
3									

20. Linzalarni 180° ag'darib (ikkinchi tomonlari bilan) joylashtirib va ishning 18-20- bandlarning tartib-talablarini takroran bajaring, a_1 va a_2 ni aniqlang.

21. Yig'uvchi va sochuvchi linzalar tizimi uchun millimetrli qog'ozda natijalarga tayangan holda va ixtiyoriy masshtabda tasvir yasang.. Tajriba va grafik usuli bilan topilgan natijalarni solishtirib. (Bu grafikdan α_1 va α_2 hamda f_1 va f_1' aniqlanadi.)

22. O'tkazilgan 1,2,3-topshiriqlarga muvofiq tajribalardan xulosa chiqaring.

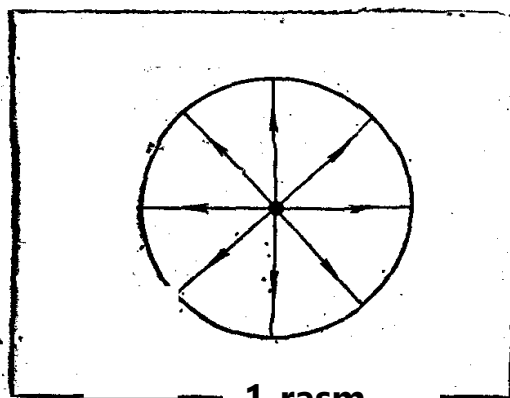
Nazorat savollari

1. Linza deb nimaga aytiladi va ular necha xil bo'ladi?
2. Linzalar yordamida buyum tasviri qanday hosil qilinadi?
3. Linza formulasini yozing (yupqa linza uchun).
4. Linzalar qanday optik asboblarda qo'llaniladi?

25-ish. FOTOMETR YORDAMIDA YORITILGANLIK QONUNLARINI O'RGANISH

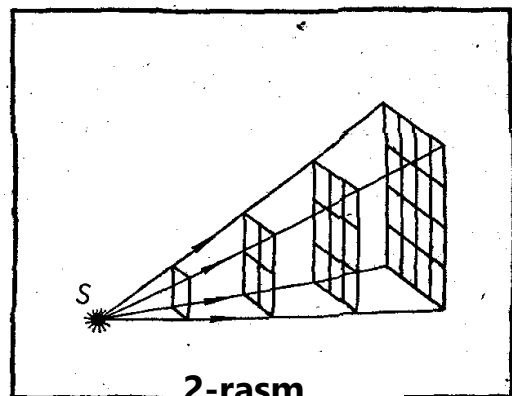
Kuzatishlarning ko'rsatishicha, buyumlarning yoritilganligi manbaning yorug'lik kuchiga va manbadan yoritilayotgan sirtgacha bo'lgan masofaga bog'liq holda o'zgarar ekan. Bu bog'lanishni aniqlaylik. Yoritilayotgan r radiusli shar bo'lib, uning sirt markazida yorug'lik kuchi I bo'lgan nuqtaviy manba turgan bo'lsin. Bu holda nurlar yoritilayotgan sirtning har qanday elementiga perpendikulyar bo'ladi (1- rasm). Yorug'lik kuchi I bo'lgan manbaning barcha yo'nalishlar bo'ylab sochayotgan to'liq yorug'lik oqimi $\Phi_0 = 4\pi I$ bo'ladi. Butun shar sirtining yuzi $S = 4\pi r^2$. Bu sirtning yoritilganligi:

$$E_0 = \frac{\Phi_0}{S} = \frac{4\pi \cdot I}{4\pi \cdot r^2} = \frac{I}{r^2} \quad (1)$$



1-rasm

179- расм.



2-rasm

180- расм.

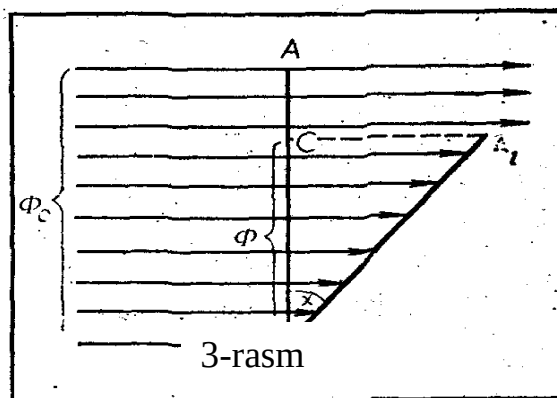
Bu bog'lanish yoritilganlikning birinchi qonunini ifodalaydi: nuqtaviy yorug'lik manbaidan chiqayotgan nurlar sirtga perpendikulyar tushganda sirtning yoritilganligi manbaning yorug'lik kuchiga to'g'ri proportsional va undan yoritilayotgan sirtgacha bo'lgan masofa kvadratiga teskari proportsionaldir. Bu qonunning to'g'ri ekanligini, ya'ni yoritilganlik nuqtaviy yorug'lik manbaidan yoritilayotgan sirtgacha bo'lgan masofaning kvadratiga teskari proportsional ekanligi 2-rasmda tasvirlangan. Rasmdan ko'rinadiki, yoritiluvchi sirt yorug'lik manbaidan qancha uzoqda joylashgan bo'lsa, bir birlik sirtga to'g'ri keladigan yorug'lik oqimi shuncha kam yetib boradi, ya'ni masofa necha marta ortsa, sirtning yoritilganligi masofaning kvadrati marta kamayadi.

Yoritilganlik yuqorida ko'rsatilgan faktorlardan tashqari, nurning yoritiluvchi sirtga qanday burchak ostida tushishiga ham bog'liqdir. Bu bog'lanishni aniqlaylik. Perpendikulyar nurlarning Φ_0 oqimi yuzi S va uzunligi ΔV bo'lgach to'g'ri to'rtburchak sirtga tushayotgan bo'lsin (3-rasm).

Bu holda sirtning yoritilganligi:

$$E_0 = \frac{\Phi_0}{S} \quad (2)$$

Yuzni biror α burchakka og'diramiz, unda sirt AB vaziyatni oladi va unga kamroq Φ yorug'lik oqimi tushadi, chunki nurlarning bir qismi sirtga tushmay o'tib ketadi. Bu holda sirt yuzi o'zgarmaganligi sababli sirtning yoritilganligi kamayadi va $E = \frac{\Phi_0}{S}$ ga teng bo'lib qoladi.



3-rasm

181- nasm.

Bu hosil bo'lgan tengliklarning ikkinchisini birinchisiga bo'lsak:

$$\frac{E}{E_0} = \frac{\phi}{\phi_0}$$

hosil bo'ladi.

Chizmadan $\frac{\phi}{\phi_1} = \frac{BC}{BA} = \frac{BC}{BA_1}$ ekanligi ko'rinib turibdi. Keyingi ikki tenglikni solishtirib, quyidagini hosil qilamiz:

$$\frac{E}{E_0} = \frac{BC}{AB_1}$$

To'g'ri burchakli CBA_X uchburchakdan

$$\frac{BC}{BA_1} = \cos a$$

deb yozish mumkin, u holda yuqoridagi tenglik

$$\frac{E}{E_0} = \cos a \sim \epsilon_{ku} \sim E = E_0 \cos a$$

bo'ladi. Bu bog'lanish yoritilganlikning ikkinchi qonunini ifodalaydi: yorituvchi sirtga yorug'lik nuri burchak ostida tushsa, sirtning yoritilganligi nurning tushish burchagi kosinusiga to'g'ri proportsionaldir.

Yoritilganlikning ikkala qonunini birlashtirib, quyidagicha; yozish mumkin:

$$E = \frac{I}{r^2} \cos a$$

Nuqtaviy yorug'lik manbaining biror sirtida hosil qilgan yoritilganligi manbaining yorug'lik kuchiga va nurlarning tushish burchagi kosinusiga to'g'ri proportsional va manbadan sirtgacha bo'lgan masofaning kvadratiga teskari proportsionaldir.

Sirtlarning yoritilganligini tenglashtirish yo'li bilan ikki manbaining yorug'lik kuchi taqqoslanadi. Shu maqsadda ishlatiladigan asboblari **fotometr**lar deb ataladi. Eng sodda fotometrlardan birining sxemasi 4- rasmda ko'rsatilgan. Uchburchakli ABC prizmaning oq rangga bo'yalgan AC va BS yoqlariga manbalardan yorug'lik tushadi. Prizmaning har bir yog'ini faqat birma-bir yoritadi.

Yoritilganlik C tomondan ko'z bilan kuzatiladi. Fotometrni manbalar orasida u yoki bu tomonga siljitib, prizmaning BC va AC yoqlari bir xil yoritilishiga erishiladi va shundan so'ng quyidagi mulohazalarga muvofiq manbaning yorug'lik kuchi hisoblanadi: Yorug'lik kuchi I_1 bo'lgan S_1 manba prizmadan r_1 masofada turib

$$E_1 = \frac{I_1}{r_1^2} \cos \alpha$$

Yoritilganlik hosil qiladi, yorug'lik kuchi I_2 bo'lgan S_2 manba esa prizmadan r_2 masofadan turib

$$E_2 = \frac{I_2}{r_2^2} \cos \alpha$$

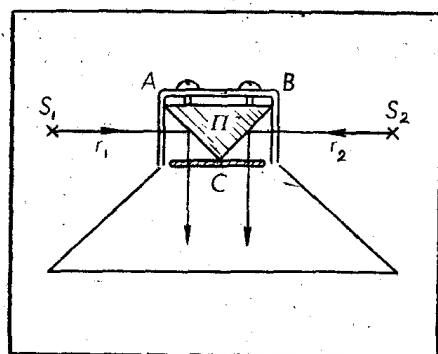
yoritilganlik hosil qiladi. Fotometrni $E_1 = E_2$ bo'ladigan qilib joylashtirganimiz uchun quyidagini yoza olamiz:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_1^2}{r_2^2} \quad (3)$$

Ikki manbaning yorug'lik kuchlari nisbati yorug'lik manbalaridan birday yoritilayotgan sirtgacha bo'lgan masofalar kvadratlarining nisbati kabidir.

Yuqoridagi (3) ifoda bir manbaning yorug'lik kuchi ma'lum bo'lganda ikkinchi manbaning yorug'lik kuchini topishga imkon beradi.

Faqat ikkala taqqoslanuvchi sirtlarning rangi bir xil bo'lgandagina ravshanliklarning tengligini ko'z bilan yetarli darajada aniq belgilash mumkin. Sirtlarning rangi bir-biridan ozgina farq qilganda ham ravshanliklarni taqqoslash juda qiyinlashadi, faqat farq katta bo'lganda esa ravshanliklarni taqqoslash mumkin bo'lmay qoladi.



4-rasm

Takrorlash uchun savollar

1. Yorug'lik nimadan iborat?
2. Qanday jismlar yorug'lik manbai deb ataladi va ulardan qaysilari muhim ahamiyatga ega?
3. Yorug'lik nuri nima?
4. Yorug'likning bir jinsli muhitda tarqalish qonunini ta'riflang.
5. Maykelson yorug'lik tezligini qanday aniqlagan?
6. Fotometrik kattaliklarga ta'rif bering va ularning o'lchov birliklarini ayting.
7. Yoritilganlikning birinchi va ikkinchi qonunini ta'riflang.
8. Fotometr qanday asbob? Uning tuzilishini va ishlash printsipini tushuntiring.

26-ish. DIFRAKSION PANJARA YORDAMIDA YORUG'LIK TO'LQIN UZUNLIGINI ANIQLASH

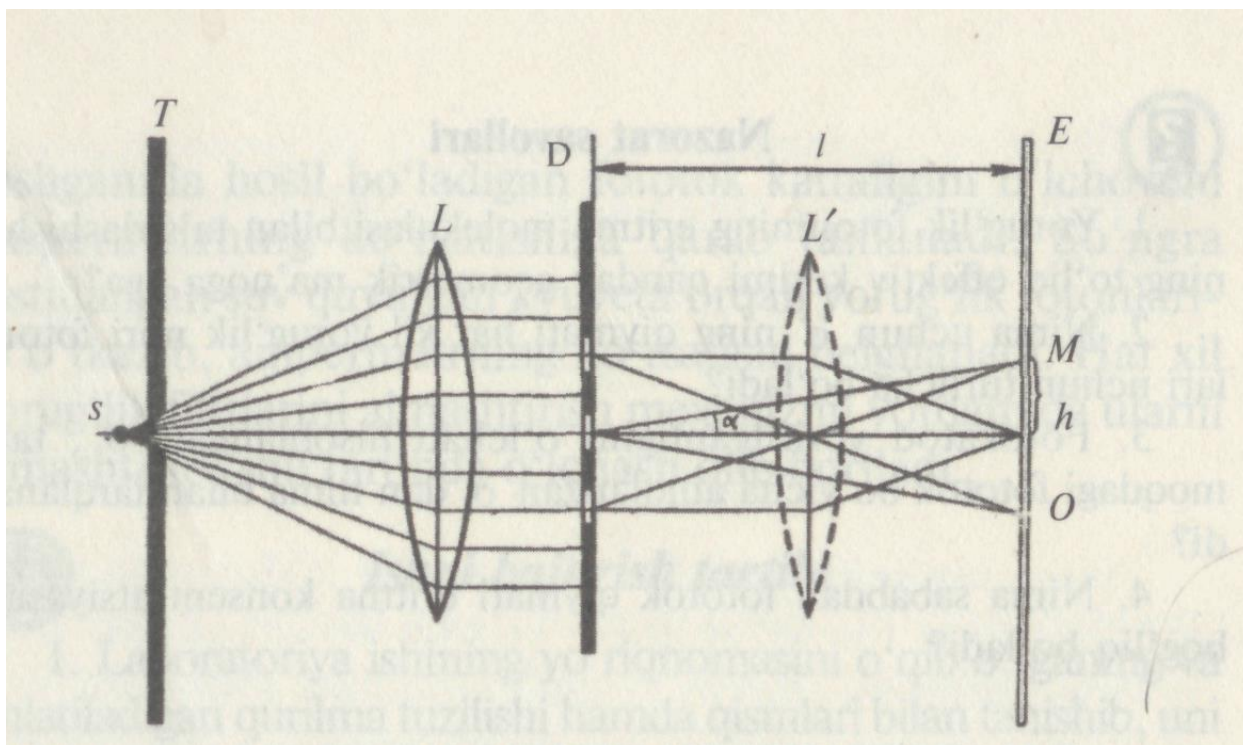
Ishning maqsadi: 1. Oq yorug'lik 7 xil rangdagi va to'lqin uzunligidagi nurlardan tashkil topganligi haqida tushuncha berish. 2. Yorug'likning har xil rangiga turli xil to'lqin uzunliklari mos kelishini tajribada aniqlashni o'rganish. 3. Difraksion panjara haqida tushuncha va tasavvur hosil qilish.

NAZARIY MUQADDIMA

Yorug'lik nuri elektromagnit to'liqin bo'lib, uning zarrasi **foton** deyiladi. Yorug'lik oqimining zarralari ham to'liqin tabiatiga egaligidan u elektromagnit to'liqin qonunlariga bo'ysunadi. Yorug'lik nurining elektromagnit to'liqinlardek sinishi, qaytishi, moddalardan o'tishi, ularda yutilishi, difraksiyasi va interferensiyasini kuzatish mumkin.

Nur dastasi yetti xil ko'zga ko'rinadigan va ko'zga ko'rinmaydigan infraqizil hamda ultrabinafsha nurlardan tashkil topgan. Oq yorug'lik oqimi faqat ko'zga ko'rinadigan yetti xil rangda tovlanuvchi nurlardan iborat bo'lib, uning to'liqin uzunligi λ (0,4 -0,8) mkm oralig'ida yotadi.

Yorug'lik nurida kuzatiladigan har qanday hodisani to'liqin nazariyasi asosida tushuntiriladi. Yorug'likning kvant xossalriga tayangan holda har bir yorug'lik hodisalari tahlil qilinsa, to'g'ri va aniq javoblar topiladi.



1-rasm. Interferensiya hosil qilishning sxematik tasviri.

S – yorug'lik manbai, T – tor teshikli to'siq, L va L' – linzalar,

D – difraksion panjara, E – ekran, M – birinchi maksimum o'ri, h – ikki difraksion (interferension) maksimumlar orasidagi masofa Gyuygens–Frenel tamoyiliga muvofiq, *har bir to'lqinning oldingi fronti undan keyingi fazo uchun ikkilamchi to'lqin manbai bo'la oladi*. Shuning uchun yorug'lik yo'liga o'ta kichik (ko'zga ko'rinmaydigan) tirqishchalarni joylashtirganimizda uning ortida vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydigan fazalar farqiga ega bo'lgan ikkilamchi to'lqinlarni hosil qilish mumkin. Bunday vazifani bajaruvchi asbobni **difraksion panjara** deyiladi. Difraksion panjara yordamida yorug'lik nurining to'lqin uzunliklarini aniqlash mumkin.

Faraz qilaylik, yorug'lik nuri oqimi yo'liga uchta tirqish qo'yilgan bo'lsin. Bu tirqishlar o'ta tor bo'lganligidan, ular ikkilamchi to'lqin manbai bo'la oladi (1 - rasm). Bir xil fazadagi to'lqinlarning o'tgan yo'llari uzunligida farq bo'lsa, juft yoki toq yarim to'lqin uzunligidagi to'lqinlarning qo'shilishidan ekranda oq va qora yo'llar paydo bo'ladi. Bunday tasvir yorug'lik to'lqinining interferensiyasi hisobiga paydo bo'ladi. Masalan, birinchi tirqishdan chiqqan nur linzadan o'tish jarayonida, unda sinib O nuqtaga tushadi. Yorug'likning o'tgan yo'li uzunligi d_1 bo'lsin. Xuddi shunday ikkinchi va uchinchi tirqishlardan o'tgan nurlar ham to'g'ri (linzaning optik o'qidan o'tib) va linzada sinib o'tib, so'ngra O nuqtaga tushadi. Ularning o'tgan yo'llari uzunligi d_2 va d_3 bo'lsin. U holda nurlarning o'tgan yo'llari uzunliklari ayirmasi $d_2-d_1 = \Delta d$ yoki $d_3-d_1 = \Delta d$ ga teng bo'ladi.

Demak, yorug'likning o'tgan yo'llari uzunliklari farqi Δd toq yoki juft yarim to'lqin uzunligiga teng bo'lganida ekranda qora va oq rangdagi polosalar, ya'ni yo'l-yo'l chiziqlar hosil bo'ladi.

$$d_2-d_1 = 2k\frac{\lambda}{2} = k\lambda \quad - \quad \text{juft yarim to'lqin uzunligi.}$$

$$d_3-d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \quad - \quad \text{toq yarim to'lqin uzunligi.}$$

O'zaro qo'shilgan to'lqinlarning yo'llar farqi yarim to'lqin uzunligidan juft son marta katta, ya'ni $2\frac{\lambda}{2}, 4\frac{\lambda}{2}, 6\frac{\lambda}{2}, \dots$ va $k\lambda$ bo'lganida ekranda oq rangli yo'llar (interferension manzaraning maksimumlari) hosil bo'ladi.

Xuddi shunday, yo'llar farqi yarim to'lqin uzunligidan toq son marta katta, ya'ni $\frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}, \frac{5\lambda}{2}, \dots$ va sh.k. $(2k + 1) \frac{\lambda}{2}$ bo'lganida to'lqinlarning qo'shilishidan ekranda qora rangli yo'llar (interferension minimum) kuzatiladi. Agar yorug'lik to'lqini N ta tirqishdan o'tib, ekranga tushsa $\Delta d = N \lambda$ bo'ladi (2-rasm).

2- rasmdagi ABC uchburchagidan BC va AB topiladi:

$$BC = N \lambda = \Delta d$$

Yoki (1)

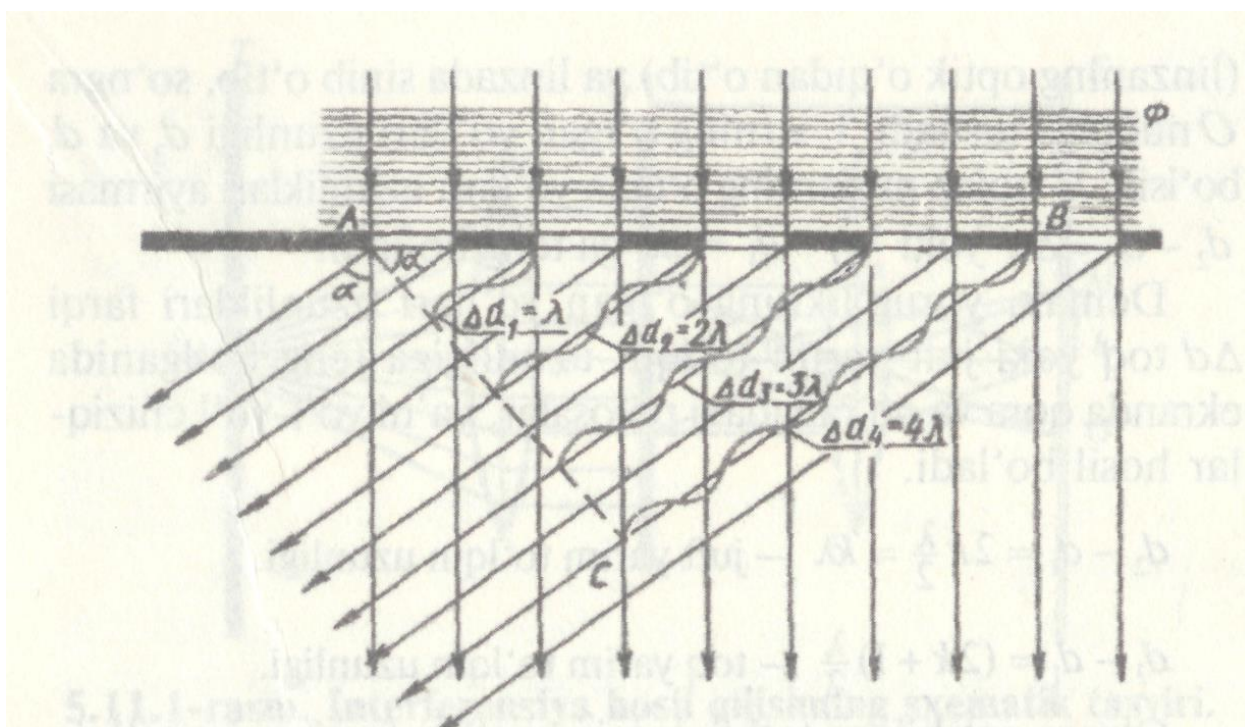
$$BC = AB \sin \alpha .$$

Agar difraksion panjara kengligi AB , panjara doimiysi d bo'lsa, unda BC quyidagicha ifodalanadi:

$$BC = N d \sin \alpha . \quad (2)$$

Demak, (1) ifodaga (2) ni qo'yib, undan yorug'lik to'lqin uzunligi topiladi, ya'ni

$$N \lambda = N d \sin \alpha ,$$



3-rasm. Difraksion panjaradan yorug'lik nuri o'tishining sxematik tasviri.

$$\lambda = \frac{Nd}{N} \sin \alpha = d \sin \alpha. \quad (3)$$

$\sin \alpha$ burchagi juda kichik bo'lganligidan, uni taqriban $\operatorname{tg} \alpha$ ga tenglashtirish mumkin. U holda difraksion panjaradan ekrangacha bo'lgan masofani o'lchab, ekrandagi oq va qora polosalar oralig'ini aniqlab yoki 3- rasmdagi geometrik usuldan foydalanib, uni quyidagicha yozish mumkin:

$$\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha = h / l.$$

Demak, λ ni geometrik o'lchamlarni aniqlash orqali hisoblash formulasini quyidagicha yozish mumkin bo'ladi, ya'ni

$$\lambda = d \frac{h}{l}. \quad (4)$$

2-chi va 3-chi tartibli spektrlardan foydalanib to'lqin usunligini quyidagi formula yordamida aniqlaymiz:

$$\lambda = d \frac{h}{Kl}. \quad (5)$$

K - spektrning tartib nomeri

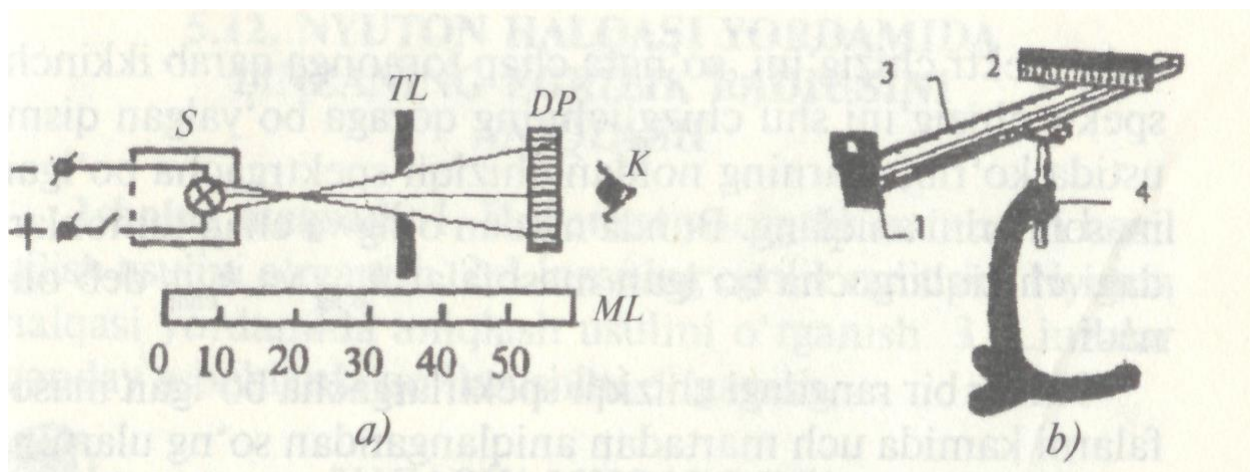
E s 1 a t m a. Har bir difraksion panjarani tayyorlagan zavod undagi tirqishlar sonini, panjara doimiysini ko'rsatadi.

QURILMANING TUZILISHI VA ISHLASHI

Laboratoriya ishini bajarishga mo'ljallangan qurilma difraksion panjara (DP), tirqishli chizg'ich (TL), metrli chizgich (ML), yorug'lik manbai (S) va shtativdan tuzilgan (3-rasm).

Yorug'lik nurining oqimini elektr lampa hosil qiladi. Bu yorug'lik oqimi elektr lampa oldidagi teshikchadan chiqib, tirqishli chizg'ich (TL) tirqishidan o'tadi va difraksion panjaraga tushadi.

Difraksion panjara orqali yorug'lik manbaiga qaralganda turli rangdagi spektr ko'rinadi.



3- rasm. Ishning sxematik tasviri (a) va uning qurilmasi (b).

a) *S*– yorug’lik manbai, *TL* – tirqishli chizg’ich, *DP* – difraksion panjara, *ML*–chizg’ich, *K*– kuzatuvchi; b) 1– difraksion panjara, 2–tirqishli chizg’ich, 3–chizg’ich, 4– tayanch.

Ishni bajarish tartibi

1. Laboratoriya ishining yo’riqnomasini o’qib o’rganing, o’qituvchining savollariga javob berib, ishni bajarishga ruxsat oling.
2. Laboratoriya qurilmasini ko’zdan kechiring va undagi asboblarning to’laligini tekshiring.
3. Metrli chizg’ich ustiga mahkamlangan asboblarni yorug’lik manbaiga to’g’ri yo’naltiring.
4. Yorug’lik oqimini hosil qiluvchi elektr lampani tok manbaiga *K* kalit yordamida ulang.
5. Lampa shu’langandan so’ng, shu lampaga tirqishli chizg’ich tirqishi orqali qarab, lampaning cho’g’lanuvchi tolasi aniq ko’rinadigan qilib tirqishli chizg’ich (*TL*)ni joylashtiring.
6. Difraksion panjarani metrli chizg’ich oxiridagi maxsus joyga o’rnating.

7. Difraksion panjara orqali yorug'lik manbaiga qarab chiziqli spektrlar ko'ringaniga ishonch hosil qiling.
8. Difraksion panjara orqali tirqishli chizg'ichning o'rtasidagi «O» nuqtadan avval o'ng tomonga qarab biror aniq spektr chizig'ini, so'ngra chap tomonga qarab ikkinchi spektr chizig'ini shu chizg'ichning qoraga bo'yalgan qismi ustida ko'rib, ularning noldan chiziqli spektrgacha bo'lgan masofalarini aniqlang. Bunda noldan o'ng va chap tomonlardagi chiziqlargacha bo'lgan masofalar $h_{o'ng}$ va h_{chap} deb olinadi.
9. Har bir rangdagi chiziqli spektrlargacha bo'lgan masofalarni kamida uch martadan aniqlangandan so'ng ularning o'rtachasini jadvalga kiriting. Bo'lgan masofani har safar o'zgartirib, spektr chiziqlari orasidagi h masofani aniqlang.
11. Aniqlangan l va h asosida λ ni hisoblang.

18-jadval

Rangli chiziqlar nomlari	h_1	h_2	l_1	l_2	d	λ	$\Delta\lambda$
Binafsha							
Ko'k							
Havorang							
Yashil							
Sariq							
Zarg'aldoq							
Qizil							

E s 1 a t m a. h_1 va h_2 hamda l_1 va l_2 tirqishdan o'ng va chap tomonda ko'ringan spektr holatlariga mos keladi.

12. O'tkazilgan tajribadan xulosa chiqaring.

Nazorat savollari

1. Spektr necha xilda bo'ladi va ular qanday nomlanadi?

2. Yorug'lik to'liqini yoki fotonlar oqimini?
3. Oq yorug'lik oqimi spektrida necha xil rangli chiziqlar bor?
4. Difraksion panjara deb qanday asbobga aytiladi va u qayerlarda ishlatiladi?
5. Difraksion panjara doimiysi deb nimaga aytiladi?
6. Oq yorug'lik oqimining to'liq uzunligi nimaga teng?

To'liq uzunlikni hisoblash programmasi

```

PROGRAM lamda
dimension X(3),XLAM(3),XLAMH(3)
OPEN(10,file='LAMDA.txt')
C
C  N-Tajribalar soni
C  X(I)-ranglar orasidagi masofa
C  XL-panjaradan ekrangacha bo'lgan masofa
C  d - panjara doimiysi
C
XL=250
d=0.01
X(1)=32
X(2)=65
X(3)=110
XLAM1=0.0
DO 1 I=1,3
    XLAM(I)=X(I)*d/(2.*I*XL)
    XLAM1=XLAM1+XLAM(I)
1 CONTINUE
XLAMS=XLAM1/3.0
XLAMH1=0.0
DO 2 I=1,3
    XLAMH(I)=ABS(XLAMS-XLAM(I))

```

```

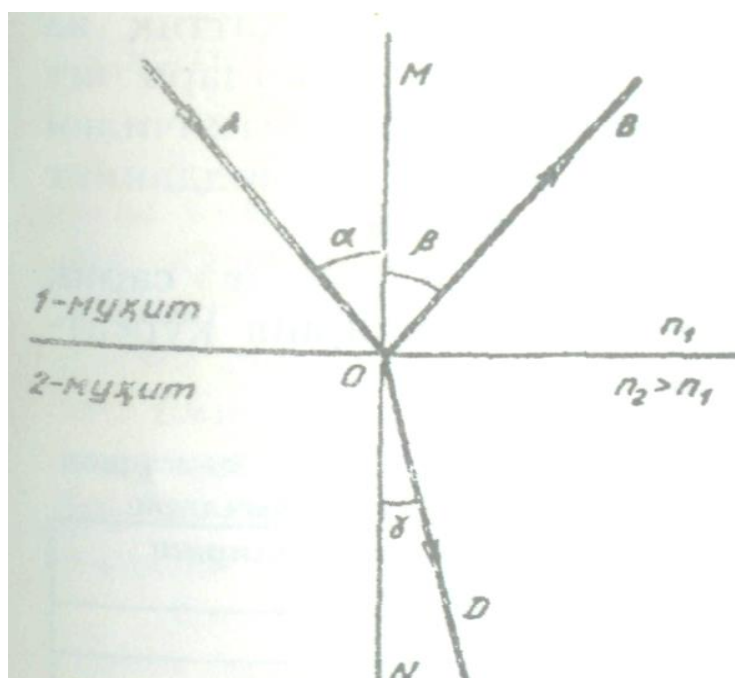
      XLAMH1=XLAMH1+XLAMH(I)
2  CONTINUE
      XLAMHS=XLAMH1/3.0
      WRITE(10,7)
7   FORMAT(6X,1HK,9X,1HX,11X,3HLAM,6X,4HDLAM)
      DO 4 I=1,3
      WRITE(10,3),I,X(I),XLAM(I),XLAMH(I)
4  CONTINUE
3  FORMAT(/2X,I5,5X,F8.2,3X,2E10.3)
      WRITE(10,5) XLAMS,XLAMHS
5  FORMAT(/2X,6HXLAMS=E10.3,5X,7HXLAMHS=E10.3)
      END

```

27-ish. ShISHANING SINDIRISH KO'RSATKICHINI MIKROSKOP YORDAMIDA ANIQLASH

Kerakli asbob va materiallar: 1) mikroskop; 2) mikrometr; 3) ikkala tomoni sirtida bir-biriga tik ravishda tirnab chizilgan chiziqlari (shtrixlari) bor yupqa shisha plastinka.

Nazariy ma'lumotlar. Ma'lumki, yorug'likning bir shaffof muhitdan boshqa shaffof muhitga o'tishida tarqalish yo'nalishining o'zgarishiga *yorug'likning sinishi* deb yuritiladi. Ingichka yorug'lik dastasi ikki shaffof muhit yassi chegarasiga tushganida bir qismi muhitlar chegarasidan qaytadi va qolgan qismi ikkinchi muhitga o'z tarqalish yo'nalishini o'zgartirib o'tadi, boshqacha aytganda tushuvchi yorug'lik nuri *AO*, qaytgan *OB* va singan *OD* nurga ajraladi (1-rasm).



1-rasm. Ikki shaffof muhit chegarasida yorug'likning sinishi.

Yorug'likning qaytish qonuni quyidagicha: tushgan nur AO , qaytgan nur OB va ikki muhit chegarasiga nurning tushish nuqtasidan o'tkazilgan perpendikulyar MN tekislikda yotadi; nurning qaytish burchagi β tushish burchagi α ga teng, ya'ni $\alpha = \beta$. Yorug'likning sinish qonuni esa quyidagicha ta'riflanadi: tushgan nur AO , singan nur OD va ikki muhit chegarasiga nurning tushish nuqtasidan o'tkazilgan perpendikulyar MN bir tekislikda yotadi; nurning tushish burchagi sinusi $\sin \alpha$ ning sinish burchagi sinusi $\sin \gamma$ ga nisbati berilgan ikki muhit uchun o'zgarmas kattalikdir. Agar α tushish burchagi va γ - sinish burchagi bo'lsa,

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n_{21} \quad (1)$$

ga teng bo'ladi.

(1) formuladagi n_{21} koeffitsientni ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan *sindirish ko'rsatkichi* yoki *nisbiy sindirish ko'rsatkichi* deb yuritiladi. Nisbiy sindirish ko'rsatkichi yorug'likning birinchi muhitdagi tezligi v_1 ning ikkinchi muhitdagi tezligi v_2 nisbatiga teng:

$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2}$$

U holda

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{v_1}{v_2} = n_{21} \quad (2)$$

Biror muhitning vakuumga nisbatan sindirish ko'rsatkichi shu muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi deyiladi. Ko'pincha "absolyut" so'zini tashlab yuborib, muhitning sindirish ko'rsatkichi deb atash ham mumkin. Qattiq va suyuq moddalarning absolyut sindirish ko'rsatkichlari shu moddalarning havoga nisbatan sindirish ko'rsatkichidan juda kam farq qiladi. Shuning uchun amalda moddaning sindirish ko'rsatkichi havoga nisbatan olinadi.

Quyidagi 19-jadvalda ba'zi moddalarning sariq yorug'lik nurlari uchun havoga nisbatan sindirish ko'rsatkichlariga oid ma'lumotlar keltirilgan.

19-jadval.

Ba'zi moddalarining havoga nisbatan sindirish ko'rsatkichlari.

Modda	Havoga nisbatan sindirish ko'rsatkichi
Suv (20°C da)	1,33
Muz	1,31
Tosh muz	1,54
Kvarts	1,54
Yoqut	1,74
Olmos	2,42
Shisha navlari	1,47

Bu jadvalda olmosning sindirish ko'rsatkichi $n = 2,42$ ga tengligi keltirilgan. Demak, sariq yorug'likning olmosdagi tezligi, uning havodagi tezligidan 2,42 marta kichik bo'ladi.

Yorug'likning vakuumdagi tezligini c ga teng deb olaylik. U holda birinchi va ikkinchi muhitlarning absolyut sindirish ko'rsatkichlari $n_1 = \frac{c}{v_1}$ va $n_2 = \frac{c}{v_2}$ ga teng bo'ladi. Shu muhitlarning nisbiy sindirish ko'rsatchi esa quyidagicha yoziladi:

$$n_{21} = \frac{c/n_1}{c/n_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (3)$$

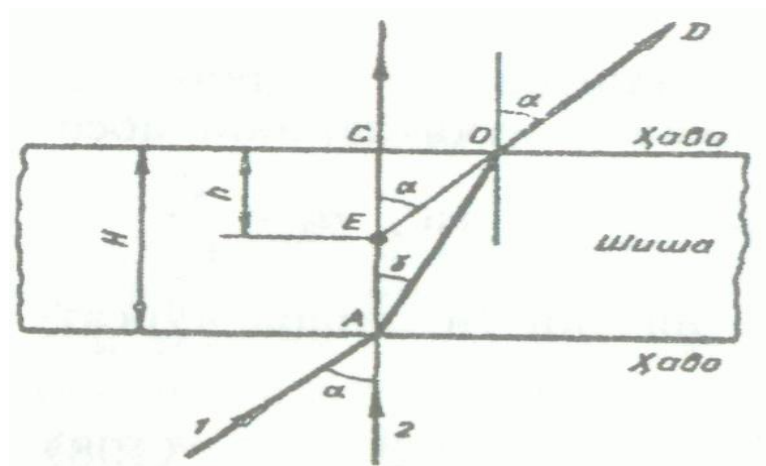
Ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan sinish ko'rsatkichi, ikkinchi muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichining birinchi muhit absolyut sindirish ko'rsatkichi nisbatiga teng. Ikkita muhitdan absolyut sindirish ko'rsatkichi kichik bo'lgan muhit **optik zichligi kichik muhit** deb yuritiladi. Masalan, suvning sindirish ko'rsatkichi shishanikidan kichik. Shuning uchun suvning optik zichligi shishaning optik zichligidan kichikdir.

Mazkur laboratoriya ishida shishaning sindirish ko'rsatkichini aniqlash maqsad qilib quyilgan.

Usulning nazariyasi va qurilmaning tavsifi. Kundalik turmushdan bilamizki, yorug'likning sinishi natijasida buyumlarning o'lchamlari, shakli yoki joylashuvi o'zgarib ko'rinadi. Masalan, suvli stakanga qalamni qiyalatib joylashtirib, yon tomonidan qarasak qalamning suv ichidagi qismi suv ustidagi qismiga nisbatan siljigandek ko'rinadi. Yoki tiniq suvli hovuzning tagida yotgan toshni kuzatib, hovuzning chuqurligi unchalik katta emasdek tuyulishi ham yorug'likning havodan suvga o'tishida sinishidan kelib chiqadi.

Endi yorug'lik nurining yassi parallel shishadan o'tishini batafsil qaraylik.

Yassi parallel shisha plastinkaning pastki sirtidagi A nuqtaga 1 va 2 nurlar tushayotgan bo'lsin (2-rasm). 2 nur plastinkaga tik ravishda tushayotgani uchun sinmasdan C nuqtada havoga o'tadi. 1 nur esa plastinkaning pastki va ustki sirtlarida sinadi hamda plastinkadan O nuqtada D ga tomon yo'nalgan ravishda havoga tarqaladi.



2-rasm. Yorug'lik nurining yassi parallel plastikadan o'tishi.

Bundan ko'rinadiki, shisha plastinkaga biror burchak ostida tushayotgan nur shishadan sinib o'tishida biror masofaga siljiydi va yana avvalgi yo'nalishiga parallel holda tarqaladi. Endi 1 va 2 nurlarning yo'nalishini teskari ravishda qaraylik. U holda DO yo'nalishda qarayotgan kuzatuvchi DO va CA nurlarning kesishish nuqtasini A da emas, balki E nuqtada kuzatadi, boshqacha aytganda plastinka qalinligi kuzatuvchiga $CE = h$ ga teng kabi tuyuladi, $CE = h$, uning haqiqiy qalinligi $CA = H$ dan kichik.

Agar tushuvchi nurlar plastinkaga tik yo'nalishda tushuvchi nurlarga juda yaqin bo'lsa tushish va sinish burchaklari juda kichik bo'ladi. Bunday holda bu burchaklarning sinuslarini ularning tangenslari bilan almashtirish mumkin.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}, \quad \alpha \rightarrow 0 \quad \cos \alpha \rightarrow 1.$$

Shu sababli $\operatorname{tg} \alpha \approx \sin \alpha$ deb olish mumkin. Demak, sinish qonunini quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \gamma} \quad (4)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{CO}{CE} = \frac{CO}{h}; \quad \operatorname{tg} \gamma = \frac{CO}{CE} = \frac{CO}{H} \quad (5)$$

(5) ni (4) ga qo'yib shishaning absolyut sindirish ko'rsatkichi n aniqlanadi:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \gamma} = \frac{CO/h}{CO/H} = \frac{H}{h} \quad (6)$$

Sindirish ko'rsatkichini aniqlashning bu usuli (6) formulaning qo'llanishiga asoslangan. Mikroskopning buyum qo'yiladigan stolchasiga ikkala tomoniga o'zaro tik ravishda tinalgan chiziqlari (shtrixlari) bor yassi parallel plastinka qo'yiladi.

Dastavval mikroskopni plastinkaning ustidagi chiziqning yorqin tasviri ko'rinadigan qilib o'rnatiladi (masalan C nuqtaning), so'ngra mikroskop mikrometrik vintini burash bilan plastinkadagi pastki chiziqning yorqin tasviri hosil qilinadi. (A nuqtaning). Mikroskopni A nuqtaga nisbatan aniq tasvirga o'rnatish uchun mikroskop tubusini plastinkaning qalinligiga teng CA masofaga emas, balki CE masofaga siljiriladi. Plastinkaning tuyulgan qalinligi mikroskop mikrometrik vinti bo'limlari yordamida aniqlanadi.

Ishni bajarish tartibi. 1. Mikrometr bilan shisha plastinkaning haqiqiy qalinligi H ni aniqlashda plastinka sirtlaridagi chiziqlar (shtrixlar) kesishgan joyidan o'lchanadi.

2. Mikroskop stolchasiga shisha plastinkadagi chiziqlar kesishgan joyi asbobning optik o'qida yotadigan qilib o'rnatiladi va shisha plastinkaning ustidagi chiziqning yorqin tasviri hosil qilinadi.

3. Mikrometrik vintning ko'rsatkichi qaysi bo'limdaligi aniqlanadi va yozib qo'yiladi, bu bo'limni hisoblarning boshlanishi deb olib, keyingi o'lchashlar bajariladi.

4. Mikroskop tubusini shishaning tagidagi chiziqning yorqin tasviri olinguncha pasaytiriladi. Mikrometrik vint bo'yicha hisoblar bajariladi.

5. Shisha plastinkaning tuyulgan qalinligi quyidagicha aniqlanadi.

$$h = N \cdot Z + 0,002m$$

Bu yerda: N - mikrometrik vint barabanining to'la aylanishlar soni; m - mikrometrik vintning to'liqmas aylanishidagi bo'limlar soni; Z - mikrometrik vint

qadami, ya'ni vintning bir marta to'la aylanishida tubus $Z = 0,02 \cdot 50 \text{ mm} = 0,1 \text{ mm}$ masofaga siljishini bildiradi; 0,002 - vint barabanidagi bitta bo'lim qiymati.

6. Shishaning sindirish ko'rsatkichi (6) formula bo'yicha hisoblanadi.

7. O'lchashlar qamida 5 marta takrorlanadi.

8. O'lchashlarda olingan ma'lumotlar asosida $\langle n \rangle$, $\langle \Delta n \rangle$ va E_n lar hisoblanadi.

9. O'lchash va hisoblash natijalari 20-jadvalga yoziladi.

10. Oxirgi natija quyidagicha yoziladi:

$$n = \langle n \rangle \pm \langle \Delta n \rangle; \quad E_n = \dots \%$$

20-jadval.

**Shishaning sindirish ko'rsatkichini mikroskop yordamida aniqlashda
o'lchash va hisoblash natijalari.**

Tajribalar	H	N	m	h	n	Δn	E_n
1							
2							
3							
4							
5							
O'rtacha qiymat							

Sinov savollari

1. Yorug'likning sinish qonuni qanday ta'riflanadi?
2. Yassi parallel shisha plastinkadan yorug'lik nurining o'tish yo'lini chizing va tushuntiring.
3. Muhitning nisbiy va absolyut sindirish ko'rsatkichlari qanday ta'riflanadi? Sindirish ko'rsatkichining fizik ma'nosi qanday?
4. Nurlar yo'li mikroskopda qanday chiziladi?

5. Mikroskop yordamida shishaning sindirish ko'rsatkichini aniqlash usulini tushuntiring.
6. Mikroskop qanday asbob va qayerlarda ishlatiladi?
7. Mikroskopning kattalashtirishi deganda nimani tushunasiz?

28-ish. ERITMANING SINDIRISH KO'RSATKICHI VA KONTSENTRATSIYASINI REFRAKTOMETR YORDAMIDA ANIQLASH.

Kerakli asbob va materiallar: 1) refraktometr; 2) distillangan suv; 3) qandning suvdagi turli konsentratsiyali eritmalari quyilgan idishlar.

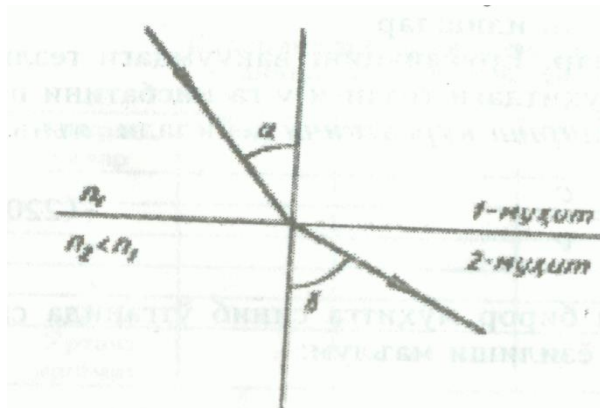
Nazariy ma'lumotlar. Yorug'likning vakuumdagi tezligi c ning uning biror muhitdagi tezligi v ga nisbatini shu muhitning *absolyut sindirish ko'rsatkichi* deyiladi, ya'ni:

$$n = \frac{c}{v} \quad (1)$$

Yorug'lik vakuumdan biror muhitga sinib o'tganida sinish qonuni quyidagicha yozilishi ma'lum:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} \quad (2)$$

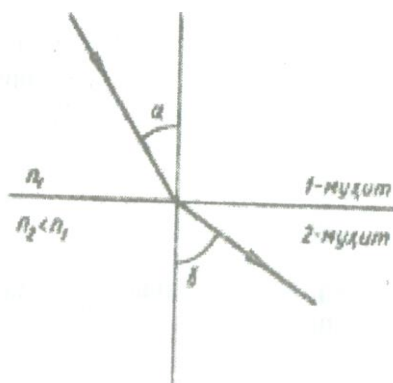
Bu yerda: α -tushish burchagi; γ -sinish burchagi. Agar yorug'lik optik zichligi kichik muhitdan optik zichligi katta muhitga sinib o'tsa, sinish burchagi tushish burchagidan kichik bo'ladi (1-rasm).



1-rasm. Yorug'likning optik zichligi kichik muhitdan optik zichligi katta muhitga o'tishi.

Yorug'lik optik zichligi katta muhitdan kichigiga sinib o'tganida esa sinish burchagi tushish burchagidan katta bo'ladi (2-rasm).

Har qaysi shaffof qattiq jism yoki suyuqlik o'ziga xos sindirish ko'rsatkichiga ega. Eritmaning sindirish ko'rsatkichi unda erigan qattiq moddalarning kontsentrasiyasiga bog'liq. O'zgarmas haroratda eritmaning kontsentratsiyasi qancha katta bo'lsa, uning sindirish ko'rsatkichi ham shuncha katta bo'ladi. Demak, eritmaning sindirish ko'rsatkichini aniqlash bilan kontsentratsiyasi haqida xulosa qilishimiz mumkin. Eritmalarning kontsentratsiyasini aniqlashda qo'llanadigan refraktometrning ishlashi xuddi shu prinsipga asoslangan. Suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichi ularning zichligiga, suyuqlikda erigan boshqa moddalarning kontsentratsiyasiga bog'liq.



2-rasm. Yorug'likning optik zichligi katta muhitdan optik zichligi kichik muhitga o'tishi.

Tekshirishlar ko'rsatadiki, odamlar yoki hayvonlar kasallanganida ularning qoni, siydigi va orqa miya suyuqligidagi tuz, qand va oqsillarning kontsentratsiyalari o'zgarib ketadi, natijada ularning sindirish ko'rsatkichi ham o'zgaradi. Shuning uchun sindirish ko'rsatkichining normal qiymatdan chetlashishiga qarab, ba'zi kasalliklarni diagnostika qilish mumkin.

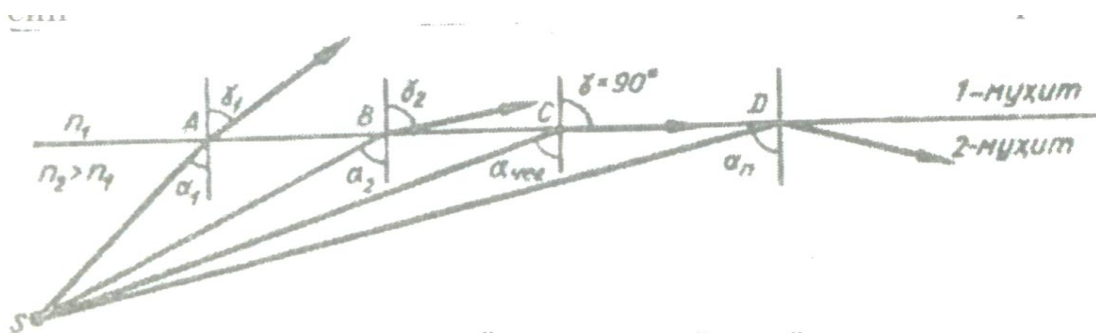
Xuddi shu maqsadda tibbiyotda va veterinariyada refraktometrlar keng qo'llaniladi.

Bundan tashqari oziq-ovqat sanoatida meva va sabzavot mahsulotlaridan turli xil sharbatlar tayyorlashda ham ularning tarkibidagi qand konsentratsiyasini bilish kerak. Bundan tashqari oziq-ovqat sanoatida meva va sabzavot mahsulotlaridan turli xil sharbatlar tayyorlashda ham ularning tarkibidagi qand konsentratsiyasini bilish kerak.

Qishloq xo'jaligida qand lavlaginng pishib yetilganligini aytish uchun uning tarkibidagi qand konsentratsiyasini bilish kerak. Bu ishlarning hammasida refraktometrlar ishlatiladi.

Tibbiyot, veterinariya va oziq-ovqat sanoatida nemis fizigi E. Abbe ishlab chiqqan va keyinchalik takomillashtirilgan refraktometrlar qo'llanib, ular yorug'likning to'la qaytishi hodisasiga asoslanib ishlaydi.

Usulning nazariyasi va qurilmaning tavsifi. Yorug'likning to'la qaytishi yorug'likning optik zichligi katta muhitdan optik zichligi kichik muhitga o'tishidan yorug'lik birinchi muhitga biror chegaraviy burchakdan katta burchaklarda tushganida ro'y beradi. Masalan, bu hodisa yorug'lik nurlari suvdan havoga yoki shishadan havoga o'tishida vujudga keladi. Biror S yorug'lik manбайдan tarqalayotgan yorug'lik nurlarining ingichka dastalari turlicha tushish burchaklarida optik zichligi katta muhitdan o'tib optik zichligi kichik muhit chegarasiga tushayotgan bo'lsin (3-rasm).



3-rasm. Yorug'likning to'la qaytishi.

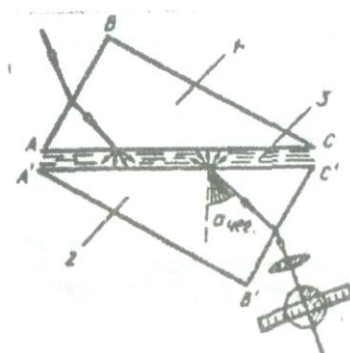
3-rasmda $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_{uez}, \dots$ lar nurning tushish burchaklari, $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3 \dots \gamma_n$ lar nurning sinish burchaklari bo'lsin. Nurning tushish burchagini orttira borib, uning

biror α_{cheg} qiymatini topa olamizki, unda singan nur muhitlar chegarasiga sirpanib yo'naladi, bordiyu nur α_{cheg} dan katta burchak ostida tushayotgan bo'lsa, 2-muhitdan 1-muhitga butunlay o'tmaydi. Bu hodisani yorug'likning to'la ichki qaytishi deb yuritiladi. Sinish burchagi $\gamma=90^\circ$ ga mos kelgan α_{cheg} burchakni to'la qaytishning *chegaraviy burchagi* deb ataladi.

Agar nurni 1-muhitdan 2-muhitga yo'naltirsak, nurlarning qaytuvchanligi xossasiga asosan ularning faqat yo'nalishi o'zgaradi. Ammo bu holda α_{cheg} sinish burchagi bo'lib qoladi.

3-rasmdan bilish mumkinki, C nuqtadan chap tomonda 1-muhitga nurlar o'tadi, ammo C nuqtadan o'ng tomonda esa 1-muhitga nur o'tmaydi. Shuning uchun 1-muhit tarafdin qarayotgan kuzatuvchiga C nuqtaning o'ng tomoni yorug', chap tomoni esa qorong'i (xiralashgan) holda ko'rinadi.

Endi refraktometrning ishlash printsiptini qarab chiqaylik. Asbobning asosiy qismi ABC va $A'B'C'$ shisha prizmalardan tashkil topgan bo'lib, ular bir-biriga gipotenuzalari bilan qo'yilgan (4-rasm).



4-rasm. Yorug'likning refraktomer prizmalaridan o'tishi: 1-yorituvchi prizma, 2-o'lchash prizmasi, 3-suyuqlik qatlami

ABC prizmani *yorituvchi prizma* 1, $A'B'C'$ prizmani esa o'lchash prizmasi 2 deb yuritiladi. Tekshiriladigan suyuqlik 3 esa ularning orasiga yupqa qatlam tarzida joylashtiriladi. Prizmalar sindirish ko'rsatkichi katta shisha flintdan tayyorlangan. Yorituvchi prizmaning AC asosining sirti yaxshilab silliqatlanmagan,

o'lchash prizmasining $A'C'$ asosining sirti esa yetarli darajada yaxshilab silliqilgan.

Suyuqlikni prizmalar orasiga tomizini osonlashtirish uchun 1-prizma qo'zg'aluvchan, maxsus ochilib-yopilishi mumkin bo'lgan yarim ellips qopqoqqa o'rnatilgan, 2-prizma esa qo'zg'almasdir. Tekshiriladigan suyuqlikning sindirish ko'rsatkichini o'lchash uchun qopqoq, ya'ni 1-prizma ko'tarilib, 2-prizma sirtiga 1-2 tomchi suyuqlik tomiziladi va qopqoq yana yopiladi. Bunda ikkala prizma sirlari ustma-ust tushib tomizilgan suyuqlikning yupqa qatlamini o'z sirlari orasiga oladi.

Yorituvchi prizmaning AV sirtiga tushgan yorug'lik da tasi prizma ichida sinib uning AC sirtiga tushadi. Sirt yaxshilab tekislanmaganligi uchun undan yorug'lik nurlari sochilgan holda tarqaladi. Suyuqlik qatlamidan o'tuvchi sochilgan nurlar 0° dan 90° gacha har xil burchak ostida o'lchash prizmasiga tushadi. Suyuqlikning sindirish ko'rsatkichi prizmanikidan kichik bo'lgani uchun A^1C^1 sirt bo'yiga yo'nalgan sirpanuvchi (tushish burchagi 90° bo'lgan) nur o'lchash prizmasiga to'la qaytishning chegaraviy burchagi α_{cheg} ostida kiradi. Boshqa nurlarning hammasi esa chegaraviydan kichik burchaklar ostida o'tadi.

Biz qarayotgan sirpanuvchi nur 4-rasmda yorug'lik dastasining o'ng tomonidan chekkasida joylashgan.

Yorituvchi prizmadan o'lchash prizmasiga tushuvchi sirpanuvchi nurdan boshqa nurlar ikkinchi prizmadan sirpanuvchi nurga nisbatan chaproqdan chiqadi. O'lchash prizmasidan chiqayotgan bu nurlarni ob'ektiv linzasi yordamida shkala joylashgan fokal tekislikda yig'iladi. Natijada shkalaning chap qismi yoritilgan, o'ng qismi esa xira bo'ladi * (nurlar tushmayotganligi uchun).

Shunday qilib, shkalaning yorug' va xira qismlari chegarasidagi bo'limi, to'la qaytishning chegaraviy burchagini topish imkomini beradi. Ammo amalda to'la qaytishning chegaraviy burchagi o'rniga sirpanuvchi nurni o'lchash prizmasidan chiqish burchagini o'lchash oson. Shkalaning yonida α ning qiymatlarini emas, balki unga mos nur sindirish ko'rsatkichlarining qiymatlari

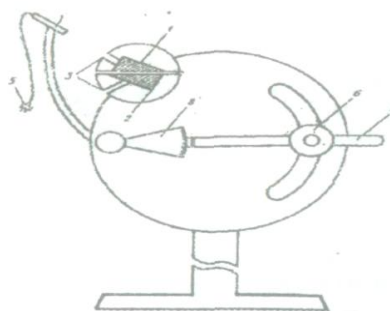
ko'rsatilgan bo'ladi. Agar yorituvchi prizma oq yorug'lik dastasi tushsa, shkalada yorug' va xira qismlar chegarasida bo'yalgan manzara vujudga keladi.

Shkalaning yoritilgan va xira qismlarining keskin chegarali manzarasi esa prizmalarni monoxromatik yorug'lik bilan yoritilganidagina ro'y beradi. Buning uchun ob'yektiv oldiga dispersiya kompensatori joylashtiriladi. Refraktometr asosiy qismlarining joylashishi 5-rasmda ko'rsatilgan.

Asbobning optik qismlari og'ir asosga o'rnatilgan tik ustunga mahkamlangan metall qutichaga joylashtirilgan.

Qutichaning ustki qismida qo'zg'aluvchan yorituvchi prizma va qo'zg'almas o'lchash prizmasi bor. Yorituvchi prizmani o'lchash prizmasi ustiga yotqizilganda ular orasida $0,1\text{mm}$ cha kenglikda bo'sh joy qoladi. Uni tajriba vaqtida tekshirilayotgan suyuqlik (eritma) bilan to'ldiriladi.

Yoritgichdan yorug'likni darchalar orqali har bir prizma yuborish mumkin. Bir uchida o'zgaruvchan tok tarmog'iga ulash uchui vilkasi bor shurning ikkinchi uchi yoritgich chirog'iga biriktirilgan. O'lchash vaqtida yorug'lik asbobning optik sistemasidan o'tib shkalani yoritadi, uni dastakka o'rnatilgan okulyar orqali kuzatiladi. Okulyarni shkala bo'ylab siljitish uchun dastakni harakatga keltirish kerak. Yorug' va xira qismlarning yaqqol chegarasini hosil qilish uchun richag buraladi.



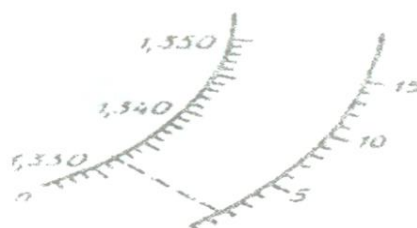
5-rasm. Refraktometrning tuzilishi:

1-yorituvchi prizma, 2-o'lchash prizmasi, 3-darcha, 4-yoritgich,

5-vilkasi bor shnur, 6-okulyar, 7-dastak, 8-richag.

Refraktometrning okulyaridan kuzatganimizda okulyarning fokal tekisligida joylashtirilgan ikkita konsentrik shkalali va vizir chizigini ko'ramiz. Ularning chap tomondagisi bevosita sindirish ko'rsatkichining qiymatlari bo'yicha darajalangan, o'ng tomondagisi esa sindirish ko'rsatkichining u yoki bu qiymatlariga mos keladigan eritmadagi qand konsentratsiyasining foizlarda ifodalangan qiymatlari ko'rsatilgan (6-rasm).

6-rasmdagi 1-shkaladan istalgan shaffof eritma uchun foydalanish mumkin. 2- shkaladan esa faqat qand eritmasi bilan ishlaganda foydalaniladi, boshqa eritmalar uchun u noto'g'ri bo'ladi.



6-rasm. Refraktometr shkalalari

Agar tajribani nurning sirpanib o'tish usuli bilan (4-rasmdagidek) bajarsak, pastki darcha yopilib, nur yuqoridagi darchadan yoritish prizmasiga tushiriladi.

O'lchash vaqtida vizir chiziq'i ko'rish maydonining xira va yorug' qismlarini chegaralab turuvchi chiziq bilan ustma-ust tushganida shkalaning chap tomoni sindirish ko'rsatkichi «p» ning, o'ng tomoni esa «n» ga mos kelgan eritma konsentratsiyasi «C» ning qiymatlarini ko'rsatadi. Shunday qilib, refraktometr yordamida «n» va «C» larning qiymatini bir vaqtning o'zida aniqlay olamiz.

Aniq o'lchash ishlarida suyuqlik haroratini ham bilish kerak. Laboratoriya mashg'ulotlari vaqtidagi o'lchashlarda unchalik katta aniqlik talab qilinmaganligi uchun tekshiriladigan suyuqlik haroratini o'zgarmas holda saqlab turish shart emas.

Ishni bajarish tartibi.

1. Tajribani o'tkazishda avval yorituvchi prizma ko'tariladi va ikkala prizma sirtlarining tozaligi tekshiriladi. Prizmalarning sirti distillangan suv bilan yuviladi, so'ngra toza quruq latta bilan artiladi,

2. O'lchash prizmasining o'rtasiga pipetka yordamida 2-3 tomchi distirlangan suv tomiziladi va o'lchash prizmasining ustini yorituvchi prizma bilan yopiladi.

3. Biz qarayotgan usulda yorug'lik yorituvchi prizma ustidagi darchadan tushiriladi, bunda o'lchash prizmasi tomonidan qo'yilgan darcha yopib qo'yiladi.

4. Kompensator prizmalarini richag yordamida burash bilan ko'rish maydonining yorug' va xira chegarasidagi bo'yalish yo'qotiladi, xira va yorug' sohani keskin ajratib turuvchi chegara hosil qilinadi.

5. Distillangan suv uchun ko'rish maydonining yorug' va xira qismlarini chegaralovchi punktir chizig'ining vaziyati aniqlanadi.

Agar refraktometr o'lchash vaqtida to'g'ri ko'rsatsa, distillangan suv 20°C haroratda bo'lganida ko'rish maydonining yorug' va xira qismlarini chegaralovchi chiziq, vizir chizig'i bilan ustma-ust tushirilganda chap tomondagi shkaladan $n=1,33$ ni (ayni shu vaqtda o'ng tomondagi shkaladan esa «O» bo'limni) ko'rsatish kerak.

6. Prizmalar sirti yuqorida aytilganday qaytadan tozalanadi, yumshoq quruq latta bilan artiladi. Yorituvchi prizmani ko'tarib, o'lchash prizmasining o'rtasiga 1-2 tomchi tekshiriluvchi eritmadan tomiziladi va yorituvchi prizma bilan yopiladi. Ko'rish maydonida yorug' va xira qismlarning yaqqol chegarasini ko'rsatuvchi chiziq bilan vizir chiziq mos tushganda sindirish ko'rsatkichi va eritma konsentratsiyasining qiymatlari yozib olinadi. Tajriba kamida 3 marta takrorlanadi.

7. Xuddi shu usuldagi o'lchashlar turli konsentratsiyali eritmalarining har biri uchun 3 martadan takrorlanadi.

8. Har qaysi kontsentratsiyali eritma uchun $\langle n \rangle$, $\langle \Delta n \rangle$, E_n va $\langle C \rangle$, $\langle \Delta C \rangle$, E_s lar hisoblanadi va 21-jadvalga yoziladi.

9. 21-jadval ma'lumotlariga asoslanib sindirish ko'rsatkichining eritma kontsentratsiyasiga bog'liqligi grafigi chiziladi.

21-jadval.

Eritmaning sindirish ko'rsatkichi va kontsentratsiyasini aniqlashda o'lchash va hisoblash natijalari.

Tajribalar	n	Δn	$C\%$	$\Delta C\%$	n	Δn	$C\%$	$\Delta C\%$	n	Δn	$C\%$	$\Delta C\%$
1												
2												
3												
4												
O'rtacha qiymat												

10. Oxirgi natija quyidagicha yoziladi:

$$n = \langle n \rangle \pm \langle \Delta n \rangle; \quad E_n = \dots \% "$$

$$C = \langle C \rangle \pm \langle \Delta C \rangle; \quad E_s = \dots \%, "$$

Sinov savollari.

1. Absolyut va nisbiy sindirish ko'rsatkichlari deb nimaga aytiladi?
2. Yorug'likning to'la qaytish hodisasi qanday tushuntiriladi?
3. Refraktometrning optik qismlari sxemada qanday joylashgan?
4. Kompensator qanday vazifani bajarishga mo'ljallangan?
5. Refraktometrning asosiy qismlarini ayting.
6. Eritmaning sindirish ko'rsatkichi nimalarga bog'liq?
7. Refraktometr qo'llanilishiga misollar keltiring.

I. I L O V A L A R

Asosiy fizik doimiylar

(uchta ahamiyatli raqamgacha aniqlikda yaxlitlangan)

Erkin tushishning normal tezlanishi.....	$g=9,81 \text{ m/s}^2$
Tortishish (gravitatsiya) doimiysi.....	$G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg s}^2$
Avagadro doimiysi.....	$N_A=6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Molyar gaz doimiysi.....	$R=8,31 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$
Standart hajm.....	$V_m=22,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol}$
Bolsman doimiysi.....	$k=1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
Faradey doimiysi.....	$F=9,65 \cdot 10^4 \text{ Kl/mol}$
Elementar zaryad.....	$e=1,60 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$
Elektronning massasi.....	$m_e=9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Elektronning solishtirma zaryadi.....	$e/m=1,76 \cdot 10^{11} \text{ Kl/kg}$
Yorug'likning vakuumdagi tezligi.....	$c=3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Stefan-Bolsman doimiysi.....	$\sigma=5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$
Vin siljish qonuning doimiysi.....	$c=2,90 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$
Plank doimiysi.....	$h=6,67 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Ridberg doimiysi.....	$R=3,29 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$
Birinchi Bor radiusi.....	$r_B=5,29 \cdot 10^{-11} \text{ m}$
Elektronning Kompton to'lqin uzunligi.....	$\lambda_e=2,43 \cdot 10^{-12} \text{ m}$
Bor magnetoni.....	$\mu_B=9,27 \cdot 10^{-24} \text{ J/Tl}$
Vodorod atomining ionlashish energiyasi.....	$E_i=2,16 \cdot 10^{-18} \text{ J}$
Atom massa birligi.....	$1 \text{ a.m.b.}=1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Yadro magnetoni.....	$\mu_N=5,05 \cdot 10^{-27} \text{ J/Tl}$

1. Moddalarning zichligi

Qattiq jismlar

10^3 kg/m^3	10^3 kg/m^3
Alyuminiy.....2,7	Qo'rg'oshin.....11,3
Muz.....0,9	Kumush.....10,5
Mis.....8,9	Po'lat.....7,8
Qalay.....7,3	Xrom.....7,2

Suyuqliklar

10^3 kg/m^3	10^3 kg/m^3
Benzin0,70	Neft 0,80
Suv1,0	Simob 13,6
Kerosin 0,80	Spirt 0,79

Gazlar

(normal sharoitlarda)

10^3 kg/m^3	10^3 kg/m^3
Azot 1,25	Havo..... 1,29
Vodorod 0,09	Kislorod 1,43

2. Cho'zilishga puxtalik chegarasi σ_n va elastiklik moduli E

Modda	$\sigma_n \text{ MPa}$	$E \text{ GPa}$
Alyuminiy	100	70
Mis	400	120
Qalay	20	50
Qo'rg'oshin	15	15
Kumush	140	80
Po'lat	500	200

3. Moddalarning issiqlik xossalari

Qattiq jismlar

Modda	Solishtirma issiqlik sig'imi, $kJ/(kg\ K)$	Erish temperaturasi, $^{\circ}C$	Solishtirma erish issiqligi kJ/kg
Alyuminiy	0,88	660	380
Muz	2,10	0	330
Mis	0,38	1083	180
Qalay	0,23	232	59
Qo'g'o'shin	0,13	327	25
Kumush	0,23	960	87
Po'lat	0,46	1400	82

Suyuqliklar

Modda	Solishtirma issiqlik sig'imi, $kJ/(kg\ K)$	Qaynash temperaturasi, $^{\circ}C$	Bug hosil bo'lish solishtirma erish issiqligi MJ/kg
Suv	4,2	100	2,3
Simob	0,12	357	0,29
Spirt	2,4	78	0,85

Gazlar

Modda	Solishtirma issiqlik sig'imi, $kJ/(kg\ K)$	Kondensatsiya tempera- turalari $^{\circ}C$
Azot	1,0	-196
Vodorod	14	-253
Havo	1,0	-
Kislorod	0,32	-183

4. Suyuqliklarning sirt taranglik

koeffitsienti mN/m

($20^{\circ}C$ da)

Suv 73

Neft

30

Kerosin 24

Simob

22

Sovun eritmasi 40

Spirt

510

5. Yonilg'ining yonish solishtirma issiqligi, MJ/kg

Benzin 46

Kerosin 46

Yog'och 10

Porox 3,8

Dizel yonilg'i 42

Spirt 29

Toshko'mir 29

Shartli yonilg'i 29

**6. To'yingan bug' bosimi p va zichligi ρ ning
temperaturaga bog'liqli**

$t_0, ^\circ C$	P, kPa	$\rho, g/m^3$	$t_0, ^\circ C$	P, kPa	$\rho, g/m^3$
-5	0,40	3,2	10	1,23	9,4
0	0,61	4,8	11	1,33	10,0
1	0,65	5,2	12	1,40	10,7
2	0,71	5,6	13	1,49	11,4
3	0,76	6,0	14	1,60	12,1
4	0,81	6,4	15	1,71	12,8
5	0,88	6,8	16	1,81	13,6
6	0,93	7,3	17	1,93	14,5
7	1,0	7,8	18	2,07	15,4
8	1,06	8,3	19	2,20	16,3
9	1,14	8,8	20	2,33	17,3

7. Moddalarning dielektrik singdiruvchanligi

Suv	31	Parafin	
.....	2,1		
Kerosin	2,1	Slyuda	6
Moy	2,5	Shisha	7

**8. Metallar va qotishmalar solishtirma qarshiligi ρ ($20^\circ C$ da)
va qarshiliklarning temperature koeffitsienti α**

Modda	ρ $10^{-8} Om \cdot m$ yoki 10^{-2} $Om \cdot mm^2/m$	α_t K^{-1}	Modda	ρ $10^{-8} Om \cdot m$ yoki 10^{-2} $Om \cdot mm^2/m$	α_t K^{-1}
Alyuminiy	2,8	0,0042	Nixrom	110	0,0001

Wolfram	5,5	0,0048	Qo'rg'oshin	21	0,0037
Jez	7,1	0,001	Kumush	1,6	0,004
Mis	1,7	0,0043	Po'lat	12	0,006
Nikelin	42	0,0001			

9. Moddalarning elektrokimyoviy ekvivalentlari

mg/Kl yoki 10^{-6} kg/Kl

Alyuminiy (Al^{3+})	0,093	Nikel (Ni^{2+})	0,30
Vodorod (H^+)	0,0104	Kumush (Ag^+)	1,12
Kislorod (O^{2-})	0,083	Xrom (Cr^{3+})	0,18
Mis (Cu^{2+})	0,34	Rux (Zn^{2+})	0,34
Qalay (Sn^{2+})	0,62		

10. Elektronning chiqish ishi, eV

Volfram	4,5	Platina	5,3
Kaliy	2,2	Kumush	4,3
Litiy	2,4	Rux	4,2
Bariy oksid	1,0		

11. Sindirish ko'rsatkichi

(ko'rinadigan nurlar uchun o'rtacha)

Olmos	2,4	Serouglerod	1,62
Suv	1,3	Etil spirt	1,36
Havo	1,00029	Shisha	1,6

II. I L O V A

1. SI birliklariga qo'shimchalar

Qo'shimcha	Qisqacha belgisi	Qiymati	Qo'shimcha	Qisqacha belgisi	Qiymati
deka	da	10^1	detsi	d	10^{-1}
gekta	g	10^2	santi	s	10^{-2}
kilo	k	10^3	milli	m	10^{-3}
mega	M	10^6	mikro	mk	10^{-6}
giga	G	10^9	nano	n	10^{-9}
tera	T	10^{12}	piko	p	10^{-12}
peta	P	10^{15}	femto	f	10^{-15}
eksa	E	10^{18}	atto	a	10^{-18}

2. Bosimning birliklari

$Pa=N/m^2$	$at=kgk/sm^2$	atm	bar	$mm \text{ sim. ust.}$	$mm \text{ suv ust.} = kgk/sm^2$
1	$1,02 \cdot 10^{-5}$	$9,87 \cdot 10^{-6}$	10^{-5}	$75 \cdot 10^{-4}$	0,102
$9,81 \cdot 10^4$	1	0,968	0,981	736	10^4
$1,013 \cdot 10^5$	1,033	1	1,013	760	$1,033 \cdot 10^4$
10^5	1,02	0,987	1	750	$1,02 \cdot 10^4$
133	$1,36 \cdot 10^{-3}$	$1,32 \cdot 10^{-3}$	$1,33 \cdot 10^{-3}$	1	13,6
9,81	10^{-4}	$9,68 \cdot 10^{-5}$	$9,81 \cdot 10^{-5}$	$7,36 \cdot 10^{-2}$	1

3. Kuch birliklari

N	$kg \cdot k$	$mkg \cdot k$	gk	din
1	0,102	$1,02 \cdot 10^{-4}$	102	10^5
9,81	1	10^{-3}	10^3	$9,81 \cdot 10^5$

$9,81 \cdot 10^3$	10^3	1	10^6	$9,81 \cdot 10^8$
$9,81 \cdot 10^{-3}$	10^{-3}	10^{-6}	1	9,81
10^{-5}	$1,02 \cdot 10^{-6}$	$1,02 \cdot 10^{-9}$	$1,02 \cdot 10^{-3}$	1

4. Energiya va ish birliklari

J	$kg \cdot m$	$kVt \cdot soat$	$kkal$	erg	eV
1	0,102	$2,78 \cdot 10^{-7}$	$2,39 \cdot 10^{-4}$	10^7	$6,24 \cdot 10^{18}$
9,81	1	$2,72 \cdot 10^{-6}$	$2,34 \cdot 10^{-3}$	$9,81 \cdot 10^7$	$6,12 \cdot 10^{19}$
$3,6 \cdot 10^6$	$3,67 \cdot 10^5$	1	860	$3,6 \cdot 10^{13}$	$2,25 \cdot 10^{25}$
$4,19 \cdot 10^3$	427	$1,16 \cdot 10^{-3}$	1	$4,19 \cdot 10^{10}$	$2,61 \cdot 10^{22}$
10^{-7}	$1,02 \cdot 10^{-8}$	$2,78 \cdot 10^{-14}$	$2,39 \cdot 10^{-11}$	1	$6,24 \cdot 10^{11}$
$1,6 \cdot 10^{-19}$	$1,63 \cdot 10^{-20}$	$4,45 \cdot 10^{-26}$	$3,83 \cdot 10^{-23}$	$1,6 \cdot 10^{-12}$	1

6. Quvvat birliklari

Vt	kVt	$kg \cdot m/s$	$o.k.$	kal/s	$kkal/soat$
1	10^{-3}	0,102	$1,36 \cdot 10^{-8}$	0,239	0,86
10^3	1	102	1,36	239	860
9,81	$9,81 \cdot 10^{-3}$	1	$1,33 \cdot 10^{-2}$	2,34	8,43
736	0,736	75	1	176	632
4,19	$4,19 \cdot 10^{-3}$	0,427	$5,69 \cdot 10^{-3}$	1	3,6
1,16	$1,16 \cdot 10^{-3}$	0,119	$1,58 \cdot 10^{-3}$	0,278	1