

I.O Urunov, A.M.Muzaffarov, Z.J Xusanov, F.S.Xashimova

**FIZIKA FANIDAN TAJRIBA ISHLARINI BAJARISH BO'YICHA  
O'QUV QO'LLANMA**

Texnika oliy ta'lim muassasalarining 5321100 - «Noyob va radioaktiv metallar rudalarini kazib olish, qayta ishlash texnikasi va texnologiyasi» bakalavriat ta'lim yo'nalishi talabalari uchun o`quv qo`llanma sifatida tavsiya etilgan

NAVOIY-2019

Fizikadan tajriba ishlarini bajarish bo'yicha o'quv qo'llanma I.O.Urunov, A.M.Muzaffarov, Z.J Xuasnov, F.S. Xashimova NDKI, 2019. \_\_\_ b.

Jamiyatni tubdan isloh qilishning bosh mezonlaridan biri- yuqori malakali va har tamonlama kamolga etgan milliy kadrlarni tayorlashdir. Shu ma'noda oliy ta'limda jahon andozalariga mos bo'lgan darslik va o'quv yaratishga qaratilgan izlanishlar olib borilmoqda. O'quv qo'llanma oliy texnika o'quv yurtlarining "Noyob va radioaktiv metallar rudalarini qazib olish, qayta ishlash texnikasi va texnologiyasi" bakalavriat ta'lim yo'nalishi talabalari va "Fizika" kursini o'rganayotgan texnika oliy o'quv yurtlarining bakalavr ta'lim yo'nalishlari talabalari uchun mo'ljallangan. Unda "Fizika" kursi bo'yicha asosiy mavzularni tajriba yo'li bilan mustahkamlash maqsadida tajriba ishlarini, ularni bajarish tartiblari keltirilgan. Shuningdek qo'llanmada ko'mpyterlashtirilgan tajriba ishlarini bajarish usullari ham keltirilgan. O'quv qo'llanmaning so'ngida qator fizik kattaliklar, ularning o'lchamlari, o'lchov birliklar hamda jadvallarda tog' jinslari moddalariga doir ma'lumotlar berilgan.

O'quv qo'llanma NDKI "Umumiy fizika" kafedrasida yig'ilishida muhokama qilingan va tavsiya etilgan.

Taqrizchilar:

J.T.Nazarov- NDKI Yoshlar bilan ishlash bo'yicha prorektor, f.-m. f. n., dostenti  
U.Z.Sharafutdinov - NKMK, Texnika fanlari nomzodi, dosenti

## MUNDARIJA

So'z boshi.....	6
-----------------	---

### I BO'LIM. MEXANIKA VA MOLEKULYAR FIZIKA

Frantol laboratoriya ishi	
Fizikaviy kattaliklarni o'lchash va xatoliklarni hisoblash. ....	7
Laboratoriya ishi №1	
Erkin tushish tezlanishini aniqlash .....	14
Laboratoriya ishi №2	
Impulsning saqlanish qonunini ballistik mayatnik yordamida o'rganish.....	16
Laboratoriya ishi №3	
Gorizontga nisbatan burchak ostida otilgan jismning harakatini o'rganish.....	18
Laboratoriya ishi №4	
Egilish usuli orqali Yung modulinini aniqlash .....	21
Laboratoriya ishi №5	
Oberbek mayatnigi yordamida qattiq jismning inersiya momentini aniqlash.....	24
Laboratoriya ishi №6	
Maxovik g'ildirakning inersiya momentini aniqlash.....	26
Laboratoriya ishi №7	
Tebranma harakat qonunlarini xalqa yordamida o'rganish.....	29
Laboratoriya ishi №8	
Jgutning fazaviy tarqalish tezligi aniqlash.....	31
Laboratoriya ishi №9	
Mexanik energiyaning saqlanish qonunlarini Maksvell g'ildiragi yordamida aniqlash.....	34
Laboratoriya ishi №10	
Tovushning havoda tarqalish tezligini o'lchash.....	37
Laboratoriya ishi №11	
Turg'un ultratovush to'lqinlarining to'lqin uzunligini aniqlash.....	40
Laboratoriya ishi №12	
Suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsiyentini Stoks usuli bilan aniqlash.....	43
Laboratoriya ishi №13	
Qattiq jism va suyuqliklarning issiqlikdan kengayishini o'rganish.....	46
Laboratoriya ishi №14	
Kalorimetr yordamida aralashmaning haroratini aniqlash.....	50
Laboratoriya ishi №15	
Gaz qonunlarini o'rganish.....	52
Laboratoriya ishi №16	
Holat funksiyasi o'rganish va kritik nuqtani aniqlash.....	58

## II BO'LIM. ELEKTR VA MAGNETIZM

Frontal laboratoriya ishi	
Elektr o'lchash asboblari o'rganish va ularda o'lchash xatoliklarini hisoblash...	61
Laboratoriya ishi №1	
Kulon qonunini o'rganish.....	65
Laboratoriya ishi №2	
Kondensatorning sig'imini Uitston ko'prigi yordamida aniqlash.....	67
Laboratoriya ishi №3	
Tok manbaining elektr yurituvchi kuchi va ichki qarshiligini aniqlash.....	74
Laboratoriya ishi №4	
Cho`g`lanma lampaning quvvati va qarshiligini aniqlash.....	77
Laboratoriya ishi №5	
O'tkazgichning qarshiligini o'zgarmas tok ko'prigi yordamida aniqlash.....	82
Laboratoriya ishi №6	
Yer magnit maydon kuchlanganligini gorizonta tashkil etuvchisini aniqlash.....	86
Laboratoriya ishi №7	
Magnit induksiya koeffitsiyentini aniqlash.....	89
Laboratoriya ishi №8	
Tokli o'tkazgich atrofidagi magnit maydoni.....	91
Laboratoriya ishi №9	
Ferromagnit metallardagi gisterezis hodisasi.....	98
Laboratoriya ishi №10	
Faradey doimiysini aniqlash.....	105

## III BO'LIM. OPTIKA, ATOM VA YADRO FIZIKASI

Laboratoriya ishi №1	
Mikroskop yordamida shisha plastinkaning sindirish ko'rsatkichini aniqlash.....	108
Laboratoriya ishi №2	
Yoritilganlik qonunlarini o'rganish.....	111
Laboratoriya ishi №3	
Frenel biprizmasida lazer nurining to'lqin uzunligini aniqlash.....	115
Laboratoriya ishi №4	
Difraksiya panjara yordamida yorug'likning to'lqin uzunligini aniqlash.....	118
Laboratoriya ishi №5	
Malyus qonuni o'rganish.....	122
Laboratoriya ishi №6	
Qand eritmasi konsentratsiyasini saxorometr yordamida aniqlash.....	131
Laboratoriya ishi №7	
Fotoeffekt qonunlarini tekshirish.....	135
Laboratoriya ishi №8	
Stefan-bolsman doimiysini aniqlash.....	138

Laboratoriya ishi №9	
Yarim o'tkazgichli tug'rilagichning ishlashini o'rganish.....	142
Laboratoriya ishi №10	
Gelmgols g'altaklari yordamida elektronning solishtirma zaryadini aniqlash.....	147
Laboratoriya ishi №10	
Yorug'likning qutublanishi o'rganish.....	152
Laboratoriya ishi №12	
Difrakcion spektroskopning va prizmaning dispersiya va ajrata olish qobliyatini o'rganish.....	155
Laboratoriya ishi №13	
Yorug'lik tezligini o'lchash usuli orqali sishaning (suvning)nur sindirish ko'rsatgichini aniqlash.....	164
Laboratoriya ishi №14	
Balmer seriyasini o'rganish. Redberg doimiysini aniqlash.....	167
Laboratoriya ishi №15	
Geliy (He) va simob(Hg) ning atom spektrlarini o'rganish.....	170
Laboratoriya ishi №16	
Neonli trubkada Frank Gers tajribalarini o'rganish.....	176
Laboratoriya ishi №17	
Foto diotning volt amper xarakterektikasini olish.....	179
Laboratoriya ishi №18	
Ko'p kanalli analizator yordamida rentgen fluoressnsiyasi va Mozli qonuni aniqlash.....	183
Laboratoriya ishi №19	
Oq yorug'lik nurini tarkibiy qismlarga ajralishini optik qurilmada o'rganish.....	190
Ilovalar.....	193
<b>Adabiyotlar ro'yxati.....</b>	<b>217</b>

## SO'Z BOSHI

Hozirgi zamon fan-texnikasining rivojlanishida fizika fanining ahamiyati kattadir. Shuning uchun texnika oliy o'quv yurtlarida yuqori malakali muhandislar tayyorlashda fizika fanini o'qitish katta ahamiyat kasb etadi.

Fizikani o'rganishda tajriba muxim orin tutadi. Fizik qonuniyatlar tajribada aniqlanadi va tajriba orqali tekshiriladi. Talabalar laborototiyalarda asosiy hodisalarni o'rganadilar va ularni taxlil qilish usullari bilan tanishadilar.

Fizika tabiat hodisalarini o'rganar ekan, tajribaga shuningdek, ilmiy-nazariy ta'lumotlarga asoslanadi. Mazkur oquv qo'llanmada tajriba ishlarini bajarish uchun umumiy metodikasiga oid qisqacha ko'rsatmalar, bajarish tartiblari ko'rsatilgan. Umumiy fizika kursidan tajriba ishlari o'tkazishda quyidagi maqsadlar:

- a) Bo'lajak muhandislarga asosiy fizikaviy qonunlarni va hodisalarni chuqurroq o'zlashtirishlariga yordamlashish;
- b) Talabalarni ilmiy tekshirish ishlariga ijodiy yondoshish, eksperimental uslubni to'g'ri tanlay bilish, fizikaviy kattaliklar qiymatlarini o'lchash va ularni formulalar vositasida tekshirishga o'rgatish;
- v) Zamonaviy va horijiy asbob uskunalar hamda fizikaviy o'lchash natijalarini matematik usullar yordamida ishlab chiqish usublari bilan tanishtirish ko'zda tutilgan.

Oliy o'quv yurtlarida o'tkaziladigan laboratoriya mashg'ulotlarini uch xil usul bilan tashkil qilish mumkin: frontal, laboratoriya ishlarini aralash bajarish va siklli.

Frontal usulda har bir talaba ma'ruzada o'tilgan mavzuga taalluqli muayyan bir ishni bajarish imkoniga ega bo'ladi. Ushbu usul darsni tashkil qilish va o'tkazishni dars davomida talabalarning faoliyatini boshqarib borishni yengillashtiradi. Frontal usul laboratoriyalarda bir xil qurilmalardan bir nechta bo'lishi lozim.

Laboratoriya mashg'ulotlarini aralash bajarish usulida har bir talabaga ma'ruza o'tilgan yoki o'tilmaganidan qat'iy nazar alohida-alohida laboratoriya ishlarini bajaradi. Bu ishlarning mazmuni ham, bajarish usuli ham turlicha.

Siklli usulda esa amalايotga kiritilgan laboratoriya ishlari, umumiy fizika kursining ma'lum bo'limlari asosida, yoki biron-bir kattalikning turli o'lchash usullarini birlashtirish yo'li bilan guruhlanib tashkil qilinadi. Bu usul laboratoriya va ma'ruza mashg'uloti mavzularini moslashtirish imkonini beradi. Laboratoriya ishlarining guruhlanishida effektiv variantlarni qo'llashga ko'maklashadi.

Ushbu o'quv qo'llanmada laboratoriya ishlarining tavsifi quyidagi tartibda berilgan:

- Ishning maqsadi;
- Kerakli asbob va jihozlar;
- Nazariy qism;
- Ishni bajarish tartibi;
- Nazorat savollari.

Bu esa talabalarga darslik va qo'llanmalarga murojaat qilmasdan ishni bajarishga tayyorlanish imkonini beradi.

# I BO'LIM. MEXANIKA VA MOLEKULAR FIZIKA

## FRONTAL TAJRIBA ISHI

### FIZIKAVIY KATTALIKLARNI O'LCHASH VA XATOLIKLARNI HISOBLASH

#### Ishning maqsadi:

Mikrometr va shtangensirkuldan to'g'ri foydalanishni, bevosita va bilvosita o'lchash usulida, absolyut va nisbiy xatoliklarni hisoblashni o'rganish.

#### Kerakli asbob va materiallar:

Mikrometr, shtangensirkul, o'lchanadigan jismlar.

#### Fizikaviy kattaliklarni o'lchash.

Fizika fani bizni o'rab olgan moddiy dunyodagi hodisalar haqidagi ma'lumotlarni tajriba orqali yig'adi. Laboratoriya sharoitida muayyan hodisa u yoki bu faktorning ta'sirini o'rganish maqsadida fizikaviy tajriba o'tkaziladi.

Fizikaviy kattalik – biror sifatni miqdoriy xarakterlovchi kattalikdir. Fizikaviy kattaliklar yordamida har qanday jarayonni matematik ifodalash mumkin. Fizikaviy kattalikni o'lchash uni etalon qilib qabul qilingan bir jinsli miqdor bilan o'zaro solishtirish jarayonidan iboratdir. O'lchashlarni ikkiga bo'lish mumkin.

#### 1) bevosita o'lchash. 2) bilvosita o'lchash.

Agar o'lchash asboblari yordamida aniqlash lozim bo'lgan o'lchamga erishsak, bunday o'lchash usuliga *bevosita* yoki to'gridan-to'g'ri o'lchash deyiladi.

**Masalan:** vaqtni, uzunlikni, tok kuchini va shunga o'xshashlar.

Bevosita o'lchangan kattaliklar ustidan biror matematik operatsiya (ko'paytirish, bo'lish, ildiz chiqarish, logarifmlash va h.k.) bajarib, aniqlanishi lozim bo'lgan natijaga erishilsa - *bilvosita* (vositali) o'lchash deyiladi. **Masalan:**

matematik mayatnik tebranish davri  $T=2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$  hisoblash qonunida erkin tushish

tezlanishi  $g=4\pi^2\frac{\ell}{T^2}$  orqali «g» ni hisoblash mumkin. Bu yerda  $\ell$  va  $T$  lar bevosita

o'lchanadigan kattaliklar bo'lib,  $g$  esa bilvosita o'lchanadigan kattaliklar.

Har qanday fizik kattaliklarni o'lchaganda turli sabablarga ko'ra xatoliklarga yo'l qo'yiladi. O'lchash usuli yoki asboblarni mukammallashmaganligi tufayli vujudga keladigan xatoga sistematik xato deyiladi. Bunday xatolik boshqa usul bilan o'lchab ko'rib amalga oshiriladi. Har xil sabablarga ko'ra vujudga keladigan xato tasodifiy xatolik deyiladi.

**Masalan:** tashqi sharoitni keskin o'zgarishi va shunga o'xshashlar. Tasodifiy xatolikni kamaytirish faqat tajribani ko'p marta takrorlash natijasida hisobga olinishi mumkin.

Eksprementatorlarni e'tiborsizligi tufayli vujudga keladigan xatoliklar qo'pol xatoliklar deyiladi. Masalan o'lchov asboblarning shkalasidan noto'g'ri yozib olish yoki, noto'g'ri bajarish kabilar. Yuqoridagi sabablarga ko'ra tajriba asosida

o'lchangan kattalik haqiqiy qiymatdan ma'lum darajada xatolik bilan aniqlanadi. Xato absolyut yoki nisbiy bo'lishi mumkin. O'rtacha arifmetik qiymat  $\bar{a}$  va  $a_i$  orasidagi ayirma  $\Delta a_i = \bar{a} - a_i$  absolyut xatolik deyiladi. Nisbiy xatolik  $\varepsilon = \frac{\Delta a}{a}$

yoki prosentlarda ifodalasak,  $\varepsilon = \frac{\Delta a}{a} \cdot 100\%$  bo'ladi. Bu yerda:  $\bar{\Delta a}$ -absolyut kattalikning o'rtacha qiymati.

### 1. Bevosita usul bilan o'lchashdagi xatolikni aniqlash.

Bevosita o'lchash usulida o'lchanadigan kattalikni bir necha bor takror o'lchash faqat toq (3,5,7 va h.k.) marta bo'lishi mumkin.

O'lchashning aniqligi hamma hollarda bir xil bo'lishi yoki o'lchashdagi hamma son qiymatlari bir xil razryadli (verguldan keyingi xona soni) bo'lishi lozim.

O'rtacha arifmetik qiymat:  $\bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5}{5}$  formula orqali hisoblanadi.

$$\Delta a_1 = |\bar{a} - a_1|; \quad \Delta a_2 = |\bar{a} - a_2|; \quad \Delta a_3 = |\bar{a} - a_3|$$

Natijani absolyut xatoligi alohida o'lchashlar absolyut xatoligi modulining o'rtacha arifmetik qiymati olinadi.

$$\bar{\Delta a} = \frac{|\Delta a_1| + |\Delta a_2| + |\Delta a_3| + |\Delta a_n|}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i$$

alohida o'lchashlarning nisbiy xatoligi quyidagicha bo'ladi.

$$\frac{\Delta a_1}{a_1}, \frac{\Delta a_2}{a_2}, \frac{\Delta a_3}{a_3}, \frac{\Delta a_n}{a_n}, \varepsilon = \frac{\Delta a}{a}, \text{ yoki } \varepsilon = \frac{\Delta a}{a} \cdot 100\%$$

Shunday qilib, o'lchanadigan kattalikni haqiqiy qiymati:  $\bar{a} - \bar{\Delta a} < a_{haq} < \bar{a} + \bar{\Delta a}$  intervalda bo'ladi.

Ko'pchilik hollarda ayrim kattaliklarni son qiymati beriladi. Bu vaqtda absolyut xatolik uchun eng kichik razryad birligining yarimisi olinadi.

**Masalan:**  $m=532,45\text{g}$  jism massasi bo'lsin, bu vaqtda absolyut xatolik  $m=0,05\text{g}$  bo'ladi. Demak:  $m_{\max}=532,4+0,05/\text{g}$  ga teng.

### 2. Bilvosita o'lchash usulida xatolikni hisoblash.

Faraz qilaylik aniqlanishi lozim bo'lgan: x-kattalik bevosita o'lchanadigan  $x=f(a)$  funksiya bo'lsin. Agar bevosita o'lchanadigan  $\bar{a}$ -kattalik o'rtacha arifmetik qiymati va uning absolyut xatoligini o'rtacha arifmetik qiymati  $\bar{\Delta a}$  ma'lum bo'lsa, u holda,

x-kattalikning absolyut xatoligi:

$$\Delta x = \frac{df(a)}{da} \Delta a \quad (1)$$

bilan hisoblanadi.

Demak:  $x=f(a)$ ; ( $a$ )-funksiyaning absolyut xatosi shu funksiyadan olingan birinchi tartibli hosilasi bilan, argument xatoligini modulining algebraik yigindisiga teng.



$$\Delta x = \left| \frac{df}{da} \Delta a \right| + \left| \frac{df}{db} \Delta b \right| + \left| \frac{df}{dc} \Delta c \right|$$

bu yerda:  $\Delta a$  va  $\Delta b$  va  $\Delta c$  lar bevosita o'lchanadigan kattaliklarning xatoligi.

**3. Nisbiy xatolikni aniqlash.** Agar  $x$ -bir necha bevosita o'lchanadigan kattalikni funksiyasi bo'lsa, u holda nisbiy xato quyidagicha aniqlanadi:  $\varepsilon = \frac{\Delta x}{x}$

Ma'lumki, natural logarifm differensial:  $d(\ln x) = \frac{dx}{x}$ ,  $(\ln x)' = \frac{1}{x}$   $\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} = \ln(x)$

Shunday qilib, natijaviy kattalikni nisbiy xatoligi funksiyaning natural logarifm differensialiga teng. Masalan:  $x=a, b, c, \dots$  bo'lsa, nisbiy xatolik

$$\varepsilon = \left| \left( \frac{d}{da} \ln f \right) a \right| + \left| \left( \frac{d}{db} \ln f \right) b \right| + \left| \left( \frac{d}{dc} \ln f \right) c \right| + \dots, \quad \text{bo'ladi.}$$

Bevosita o'lchashdagi natijaviy kattalikni nisbiy xatoligini aniqlash uchun quyidagi qoidaga amal qilish lozim.

- 1) Aniqlanishi lozim bo'lgan kattalikni matematik ifodasi logarifmlanadi.
  - 2) Olingan natijadagi har bir fizik kattalikni bir-biriga bog'liq emas deb differensiallanadi.
  - 3) Differensial beligisi bilan almashtiriladi va uni modulini algebraik yig'indisi olinadi.
- 4. Elementar funksiyalarni xatolik jadvali.**

Ayrim funksiyalarni absolyut xatoligini hisoblashga nisbatan nisbiy xatolikni hisoblash oddiyroq ko'rinishda bo'ladi. Shuning uchun oldin nisbiy xato so'ng, absolyut xato hisoblanadi. Natijada esa:  $x=x+\Delta x$  shaklida ifodalanadi.

$a+b$	$\Delta a + \Delta b$	$\frac{\Delta a + \Delta b}{a + b}$
$a-b$	$\Delta a - \Delta b$	$\frac{\Delta a + \Delta b}{a - b}$
$a \cdot b$	$a \cdot \Delta b + b \cdot \Delta a$	$\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b}$
$\frac{a}{b}$	$\frac{\Delta a}{a} + \frac{a \cdot \Delta b}{b^2}$	$\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b}$
$a^n$	$na^{n-1} \cdot \Delta a$	$n \frac{\Delta a}{a}$
$\ln a$	$\frac{\Delta a}{a}$	$\frac{\ln a}{a \ln a}$
$\sin \varphi$	$\cos \varphi \Delta \varphi$	$\text{ctg } \varphi \Delta \varphi$
$\cos \varphi$	$\sin \varphi \Delta \varphi$	$\text{tg } \varphi \Delta \varphi$
$\text{tg } \varphi$	$\frac{1}{\cos^2 \varphi} \Delta \varphi$	$\frac{2\varphi}{\sin^2 \varphi}$

## 5. Bevosita o'lchash usulida natijani va xatoni hisoblash qoidalari.

1. Tajriba davomida o'lchangan hamma kattaliklarni natijasini asosiy jadvalga yozib boriladi.

2. Natijani aniq va ishonarli bo'lishi uchun aniqlanishi lozim bo'lgan x-kattalik hisoblanadi.

Bu vaqtda quyidagilarga amal qilish lozim:

a) Bevosita o'lchangan kattaliklarni o'rtacha qiymati topiladi.

b) Natijani hisoblash uchun tajribada o'lchangan kattaliklarni asosiy hisoblash formulasiga faqat **SI** yoki **SGS** birliklar sistemasidagi qiymatlarni qo'yib hisoblanadi.

## 6. O'lchash natijalarini grafik shaklda tasvirlash.

Tajribalarda o'lchangan fizik kattaliklar natijasini nazariy xulosalar bilan yoki orasidagi bog'lanishlarni solishtirish uchun grafikdan foydalanadilar. Grafik tuzishdan avval tajribada o'lchanadigan kattalikni har bir qiymati va unga mos keladigan kattalik (argument) qiymatlarini jadvali tuziladi. Absissa o'qiga argumentni, ordinata o'qiga funksiyani qiymatlarini qo'yib, uni qanday birliklarda o'lchashni yozib qo'yiladi. Grafikni to'g'ri bo'lishi uchun masshtabni to'g'ri tanlab olish muhim ahamiyatga ega. Masshtab har bir o'q bo'ylab alohida tanlab olinishi ham mumkin.

Uni shunday tanlab olish zarurki, har bir kattalik chegarasiz o'qlarida birday masshtabni (uzunlikni) egallasin.

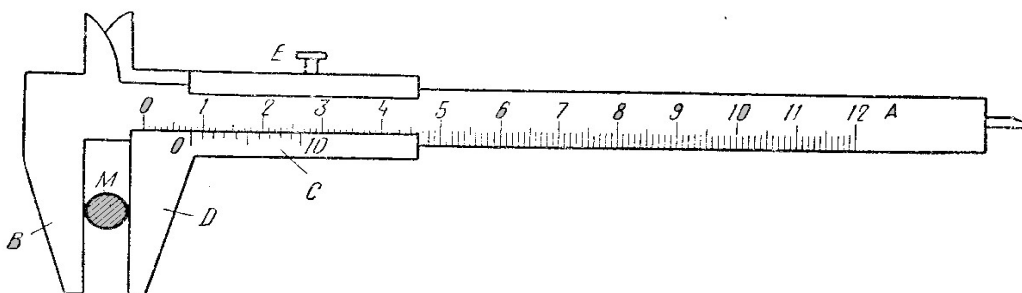
Odatda masshtab birligi sifatida har bir o'q yo'nalishi uzunligi 2 smli bo'lakchalar olib, to'g'risiga unga mos keladigan son yozib qo'yiladi. Masshtab tanlab olingandan so'ng har bir o'q masshtab bilan teng bo'laklarga ajratiladi, har bir bo'laklarga mos qiymatlar yozib qo'yiladi. Shundan so'ng jadval asosida nuqtalarning o'rni (koordinatalar) topiladi. Chiziq yordamida tutashtiriladi. Grafik chizish uchun odatda (mm lik) qog'ozdan foydalaniladi. Tajriba natijasi ma'lum xatoga ega bo'lgani uchun grafik chizig'ini shunday o'tkazish kerakki, eksperimental nuqtalarning ko'pchiligi shu chiziq ustiga tushsin, qolgan qismi uning har ikki tomonida teng bo'lingan bo'lsin. Shu qoida asosida chizilgan grafik o'rtacha qiymatni xarakterlaydi.

## Oddiy o'lchov asboblari o'lchash usulini o'rganish.

**Kerakli asboblari:** shtangensirkul, mikrometr va o'lchanadigan jismlar (xalqa, parallelopiped).

**Ishning maqsadi:** bevosita, bilvosita o'lchashdagi absolyut va nisbiy xatoliklarni hisoblashni, shtangensirkul va mikrometrdan to'g'ri foydalanishni o'rganish.

## Oddiy o'lchov asboblari haqida tushincha.



**Shtangensirkul** – asosan bir uchida 1,3 oyoqchasi bo'lgan va eng kichik bo'lakchasini aniqlik darajasi  $\alpha$  bo'lgan asosiy shkala, u bo'ylab harakatlana oladigan 2,4 oyoqchaga ega bo'lgan 5 noniusdan tashkil topgan. Shtangensirkul yordamida jismlarni o'lchashni 0,1 mm-dan, 0,025 mm- gacha aniqlikda o'lchash mumkin. O'lchanishi kerak bo'lgan jism, 1-2 oyoqlar orasiga (1-rasm) 6 vint yordamida mahkamlanadi. 3-4 oyoqchalar esa, ichki chiziqli kattaliklar (truba diametrlari) ni, 7-chi chuqurliklarni o'lchashda qo'llaniladi. Hisoblash quyidagicha bajariladi:

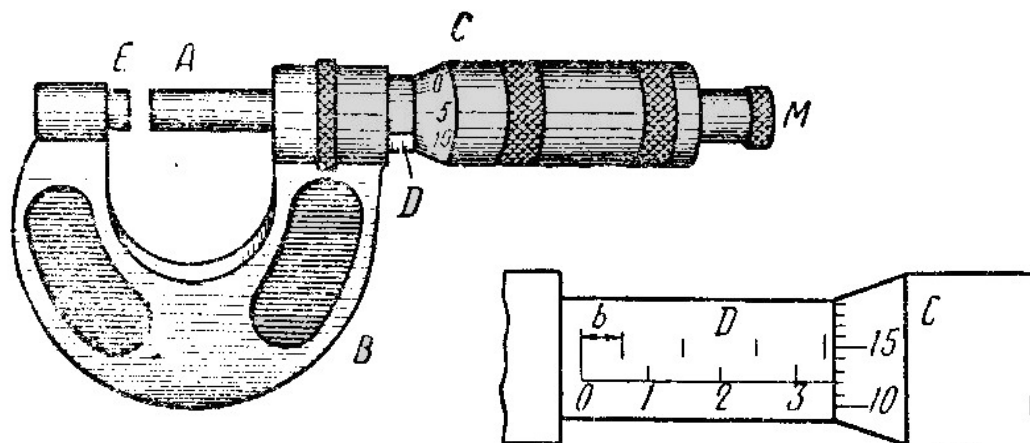
$$L = l \cdot \alpha + \frac{a}{n} k$$

$\alpha$  – asosiy shkalani eng kichik bo'lakchasi qiymati mm hisobida.

$l$  - asosiy shkaladagi bo'lakchalar soni.

$n$  - noniusdagi bo'lakchalarning umumiy soni.

$k$  - asosiy shkaladagi bo'lakchalar bilan ustma-ust tushgan nonius shkalasining nomeri.



**Mikrometr**- yordamida 0-25 mm chamasidagi jism 0,01 mm aniqlikda o'lchanadi. Mikrometrning asosiy qismi mikrovint bo'ylab harakatlanuvchi M-barabandan iborat. Mikrovintning qadamini qiymatiga qarab, baraban ma'lum bo'laklarga bo'lingan shkalaga ega. Bu shkala bo'limining qiymati 0,01 mm ga teng. O'lchanadigan jism mikrovintning  $a$ , oyoqchalari orasiga 2- rasmda ko'rsatilgandek mahkamlanadi. Hisob barabandagi shkalalar orqali quyidagicha hisoblanadi:

$$L = l \cdot \alpha + \frac{\alpha}{n} k$$

$\alpha$  - barabanning qirrasigacha bo'lgan masofa.

$k$  - shkaladagi bo'laklar soni.

$l$  - shkaladagi eng kichik bo'lakchani qiymati mm hisobida.

$n$  - baraban shkalasining umumiy soni.

### Ishning bajarilishi.

1. O'lchov asboblari xarakteristikasi bilan tanishish.

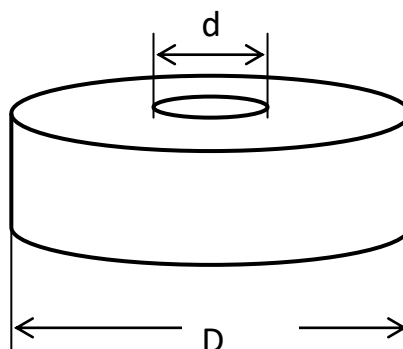
- o'lchov asbobini 0-shkalasini tekshiring.
- o'lchov asbobini xarakteristikasini 1-jadvalga yozing.

**1-jadval**

Asbobning nomi	O'lchash chegarasi	Aniqlik darajasi	Asosiy shk-ni	0-ni tuzatmasi
Shtangensirkul				
Mikrometr				
Uglometr				

### 2. Xajmni o'lchash.

a) xalqa shaklidagi plastinkani hajmini hisoblash



$$V = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) h \quad (1)$$

D- halqani tashqi diametri.

d-xalqani ichki diametri.

h-plastinkaning qalinligi

D, d va h lar shtangensirkul yordamida 0,01 mm gacha aniqlikda 3-5 marta o'lchanadi.

**2-jadval**

N	D (mm)	$\Delta D$ (mm)	d (mm)	$\Delta d$ (mm)	h (mm)	$\Delta h$ (mm)	V (mm <sup>3</sup> )	$\Delta V$ (mm <sup>3</sup> )	$\varepsilon$ (%)
1									
2									
3									
o'									

Natija 2-jadvalga yozib boriladi.

Tajribadan olingan qiymatlarni (1) formulaga qo'yib hajmni hisoblaymiz. Nisbiy xatolikni (2) formula bilan hisoblaymiz:

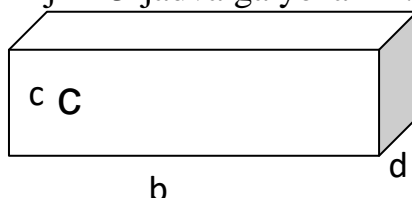
$$\varepsilon = \frac{\overline{\Delta V}}{\overline{V}} = \frac{\overline{\Delta \pi}}{\pi} + \frac{\overline{\Delta h}}{h} + \frac{\overline{\Delta D + d}}{D + d} + \frac{\overline{\Delta D - d}}{D - d} \quad (2)$$

b) Parallelopiped shaklidagi plastinkani hajmini hisoblash:

$$V = b \cdot d \cdot c \quad (3)$$

(3) formuladagi: b – uzunligi, d – eni, c – balandligi.

b, d, c-larni shtangensirkul yordamida yoki mikrometr yordamida 0,01 mm aniqliqda o'lchanib, natijani 3-jadvalga yozamiz.



**3-jadval**

N	d (mm)	$\Delta d$ (mm)	b (mm)	$\Delta b$ (mm)	c (mm)	$\Delta c$ (mm)	V (mm <sup>3</sup> )	$\Delta V$ (mm <sup>3</sup> )	$\varepsilon$ (%)
1									
2									
3									
o'rt.q									

Tajribani natijalaridan foydalanib hajmni hisoblaymiz.

Xatolikni qo'yidagicha hisoblaymiz:

$$\varepsilon = \frac{\overline{\Delta V}}{\overline{V}} = \frac{\overline{\Delta a}}{a} + \frac{\overline{\Delta b}}{b} + \frac{\overline{\Delta c}}{c} \quad (4)$$

Haqiqiy qiymat  $V_{\text{haq}} = \overline{V} + \overline{\Delta V}$  shaklda ifodalanadi.

Tajribadan olingan qiymatlarni (3) formulaga qo'yib hajmni hisoblaymiz.

Nisbiy xatolikni (4) formula bilan hisoblaymiz.

### Nazorat savollari.

1. Xatolikni qanday turlarini bilasiz? Ular qanday sabablarga ko'ra vujudga keladi?
2. Absolyut va nisbiy xatoliklar qanday aniqlanadi?
3. Absolyut va nisbiy xatolik deb nimaga aytiladi?
4. Haqiqiy va o'rtacha qiymat orasidagi munosabat qanday?
5. Ko'p argument va funksiyalarning absolyut xatoligi qanday hisoblanadi?
- 6 Qanday hollarda natijani grafik usulda tasvirlash mumkin?
7. Shtangensirkul yoki mikrometrda o'lchashni tushuntirib bering?

## 1 - LABORATORIYA ISHI.

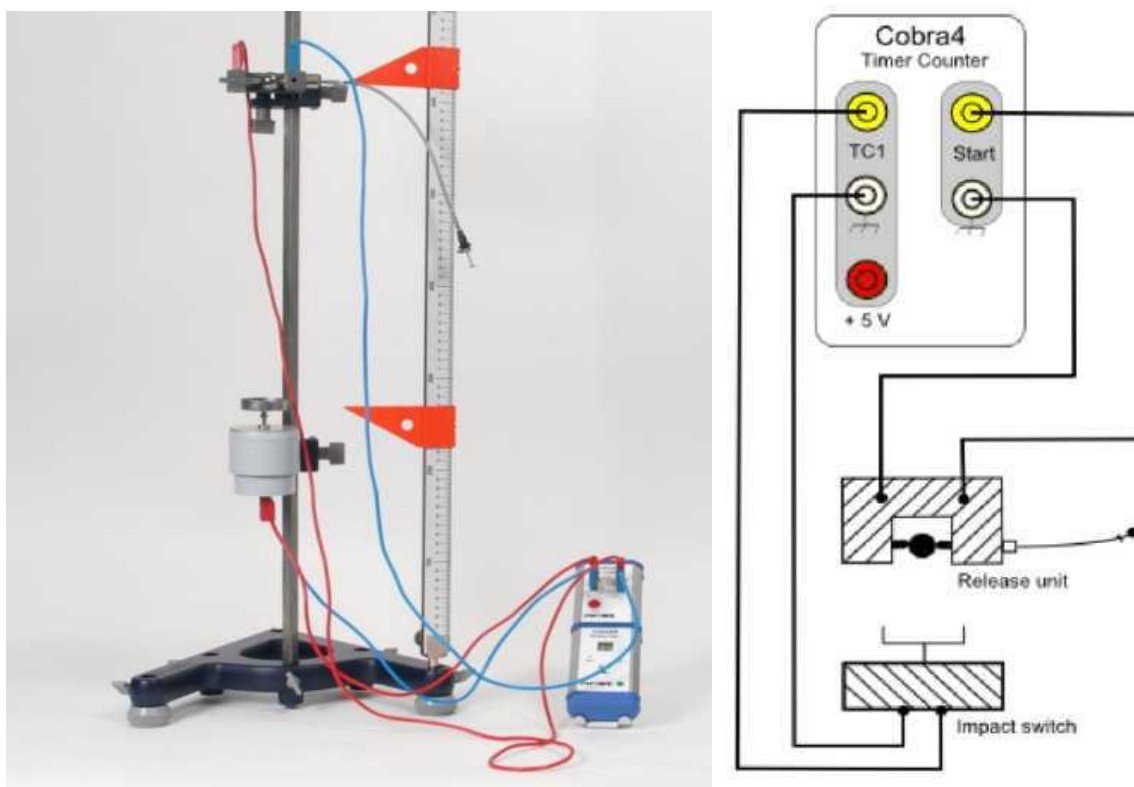
### ERKIN TUSHISH TEZLANISHINI ANIQLASH

#### Ishning maqsadi:

Erkin tushayotgan jism harakat qonunini o'rganish va Cobra 4 dasturi yordamida erkin tushish tezlanishini aniqlashni o'rganish.

#### Kerakli asbob va materiallar:

Cobra4 Wireless Manager, Cobra4 Wireless-Link, Cobra4 elektron schyotchik-sekundomer, sharcha, namoyish shtativi, ulovchi simlar, personal kompyuter.



*1-rasm: Tajriba qurilmasi*

#### Nazariy qism:

Jismlarning og'irlik kuchi ta'siridagi harakati erkin tushish deb ataladi. Jismlarning erkin tushishi to'g'ri chiziqli tekis tezlanuvchan harakatga misol bo'ladi. Italiyalik olim Galileo Galiley erkin tushayotgan jismlar bir xil tezlanish bilan harakatlanishini topdi. Bu tezlanish erkin tushish tezlanish deb ataladi. Erkin tushish tezlanishi pastga vertikal yo'nalgan va absolyut qiymati taxminan  $9,8 \text{ m/s}^2$  ga teng ekanligi aniqlangan.

Yer yuziga yaqin nuqtalardan tushayotgan jismlarga og'irlik kuchidan tashqari havoning qarxiligi ham ta'sir qiladi. Lekin ko'p hollarda havoning jismlar tezlanishiga ta'sirini e'tiborga olmasa ham bo'ladi.

Erkin tushish tekis tezlanuvchan harakat bo'lgani uchun bu harakatni xarakterlovchi formulalar quyidagi ko'rinishga ega:

$$g_t = g_0 + gt \quad (1)$$

$$H = g_0t + \frac{gt^2}{2} \quad (2)$$

Bu yerda  $v_0, v_1$  jismning boshlang'ich va ixtiyoriy paytdagi tezligi;  $t$  harakat vaqti;  $g$  erkin tushish tezlanishi;  $H$  – tushish balandligi.

Harakat boshlang'ich tezliksiz sodir bo'layotgan holda:

$$g_t = gt \quad (3)$$

$$H = \frac{gt^2}{2} \quad (4)$$

ni olamiz. (4) ga ko'ra erkin tushish tezlanishi:  $g = \frac{2H}{t^2} \quad (5)$

Tajribada ma'lum  $t$  vaqt ichidagi tushish balandligini o'lchash asosida (5) formula yordamida erkin tushish tezlanishi aniqlanadi.

### Ishni bajarish tartibi

1. Tajriba qurilmasi bilan tanishing.
2. Mashina shkalasining o'ng tomoniga elektronmagnit ignasini pastga qaratib o'rning.
3. Qabul qiluvchi stolchani  $H = 80 \text{ cm}$  belgi yoniga mahkamlang.
4. Shkalaning quyi qismida joylashgan taqsimlagich kolodkaning 1 va 2 klemmalarini sekundomerga, 3 va 4 klemmalarini kalit orqali selenli to'g'rilagichga ulang. Bunda to'g'rilagich chiqishida 4-6 kuchlanish bo'lishi kerak.
5. Kalitni ulang, elektromagnitning ignasi uchiga po'lat sharchani o'rning.
6. Schyotchik-sekundomer kalitini burab, uni ishchi holatga o'tkazing.
7. Kalitni burab elektromagnitni zanjirini uzing. Bunda sharcha erkin tusha boshlaydi. Shu paytdan boshlab schyotchik-sekundomer vaqtni hisoblay boshlaydi.
8. Sharcha qabul qiluvchi stolchaga tushgach, schyotchik-sekundomer zanjiri uziladi va u vaqtni hisoblashdan to'xtaydi. Sekundomerning  $t$  ko'rsatishi yozib olinadi.
9.  $g = \frac{2H}{t^2}$  formuladan erkin tushish tezlanishini aniqlang.
10. Qabul qiluvchi stolcha vaziyatini o'zgartirib, tajribani 3-4 marta takrorlang.
11. Xatolikni baholang. Tajriba natijalarini quyidagi jadvalga yozing:

**12.4-jadval**

No	H (sm)	t (s)	g (sm/s <sup>2</sup> )	$\Delta g$ (sm/s <sup>2</sup> )	$\varepsilon$ (%)
1					
2					
3					
O'rt.q					

Tajriba natijasini  $g = g_{ypm} \pm \Delta g_{ypm}$  ko'rinishda yozib qo'ying.

### Nazorat savollari

1. Jismlarni erkin tushishi nima deb ataladi?
2. Erkin tushayotgan jismlar qanday tezlanish bilan harakat qiladi?
3. Erkin tushayotgan va yuqoriga tik otilgan jismlar uchun yo'l va tezlik formulalarini yozing.
4. Jismlarni Oyda tushishi nima bilan farq qiladi?
5. Erkin tushish tezlanishining qiymati nimalarga bog'liq?

## 2 - LABORATORIYA ISHI.

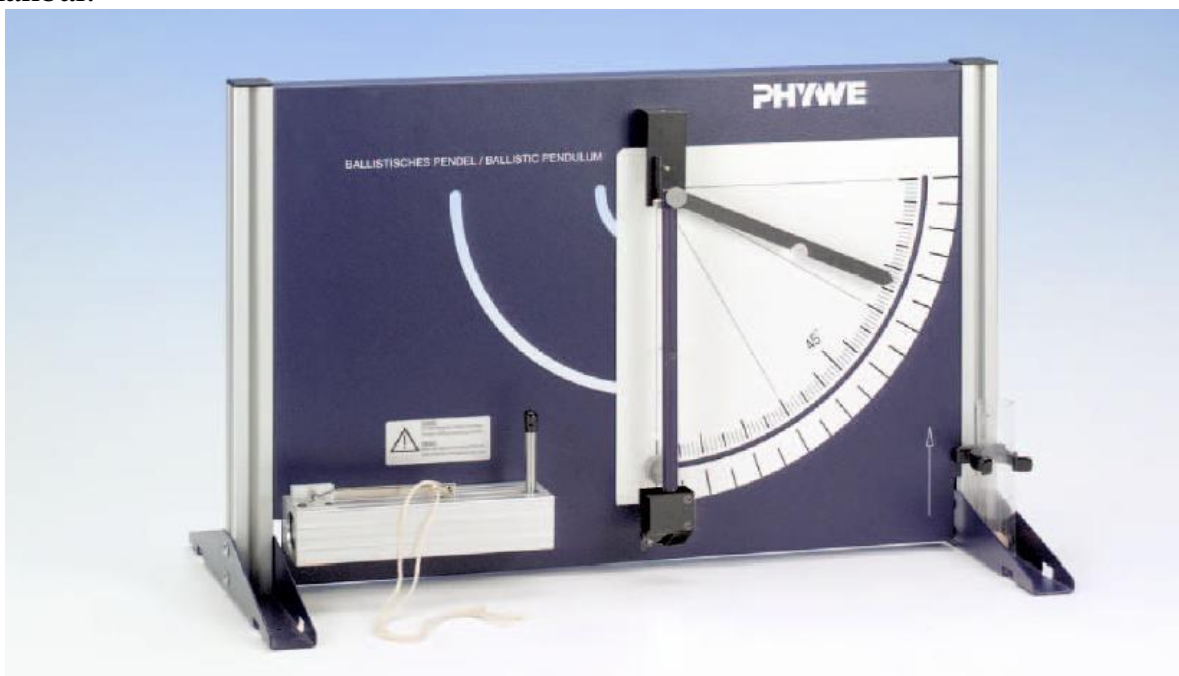
### IMPULSNING SAQLANISH QONUNINI BALLISTIK MAYATNIK YORDAMIDA O'RGANISH

#### Ishning maqsadi:

Ballistik mayatnikning mexanik xarakteristikalarini o'rganish, potensial va kinetik energiyalarni hisoblash va sharchaning tezligi bilan mayatnikning og'ish burchagi orasidagi bog'liqlik grafigini tuzish.

#### Kerakli asbob va materiallar:

Ballistik mayatnik, diametri  $d=19$  mm li po'lat sharcha, 5 V/2,5 A li tok manbai.



*1-rasm. Ballistik mayatnikning ishlash prinsipi (sxemasi)*



### Nazariy qism:

Mayatnikning massasi  $M$  va sharchaning massasi  $m$  bo'lgan holda ular bitta tekislikda moddiy nuqta sifatida harakatlanmoqda deb qarang, bu holda mayatnikning potentsial energiyasi quyidagi formuladan topiladi:

$$E_p = (m+M)g\Delta h \quad (1)$$

bu yerda  $g$ -erkin tushish tezlanishi,  $\Delta h$ -massa markazi ko'chadigan balandlik

1-rasmdan ko'rinib turibdiki, aylanish o'qi  $r$  va massa markazi orasidagi masofani hisobga olganda (1) formulani quyidagicha yozish mumkin:

$$E_p = (m+M)g(1-\cos\varphi)r \quad (2)$$

To'qnashuvdan keyin yuqorida topilgan potentsial energiya kinetik energiyaga teng bo'lishi kerak:

$$E_k = \frac{1}{2}(m+M)v_m^2 \quad (3)$$

bu yerda  $v_m$  – mayatnikning sharcha bilan birgalikda to'qnashuvdan keyingi tezligi.

Agar yuqoridagi ifodada impulsni  $P=(m+M)v_m$  almashtirsak quyidagiga ega bo'lamiz:

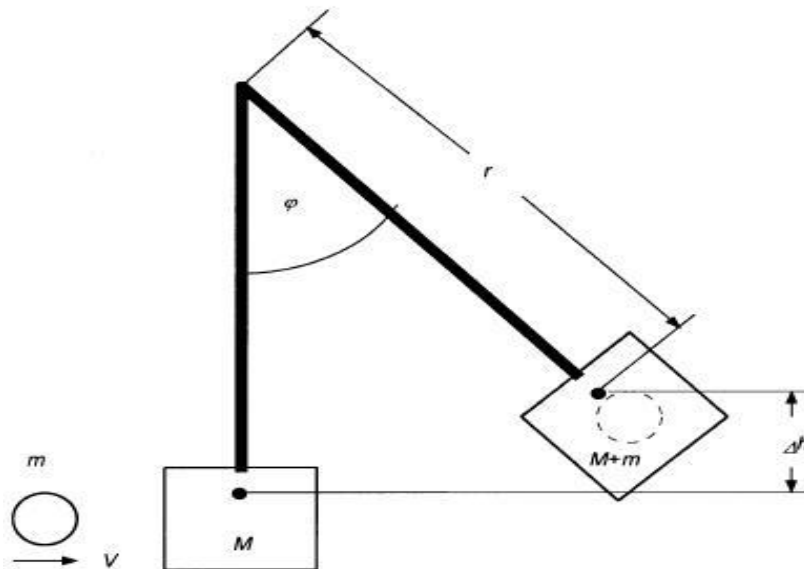
$$E_k = \frac{P^2}{2(m+M)} \quad \text{yoki} \quad P = \sqrt{2(m+M)E_k} \quad (4)$$

To'qnashuvdan oldin mayatnik tinch holda bo'ladi. Impulsning saqlanish qonuniga ko'ra  $P=mv$  impuls kattaligi jihatidan sharchaning to'qnashuvdan oldingi impulsiga teng bo'lishi kerak, sharchaning harakat boshlanishidan oldingi boshlang'ich tezligi  $v_0$  esa quyidagiga teng:

$$v_0 = \frac{(m+M)}{m} \sqrt{2gr(1-\cos\varphi)} \quad (5)$$

### Ishni bajarish tartibi

1.1-rasmda ko'rsatilgan qurilmanni yig'ing. Uni gorizont tekislikka o'rning.



2. Mayatnik prujinasini cho'zishdan oldin sharchani magnet boltiga mahkamlang. So'ng bolti orqaga qarab torting. Mayatnik tinch holda turganiga va strelkasi "nol" belgini ko'rsatganiga ishonch hosil qiling.

3. So'ng ishchi richakni tortib tepkini qo'yib yuboring. Xuddi shu tartibda tajribani 3-5 marta takrorlang.

4.  $\cos\varphi$  va sharchaning  $v$  tezligi orasidagi bog'lanish grafigini chizing.

5. Zarb natijasida sharcha olgan boshlang'ich tezlikni va og'ish burchagini yozib olib, natijalarni quyidagi jadvalga kiriting.

1-jadval

T/r	m (kg)	M (kg)	cosφ	r (m)	E <sub>p</sub> (J)	E <sub>k</sub> (J)	θ (m/s)	P (kg·m/s)	ΔP (kg·m/s)	ε %
1										
2										
3										
O'rt. qiymat										

### Nazorat savollari

1. Ballistik mayatnik deganda nimani tushunasiz?
2. Impuls nima?
3. Impulsning saqlanish qonuniga ta'rif bering va formulasini yozing.
4. Ballistik mayatnikning ishlash prinsipini aytib bering.
5. Sharchaning potensial va kinetik energiyalari qanday formulalar yordamida hisoblanadi?
6. Sharchaning impulsini topish formulasini keltirib chiqaring.

### 3 - LABORATORIYA ISHI

#### GORIZONTGA NISBATAN BURCHAK OSTIDA OTILGAN JISMNING HARAKATINI O'RGANISH

##### Ishning maqsadi:

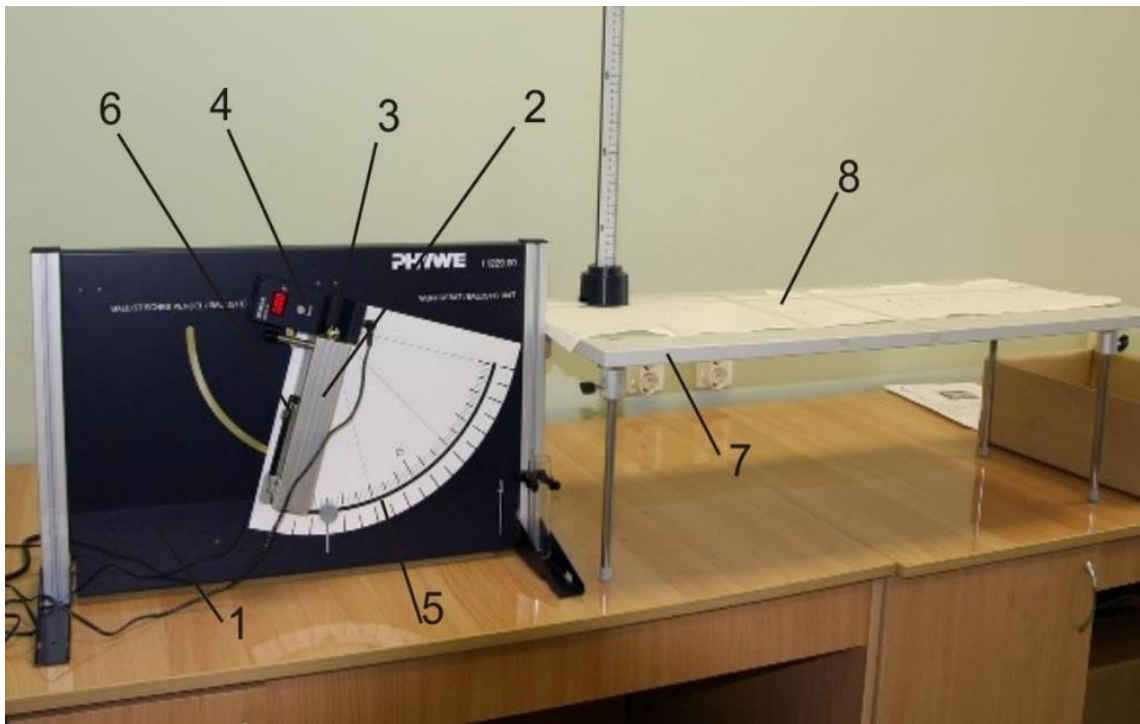
Og'irlik kuchi ta'siridagi bir jinsli maydondagi jismning harakatini, po'lat sharchaning maksimal ko'tarilish balandligi bilan uchish uzoqligiga, boshlang'ich tezligiga tadqiq etish, sharchaning uchish tezligini aniqlash.

##### Kerakli asbob va materiallar:

d=19mm diametrli po'lat sharcha, mexanizimli ballistik modul (1-rasm) sharchaning tushish joyini belgilash uchun qog'oz platforma, chizg'ich, tezlik o'lchagich, nishon, 5B\2.4A li tok manbai.

##### Nazariy qism.

1-rasmda tasvirlangan eksperimental qurilma ballistik modul, platforma va o'lchov chizg'ichdan iborat.



**1-rasm .Qurilma sxemasi.**

Havoda harakatlanuvchi sharchaga qarshilik kuchi va Yerning tortishish kuchi ta'sir qiladi. Sharchaning massasi katta va ishqalanish koeffitsiyenti kichik bo'lganda qarshilik kuchini hisobga olmasa ham bo'ladi, bunday yaqinlashganda sharchaning trayektoriyasi tekis va  $g = \text{const}$  erkin tushish tezlanishi bilan harakat qiladi deb hisoblash mumkin.

Sharcha harakatini koordinata usuli orqali tasvirlash X va Y koordinatalar o'qidagi proyeksiyalaridagi sharcha harakatining boshlang'ich shartlari  $x_0 = y_0 = 0$   $v_{0x} = v_0 \cos \varphi$ ,  $v_{0y} = v_0 \sin \varphi$  tenglamalari quyidagi ko'rinishga ega.  $g_x = 0$ ;  $g_y = -g = \text{const}$  X o'qi bo'ylab sharcha  $v_{0x}$  tezlik bilan harakatlanadi Y o'qi bo'ylab esa tekis o'zgaruvchan xarakterga ega bo'lib (avval tekis sekinlanuvchan so'ng tezlanuvchan) harakat tenglamalarining koordinatalar o'qidagi proyeksiyalari quyidagi ko'rinishga ega:

$$X = v_0 \cos(\varphi_0) t \quad (1)$$

$$Y = v_0 \sin(\varphi_0) t - \frac{gt^2}{2} \quad (2)$$

va (2) tenglamalar sistemasidan t o'zgaruvchini olib tashlasak sharchaning Y(x) harakat trayektoriyasini topamiz:  $y(x) = x \tan(\varphi_0) - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2(\varphi_0)}$  (3)

Trayektoriya tenglamasi vertikal o'qqa nisbatan simmetrik bo'lgan sharchaning maksimal ko'tarilish nuqtasidan o'tuvchi paraboladan iborat.

Tushish momentida sharcha X o'qi bo'ylab uchish uzoqligiga teng bo'lgan maksimal masofaga ko'chadi. Demak,  $S = v_0 \cos(\varphi) t$  (4)

Sharchaning Y o'qidagi holat proyeksiyasi ushbu vaqt momentida nolga teng bo'ladi. (2-rasm) (3) tenglamani nolga tenglashtirib sharchaning uchish vaqtini

$$\text{topamiz. } t_y = \frac{2v_{0y}}{g} = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g} \quad (5)$$

(5) va (4) tenglamalarni o'rniga qo'yib quyidagini hosil qilamiz.

$$S = v_0 \cos \varphi \frac{2v_0 \sin \varphi dy}{g} \quad (6)$$

Sharcha trayektoriyasi holatidan (2-rasm)  $t=t_k$  vaqt momentidagi  $Y$  o'qi bo'ylab tezligi proyeksiyasi nolga teng:

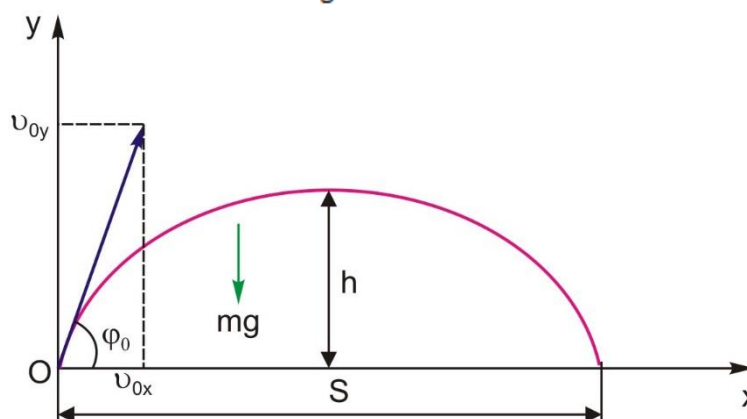
$$v_y(t_k) = v_{0y} - gt_k = 0 \quad (7)$$

Bundan sharchaning ko'tarilish vaqti quyidagiga teng:

$$t_k = \frac{v_{0y}}{g} = \frac{t}{2} \quad (8)$$

$y(t_k)=h$  ekanligini hisobga olib, (8) va (2) ni qo'yamiz va sharchaning maksimal ko'tarilish balandligi ifodasini hosil qilamiz:

$$h = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \varphi_0 \quad (9)$$



**2-rasm: Gorizontga nisbatan burchak ostida otilgan sharchaning harakati**

(6) va (9) formulalar asosida quyidagilarni chiqarish mumkin:

1. Uchish uzoqligi  $2\varphi_0$  burchak sinusiga va sharcha harakatining boshlang'ich tezligi kvadratiga proporsionaldir.
2.  $45^\circ$  burchak ostidagi harakatda uchish maksimal bo'ladi.
3. Maksimal ko'tarilish balandligi  $h \sin^2 \varphi_0$  va  $v_0^2$  ga to'g'ri proporsionaldir.

**1- Topshiriq:** P'olat sharcha uchish burchagining maksimal ko'tarilish balandligiga va uchish uzoqligiga bog'liqligini tadqiq etish

- 1) Rostlovchi vintlar (4) yordamida ishga tushiruvchi mexanizm egilish burchagini  $\varphi = 45^\circ$  ga o'rning.
- 2) Platformani qo'ying va unga qog'ozli lentani mahkamlang.
- 3) Tezlik o'lchagich qiymatini nolga to'g'rilang.
- 4) Prujinaning minimal siqilish darajasida po'lat sharchani oting va marker bilan lentada sharcha platformaga urilgan nuqtani belgilang. Ruletka yordamida  $S$  uchish uzoqligini aniqlang.
- 5) Vertikal shkalani o'rning otishni qayta amalga oshiring va shkala yordamida po'lat sharchaning  $h$  maksimal ko'tarilish balandligini aniqlang.
- 6)  $\varphi$ ,  $S$  va  $h$  larni o'lchash natijalarini 1-jadvalga kiriting.

**1-jadval.** Turli uchish burchaklarida sharchaning ko'tarilish balandligini va uchish uzoqligini o'lchash natijalari:

No	$\vartheta_0$ (m/s)	$\varphi$ (grad )	S (m)	H (m)	$\sin 2\varphi_0$	$\sin^2 \varphi_0$	$\vartheta_{0o'rt}$ (m/s )
1							
2							
3							
O'rt. q							

To'pponchanning egilish burchagini almashtiring va barcha o'lchashlarni 3-6-bandlardagidek takrorlang. Har bir egilish burchagi uchun tajribani 3-4-marta takrorlang.

- 7) Tajribalarni 5-6 xildagi burchaklarda  $15^\circ$ - $75^\circ$  gacha bo'lgan oraliqda bajarishni tavsiya qilamiz.
- 8)  $S(\sin 2\varphi_0)$  va  $h(\sin^2 \varphi_0)$  bog'lanish grafiklarini yasang va olingan natijalarni nazariy ma'lumotlar bilan taqqoslang. (9) va (6) formulalar)
- 9) Yasagan grafigingizdan foydalanib, sharchaning  $\vartheta_0$  boshlang'ich tezligini hisoblang. Olingan natijaning xatoligini baholang va uni  $\vartheta_0$  o'lchagichning ko'rsatishlari bilan taqqoslang.

#### **Nazorat savollari:**

1. Ko'chish trayektoriya va yo'l haqida tushincha bering.
2. Gorizontga nisbatan burchak ostida otilgan jism harakati deganda nimani tushinasiz?
3. Jism qanday burchak ostida otilganda ko'chish eng maksimal bo'ladi?
4. Gorizontga nisbatan burchak ostida otilgan jismning ko'tarilish balandligi qanday formula yordamida aniqlanadi?
5. Sharchaning maksimal ko'tarilish balandligi bilan maksimal ko'chish uzoqligi orasidagi bog'liqligi?

### **4 - LABORATORIYA ISHI.**

#### **EGILISH USULI ORQALI YUNG MODULINI ANIQLASH**

##### **Ishning maqsadi:**

Qattiq jismning (sterjenning) elastiklik modulini egilish deformatsiyasi metodi bilan aniqlashni o'rganish.

##### **Kerakli asbob va materiallar:**

Ikkita tayanch prizma, tekshiriluvchi sterjen (metaldan yoki plastmassadan), to'rtta 0,5 kg li toshlar, masshtabli lineyka, shtangentsirkul.

##### **Nazariy qism:**

Elastiklik nazariyasida *deformatsiya* deb tashqi kuch ta'sirida qattiq jism zarralarining bir-biriga nisbatan vaziyatini o'zgarishi tushuniladi. Tashqi kuch

ta'sirida qattiq jismning shakli va hajmi o'zgarishiga **deformatsiya** deyiladi. Deformatsiya elastik va plastik bo'ladi.

**Elastik deformatsiya** deb, tashqi kuch olib tashlanganda, jism avvalgi shakli va o'lchamini tiklashiga aytiladi. Agar jism avvalgi shakli va o'lchamini tiklay olmasa **plastik deformatsiya** deyiladi.

Deformatsiya bir necha ko'rinishda bo'ladi: cho'zilish, qisilish, siljish, buralish, egilish. Deformatsiya o'lchovi bo'lib nisbiy deformatsiya  $\varepsilon$ , kuch ta'sirida jism o'lchovlarining o'zgargan qiymatini  $\Delta l$  absolyut qiymatining boshlangich qiymati  $l$  ga nisbatiga teng bo'ladi.

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad \text{yoki} \quad \varepsilon = \frac{\Delta x}{x} \quad (1)$$

Deformatsiya hosil qiluvchi  $R$  kuchni shu kuch ta'sir etayotgan ko'ndalang kesim yuzasi  $S$  ga nisbati **deformatsiya kuchlanganligi** deyiladi.

$$\sigma = \frac{P}{S}, \quad (2)$$

bunda  $\sigma$  - kuchlanganlik (birligi SI sistemasida  $n/m=Pa$ )

Nisbatan kichik kuchlar ta'sir etganida, deformatsiya elastiklik xarakteriga ega bo'ladi. Bu holda nisbiy deformatsiya kuchlanganlikka to'g'ri proporsional bo'ladi va Guk qonuni deyiladi:

$$\varepsilon = k\sigma = \frac{1}{E}\sigma \quad \text{yoki} \quad \sigma = E\varepsilon, \quad (3)$$

bu erda  $E$  - elastiklik moduli yoki Yung moduli.

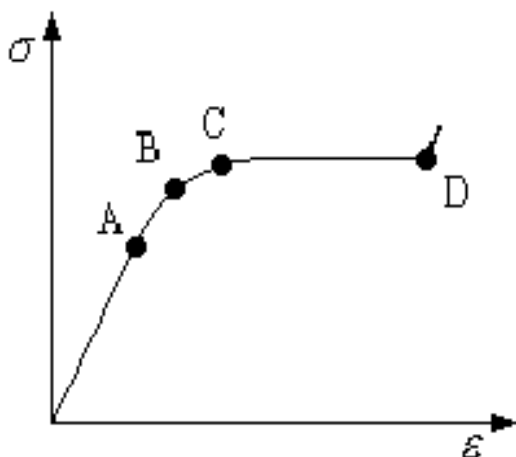
Bundan 
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (4)$$

ekanligi kelib chiqadi. (1) dagi  $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$  qiymatini va (2) dagi  $\sigma = \frac{P}{S}$  qiymatini (4)

dagi kattaliklarning o'rinlariga qo'ysak: 
$$E = \frac{P/S}{\Delta l/l} \quad (5)$$

hosil bo'ladi. Elastik moduli SI sistemasida  $[E]=[N/m]=[Pa]$  o'lchamida.

**Yung modulining fizik ma'nosi:** Yung moduli son jihatidan jismga qo'yilgan shunday kuchlanganlikka tengki, u jism uzunligini ikki marta uzaytiradi, ya'ni  $\varepsilon=l$  bo'ladi.  $\sigma$  kuchlanishning  $\varepsilon$  - nisbiy deformatsiyaga bog'lanishni ko'rib chiqaylik.

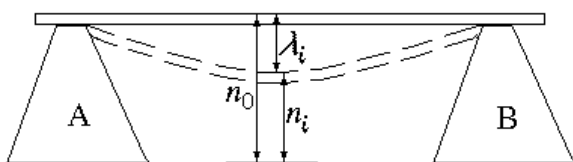


Deformatsiyaning eng oddiy turi cho'zilish (siljish) deformatsiyasidir. Bunday deformatsiya sterjenda uning o'qi bo'ylab yo'nalgan kuch ta'sirida yuz beradi (1a, b-rasm). Agar  $l$  uzunlikdagi sterjen  $\Delta l$  ga uzaysa, unda  $\varepsilon = \Delta l/l$  cho'zilish deformatsiyasining o'lchovi bo'lib, **nisbiy uzayish** deb aytiladi. Deformatsiyaning yana boshqa turi siljish deformatsiyasidir. To'g'ri

burchakli parallelepipedning yo'ylaridan biriga urinma buylab yo'nalgan kuch uni qiyshiq burchakli parallelepipedga aylantirib deformatsiyalaydi (shtrix chiziqlar).  $\gamma$  burchak - *siljish burchagi*,  $\text{tg } \gamma$  - *nisbiy siljish burchagi* deyiladi. Odatda  $\gamma$  burchak juda kichik bo'lgani sababli,  $\text{tg } \gamma = \gamma$  deb hisoblash mumkin. Yuqori mustahkamlik chegarasidan oshsa (D nuqta) jism buziladi. Yuqori mustahkamlik chegarasiga ega bo'lgan jismlar elastik jismlardir (metallar). Mo'rt jismlarning (cho'yan, shisha, tuz) elastiklik chegarasi kichik bo'ladi. Jismning mexanik hossalari temperaturaga bog'liq. Temperatura oshishi bilan jismning elastikligi oshadi, kamayishi bilan mo'rtligi oshadi.

Organizm to'qimalarining mexanik xossalari ularning tuzilishiga va tabiatiga bog'liq. Suyakning biriktiruvchi asosi elastik. Suyakka elastiklikni undagi fosfor, kalsiy tuzlari esa qattqlik va mustahkamlikni beradi. Suyak tuzilishini shakllanishi tashqaridan qo'yiladigan yukka moslashgan bo'ladi.

Yumshoq to'qimalar asosan oqsil polimerlaridan tuzilgan bo'lib, yuqori elastikligi va yopishqoqligi bilan farq qiladi. Bu xususiyat deformatsiyaning oshishiga olib keladi. Bunday jismlar *elastomerlar* deyiladi, ular Guk qonuniga bo'ysunmaydi.



Bu amaliy ishdan maqsad, egilish metodi bilan sterjenning elastiklik modulini aniqlash. Sterjen qattiq tayanchga o'rnatilib, uning o'rtasiga ma'lum og'irlikka ega bo'lgan toshlar yuklatiladi (1-rasm).

Toshlar kuch sifatida ishlatiladi va uning ta'sirida egilish deformatsiyasi ro'y beradi. Bu holda deformatsiya kattaligi egilish o'qi bilan, ya'ni sterjenga ta'sir etuvchi kuchning qo'yilish nuqtasi siljiydigan masofa bilan xarakterlanadi. Egilish o'qi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{Pl^3}{4Eab^3}. \quad (6)$$

Bunda:  $l$  - tayanch nuqtalari orasidagi masofa;  $P$  - egilish deformatsiyasini hosil qiluvchi kuch;  $E$  - elastiklik moduli;  $a$  - sterjenning eni;  $b$  - sterjenning qalinligi.

Agar sterjenning qismi to'g'ri to'rtburchak shaklida bo'lsa, (6) formulani qo'llash mumkin. (6) formuladan elastik modulini quyidagicha topish mumkin:

$$E = \frac{Pl^3}{4\lambda ab^3}$$

### Ishni bajarish tartibi

1. Shtangensirkul bilan sterjenni eni  $a$  va qalinligi  $b$  (4 joyidan  $mm$  da) o'lchab jadvalga yozing.
2. Yog'och sterjenni A va B prizmalar ustiga o'rnatib, lineyka bilan ikkita tayanch nuqtalari orasidagi masofani ( $mm$ ) aniqlang.
3. AD sterjenga xalqa osib, shtangensirkulning shkalasi bo'yicha boshlang'ich holatini belilang -  $n_0$ .
4. Xalqaga massalari 0,5 kg; 1,0 kg; 1,5 kg; 2,0 kg bo'lgan toshlarni ketma-ket joylashtiring va ularga mos keladigan shtangensirkul ko'rsatishini yozing -  $n_i$ .

5.  $P$  yukni quyidagi formuladan toping:  $P = mg$  ( $g=9,8 \text{ m/s}^2$ )

6. Yuklarni bittadan kamaytirib, shtangensirkul ko'rsatkichini –  $n_i$  ni yozing. Yukning massasi  $2 \text{ kg}$  bo'lganda  $n$  va  $h$  ning qiymatlari teng bo'ladi.

7. O'lchovlarni va hisoblab topilgan natijalarni jadvalga yozing.

**I z o h:** Har bir tosh uchun  $E_i$  va  $D_E$  ning qiymatlarini hisoblanadi.

$E$  ning  $N/mm$  larda olingan qiymatini  $N/m$  ga o'tkazing.

**1-jadval**

№	Sterjen o'lchamlari (mm)			$m$ , (kg)	Egilish o'qini aniqlash						$E_i$ (Pa)	$\bar{E}$ (Pa)	$\Delta E_i$ (Pa)	$\Delta \bar{E}$ (Pa)	$\varepsilon$ (%)
	$a$	$b$	$l$		$n_0$	$n_i$	$\lambda_i$	$n_0'$	$n_i'$	$\lambda_i'$					
1															
2															
3															
O'rt															

### Nazorat savollari

1. Deformatsiya deb nimaga aytiladi? Uning turlari.
2. Nisbiy deformatsiya deb nimaga aytiladi?
3. Mexanik kuchlanganlik deb nimaga aytiladi?
4. Guk qonuni qanday yoziladi?
5. Elastiklik modulining (Yung modulining) fizik ma'nosi qanday?
6. Ishchi formulani yozing.
7. Egilish o'qi deb nimaga aytiladi?
8. Moddalarning mexanik xossalari nimaga bog'liq?

## 5 - LABORATORIYA ISHI.

### OBERBEK MAYATNIGI YORDAMIDA QATTIQ JISMNING INERSIYA MOMENTINI ANIQLASH

#### Ishning maqsadi:

Qattiq jismlar aylanma harakati dinamikasining asosiy qonunlarini tajribada tekshirish.

#### Kerakli asbob va materiallar:

Oberbek mayatnigi, uzunligi 2 metr keladigan masshtabli chizg'ich, yuklar to'plami, shtangensirkul, sekundometr.

#### Nazariy qism

Aylanma harakatdagi jismning asosiy qonuni quyidagicha ifodalanadi:

$$M=J \cdot \varepsilon \quad (1)$$

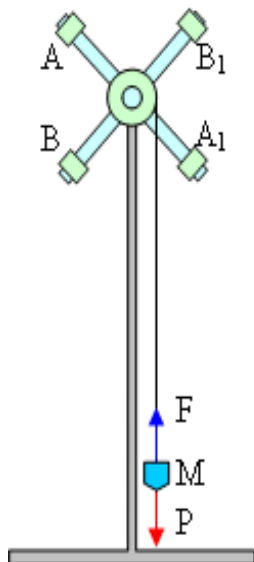


Bunda  $J = m \cdot r^2$  (2)

bu yerda:  $M$  –jismga ta'sir etuvchi kuchlarning aylanish o'qiga nisbatan olingan momenti;  $J$ -jismning inersiya momenti;  $\varepsilon$ -jismning burchak tezlanishi.

(1) ifodani quyidagicha yozish ham mumkin:  $\varepsilon = \frac{M}{J}$  (3)

Bu formulada zanjirning o'zaro bog'lanishini Oberbek mayatnigi yordamida tekshiramiz. Oberbek mayatnigi bir burchakka kirgizilgan to'rtta  $A, A_1, B, B_1$  sterjendan iborat bo'lib, qo'shni sterjenlar bir-biriga perpendikulyardir.



Mayatnikning inersiya momenti, sterjenlar bo'yicha siljiriladigan yuklar bilan o'zgartiriladi. Umumiy o'qqa chig'iriq o'rnatilgan bo'lib, chig'iriqqa ip o'ralgan ipning ikkinchi uchi  $M$  yukka bog'langan.

Yukning og'irligi chig'iriqdagi ipga ta'sir qilib, ipni tortadi, bunda maxovik tekis tezlanuvchan aylanma harakatga keladi. Maxovik sterjenlaridagi yukning dastlabki turish holatini belgilaymiz. Agar yukning tik shkala bo'yicha tushish balandligi  $h$  va tushish vaqti  $t$  bo'lsa, yukning harakat tezlanishi quyidagicha topiladi:

$$a = \frac{2h}{t^2}$$

Maxovikning o'qqa o'rnatilgan chig'iriqning radiusini o'lchab, uning burchak tezlanishini va kuch momentini topish mumkin:  $\varepsilon = \frac{a}{r}$

(4)

$$P = m \cdot (g - a) \quad M = P \cdot r = m \cdot (g - a) \cdot r \quad (5)$$

Aylanuvchi sistema inersiyasi bo'yicha (4) va (5) formulalar yordamida  $\varepsilon$  va  $M$  ni topgandan keyin sistemaning inersiya momenti quyidagicha topiladi:  $J = \frac{M}{\varepsilon}$

Sistemaning inersiya momentini o'zgartirmasdan turib, tik tushuvchi yukning kattaligini o'zgartirish bilan sistemadagi kuch momentini o'zgartirish mumkin. So'ngra maxovik sterjenlaridagi 2 ta yoki 4 ta yuk o'rnatib, uning kuch momentlarini bir xilda saqlagan holda, yuklarni aylanish o'qigacha momentini oshirish yoki kamaytirish mumkin.

### Ishni bajarish tartibi

1. Shtangensirkul yordami bilan chig'iriq diametri  $D$  ni o'lchab, uning radiusi  $r = \frac{D}{2}$  aniqlanadi.
2. Mayatnikning tekis aylanishi va ipning uzunligi yetarlicha ekanligi tekshiriladi. Mayatnik aylantirilib, yuk joylashtirilgan moslamani  $h$  balandlikka ko'tariladi va  $h$  masofa chizg'ich yordamida o'lchanadi.
3. Mayatnik sterjenlari yukchalarsiz bo'lgan holda moslamaga  $m_1$  va  $m_2$  massali toshlar qo'yilib, uning tushish vaqti hisoblanadi.

4. Har bir holat uchun  $\varepsilon$ ,  $M$  va  $J$  kattaliklar aniqlanadi sterjenlardagi yuklarni olib, ya'ni sistemaning inersiya momentini o'zgarimas qilib, ip uchiga bog'lanadigan ikki xil yuk uchun (5) va (4) formulalardan, maxovikning  $\varepsilon_1$  va  $\varepsilon_2$  burchak tezlanishlarini topamiz, so'ngra  $M_1$ ,  $M_2$  kuch momentlarini topamiz.

5. Topilgan miqdorlar quyidagicha proporsiyani qanoatlantirishi kerak.

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{M_1}{M_2}$$

Kuch momentini o'zgartirmay saqlab ip uchidagi yuk og'irligini o'zgartirmay turib, maxovikdagi siljitish yo'li bilan bularning ikki holati uchun (3) va (4) formulalar yordamida  $\varepsilon_1$  va  $\varepsilon_2$  burchak tezlanishlarini topamiz. Topilgan natijalar

quyidagi proporsiyani qanoatlantirishi kerak:  $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{J_1}{J_2}$

6. O'lchangan va hisoblangan kattaliklar quyidagi jadvalga yoziladi

7. Aylanma harakat dinamikasi asosiy qonunini tekshirishdagi nisbiy xatolik:

$\varepsilon = \pm \frac{x-y}{y} \cdot 100\%$  ifoda bilan hisoblanadi, bu yerda:  $x = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$ ,  $y = \frac{M_1}{M_2}$ .

### 1-jadval

N	m (kg)	t (c)	h (m)	$\varepsilon$ ( $c^{-2}$ )	M (N·m)	J (kg·m <sup>2</sup> )	$\varepsilon$ (%)
1							
2							
3.							
o'rt							

### Nazorat savollari

1. Inersiya momenti va kuch momenti haqida tushuncha bering.
2. Aylanayotgan qattiq jism uchun dinamikaning asosiy qonunini tushuntiring.
3. Aylanayotgan qattiq jismning kinetik energiyasi.
4. Hisoblash formulasini chiqarish.

## 6 - LABORATORIYA ISHI.

### MAXOVIK G'ILDIRAKNING INERSIYA MOMENTINI ANIQLASH

**Ishning maqsadi:** Aylanayotgan qattiq jismni inersiya momentini tajribada aniqlash.

**Kerakli asbob va materiallar:**

Masshtab lineyka o'rnatilgan qurilma, yuklar to'plami, sekundomer, shtangensirkul.

### Nazariy qism

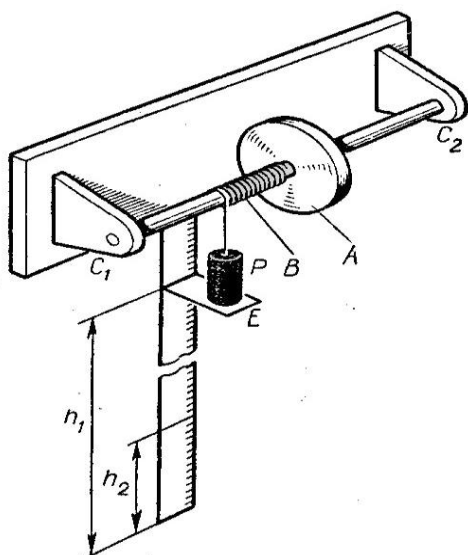
Agar o'qqa osilgan jismga navbatma-navbat  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3, \dots M_n$  momentlar qo'yilsa, jism har xil burchakli tezlanishlar  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_n$  oladi. Har bir kuch

momentning burchakli tezlanishiga nisbati berilgan jism uchun o'zgarmas miqdorga teng, ya'ni:

$$\frac{M_1}{\varepsilon_1} = \frac{M_2}{\varepsilon_2} = \frac{M_3}{\varepsilon_3} = \dots = \frac{M_n}{\varepsilon_n} \quad (1)$$

Bu nisbatlar bilan aniqlanuvchi kattalik aylanuvchi jismni xarakterlaydi va u jismning inersiya momenti deb ataladi. (1) tenglamani quyidagi qurilmada tekshirib ko'rish mumkin (1- rasmga qarang). Gorizontol o'qqa val o'rnatilgan bo'lib, u o'qqa  $S_1, S_2$  sharikli podshibnikka kiygizilgan. Massasi  $m_1$  maydoncha ipga bog'langan bo'lib, u o'qqa o'raladigan qilib tayyorlangan. Ipni o'qqa o'rab so'ng maydonchaga yuk qo'ysak, og'irlik kuchi ta'sirida jism harakatga keladi.

Agar maydoncha qandaydir  $h_1$  balandlikka ko'tarilgan bo'lsa, bu dastlabki momentda  $E_n = mgh_1$  potensial energiyaga ega bo'ladi. Harakat davomida bu energiya ishqalanish kuchini yengish uchun va sistemaning kinetik energiyasining ortishi uchun sarf bo'ladi, ya'ni:



$$mgh_1 = \frac{m\mathcal{G}^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2} + F_{\text{ushq}} h_1 \quad (2)$$

$F_{\text{ishq}} h_1$  – ishqalanish kuchini yengish uchun bajarilgan ish.

$\frac{m\mathcal{G}^2}{2}$  - harakatdagi massaning taglikka yetib kelgandagi kinetik energiyasi,  $\frac{J\omega^2}{2}$  - aylanayotgan sistemaning kinetik energiyasi.

Ishqalanish kuchini yengish uchun bajarilgan ishni quyidagicha mulohaza yuritib topish mumkin. Umumiy o'qqa  $\theta$  chig'irig o'rnatilgan bo'lib, chig'iridagi o'qqa o'ralgan ipning ikkinchi uchiga P yuk bog'langan.

Yukning og'irligi chig'iridagi ipga ta'sir qilib, ipni tortadi, bunda maxovik tekis tezlanuvchan aylanma harakatga keladi. Maxovikka yuklarni qo'yib, ip uchidagi yukning dastlabki turish holatini belgilaymiz. Agar yukning tik shkala bo'yicha tushish balandligi va tushish vaqtini bilsak, yukning harakat tezlanishi quyidagicha topiladi:

$$a = \frac{2h}{t^2} \quad (3)$$

Maxovikning o'qqa o'rnatilgan  $\theta$  chig'irining radiusini o'lchab, uning burchak tezlanishini topish mumkin

$$\varepsilon = \frac{a}{r}$$

(4)

Kuch momenti quyidagicha topiladi:

$$M = p \cdot r$$

Tushuvchi jismning og'irligi:

$$p = m \cdot g$$

Tekis tezlanuvchan harakat bilan tushganda ipning tarangligi  $p_1 = m(g-a)$  topilgan chiziqli tezlanish. Demak, yukning tushish vaqtidagi kuch momenti quyidagicha ifodalanadi:

$$M_1 = p_1 \cdot r = m(g-a) \cdot r \quad (5)$$

Qandaydir  $h_1 > h_2$  balandlikka ko'tariladi. Bunda sistema  $E_n = mgh_2$  potensial energiyaga ega bo'ladi.

Sistemaning yo'qotgan potensial energiyasi ishqalanish kuchini yengish uchun bajarilgan ishga teng bo'ladi, ya'ni:

$$mgh_1 - mgh_2 = F_{ishq}(h_1 + h_2); \quad F_{ishq} = mg \frac{h_1 - h_2}{h_1 + h_2} \quad (6)$$

Harakat tekis tezlanuvchan bo'lgani uchun:  $\vartheta_0 = a \cdot t; \quad h = \frac{at^2}{2} \quad (7)$

$$\vartheta = \frac{2h_1}{t}; \quad \omega = \frac{2h_1}{Rt} \quad (8)$$

Bo'lib, (6), (7), (8) formulalarni (2) ga qo'yib quyidagini hosil qilamiz:

$$J = mr^2 \left( gt^2 \frac{h_2}{h_1(h_1 + h_2)} - 1 \right) \quad (9)$$

(9) – formula inersiya momentining hisoblash formulasi.

### Ishni bajarish tartibi

1. Shkifning diametri o'lchanadi va uning radiusi hisoblanadi.
2. Ipni shkifga o'rab, yuk qo'yilgan maydoncha  $h_1$  balandlikka (150sm) ko'tariladi.
3. Maydonchaga  $m$  yuk qo'ygan holda harakatga keltiriladi va tushish vaqti aniqlanadi.

### 1-jadval

No	m (kg)	r (m)	t (s)	$h_1$ (m)	$h_2$ (m)	J (kg·m <sup>2</sup> )	$\Delta J$ (kg·m <sup>2</sup> )	$\varepsilon$ (%)
1.								
2.								
3.								
O'rt.								

4. Yuk taglikka urilib qaytgandan so'ng, qaytib chiqish  $h_2$  balandligi aniqlanadi va olingan ma'lumotlar jadvalga yozilib boriladi.

5.  $m$  yukcha boshqa balandlikka ko'tarilib (170-180 sm) yana tajriba takrorlanadi.

6. Maydonchaga  $m_2$  qo'yilgan holda tajriba ikkala balandlik uchun ham qaytariladi, har bir hol uchun olingan natijalar jadvalga yozilib, (9) formula bo'yicha sistemaning inersiya momenti hisoblanadi.

7. O'lchashning absolyut xatoligi aniqlanadi.

8. Olingan ma'lumotlar yuqoridagi jadvalga kiritiladi.

### Nazorat savollari

1. Inersiya momenti va kuch momenti haqida tushuncha bering.
2. Aylanayotgan qattiq jism uchun dinamikaning asosiy qonunini tushuntiring.
3. Energiyaning balans formulasi.
4. Aylanayotgan qattiq jismning kinetik energiyasi.
5. Hisoblash formulasini chiqarish.

## 7 - LABORATORIYA ISHI.

### TEBRANMA HARAKAT QONUNLARINI (XALQA YORDAMIDA) O'RGANISH

#### Ishning maqsadi:

Xalqa yordamida tortish kuchi tezlanishini aniqlash.

#### Kerakli asbob va materiallar:

Xalqa, shtangensirkul, sekundomer, fizik mayatnik.

#### Nazariy qism

Agar har qanday jism og'irlik markazidan o'tmagan gorizontol o'qqa osib qo'yilsa, og'irlik markaziga qo'yilgan  $M$  moment ta'sirida tebranma harakat qiladi.

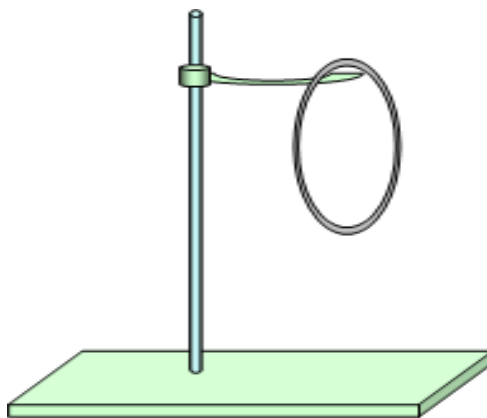
$$M = mgl \cdot \sin \varphi \qquad \vec{P} = m\vec{g}$$

Yuqorida ko'rsatilganidek mahkamlangan « $M$ » moment ta'sirida tebrana oladigan qattiq jism fizik mayatnik deyiladi:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{K}{mgl}} \qquad (1)$$

bu yerda  $K$  - inersiya momenti,  $l$  - og'irlik markazi bilan jism osilgan o'q orasidagi masofa,  $m$  - mayatnik massasi  $g$  - og'irlik kuchi tezlanishi (1) ifodadan  $g$  ni topaylik

$$g = \frac{4\pi^2 K}{mT^2} \qquad (2)$$



Tebranayotgan jism xalqalardan iborat bo'lsa,  $R_1$  - ichki radius,  $R_2$  - tashqi radius. Yassi xalqaning og'irlik markaziga nisbatan inersiya momenti

$$K_C = \frac{1}{2} m(R_1^2 + R_2^2) + mR_1^2 = \frac{1}{2} m(3R_1^2 + R_2^2). \qquad (3)$$

bo'ladi.

Shteyner teoremasiga muvofiq ixtiyoriy tebranish o'qiga nisbatan olingan inersiya momenti «K» bilan jism massasi og'irlik markazidan tebranish o'qiga bo'lgan masofa kvadratining yig'indisiga teng:

$$K = K_C + mR_i^2:$$

«K» ning qiymatini (2) ga qo'yib

$$g = \frac{2\pi^2(3R_1^2 + R_2^2)}{R_1 T^2} \quad (4)$$

Tebranish davri T, xalqaning ichki va tashqi radiuslari  $R_1$  va  $R_2$  ni bilgan holda  $g$  ni hisoblash mumkin.

### Ishni bajarish tartibi

1. Shtangensirkul bilan ichki va tashqi radiuslar ( $R_1$  va  $R_2$ ) o'lchanadi.
2. O'qituvchi tomonidan berilgan tebranishlar soni uchun ketgan vaqt o'lchab olinadi va davr  $T = t/n$  formula bilan hisoblanadi.
3. O'lchashlar kamida uch marta takrorlanadi.
4. Tajriba ikki xil xalqa uchun alohida-alohida bajariladi.
5. Xatoliklar hisoblanadi.

Quyidagi jadval to'ldiriladi:

1-jadval

$N_0$	$d_1$ (mm)	$R_1$ (mm)	$d_2$ (mm)	$R_2$ (mm)	n	t (s)	T (s)	g (mm/s <sup>2</sup> )	$\Delta g$ (mm/s <sup>2</sup> )	$\varepsilon$ (%)
1										
2										
3										
o'rt. q										

### Nazorat savollari

1. Fizik mayatnik nima?
2. "g" nimalarga bog'liq?
3. Oxirgi (4) formulani keltirib chiqaring.
4. Inersiya momenti nima?
5. Shteyner teoremasi tusuntirib bering.

## 8 - LABORATORIYA ISHI.

### JGUTNING(ARQON) FAZAVIY TARQALISH TEZLIGI ANIQLASH

#### Ishning maqsadi:

- 1) Cho'zilmaydigan jgutda to'lqin uzunligi  $\lambda$  ning chastota  $\nu$  ga bog'liq holatda jgutda tarqalishini o'rganish. Bu yerda chastota to'lqin uzunligining  $1/\lambda$  funksiyasi ko'rinishida tasvirlangan. Grafik yordamida jgut hosil qilgan to'lqinning fazaviy tezligini aniqlash;
- 2) Jgutning cho'zilishini e'tiborga olgan holatda fazaviy to'lqin tezligini aniqlash va fazaviy tezlik o'zgarishini jgut cho'zilishiga bog'liqligini o'rganish.



*1-rasm: Jgut (rezina) dagi to'lqinlarni o'rganuvchi tajriba qurilmasi:*

#### Kerakli asbob va materiallar:

Shkiv, kvadrat kesimli rezinali jgut, laboratoriya dvigateli, haydash mexanizmi, paxtali arqon, shtativli asos, shtativli sterjen, to'g'riburchakli qisqich, ilgakli sterjen, prujinali dinamometr, stol qisqichi, ipakli ip, ruletka, raqamli straboskop

#### Nazariy qism:

To'lqin fazoda chekli tezlik bilan tarqaluvchi modda yoki muhitning holat o'zgarishlari to'lqinning tarqalish jarayonida energiya fazoning bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga uzatiladi, ammo zarralari ko'chmaydi. Turli xil (mexanik, issiqlik, elektromagnit) holat o'zgarishlarida turli xil.

Elektromagnit to'lqinlar- xususan radioto'lqinlar, yorug'lik to'lqinlari, ultrabinafsha to'lqinlar tarqalayotgan o'zgaruvchi elektromagnit maydonlardan iborat.

To'lqin uzunligi- biror muhitda qandaydir ma'lum yo'nalishda tarqalayotgan tebranma harakatning ikkita ketma-ket keluvchi, bir xil fazada tebranuvchi nuqtalar orasidagi masofasidir.

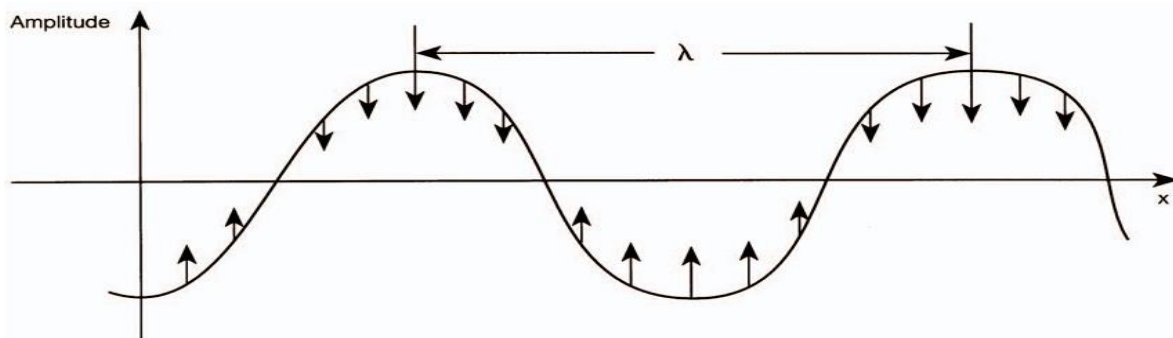
Fazaviy tezlik  $\nu$  to'lqin uzunligiga bog'liq va u ushbu tenglik yordamida aniqlanadi:

$$\vartheta = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \nu \quad (1)$$

Ushbu tenglama garmonik to'liqlar uchun o'rinlidir. Ushbu tajribada davriy to'liq laboratoriya dvigatellari yordamida hosil qilinadi. Ikki yo'nalish bo'yicha harakatlanayotgan to'liq bir-biriga ustma-ust qo'yiladi. To'liqning tuguni orasidagi masofa to'liq uzunligining yarmiga teng.

Chastota va qarama-qarshi to'liq uzunligining chiziqli bog'liqligi quyidagicha ifodalanadi:

$$\nu = \frac{\vartheta}{\lambda} \quad (2)$$



### 2-rasm garmonik to'liqning to'liq uzunligi $\lambda$ ni aniqlash:

To'g'ri chiziqning egiluvchanligi to'liqning faza tezligi deb ataladi. Garmonik bo'lmagan to'liqlarni turli xil to'liq uzunligidagi garmonik to'liqlarning spektri kabi ifodalash mumkin, garmonik to'liqning faza tezligi chastotaga bog'liq bo'lsa, qoidaga ko'ra, garmonik to'liq tez ko'chadi.

Fazaviy tezlik bo'shliq holatidagi jarayonga bog'liq, masalan, jgutning cho'zilishiga, agar jgutni burganda,  $F_D$  kuch perpendikulyar holatda bo'lsa,  $F_a$  va  $F_R$  ga bog'liq bo'ladi. Tezlanuvchan kuch ushbu tenglikka teng bo'ladi:

$$|\vec{F}_o| = |\vec{F}_a - \vec{F}_r| = 2 |\vec{F}_a| \sin\left(\frac{d\theta}{2}\right) = |\vec{F}_a| d\theta \quad (3)$$

Burchaklar farqi  $y''(x)$  ning hosilasi  $x$  ga va jgut uzunligining  $dx$  ko'paytmasiga teng, agar o'zgaruvchanlik o'ta katta bo'lmasa:

$$|\vec{F}_D| = |\vec{F}_a| y'' dx \quad (4)$$

Jgut sohasining massasi:  $m = A \cdot dx \cdot \rho \quad (5)$

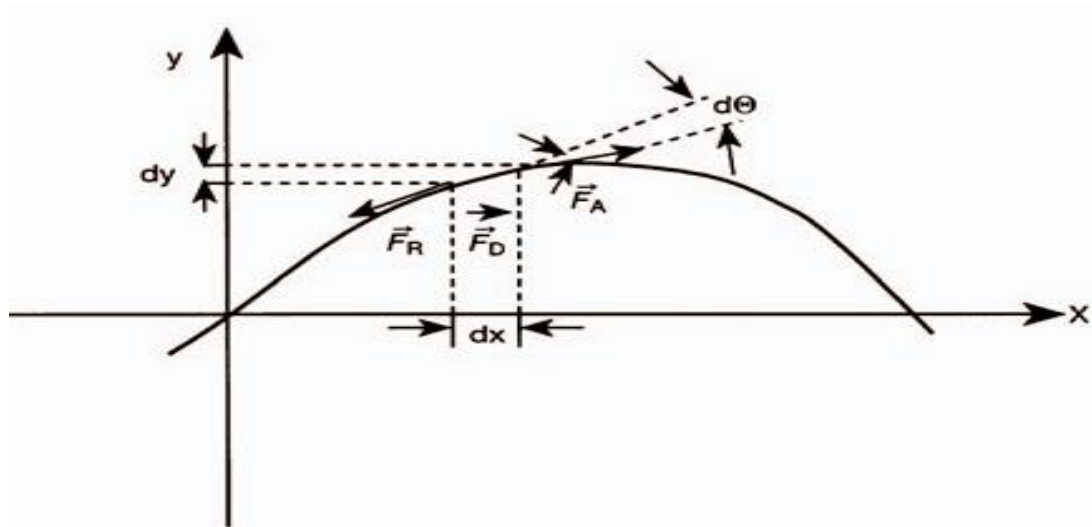
A-jgutning ko'ndalang kesim yuzasi,  $\rho$  jgutning zichligi. (4) tenglikda ko'rsatilganidek kuch bo'yicha tezlikka erishadi:  $|\vec{F}_D| = F_y = m y'' = |\vec{F}_a| y'' dx$

Vaqt bo'yicha kuchning ikkinchi hosilasiga teng. Jgutning  $\sigma = \frac{F}{A}$  cho'zilishi to'liq uzunligiga teng:

$$y'' = \frac{\sigma}{\rho} y'' \quad (6)$$

Ushbu tenglik umumiy yechimga teng:  $y = \nu(x \pm \vartheta t)$





3-rasm: Kuchning to'liqligga bog'liqlik grafigi:

To'liqinning tarqalish tezligi  $\vartheta = \sqrt{\frac{\sigma}{\rho}}$  bundan ko'rinadiki, faza tezligining kvadrati  $\vartheta^2$  jgut zichligi  $\rho$  ga teskari, jgut kuchlanishi  $\sigma$  ga esa to'g'ri proporsional.

#### Ishni bajarish tartibi:

1. Eksperimental qurilmalar 1- rasmda ko'rsatilganidek yig'iladi.
2. 3m dan 6 m gacha uzunlikdagi rezina jgut 40 sm uzunlikdagi paxtali arqonning oxiriga ulanadi. Ipakli ipga aylantirib, tugun mustahkamlanadi. Shunday qilib, 50-60 sm uzunlikdagi paxtali arqonni boshqa bir rezinali lentaga ulaymiz.
3. To'liqin uzunligini o'lchash davomida ip 1m uzunlikdagi shtativli sterjenga mufta yordamida mustahkamlanadi.
4. Jgutning tarangligi shunday bo'lishi kerakki, na osilgan va na tarang holat bo'lishi lozim.
5. Jgut 4 plastikli silindrga, ya'ni 2-teshik orqali shtativ asosga mustahkamlanib, joylashtiriladi. Sterjendagi ilgakni tartibga solishda asosiy e'tiborni ip tekisligiga to'g'ri mahkamlashga qaratish lozim.
6. Lentaning taranglik kuchi o'zgarmasligi uchun dvigatel aylanish chastotasini shunday rostdash kerakki, unda paxtali ipning taranglik kuchi noelastik xususiyatga ega bo'lsin. Olingan natijalar asosida jadval to'ldiriladi va (1) formulaga binoan natijalar hisoblanadi.

**1-jadval**

№	$\lambda$ (m)	$v$ (s <sup>-1</sup> )	$\vartheta$ (m/s)	$\Delta\vartheta$ (m/s)	$\varepsilon$ ( % )
1					
2					
3.					
o'rt					

Rezinali lentaning chastotasi elektrodvigatel va stroboskop yordamida avtomatlashtiriladi. Tajribani qorong'u xonada ochiq fonda bajarish tavsiya etiladi. To'lqin uzunligi ikki tugun orasidagi to'lqinning masofasining ikkilanganligi bilan aniqlanadi.

### Nazorat savollari

1. Mexanik to'lqinlarning turlari haqida tushincha bering.
2. To'lqin uzunligi va to'lqin soni deganda nimani tushinasiz?
3. Fazaviy va gruppaviy tezlik nima?
4. Tarqalish tezligini chastotaga bog'liqligi qanday?

## 9 - LABORATORIYA ISHI

### MEXANIK ENERGIYANING SAQLANISH QONUNLARINI MAKSVELL G'ILDIRAGI YORDAMIDA ANIQLASH

#### Ishning maqsadi:

- 1) Maksvell g'ildiragining inersiya momentini aniqlash;
- 2) Maksvell g'ildiragidan foydalanib, potentsial energiyaning, ilgari lanma harakat energiyasining aylanma harakat energiyasining vaqtga bog'liqligini topish.

#### Kerakli asbob va materiallar:

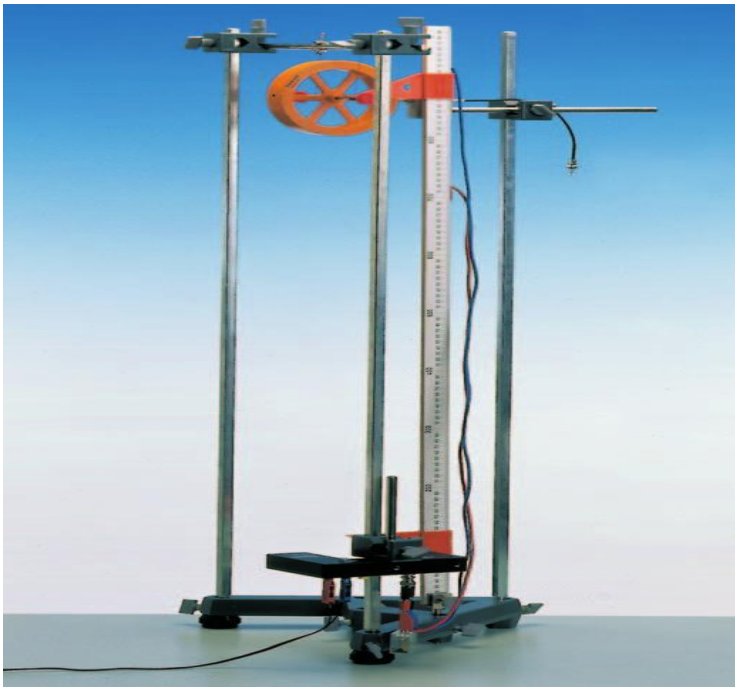
Maksvell g'ildiragi, metrli shkala (demonstrasion ), shtativ, hisoblagichli to'siq, 100 nF va 250 V li kondensator, 5V\2.4A lit ok manbai ulovchi simlar.

#### Nazariy qism.

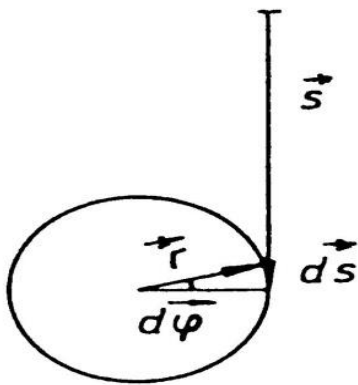
$m$  massali va  $I_z$  inersiya momentiga ega bo'lgan Maksvell g'ildiragining umumiy  $E$  energiyasi  $E_p$  potentsial energiya,  $E_t$  ilgari lanma harakat energiyasi va aylanma harakat energiyasi  $E_R$  dan iborat:

$$E = m \cdot g \cdot s + \frac{m}{2} v^2 + \frac{I_z}{2} \omega^2$$

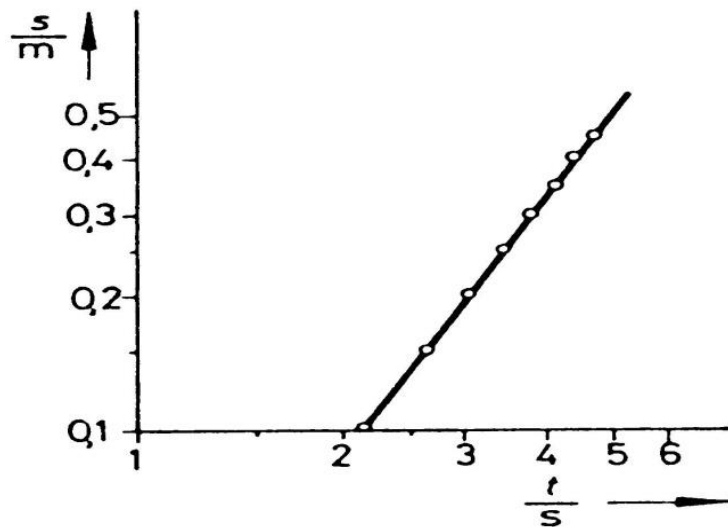
Bu yerda  $\omega$ -burchak tezlik,  $\vartheta$ -ilgari lanma harakatdagi tezlik g-erkin tushish tezlanishi,  $S$ - balandlik (manfiy ishorali)



1-rasm



2-rasm. Maksvell g'ildiragida  $\overline{d\varphi}$  burchakning ortishi va  $\overline{dS}$  balandlik kamayishi orasidagi bog'lanish.



3-rasm. Maksvell g'ildiragi og'irlik markazi nuqtasidan o'tuvchi masofaning vaqtga bog'liqligi

3-rasmdan ko'rinib turibdiki,  $\vec{dS} = \vec{d\varphi} \cdot \vec{r}$

$$\text{va } \vec{\vartheta} = \frac{\vec{dS}}{dt} = \frac{\vec{d\varphi}}{dt} \cdot \vec{r} = \vec{\omega} \cdot \vec{r},$$

bu yerda  $\vec{r}$  -valning radiusi.

Ushbu holatda  $\vec{g}$   $\vec{S}$  ga parallel,  $\vec{\omega}$  esa  $\vec{r}$  ga perpendikulyar, shuning uchun:

$$E = -m \cdot g \cdot S(t) + \frac{1}{2} \left( m + \frac{I_z}{r^2} \right) (\vartheta(t))^2$$

Vaqt o'tishi bilan umumiy E enirgiya doimiy bo'lganligi sababli, differensiallash quyidagiga olib keladi:

$$\frac{dE}{dt} = 0 = -mg \cdot \vartheta(t) + \left( m + \frac{I_z}{r^2} \right) \vartheta(t) \cdot \dot{\vartheta}(t)$$

$S(t=0)=0$  va  $\vartheta(t=0) = 0$  uchun quyidagini hosil qilamiz:

$$s(t) = \frac{1}{2} \frac{m \cdot g}{m + I_z / r^2} \cdot t^2 \quad (1)$$

$$v(t) = \frac{ds}{dt} = \frac{m \cdot g}{m + I_z / r^2} \cdot t \quad (2)$$

Bunda m massa 0,436kg, valning radiusi esa r=2,5mm ga teng.


### Ishni bajarish tartibi:

1- rasmda ko'rsatilgandek, eksperimental qurilmani yig'ing. Shtativli sterjendagi rostlovchi vint yordamida erkin holatdagi Maksvell g'ildiragining o'qini gorizontol holatga rostlang.

**1-topshiriq.** Yorug'lik to'sig'iga yetishi uchun g'ildirakka zarur bo'ladigan t vaqtni o'lchash.

1. 2-rasmda ko'rsatilgandek, uzib o'lchagichni yorug'lik to'sig'iga ulang.

2. Bosing va kabel uzib ulagichini belgilab oling.

3. Yorug'lik to'sig'i kalitini  holatiga keltiring.

4. Yorug'lik to'sig'idagi "Ustanovka" ("Set") tugmasini bosing.

4-rasmdagi grafikdan va  $Y = AX^B$  funksiyadan:  $B = 1,99 \pm 0,01$ ;

$A = 0,0196 \pm 0,0015 \text{ m/s}^2$  hosil qilamiz.

(1) Ifodadan inersiya momentini topamiz. Unga ko'ra:  $I_z = 9,84 \cdot 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

5. Chegaralovchi uzib- ulagich quvvati kamaygani sari g'ildirak harakatga kela boshlaydi va yorug'lik to'sig'ining hisoblagichi yonadi.

6. G'ildirak tutib turuvchi ninadan o'tganidan so'ng qaytib bosing va g'ildirak yorug'lik to'sig'i nurini kesib o'tgunga qadar uzib-ulagich kabelini belgilab qo'ying.

7. Aylanish o'qi to'siq nurini kesib o'tib bo'lgach, hisoblagich to'xtaydi.

**2- topshiriq:** Ilgarilanma harakat tezligini topish uchun  $\Delta t$  ni aniqlash.

1. Yorug'lik to'sig'idagi "Triggerni yoqish" ("Trigger in") signalini joylashtiring.

2. Ushlagich yordamida g'ildirakni dastlabki holatida belgilab olamiz.

3. Yorug'lik to'sig'ining kalitini  holatga keltiring.

4. Cheklovchi uzib ulagichning kuchsizlanishi vaqtida g'ildirak harakatga kela boshlaydi, yorug'lik to'sig'ining hisoblagichi esa yonmaydi.

5. Aylanish o'qi yorug'lik to'sig'I sohasiga kirishishi bilan hisoblagich hisobni boshlaydi va o'q yorug'lik nurini kesib o'tishi bilan hisoblagich o'chadi.

6.  $t + \frac{\Delta t}{2}$  momentdagi tezlik  $\Delta t$  vaqtning qiymatini quyidagi formula yordamida

hisoblanadi:  $v\left(t + \frac{\Delta t}{2}\right) = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

### Nazorat savollari:

1. Energiya deb nimaga aytiladi?
2. Inersiya momenti nima? Uning formulasi?
3. Energiya turlari haqida tushincha bering.
4. Ilgarilanma harakat deganda nimani tushinasiz?
5. Burchak tezlik nima?
6. Energiyaning saqlanish va aylanish qonunini ayting.

## 10 - LABORATORIYA ISHI

### TOVUSHNING HAVODA TARQALISH TEZLIGINI O'LCHASH

#### Ishning maqsadi:

Xona haroratida tovushning tarqalish tezligini aniqlash.

#### Kerakli asbob va materiallar:

12 V li tok manbai, Cobra 3 bazaviy bloki, RS 232 tipli kabel, taymer/hisoblagich, mikrofon, 9V li batareya, aylana tayanchlar, ulovchi similar, personal kompyuter.

#### Nazariy qism

Eksperimental qurilmaning prinsipal sxemasi va tashqi ko'rinishi 1-2- rasmlarda ko'rsatilgan. Tovushni uzatish va qabul qilish orasidagi masofa  $S=0,3m$  bo'lgandagi tovush tezligining olingan qiymatlari 1- jadvalda keltirilgan.

Tovushning o'rtacha tezligi  $\vartheta = 338.0(4)$  m/s ga teng. Tovushning aniqlangan tezligi tovush qabul qilish va uzatish orasidagi masofalar turlicha bo'lganda doimiydir, demak, tovush o'zgarmas tezlik bilan tarqaladi: manbalarda keltirilishicha tovushning nol gradusdagi tarqalish tezligi  $\vartheta_0=331.8$  m/s bo'lib, ularning haroratga bog'liqligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\vartheta(T) = \vartheta_0 \sqrt{\frac{T}{273}} \quad (1)$$

Yuqorida keltirilgan o'lchashlar natijasida harorat  $18^\circ C$ , ushbu haroratga mos keluvchi tezlik  $\vartheta = 342,6m/s$ .

Tajribani bajarish davomida hech qanday qo'shimcha shovqinlar bo'lmasligi kerak, aks holda ular mikrofon yordamida qayd etilib, noto'g'ri natija beradi. Yog'och va shunga o'xshash jismlarda tovush havodagiga nisbatan ancha yuqori tezlik bilan tarqaladi.

Agar o'lchashlar vaqtida juda katta tezliklar chiqsa, zarb vaqtida ishlatiladigan mahkamlanmagan metall sterjenni zarbdan keyin po'kaksimon

jismning ichiga yoki boshqa stolga o'rnatilishi massiv asoslar ustiga joylashtirilish lozim.



*1-rasm. Qurilmaning tashqi ko'rinishi.*

**1-topshiriq.** Xona haroratida tovushning havoda tarqalish tezligini toping.

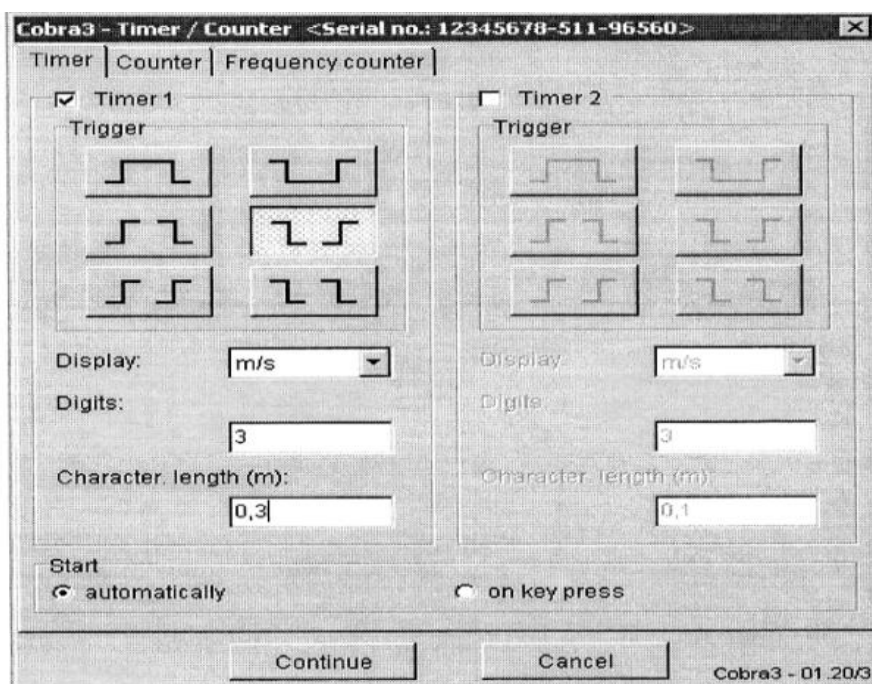
**1-jadval**

$v$ (m/s)
338.448
338.438
338.753
337.230
337.258

**Ishni bajarish tartibi:**

1. Qurilmani 1-rasmdagidek yig'ing.
2. Cobra 3 blokidagi "Taymer 1" kirish qismini mikrofon-kuchaytirgichning chiqish qismi bilan ulang.

3.Chastotani o'lchash uchun "Timer/counter" dasturini ishga tushiring va 2-rasmda ko'rsatilganidek parametrlarni sozlang.



2-rasm. Tovush tezligini o'lchash uchun dastur oynasi.

- 4.Tovushni tarqalish va qabul qilish oralig'ini taxminan 30-40 sm qilib belgilang.
- 5.Tovush tezligini o'lchash jarayonini yuqoridagidek tartibda kamida 5 marta takrorlang.
- 6.Mikrofonni 10-15 sm ga o'zgartiring, yuqorida keltirilgan yo'riqnoma bo'yicha tovush tezligini kamida 5 marta o'lchang.
- 7.Tovushni qabul qilish va uzatish orasidagi masofani taxminan 60-70 sm qilib olib, o'lchashlarni 5 marta takrorlang.
- 8.5-7-bandlarning natijalarini 2-jadvalga kiriting. O'lchash xatoligini baholang.

2-jadval

T/r	1 (5-band)	2 (6-band)	3 (7-band)	$\vartheta_{o'rt}$ m/s	$\Delta\vartheta_{o'rt}$ m/s	$\epsilon$ %
1						
2						
3						
4						
5						
O'rt. qiymat						

**2-topshiriq.** Laboratoriya termometri yordamida xonaning haroratini o'lchang. Ishning nazariy qismida keltirilgan ma'lumotlardan foydalanib, tovush tezligining olingan qiymatlari bilan jadvaldagi natijalarni taqqoslang. Ma'lum qiymatlar sifatida tovushning 0° C dagi tezligidan foydalaning.

### Nazorat savollari:

1. Tovush deb nimaga aytiladi?
2. Tovush to'liqini qanday to'liqin?
3. Tovushning turli muhitlarda turlicha tarqalishini tushuntirib bering.
4. Tovushning tarqalish tezligi qaysi formula yordamida topiladi?
5. Tovushning tarqalish tezligi masofaga qanday bog'liq?

## 11 - LABORATORIYA ISHI.

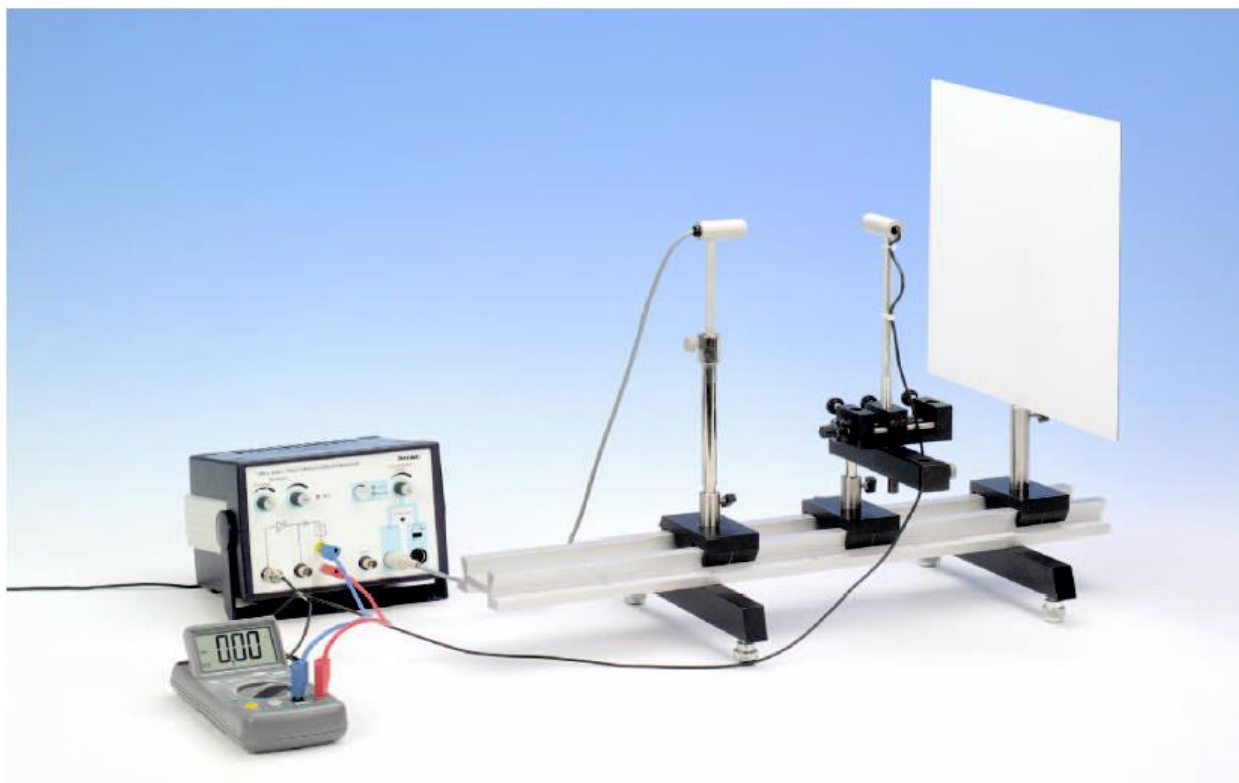
### TURG'UN ULTRATOVUSH TO'LQINLARINING UZUNLIGINI ANIQLASH

#### Ishning maqsadi:

- 1) To'liqinning tarqalish yo'nalishiga qarab ultratovush qabul qilgichni siljitish usuli orqali turg'un ultratovush to'liqinining intensevligini aniqlash;
- 2) Qabul qilgichning kuchlanishi va ekrangacha bo'lgan masofa ( $d-x$ ) orasidagi bog'lanish grafigini qurish;
- 3) Ultratovush to'liqinining uzunligini aniqlash.

#### Kerakli asbob va materiallar:

Ultratovush qurilmasi, 5 V va 12Vt li tok manbai, ultratovush tarqatkichi va qabul qilgich, raqamli multimetr,  $L=60$  smli optik taglik,  $30 \times 30$  smli ekran, ulovchi simlar.



*1-rasm*

#### Nazariy qism:

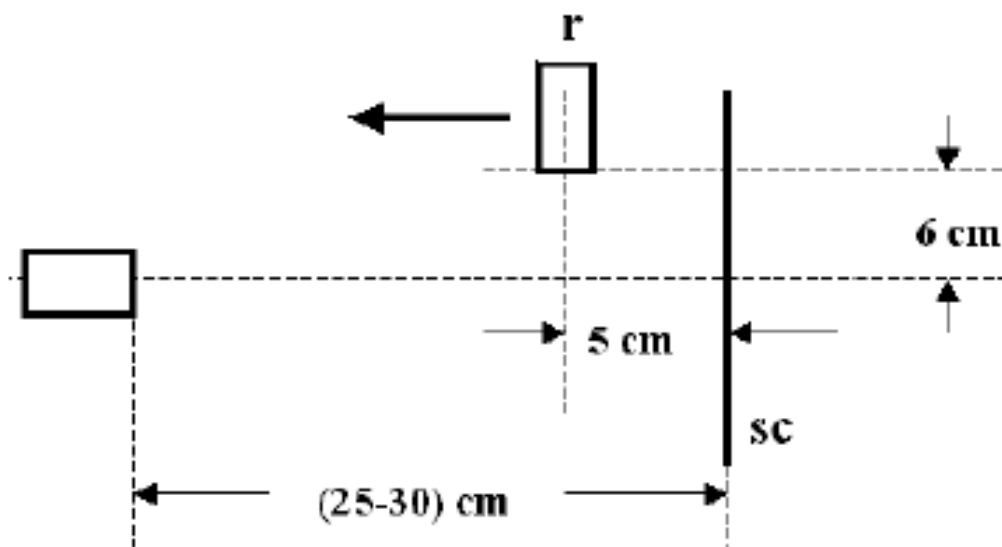
Ultratovush to'liqini metall plastinada sinadi, qaytgan to'liqin amplituda va faza bo'yicha mos kelgan tushuvchi to'liqin ustiga tushadi. Berilgan to'liqinning



intensivligi harakatlanuvchi ultratovush qabul qilgich yordamida tarqalishi bo'ylab o'lchanadi.

Ultratovush qattiq tekislik bilan ta'sirlashganda to'la qaytadi. Tushuvchi va qaytuvchi nurlarning amplituda va chastotasi bir xil. Tushuvchi bo'ylama tovush to'liqini  $P_1$  va qaytuvchi bo'ylama tovush to'liqini  $P_2$  ning ustma-ust tushishi  $P=P_1+P_2$  turg'un to'liqini vujudga keltiradi.

Matematik hisob-kitoblarni yengillashtirish maqsadida to'g'ri chiziqli to'liqlar birinchi yaqinlashish sifatida ko'rib chiqiladi, ya'ni amplitudasi teskari proporsional ravishda o'sib boruvchi sferik to'liqlarning real holati hisobga olinmaydi.



2-rasm

Agar  $d$  qabul qilgich va uzatkich orasidagi masofa berilsa u holda faza va vaqtga nisbatan (2-rasm) qaytuvchi to'liqin  $P=(x,t)$  tushuvchi to'liqin  $P_1(x,t)$  ning o'zgaruvchan tovush bosimi uchun quyidagiga egamiz:

$$P_1(x,t) = P_0 \sin 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

$$P_2(x,t) = P_0 \sin 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{2d-x}{\lambda} \right) \quad (1)$$

Ushbu ikki to'liqinning qo'shilishi natijasida  $P_1(x,t)$  turg'un to'liqin hosil bo'ladi:

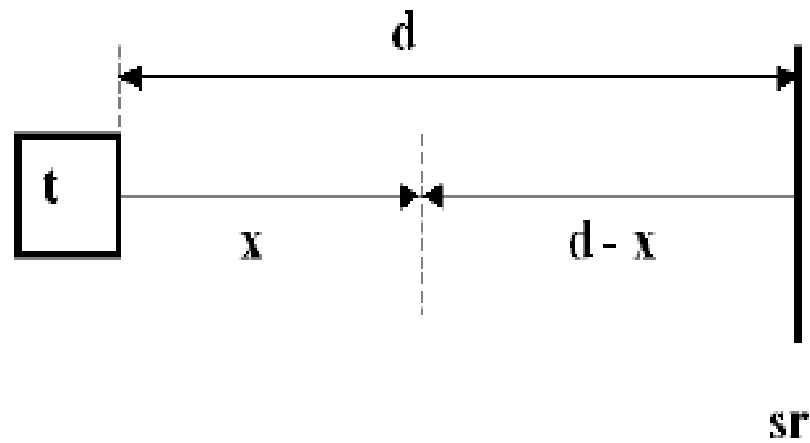
$$P(x,t) = P_1(x,t) + P_2(x,t)$$

$$P(x,t) = 2P_0 \sin 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{d}{\lambda} \right) \cos 2\pi \left( \frac{d}{\lambda} - \frac{x}{\lambda} \right) \quad (2)$$

$P(x,t)$  turg'un to'liqin fazo va vaqtda davriyligi bilan xarakterlanadi. O'zgaruvchan tovush bosimining bir qismi  $\cos=1$  bo'lganda doim maksimum hisoblanadi, boshqacha aytganda, o'zgaruvchi  $0, \pi, 2\pi, 3\pi, \dots$  bo'lganda.

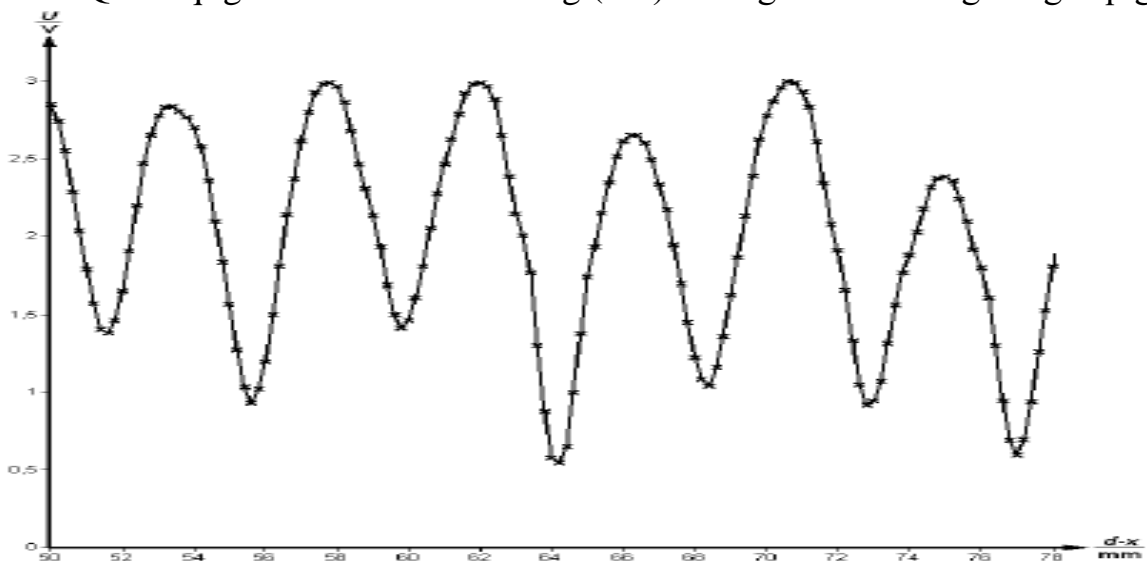
Lekin bu faqat  $x = d - \frac{1}{2n\lambda}$  ( $n=0, 1, 2, \dots$ ) bo'lgandagina o'rinalidir.

O'zgaruvchan tovush bosimi amplitudasi qaytargichda ( $x=d, n=0$ ) maksimal qiymatni qabul qiladi. Bundan tashqari turg'un to'liqlar bosimlari maksimumlari orasidagi masofa  $\lambda/2$  ga teng.



3-rasm

3- rasm. Ultratovush to'liqining to'g'ri va teskari o'tishi (t-uzatkich, SC-ekran)  
 4-rasm. Qabul qilgich kuchlanishi  $U$  ning  $(d-x)$  ekrangacha masofaga bog'liqligi:



4-rasm

**Ishni bajarish tartibi:**

1. 1-rasmda tasvirlangan qurilmani yig'ing.
2. Ultratovush uzatkich va qabul qilgichni shunday balandlikka o'rningingki, bo'ylama o'qlar bir-biriga nisbatan vertikal va gorizontol yo'nalishda o'tsin. Qabul qilgichning ekranga parallel ravishda undan 5 sm masofada joylashtiring. Uzatkich va ekran orasidagi masofa  $d=(25-30)$  sm bo'lishi lozim.
3. Diodli  $TR_1$  kirish qismiga uzatkichni ulang, BNC qismiga qabul qilgichni ulang.
4. Harakatlanuvchi qism yordamida qabul qilgichni uzatkichga qarab 0,2mm qadam bilan siljitib boring. Bunda har bir holat uchun qabul qilgichning  $U$  kuchlanishini o'lchang.
5. Turg'un to'liqin uzunligi qo'shni tugun bosimlarining o'rtacha qiymatlari  $\Delta(d-x)$  orqali hisoblanadi va  $\lambda_{st} = (4,27 \pm 0,15)$  ga teng  $2\lambda_{st} = \lambda$  ifoda  $\lambda = (8,54 \pm 0,3)$  mm ultratovush to'liqin uzunligiga ega bo'lamiz,  $c = f \cdot \lambda$  ifoda yordamida ( $f = 40 \text{ kGy}$  va  $c = 343,4 \text{ mc}^{-1}$ ) va  $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  bo'lganda to'liqin uzunligini hisoblaymiz, ya'ni  $\lambda = 8,58 \text{ mm} \approx 8,6 \text{ mm}$

### Nazorat savollari:

1. Tovush to'liqini nima?
2. Ultratovush to'liqini nima?
3. Bo'ylama va ko'ndalang to'liqlar qanday to'liqlar hisoblanadi?
4. Turg'un va turg'unmas to'liqlarchi?
5. Ultratovush to'liqlar bosimi deganda nimani tushinasiz?
6. To'liqin uzunligini hisoblash formulasini tushintirib bering.

## 12 - LABORATORIYA ISHI

### SUYUQLIKNING ICHKI ISHQALANISH KOEFFISIYENTINI STOKS USULI BILAN ANIQLASH

#### Ishning maqsadi:

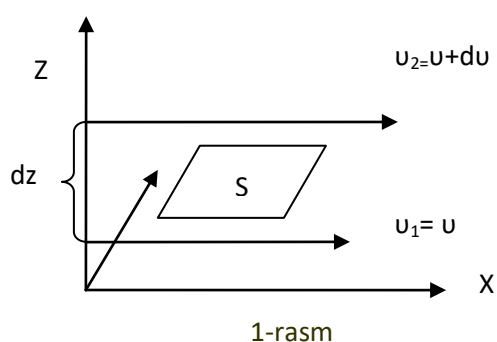
Suyuqlikda ichki ishqalanish kuchining hosil bo'lishini o'rganish va Stoks usulida ichki ishqalanish (qovushqoqlik) koeffitsiyentini tajribada aniqlash.

#### Kerakli asbob va materiallar:

Uzunligi 1–1,5 m, diametri 3–4 sm bo'lgan silindrik shisha idish, sekundomer, mikrometr, paxta moyi yoki glitsirin, po'lat yoki qo'rg'oshin sharchalar.

#### Nazariy qism

Suyuqliklarda ichki ishqalanish vaqti-vaqti bilan o'z o'rnini o'zgartirib, bir



qatlamdan ikkinchi qatlamga impuls olib o'tadigan molekulalar hisobiga hosil bo'ladi. Suyuqlikning bir qatlamdan ikkinchi qatlamga impulsning ko'chishi bu qatlamning  $m$  massa va  $v$  harakat tezligiga ega bo'lgan molekulalarining yondosh qatlamga sakrab o'tishidan ro'y beradi. Bu yerda gap molekulalarning issiqlik harakati tezligi tufayli yuzaga kelayotgan impuls haqida ketmaydi, balki oqim statsionar

bo'lgandagi butun suyuqlikning ilgariharakati tufayli molekula olgan impulsi haqida boradi.

Masalan, suyuqlikning  $v + dv$  tezlik bilan harakatlanayotgan qatlamdan  $v$  tezlik bilan harakatlanayotgan yondosh qatlamiga sakrab o'tgan molekula bu qatlamga  $mdv$  impuls olib o'tadi va bu qatlam harakatini tezlashtiradi va aksincha,  $v$  tezlik bilan harakatlanayotgan qatlamdan  $v + dv$  tezlik bilan harakatlanayotgan qatlamga sakrab o'tgan molekula bu qatlamni sekinlashtiradi, ya'ni uning impulsini kamaytiradi (1-rasm). Qatlamlar orasidagi shu tariqa yuzaga kelgan impulsning o'zgarishi *ichki ishqalanish kuchlari* deb ataladi. Bu kuch muhitning xususiyatiga, ishqalanuvchi sirtlarning kattaligiga  $S$ , qatlamlararo tezlik gradientiga  $\frac{dv}{dz}$  bog'liq bo'lib, quyidagi ko'rinishga ega:

$$F = -\eta \frac{dv}{dz} \cdot S$$

Ifodadagi minus ishorasi impulsning tezlik kamayayotgan yo'nalishda ko'chishini bildiradi. Bu formuladagi  $\eta$ - suyuqlikning ichki ishqalanish (qovushqoqlik) xossalarini xarakterlaydi va suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsiyenti yoki dinamik qovushqoqlik koeffitsiyenti deb ataladi.

Ichki ishqalanish koeffitsiyenti son jihatdan qatlamlar orasidagi tezlik gradiyenti 1 birlikka teng bo'lganda ularning 1 birlik yuzasiga ta'sir etuvchi ishqalanish kuchini xarakterlaydi. SGS sistemasida qovushqoqlik birligi

$$[\eta] = 1 \frac{dn \cdot s}{sm^2} = 1 \frac{g}{sm \cdot s} = 1 \text{Pyaz}$$

SI birliklar sistemasida 
$$[\eta] = \frac{[F]}{\left[ \frac{\Delta g}{\Delta Z} \right] [\Delta S]} = \frac{N \cdot s}{m^2} = kgm^{-1}s^{-1} = 10 \text{Puaz}$$

Yuqorida ko'rib o'tilgan m-massali suyuqlik ichki ishqalanish koeffitsiyentidan tashqari uning hajm birligidagi massaga nisbati belgilaniladigan kinematik ishqalanish koeffitsiyenti ham ishlatiladi: 
$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

Suyuqlik molekulari gazlarniki kabi erkin harakat qila olmaydi. Ular qo'shni molekular orasida tebranma harakat qilib, "o'troq" hayot kechiradi, vaqti-vaqti bilan tartibsiz ravishda o'z o'rnini o'zgartirib turadi. Molekulalarning bunday "sakrab" o'tishi kamroq sodir bo'lgani uchun suyuqliklarda ichki ishqalanish koeffitsiyenti gazlarnikiga nisbatan ancha katta bo'ladi. Past haroratlarda, ayniqsa, bu farq sezilarlidir. Harorat ko'tarilishi bilan "sakrab" o'z holati o'zgartiradigan molekular soni ortadi va ichki ishqalanish koeffitsiyenti harorat ortishi bilan tez kamayadi.

Suyuqliklarda ichki ishqalanish koeffitsiyentlari viskozimetrlar yordamida o'lchanadi.

### O'lchash usuli va qurilmasi

Ixtiyoriy suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsiyentlarini aniqlash uchun quyidagi usuldan foydalanamiz. Buning uchun uzunligi 100 sm dan kam bo'lmagan va diametri 3 sm silindrik shisha idish olib, unga biror **A** suyuqlik solinadi. Silindrning **a** va **b** sathiga belgilar qo'yiladi (1-rasm). Shisha idish ichiga **m** massali va **r** radiusli metall sharchaning harakatini olib qaraylik. Ma'lumki, sharcha suyuqlikda vertikal harakatlansa, unga bir vaqtning o'zida uchta kuch ta'sir qiladi.

1. Og'irlik kuchi: 
$$P = mg = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \rho_1 g \quad (1)$$

2. Sharchani yuqoriga itaruvchi Arximed kuchi: 
$$F_A = \rho_C g V = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \rho_C g$$

(2)

3. Suyuqlikning ichki ishqalanish kuchi. Bu kuch Stoks qonuniga ko'ra suyuqlik ichida harakatlanayotgan jism o'lchamiga  $r$ , uning  $\mathcal{V}$  tezligiga va suyuqlikning qovushqoqligiga  $\eta$  proporsional bo'lib, uning son qiymati quyidagicha tenglikdan topiladi: 
$$F = 6\pi r \mathcal{V} \eta \quad (3)$$

Bu kuchning qiymati sharchaning tezligi ortib borgan sari orta boradi. Sharchaning harakat yo'nalishidagi bu kuchlarning teng ta'sir etuvchisi  $R=P-$

$(F_A+F_1)$  bilan mos tushadi. Harakat boshida  $P>F+F_1$  bo'lib, sharcha tezlanuvchan harakat qiladi va sharcha harakat tezligi ma'lum bir qiymatga yetganda kuchlarning teng ta'sir etuvchisi nolga tenglashadi:  $P-(F_A+F)=0$  (4)

Shu vaqtdan boshlab sharchaning tezligi o'zgarmay qoladi, u to'g'ri chiziqli tekis harakat qiladi. Bunday harakat suyuqlik ichki ishqalanish koefitsiyentini -  $\eta$  aniqlash imkoniyatini beradi.

Yuqoridagi (1), (2), (3) ifodalarni (4) ifodaga qo'yib, ayni bir suyuqlik uchun ichki ishqalanish koefitsiyentini (yoki qovushqoqligi) hisoblash formulasini topamiz:

$$\eta = \frac{2r^2(\rho_1 - \rho_c)g}{9g} \quad (5)$$

bu yerda  $\rho_c$ -suyuqlik zichligi,  $\rho_1$ - metall sharchaning zichligi,  $g$  - sharchaning suyuqlikda tushish tezligi. Bu tezlik o'zgarmayotganligini inobatga olib,  $g = \frac{l}{t}$  (5)-

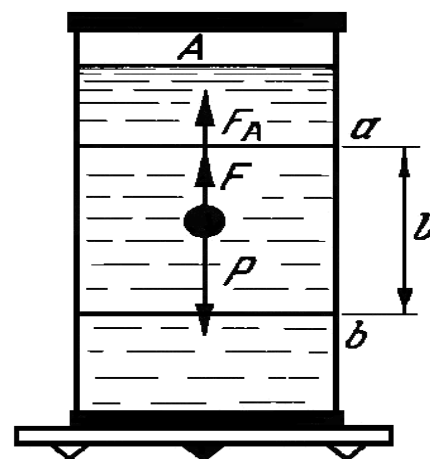
ifodani quyidagicha yozib olamiz:

$$\eta = \frac{2(\rho_1 - \rho_c)gt \cdot r^2}{9l} \quad (6)$$

bu yerda:  $\frac{2(\rho_1 - \rho_c) \cdot g}{9l} = C$  (7)

nisbat tajriba davomida o'zgarmas kattalik bo'lgani uchun, (6) ifodani soddalashtirib yozish imkonini beradi:

$$\eta = Cr^2t \quad (8)$$



### Ishni bajarish tartibi

1. Shisha idish devorlariga qo'yilgan belgilar orasidagi masofa chizg'ich yordamida o'lchanadi, suyuqlik zichligi aniqlanadi.
2. (7) ifodadan muayyan tajribaga bog'liq doimiy "C" hisoblanadi.
3. Suyuqlikka tushiraladigan sharcha radiusi (diametri) mikrometr yordamida 0,01mm aniqlikda o'lchanadi, bu sharcha pinsit yordamida mumkin qadar silindr o'qiga va suyuqlik sirtiga yaqin tashlanadi.
4. Sarchaning suyuqlikdagi belgilar orasidagi masofani o'tish vaqti sekundomer yordamida aniqlanadi.
5. Tajriba 5-7 ta sharcha uchun takrorlanadi.
6. (8) ifodadan suyuqlikning ichki ishqalanish koefitsiyenti hisoblandi.
7. O'lchash va hisoblash natijalari jadvalga yoziladi.

1-jadval

№	r (m)	t (s)	l (m)	$\eta \left(\frac{H \cdot C}{M^2}\right)$	$\Delta\eta \left(\frac{H \cdot C}{M^2}\right)$	$\mathcal{E}$ (%)
1.						
2.						
3.						
o'r.q						

## Nazorat savollari

1. Arximed qonunini ta'riflab bering.
2. Stoks formulasini yozing. Bu formulaga kirgan kattaliklarni tushuntiring.
3. Suyuqlikning ichida harakatlanayotgan jismga qanday kuchlar ta'sir qiladi?
4. Ishni bajarish tartibini gapirib bering.
5. Ishqalanish ko'effisiyenti qanday birlikda o'lchanadi?
6. Ishqalanish ko'effisiyenti qanday qiymatlarga bog'liq holda o'zgaradi?

## 13 - LABORATORIYA ISHI.

### QATTIQ JISM VA SUYUQLIKLARNING ISSIQLIKDAN KENGAYISHINI O'RGANISH

#### Ishining maqsadi:

Suyuqliklarning va turli materiallarning issiqlikdan chiziqli kengayishini bog'liqligini aniqlash:

- Piknometr asbobi yordamida suvning harorati tufayli turli suyuqliklar (etilatsetat, denaturat, zaytun yog'i, glitserin) larni issiqlikdan kengayishini aniqlash;
- Dilatometr asbobi yordamida turli qattiq jismlarning (temir, mis, alyuminiy, issiqqa chidamli shisha, kvars shisha) larning issiqlikdan kengayishini aniqlash;
- Alyuminiy uchun uzunlik o'zgarishlari va umumiy uzunligi o'rtasidagi munosabatni o'rganish.

#### Kerakli asbob va materiallar:

Soat ko'rinishidagi dilatometr, mis, alyuminiy va kvarsli dilatometr, tushirish termostati, termostat qurilmalari to'plami, termostatli vanna, laboratoriya termometri, d=6mm li rezina naycha, shpris, bo'sh igna, o'lchov nayi, plasmassa yuvish vositasi, shishasimon kolba, menzurka, etilatsetat, glitserin, zaytun yog'i, o'lchov tarozisi, nay uchun qisqich, ulash trubkasi.

#### Nazariy qism

Haroratni ortishi qattiq jism atomlarining tebranish amplitudasini ortishiga olib keladi. Potensial relfning o'zaro ta'sir kuchlarining parabolik garmonik tebranishning 1- yaqinlashishi bilan ifodalanadi. Odatda atomlar orasidagi masofa katta bo'lsa, bu yaqinlashish silliq ko'rinishda bo'ladi.

Atomlarning tebranish amplitudasi katta bo'lsa, tebranishlar markazi ham atomlar orasidagi masofaday katta bo'ladi. Bunda o'rtacha tebranish masofasi ham ortadi. (P=const)

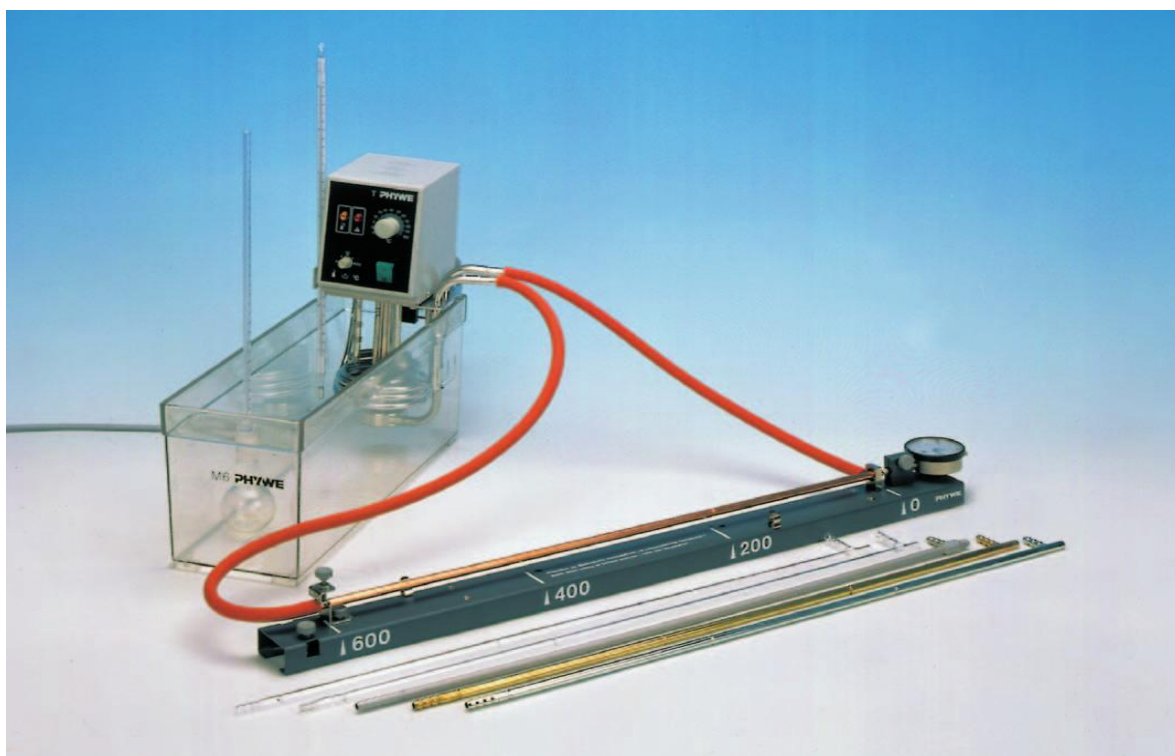
$$\alpha = \frac{1}{V} \cdot \left( \frac{dV}{dT} \right)_P \quad (1)$$

bunda,  $\alpha$  issiqlikdan hajmiy kengayish ko'effisiyenti deb ataladi.

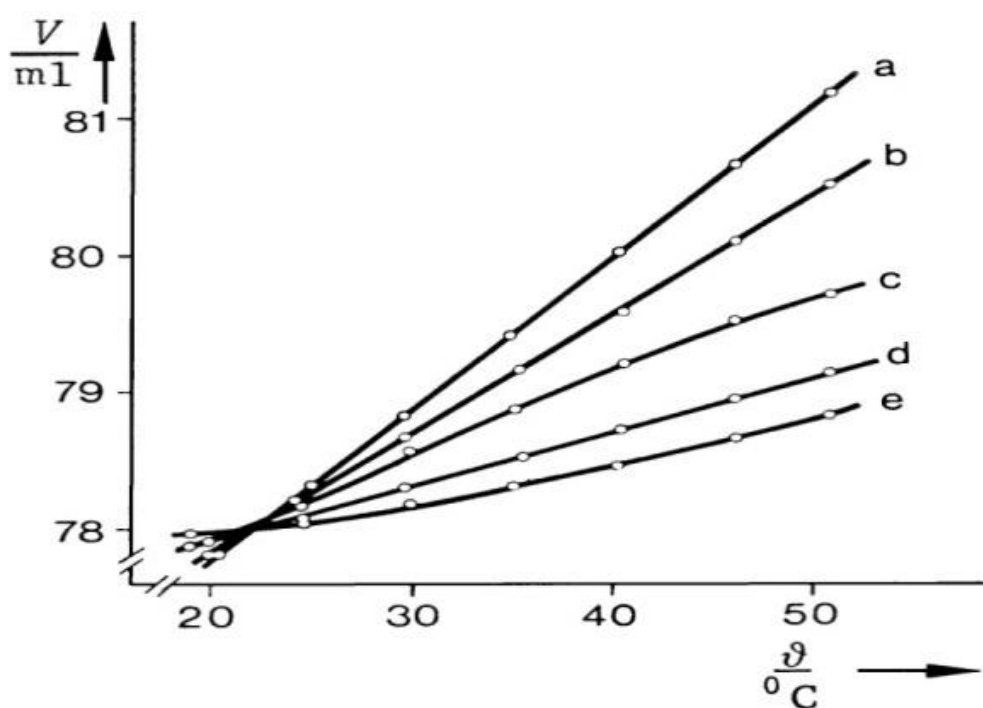
Agar bir yo'nalish bo'yicha kengayishni e'tiborga olsak, biz chiziqli kengayish ko'effisiyentini aniqlaymiz:

$$\alpha_1 = \frac{1}{l} \cdot \left( \frac{dl}{dT} \right)_P \quad (2)$$

bu yerda  $l$  korpusning uzunligi.



*1-rasm*



*2-rasmda V hajmning T haroratga bog'liqlik grafigi tasvirlangan*

- a) Etilatsetat, b) denaturat, c) zaytun yog'i, d) glitserin, e) suv;  
 1) Harorat ko'tarilishi natijasida suyuqlik molekularining harakat tezligi ortadi va natijada uning hajmi ortadi. Bunda suvning harorati (0- +4°)

3-rasmda ko'rilayotgan harorat oralig'ida uzunlik ortib borayotgan harorat bilan chiziqli ravishda ortib boradi, chunki uzunlik o'zgarishi  $\Delta l = l - l_0$  formula yordamida aniqlanadi, bunda  $l_0$  boshlang'ich uzunlik birlamchi uzunlik bilan farq qilmaganligi sababli:

$$\alpha_1 = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot \frac{1}{\Delta T} \quad (3)$$

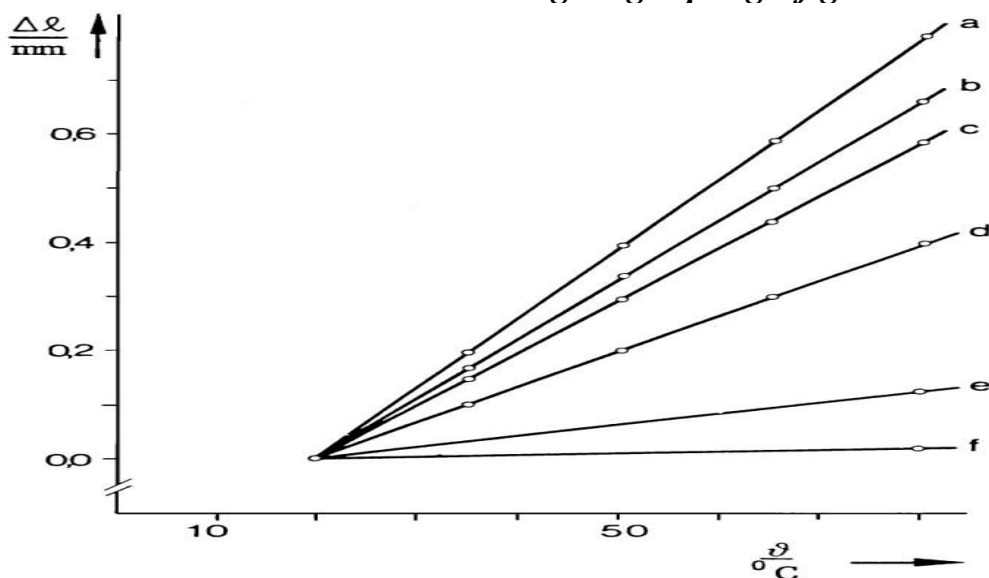
bundan:

$$l = l_0 [1 + \alpha_1 (T - T_0)] \quad (4)$$

bu yerda  $T_0$  boshlang'ich harorat.

Po'lat va alyuminiyning kengayish koeffitsiyenti uning kimyoviy tarkibiga bog'liq. Agar harorat o'zgarishi kichik bo'lsa, uzunlik o'zgarishi boshlang'ich uzunlik bilan bevosita proporsional bo'ladi.

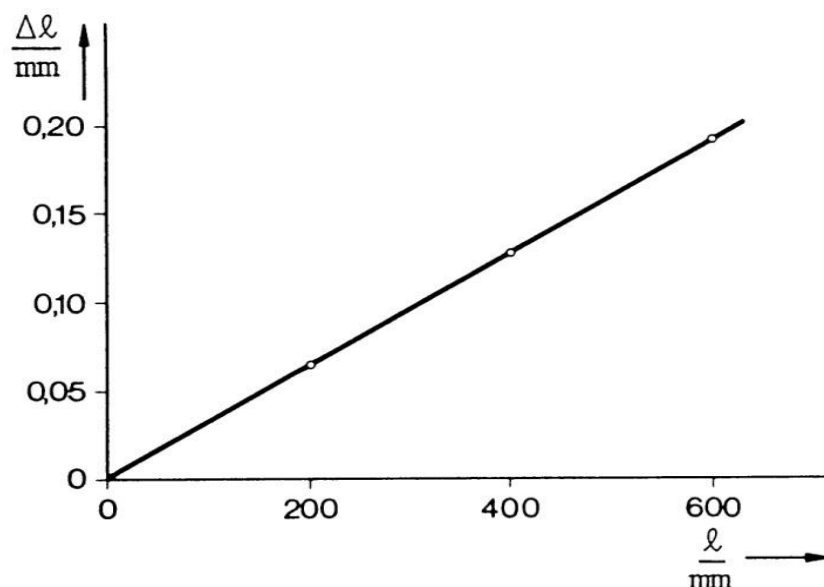
**3-rasmda harorat bilan uzunlik orasidagi bog'liqlik grafigi tasvirlangan:**



- a) Alyuminiy b) latuniy c) mis d) po'lat e) Duran shisha t) Kvars shisha.  
( $l_0 = 600\text{mm}$ )

**4-rasm: Uzunlik o'zgarishi bilan boshlang'ich uzunlik orasidagi bog'liqlik grafigi: ( $T_0 = 15\text{K}$ )**





**Ishni bajarish tartibi:**

- Píknometrni bo'sh holatda, distillangan suv to'ldirilganda o'lchab, uning hajmini aniqlang va shkalasini sozlang (kalibirovka qiling);
- Píknometrni suyuqlik bilan to'ldirilgan vannaga solib qizdiring. Uning hajmini o'zgarishini tubada o'rnatilgan cheklov shkalasiga qarab aniqlang;
- Termostatga kelayotgan trubkani yechib oling, dilatometrni suv aylanish tizimiga ulang, qurilmalarni va bosim ostida turgan quvurlarni dilatometrdan uzoqroqda joylashtiring, chunki, u qizib ketishi mumkin;
- Trubkani siqing, qurilmani shkalasini "0" ga keltiring va issiqlikdan kengayishga bog'liqligini o'lchang;
- Duran yoki kvarts tipidagi shishani ishlatsak uning kengayishi shunchalik kamki, uni e'tiborga olmasa ham bo'ladi;
- Shu sababli ulash ishlarini maksimal yuqori 80°C haroratda olib boorish kerak, bunda vannadagi suvni sovuq suv bilan almashtirish kerak;
- Shu sababli harorat juda tez o'zgaradi va dilatometr korpusi harorati o'zgarmaydi. Faqat 2 ta o'lchash bajariladi;
- Alyuminiy holatida 3 ta turli sterjenlardan foydalanib, kengayishni o'lchaymiz, bu holatda alyuminiyni istalgan joyidan mahkamlab qo'yish mumkin.

Olingan natijalar asosida jadval to'ldiriladi va (3) formula yordamida natijalar hisoblanadi.

**1-**

**jadval**

No	$l$ (m)	$l_{0i}$ (m)	$\Delta l_{0i}$ (m)	$\Delta T$ °C	$\alpha$	$\Delta\alpha$	$\varepsilon$ (%)
1							
2							
3							
O'rt.							
q							

**Eslatma:**Gryunayzena tenglamasini quyidagicha ko'rinishda yozish mumkin:

$$\frac{\alpha}{C_p} = \gamma \cdot \frac{k}{V} \quad (5)$$

bu yerda  $k = -\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial p} \right)_T$  siqilish,  $C_p = \left( \frac{\partial U}{\partial T} \right)_p$  qattiq jismning issiqlik sig'imi.

Bu yerda U ichki energiya bo'lib, qattiq jismning mexanik va issiqlik xususiyati orasidagi munosabatni tavsiflaydi. Gryunayzena parametrlari kristall panjaraning hajmi o'zgarganda uning tebranishlar chastotasini aniqlaydi.

$$\frac{\Delta v}{v} = -\gamma \frac{\Delta V}{V}$$

va makroskopik kattaliklar yordamida hisoblab chiqariladi.

### **Nazorat savollari:**

1. Suyuqlik va qattiq jismning asosiy xossalari haqida gapirib bering.
2. Issiqlikdan kengayish deganda nimani tushinasiz?
3. Chiziqli kengayish koeffitsiyenti nimalarga bog'liq?
4. Issiqlik sig'imi deganda nimani tushinasiz?
5. Chiziqli kengayish koeffitsiyenti formulasini keltirib chiqaring.

## **14 - LABORATORIYA ISHI**

### **KALORIMETR YORDAMIDA ARALASHMANING HARORATINI ANIQLASH**

#### **Ishning maqsadi:**

Kalorimetr yordamida aralashma suvning haroratini aniqlash.

#### **Kerakli asbob va materiallar:**

Kalorimetr, harorat o'lchagich, elektr isitgich, elektron tarozi, Erlenmeyer kolbasi, 2 ta menzurka, darajalangan silindr, pipetka, suv, gorelka, namoyish shtativi.

#### **Nazariy qism**

Jismlarning ichki energiyasi ikki usul bilan, ya'ni jism ustida mexanik ish bajarish va jismga biror miqdor issiqlik berish bilan o'zgartirilishi mumkin. Jism holati ish bajarilmasdan o'zgartirilgan holda jismga biror miqdor issiqlik berildi deyiladi.

Tajribaning ko'rsatishicha biror jismni  $t_1$  haroratdan  $t_2$  haroratgacha isitish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori jismning  $m$  massasiga,  $(t_2 - t_1)$  haroratlar farqiga va jism materialining xossasiga bog'liq:

$$Q = cm(t_2 - t_1) \quad (1)$$

Bunda Q-issiqlik miqdori, c-jismning solishtirma issiqlik sig'imi bo'lib, (1) formuladan

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)} \quad (2)$$

Solishtirma issiqlik sig'imi moddaning birlik massasini  $1^{\circ}\text{C}$  ga o'zgartirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdoriga teng. Yupqa devorli metall idish olamiz. Bu

idishni kattaroq idish ichiga qo'yamiz. Ikkala idishning ustidan qopqoq bilan berkitamiz (1-rasm). Hosil bo'lgan shu qurilma kalorimetr deyiladi.



**1-rasm**

Kalorimetrga massasi  $m_1$  va harorati  $t_1$  bulgan sovuq suv quyilgan bo'lsin. Suvga  $t_2$  haroratli issiq suv solamiz. Kalorimetr ichida issiqlik almashuvi ro'y beradi. Biror vaqt o'tgandan keyin issiqlik muvozanati qaror topadi. Sovuq suv bilan issiq suvning haroratlari tenglashib, harorat  $t$  ga teng bo'lib qoladi. Bunda  $t_1 < t < t_2$ . Suv va kalorimetrning olgan issiqlik miqdorlariga jismning bergan issiqlik miqdoriga teng. Suvning olgan issiqlik miqdori:  $Q_1 = c_1 m_1 (t - t_1)$  (3)

Bunda  $c_1$  – suvning solishtirma issiqlik sig'imi;  $m_1$  – suvning massasi. Kalorimetrning ichki idishi olgan issiqlik miqdori:

$$Q_2 = c_2 m_2 (t - t_1) \quad (4)$$

Bunda  $c_2$  -kalorimetr ichki idish moddasining solishtirma issiqlik sig'imi;  $m_2$  -uning massasi. Jism bergan issiqlik miqdori:

$$Q_3 = c_3 m_3 (t_2 - t) \quad (5)$$

Bunda  $c_3$  –aralashmaning solishtirma issiqlik sig'imi,  $m_3$  –aralashtirilgan suvning massasi. Energiyaning saqlanish qonuniga asosan quyidagi tenglik o'rinli bo'ladi (Issiqlik balansi):  $Q_1 + Q_2 = Q_3$  yoki:  $c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 m_2 (t - t_1) = c_3 m_3 (t_2 - t)$

(6)

(6) ifodaga ko'ra jismning solishtirma issiqlik sig'imi:  $c_3 = \frac{c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 m_2 (t - t_1)}{m_3 (t_2 - t)}$

yoki

$$c_3 = \frac{(c_1 m_1 + c_2 m_2)(t - t_1)}{m_3 (t_2 - t)} \quad (7)$$

### **Ishni bajarish tartibi**

1. Erlenmeyer kolbasiga 100g suv soling ( o'lchovlar aniq chiqishi uchun pipetka yoki darajalangan silindrdan foydalaning)

- Erlenmeyer kolbasidagi suvni taxminan  $60^{\circ}\text{C}$  gacha isiting. So'ng kalorimetrda 100ml (100g) sovuq suv soling (o'lchovlar aniq chiqishi uchun pipetka yoki darajalangan silindrdan foydalaning)
- Gorelkani o'chiring. Sovuq suvning  $t_1$  va issiq suvning  $t_2$  haroratlarini o'lchang, o'lchov natijalarini 1- jadvalga kiriting. Issiq suvni kalorimetrda soling.
- Suvni aralashiring, so'ng aralashma suvning eng yuqori ko'rsatkichini  $t$  ni jadvalga yozib qo'ying.
- Tajribani suvning boshqa hajmlari uchun: 50ml sovuq suv va 100ml issiq suv; 100ml sovuq suv va 50ml issiq suv uchun ham takrorlang.
- Issiq suvning  $t_2$  va sovuq suvning  $t_1$  o'rtacha harorati qiymatlarini hisoblab 1- jadvalga kiriting.

**1-jadval**

t/r	Sovuq suv		Issiq suv		Aralashma $t$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	O'rtacha qiymat $\frac{t_1+t_2}{2}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\Delta t$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\varepsilon$ (%)
	$m_1$ (g)	$t_1$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$m_2$ (g)	$t_1$ ( $^{\circ}\text{C}$ )				
1								
2								
3								
O'rt.q								

### Nazorat savollari

- Haroratga ta'rif bering.
- Haroratning SI dan boshqa birliklari haqida gapiring.
- Aralashma haroratini uning o'rtacha qiymati bilan taqqoslang.
- Olingan natijalarni tushintiring.
- Issiqlik balansi tenglamasidan foydalanib, hosil bo'lgan aralashma haroratini hisoblab toping.

## 15 - LABORATORIYA ISHI

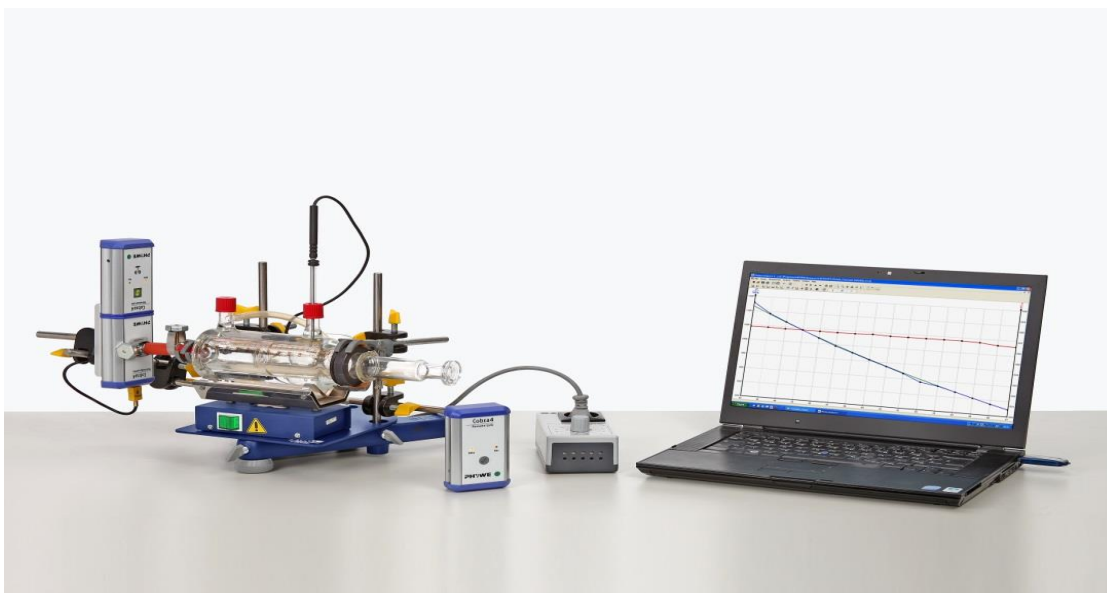
### GAZ QONUNLARINI O'RGANISH

#### Ishning maqsadi:

Gazlar aralashmasi uchun ideal gaz qonunlarining aniqligini eksperimental ravishda aniqlash, universal gaz doimiysi, izobarik holatlar uchun issiqlikdan kengayishi va siqilish koeffisientini hisoblash.

#### Kerakli asbob va materiallar:

Cobra 4 termostatli "Gaz qonunlari" komplekti, kuchlanish rostlagichi, tok manbai, Windows XP operatsion sistemali kompyuter.



*1-rasm*

### Nazariy qism:

Oldin ideal gaz deganda qanday gaz ko'zda tutilishiga to'xtalib o'taylik. Ideal gaz deb, molekulari o'zaro elastik sharlardek to'qnashadigan, molekularining o'lchamlari juda ham kichik va molekular orasida o'zaro ta'sir kuchlari hisobga olinmaydigan gazga aytiladi. Yuqori temperaturada siyrak gazlarni ham ideal gaz deb

qarash mumkin. Odatdagi sharoitda ham geliy, vodorod va ularga o'xshash gazlar ideal gaz uchun qo'yilgan talablarga javob beradi.

Ma'lum massali gazni holati bosim  $P$ , hajm  $V$  va temperatura  $T$  orqali ifodalanadi. Gaz holatini belgilovchi bu kattaliklarning o'zgarishiga gaz jarayonlari deyiladi. Temperatura o'zgarmas bo'lganda gaz bosimini hajmga bog'liq holda o'zgarishiga izotermik, bosim o'garmas bo'lganda gaz hajmini temperaturaga bog'liq holda o'zgarishiga izobarik va gaz hajmi o'zgarmas bo'lganda uning bosimini temperaturaga bog'liq holda o'zgarishiga izoxorik jarayon deyiladi.

Gaz xossalarini modda tuzilishining molekulyar-kinetik nazariyasi asosida o'rganishdan oldin tajriba yo'li bilan yaratilgan gaz qonunlariga (Boyl-Mariott, Gey- Lyussak, Dalton, Amonton) qonunlariga to'xtalib o'tamiz. Bu qonunlar odatdagi atmosfera sharoitidan unchalik farq qilmaydigan sharoitda tajriba o'tkazish yo'li bilan kashf etilgan.

**Izotermik jarayon:** Bir-biridan mustaqil holda 1662 yilda ingliz olimi Boyle va 1667 yilda fransuz olimi Mariott izotermik jarayon uchun quyidagi qonunni kashf etdilar: o'zgarmas temperaturada ( $T = \text{const}$ ) ma'lum massali gazning bosimi hajmga teskari proporsional holda o'zgaradi:  $\frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1}{P_2}$

Gaz izotermik kengayganda yoki siqilganda uning haroratsi o'zgarmagani uchun gazni ichki energiyasi ham o'zgarmaydi va termodinamikaning 1-qonuni quyidagi ko'rinishni oladi:  $dQ = dA$

Demak, izotermik jarayonda gazga berilgan issiqlik miqdori to'lig'icha mexanik ish bajarishga sarflanadi. Gazni izotermik kengayishda bajargan ishi:

$$A = \frac{m}{\mu} RT \ln \frac{V_2}{V_1} \text{ yoki } A = \frac{m}{\mu} RT \ln \frac{P_1}{P_2}$$

ko'rinishida bo'ladi.

**Izobarik jarayon:** Bosim o'zgarmas ( $P=\text{const}$ ) bo'lganda gazga berilgan issiqlik miqdori uning haroratsini  $T_1$  dan  $T_2$  gacha ortishiga, hajmini  $V_1$  dan  $V_2$  gacha kengayishiga olib keladi. Bunday jarayonda bajarilgan ishni hisoblash uchun gaz holat tenglamasini hajm va harorat bo'yicha differensiallaymiz:

$$PdV = \frac{m}{\mu} R dT$$

Bu holda to'liq ish:  $A = P \int_{V_1}^{V_2} dV = \frac{m}{\mu} R(T_2 - T_1)$

ko'rinishidagi formula bilan aniqlanadi.

Izobarik jarayonda gazga berilgan issiqlik miqdori sistema ichki energiyasini oshirishga va mexanik ish bajarishga sarflanadi, ya'ni  $dQ = dU + PdV$

**Izoxorik jarayon:( $V=\text{const}$ )**

Agar gazga o'zgarmas hajm sharoitida issiqlik miqdori berilsa, uning bosimi va haroratsi ortadi. Aksincha, sistema issiqlik miqdori yuqotsa, uning haroratsi va bosimi kamayadi. Izoxorik jarayon grafigi PV diagrammada bosim o'qiga parallel to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi.

Izoxorik jarayonda gazning hajmi o'zgarmagani uchun unga berilgan issiqlik miqdori to'lig'icha gazni ichki energiyasini o'zgarishiga teng bo'ladi:  $dQ = dU$

Demak, izoxorik jarayonda gazdan olingan issiqlik miqdori uning ichki energiyasini kamayishiga, unga berilgan issiqlik miqdori esa uning ichki energiyasini oshishiga miqdor jihatdan teng bo'ladi.

**Adiabatik jarayon: ( $Q=0$ )**

Tashqi muhit bilan issiqlik almashmasdan sodir bo'ladigan jarayonga adiabatik jarayon deyiladi. Adiabatik jarayonda sistema tashqi muhitdan hech qanday issiqlik miqdori olmaydi va tashqariga ham hech qanday issiqlik miqdori chiqarmaydi. Shuning uchun adiabatik jarayon uchun termodinamikaning 1-qonuni quyidagi ko'rinishda bo'ladi:  $dU + dA = 0$

Adiabatik jarayon formulasini keltirib chiqarish uchun gaz holat tenglamasini  $P, V, T$  o'zgaruvchilar bo'yicha differensiallaymiz:

$$PdV + VdP = RdT; \quad dT = -\frac{1}{c_V} PdV$$

Bundan:  $PdV + VdP = -\frac{R}{c_V} PdV$  yoki  $(1 + \frac{R}{c_V})PdV + VdP = 0$

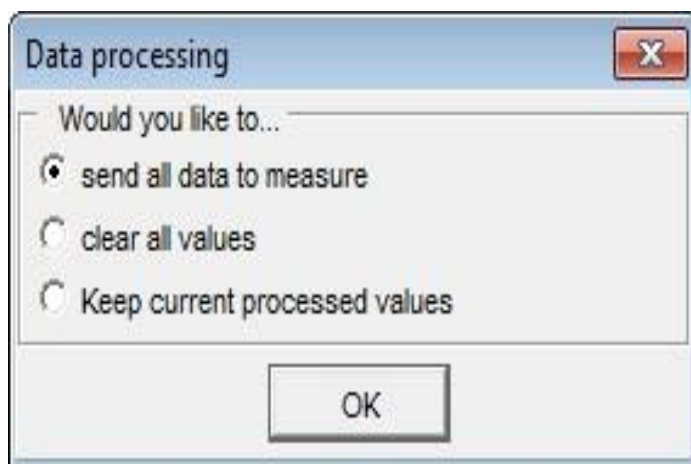
ifodani hosil qilamiz.

Adiabatik jarayonda ish sistemaning boshlang'ich va oxirgi ichki energiyalarning ayirmasiga teng bo'ladi:  $A = - \int_{U_1}^{U_2} dU = U_1 - U_2 = \frac{i}{2} R(T_1 - T_2)$


**Ishni bajarish tartibi: 1. Boyl-Mariott qonuni**

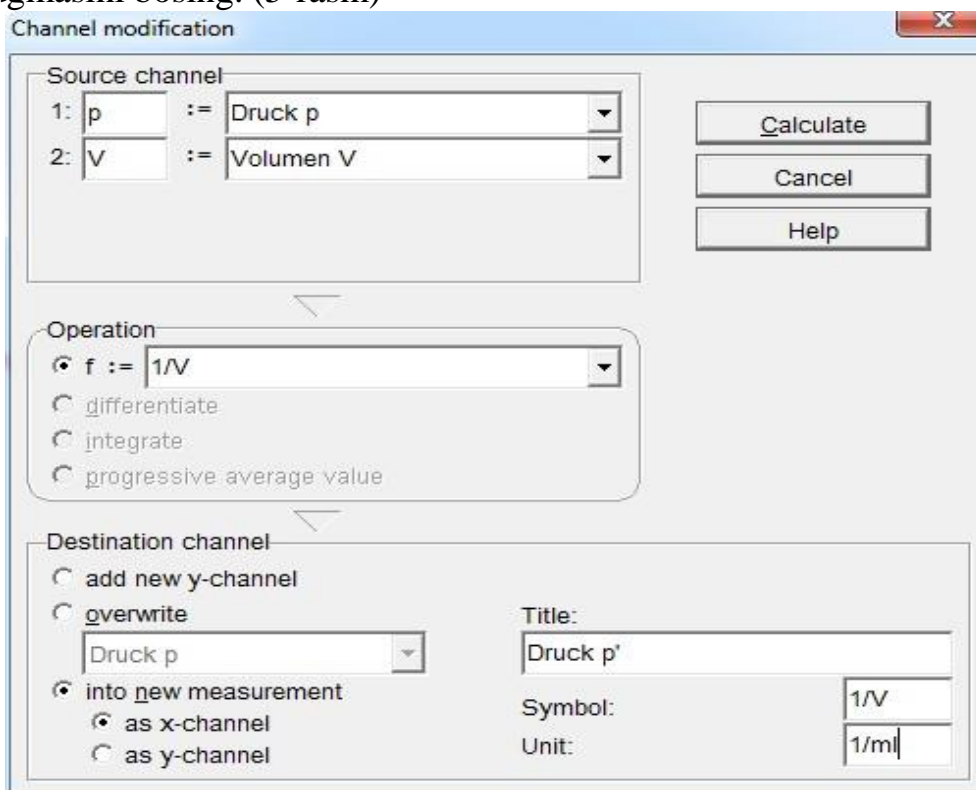
1.1. "Measure" dasturini yoqing va "Cobra 4 Boyl-Mariott qonuni" tajribasini tanlang. (Eksperiment>open eksperiment) Cobra 4 o'lchov blokini ham yoqing.

- 1.2 ■ Ekran tugmasini bosib, o'lchashni boshlang.
- 1.3 Hajmi taxminan 65ml bo'lguncha har safar 1ml porsiyadan havo hajmini oshirib borib, shprisni torting. Har qaysi porsiya uchun hajmni belgilab oling.
- 1.4. Shisha ichidagi suvni magnitli aralashtirgich yordamida aralashtiring va porshenni siljitib, gazli shpris ichidagi bosimni tenglashtiring.
- 1.5. O'lchashlarni ■ ekran tugmasini bosish bilan yakunlang. Hosil bo'lgan oynadan "send all data to measure" (3-rasm) ni tanlang va o'lchov natijalarini saqlab qo'ying (File>Save measure ment as...)




**2- rasm O'lchashlarni to'xtatgandan keyin paydo bo'luvchi oyna**

- 1.6. Bosimning teskari hajmga bog'liqlik grafigini qurish uchun  ekran tugmasini bosing. (5-rasm)




**3-rasm. Hajmni teskari hajmga qayta sozlash oynasi.**

1.7  ekran tugmasini bosgandan so'ng, burchak koeffisientini ko'rish imkoniga ega bo'lasiz.


## 2. Gey- Lyussak qonuni.

2.1. "Measure" dasturini yoqing va "Gey-Lussacis law with Cobra4" tajribasini tanlang (Eksperiment>open eksperiment) Cobra 4 ni USB portga ulang.


2.2.  ekran tugmasini bosib o'lchashlarni boshlang.

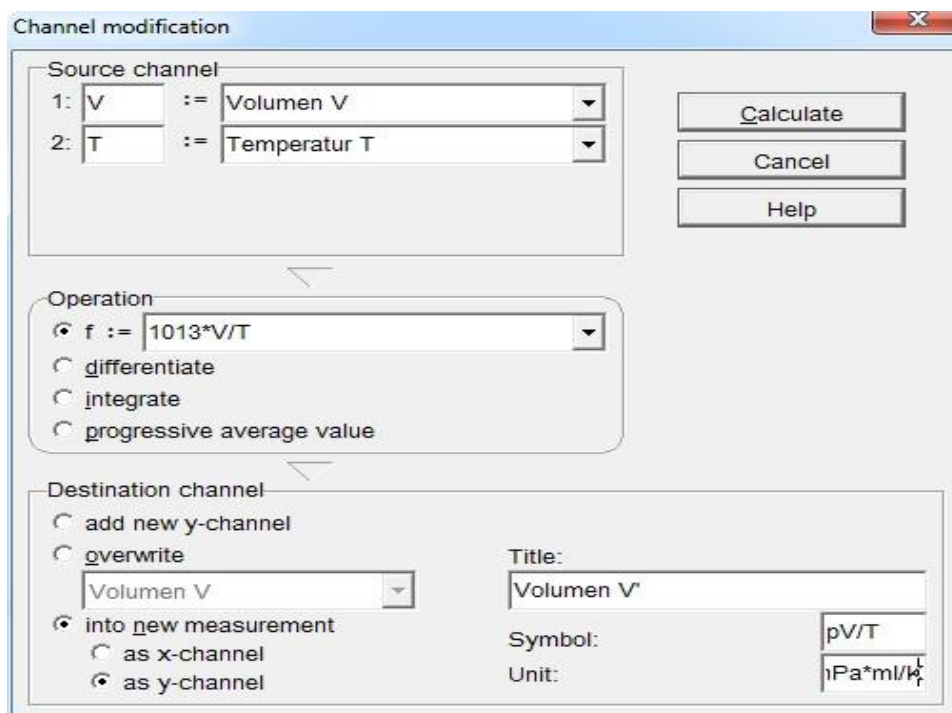
2.3. "Isitkichni yoqing" tugmasini bosish bilan boshlang'ich haroratni belgilang va kuchlanish rostagichini shisha idishni sekinlik bilan isitishga sozlang.

2.4. Shishadagi suvni magnitli aralastirgichda aralastiring. Ichki va tashqi bosimni muvozanatda ushlab turilsa, porshen harakatlana boshlaydi.

2.5. Hajm har ml oshganda harorat qiymatini belgilab boring. Gazning hajmi 60ml ga yetganda isitkichni o'chiring va  ekran tugmasini bosish bilan o'lchashlarni yakunlang.


2.6. Paydo bo'lgan oynadan "Send all data to measure" (3-rasm) tanlang va o'lchov natijalarini saqlab qo'ying. (File>Save measure ment as...)


2.7. PV/T ning V hajmga bog'liqligini ko'rish uchun  ekran tugmasini bosing. (8-rasm)



**4-rasm. Kanallar modifikatsiyasi uchun sozlash oynasi.**

2.8. Sozlashni qo'llash ya'ni har bir eksperimental nuqta uchun PV/T qiymatini olish uchun "Calculate" ekran tugmasini bosing.

2.9 Jadval ko'rinishida hisob natijalarini chiqarish uchun  ekran tugmasini bosing. Gazning hajmi (50,51,52,...60) va harorati qiymatlarini joyini almashtiring.

2.10. Yangi grafikni o'rnatish uchun  ni bosing. (10-11-rasm)

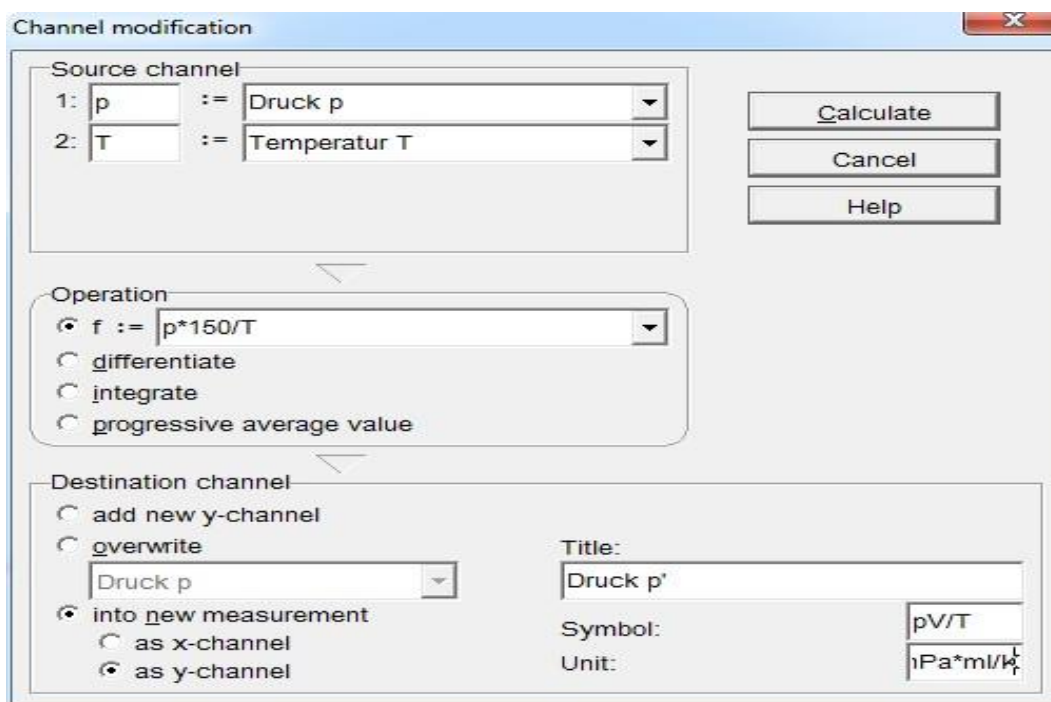
2.11. Dastur yangi grafik qurish uchun "OK" ekran tugmasini bosing.

2.12. 12-rasmda PV/T hajmga deyarli bog'liq emasligi ko'rinib turibdi.



### 3. Amonton qonuni

- 3.1. “Measure” dasturidan “ Amontons’ law option A with Cobra 4” eksperimentini yuklang (Eksperiment menyusi> Open eksperiment)
- 3.2. ● ekran tugmasini bosish bilan o’lchashlarni boshlang.
- 3.3. Boshlang’ich haroratni belgilang. Isitkichni yoqing va kuchlanish rostlagichini shisha idishni sekin isitishga sozlang.
- 3.4. Shisha ichidagi suvni magnitli aralashtirgichda aralashtiring. Ichki va tashqi bosimni muvozanatlashtirib porshen harakatini kuzating.
- 3.5. Har safar harorat 5 K ga ortganda porshenni shprisga tomon V=50ml boshlang’ich hajmgacha tez-tez suring va bosimning qiymatini belgilang.
- 3.6. Harorat 370K ga yetganda, yoki shpris ichida bosim ostidagi havoning yuqotilishi aniq bo’lsa, isitgichni o’chiring va ■ ekran tugmasini bosib, o’lchashlarni to’xtating.
- 3.7. Paydo bo’lgan oynadan “send all data to measure” (3-rasm) ni tanlang va o’lchash natijalarini saqlab qo’ying (File> Save measurement as..)
- 3.8. PV/T ning hajmga bog’liqligini qurish uchun  $\sqrt{\alpha}$  ekran tugmasini bosing.



**5-rasm. Kanallar modifikatsiyasi uchun sozlash oynasi.**

- 3.9. O’rnatishlarni qo’llash, ya’ni har bir eksperimental nuqta uchun PV/T qiymatni olish uchun “Calculate” ekran tugmasini bosing.
- 3.10. Shundan so’ng ekranda PV/T ning T haroratga bog’liqlik grafigi chiqadi (15-rasm). Ko’rinib turibdiki, PV/T qiymat deyarli doimiydir.

### Nazorat savollari:

1. Gaz qonunlari deganda nimani tushinasiz?

2. Ideal va real gazlar qanday gazlar hisoblanadi? Ular orasidagi farq nimada?
3. Gey- lyussak qonuni aytib bering.
4. Boyl- Mariott qonunini ta'riflang.
5. Amonton qonunini ta'riflang.
6. Gaz qonunlarining bog'liqlik grafiklarini tushintirib bering.

## 16 - LABORATORIYA ISHI

### HOLAT FUNKSIYASI O'RGANISH VA KRITIK NUQTANI ANIQLASH

#### Ishning maqsadi:

- 1) Izotermalar P-VSP<sub>6</sub> sonini aniqlash;
- 2) Kritik nuqta va SP<sub>6</sub> ning miqdorini aniqlash;
- 3) Vander Vals holat tenglamasini aniqlash, Boyl temperaturasini aniqlash, molekulaning radiusini va ta'sirlashish potensialini aniqlash.

#### Kerakli asbob va materiallar:

Kritik nuqtani ko'rsatadigan apparat, immersion termostat, termostat uchun vanna 6l, termostat uchun kerakli jihozlar 8mmli, quvurni mahkamlash uchun jihozlar, 1 pog'onalik vakuum nasos, vakuum nasos uchun o'zgartirgich, manometr uchun xavfsiz idish, uchoyoq ПАСС, nerjavelka shtativ, shisha trubka, laboratoriya termometri, universal qisqich, to'g'ri burchakli qisqich, rezina ichak, ichki diametri d=8mm, va 6mm, prujinali qisqich, trubka uchun qisqich, simob uchun idish, siqilgan gaz, geksoftorid oltingugurt.



*1-rasm*

#### Nazariy qism

Ideal gazning holat tenglamasi quyidagi ko'rinishida:

$$\rho \cdot V_m = R \cdot T$$

$$\frac{\rho \cdot V_m}{R \cdot T} = 1$$

bu yerda P-bosim, V-molyar hajm, T-temperatura, R-ideal gaz doimiysi.

Real gazni holatini ifodalash uchun molekullarning o'zaro ta'sir kuchi va molekulaning xususiy hajmini e'tiborga olish kerak bo'ladi.

Eng ko'p qo'llaniladigan Vander Vals tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\left( \rho + \frac{a}{V_m^2} \right) \cdot (V_m - b) = R \cdot T \quad (3)$$

a,b-Vander Vals doimiysi.

$\frac{a}{V_m^2}$  tortishish va itarish kuchlarini belgilab kogizion bosim deb ataladi.

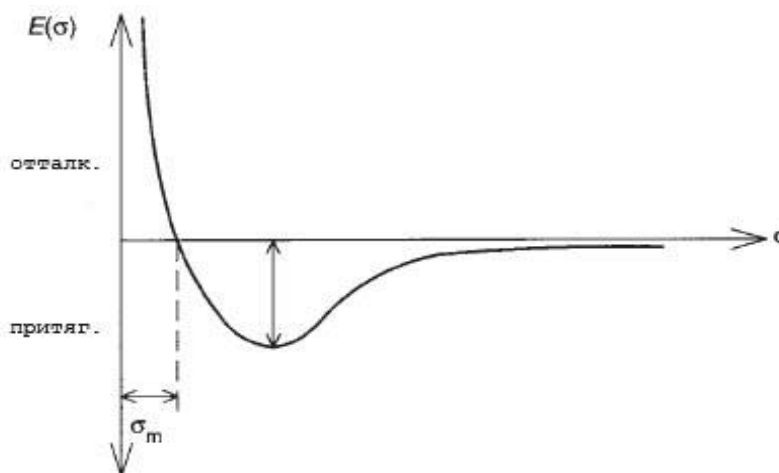
To'ldiriladigan b-molekulaning hajmiga taalluqli bo'lib xususiy hajm deb yuritiladi. b ni qiymatini aniqlab, o'rganilayotgan gaz molekulasi radiusini

(4) formuladan aniqlash mumkin: 
$$b = 4N_A \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$$

(4)

(2) virtual koeffitsiyent bilan Vander Vals doimiylari orasidagi bog'liqlik sodda

ko'rinishida quyidagicha bo'ladi: 
$$B(T) = b - \frac{a}{R \cdot T} \quad (5)$$



**2-rasmda: Molekulalar ta'sirlashish potensialining ular orasidagi masofaga bog'liqlik grafigi:**

$B(T)$  koeffitsiyent temperaturaga bog'liq bo'lib,  $B=0$  bo'lganda o'zini kvazi-ideal tutadi. Bunday temperatura Boyle temperaturasi deyiladi va quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$T_B = \frac{a}{b \cdot R} \quad (6)$$

Gaz molekullari orasidagi ta'sirlashish potentsiali quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$E(\sigma) = 4 \cdot \varepsilon \cdot \left[ \left( \frac{\sigma_m}{\sigma} \right)^{12} - \left( \frac{\sigma_m}{\sigma} \right)^6 \right] \quad (7)$$

Bu yerda  $\varepsilon$ ,  $\sigma_m$  -parametrlari,  $\sigma$ -molekulalar markazlari orasidagi masofa.  $\varepsilon, \sigma_m$  potensial parametrlar 2-rasmida ko'rsatilgan. Vander Vals doimiysini ifodalashning va ta'sirlashish parametrlarini tajribada o'rganishning usullaridan biri gazning kritik miqdorini aniqlashdir. Bulardan foydalanib, quyidagi formulalarni hosil qilish mumkin bo'ladi:

$$V_{cr} = \frac{3}{8} \cdot \frac{R \cdot T_{kr}}{P_{kr}} \quad (8)$$

$$a = \frac{9}{8} \cdot R \cdot T_{kr} \cdot V_{kr} \quad (9)$$

$$b = \frac{1}{3} \cdot V_{kr} \quad (10)$$

$$\sigma_m = 0,841 \cdot 10^{-8} \cdot V_{kr}^{1/3} \quad (11)$$

$$\varepsilon = 0,77 \cdot k \cdot T_{kr} \quad (12)$$

Bu yerda  $k$  Bolsman doimiysi bo'lib, uning qiymati:  $k=1,381 \cdot 10^{-23} \text{J} \cdot \text{K}^{-1}$

46°C dan past temperaturadagi izotermalarning ko'rsatkichlari yassi ko'rinishda bo'ladi, bu joyda gazning siqilishi (suyuqlik va gazning muvozanati) kuzatiladi. Yassilik kuzatilmasa kritik nuqta deb ataladi. SP<sub>6</sub> oltingugurt giksoftoridning temperaturasi  $T=46^\circ\text{C}=319\text{K}$ , va  $P_{kr}=3,8\text{MPa}$

#### **Ishni bajarish tartibi:**

1. Rasmda ko'rsatilganidek tajriba qurilmasini yig'ing
2. SP<sub>6</sub> ni 10,20,30,40,50oC gradusda P-V izotermalarni o'lchang.
3. Klapanni ochishdan oldin isitiladigan klapaning fiksatori pastga qarab turganini va bosim 6Mpa dan oshmasligiga e'tibor bering.
4. Suv aylanish sirkulyatsiya sistemasi bilan thermostat vannasi va kritik temperaturani nazorat qiladigan apparatni qobig'i orasini trubka qisqichi bilan fiksirlang.
5. Prujinali qisqich yordamida suvni shunday oqimini tanlash kerakki, qobiqqa kiradigan suv bilan tepadan chiqayotgan suv oqimi bir xil bo'lishi kerak.
6. Agar bu holat ta'minlanmasa, qobiqning tepasidagi qopqoq otilib ketishi mumkin.
7. Izotermni o'lchash jarayonida hajmni har 0,1 ml farqiga bosimni o'lchab olamiz.

#### **Nazorat savollari**

1. Kritik nuqta deganda nimani tushinasiz?
2. Vander Vals holat tenglamasini tushintirib bering.
3. Molekulalar orasidagi ta'sirlashish potentsiali qaysi formula yordamida aniqlanadi?
4. Ideal gaz holat tenglamasini tushintirib bering.
5. Suyuqlik va gazlarning muvozanati deganda nimani tushinasiz?

## II BO'LIM. ELEKTR VA MAGNETIZM

### FRONTAL LABORATORIYA ISHI

#### ELEKTR O'LCHASH ASBOBLARINI O'RGANISH VA ULARDA O'LCHASH XATOLIKLARINI HISOBLASH

**Ishning maqsadi:** Elektr o'lchov asboblari klassifikatsiyasi bilan tanishish, ularda o'lchash xatolklarini aniqlash, sodda elektr zanjiri tuzib, unda o'lchash natijalari olishni o'rganish.

**Kerakli asbob va materiallar:** voltmeter, ampermetr, reostat, resistor, o'zgarmas tok manbai, ulovchi simlar.

#### Nazariy qism

Elektr miqdorlarini o'lchash uchun belgilangan asboblari elektr o'lchash asboblari (EO'A) deb ataladi. O'lchanadigan miqdorlarni o'lchash usuliga qarab, EO'Alari 2 guruhga ajratiladi:

1. Oldindan darajalab qo'yilgan va o'lchanadigan miqdorni bevosita asbobning darajasi bo'yicha hisoblashga imkon beruvchi EO'A *bevosita baholaydigan (ko'rsatadigan) asbob* ( ampermetr, voltmeter, vattmetr, fazometr, chastotametr va hokazo) deb ataladi.

2. O'lchanayotgan miqdor qiymatini uning o'lchovi bilan solishtirish natijasida olinadigan EO'A *solishtirib o'lchaydigan asbob* (o'lchash ko'prigi, potentsiometr va kompensator va hok.) deb ataladi.

Hozirgi vaqtda *bevosita baholaydigan (ko'rsatadigan) asbob* EO'A larining turlari nihoyatda ko'p, binobarin, ularga qo'yiladigan talablar, ishlatish sharoiti, tuzilishi va boshqa ko'rsatkichlari xilma-xil bo'lganligi uchun ham ularni quyidagicha tasniflash ( klassifikatsiyalash) mumkin:

1. **O'lchanayotgan kattalik turiga ko'ra:** ampermetr – A, voltmeter – V, vattmetr – W, fazometr –  $\varphi$  , chastotametr – Hz , ommeter –  $\Omega$

2. **Zanjirdagi tokning turiga ko'ra:** o'zgarmas - “–”, o'zgaruvchan - “~”, o'zgarmas va o'zgaruvchan – “≈”, uchfazali - “≈”

3. **Ishlash printsipiga ko'ra:**

Magnitoelektrik



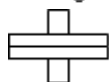
Induksion

Elektromagnitik

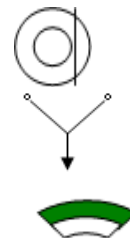


Simli qizdiriladigan issiqlik asbobi

Elektrodinamik



Bimetall (qo'shmetall)



4. **Aniqlik sinfiga ( klassi ) ko'ra:** 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5 va 4

## 6. Asbob izolyatsiya mustahkamligini sinash kuchlanishiga ko'ra:



500 V dan  
ortiq,  
masalan  
2kV



500V  
gacha



asbob izolyatsiya  
mustahkamligini  
bo'yicha  
tekshirilmaydi

## 5. Ishlatish sharoitga (eksplotatsiya) ko'ra:

**A guruh** - ichki qismi isitiladigan yopiq binolar uchun; (+10°S - +35°S; 80%);

**B guruh** - ichki qismi isitilmaydigan yopiq binolar uchun; (-30 °S - +40°S ; 90% );

**B guruh** (B1; B2; B3) - dala yoki suvli joylar uchun; (-40°S - +50° S; 95%);

EO'A eng muhim texnikaviy tasniflari (xarakteristikalari) ularning shkalasida ko'rsatilgan bo'ladi.

## Elektr o'lchash asboblarning sezgirligi, bo'lim qiymati va xatoliklari

Asbob qozg'luvchan qismi burilish burchagi orttirmasining o'lchanadigan kattalik orttirmasiga nisbatini ko'rsatuvchi kattalik *EO'A sezgirligi* deyiladi. Asbobning sezgirligi o'lchanayotgan miqdorlar birligiga mos keluvchi shkalaning bo'limlar soni bilan aniqlanadi.

Asbob sezgirligi quyidagi munosabatdan aniqlanadi :

$$S = \frac{d\varphi}{dA} = \frac{\Delta n}{\Delta A}; \quad (1)$$

A—o'lchanayotgan kattalik, n—shkaladagi bo'limlar (xonalar) soni.

Masalan: 2,5 A tokni o'lchashda asbob strelkasi 50 xonani (bo'limni) ko'rsatsa, asbobning tokka sezgirligi daraja qiymati:

$$S = \frac{\Delta n}{\Delta I} = \frac{50bo'l}{2,5A} = 20 \frac{bo'l}{A}$$

Asbobning sezgirligi teskari bo'lgan kattalik asbobning *bo'lim (daraja) qiymati* deyiladi. U asbobning harakatlanuvchi qismini bir bo'linga bura oluvchi fizik kattalikni ifodalaydi.

$$C = \frac{1}{S} = \frac{\Delta A}{\Delta n} \quad (2)$$

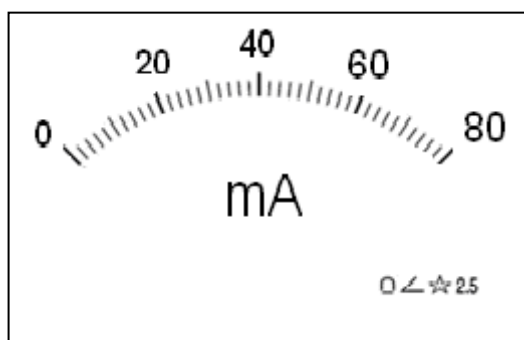
Agar EO'A shkalasi teng bo'limlardan iborat bo'lsa, asbobning darajasi qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$C = \frac{A_{\max}}{N}; \quad (3)$$

$A_{\max}$  – asbobning o'lchashdagi chegara qiymati,  $N$  - asbob shkalasidagi bo'limlarning umumiy soni. Bu ifodadan asbobning bo'lim qiymatini bilgan holda bo'limlar sonini sanab, aniqlanadigan kattalikni quyidagicha topamiz:

$$A = C \cdot n \quad (4)$$

Bo'limlar oraliq'i tekis bo'lmagan shkalada xonalarning darajalanishi har xil



bo'ladi. Bu holda asbobning darajasi qiymati (2) ga asosan topiladi.

Elektr o'lchov asbobida bir nechta o'lchash chegarasi bo'lishi mumkin, bunday asboblarga *ko'p chegarali asboblari* deyiladi. Asbobni kuydirib qo'ymaslik maqsadida ularni eng katta chegarasiga qo'yib zanjirga ulanadi. Ko'p chegarali asboblarni ishlatishda har bir chegara uchun alohida daraja qiymati aniqlanishi kerak bo'ladi.

*Masalan*, voltmetr 0 dan 3V gacha va 0 dan 6V gacha o'lchash chegarasiga ega bo'lsin. Umumiy xonalar soni 30 ta bo'lsa, daraja qiymati:

$$\text{Birinchi holda} \quad C = \frac{3V}{30\text{bo'l}} = 0,1 \frac{V}{\text{bo'l}}$$

$$\text{Ikkinchi holda} \quad C = \frac{6V}{30\text{bo'l}} = 0,2 \frac{V}{\text{bo'l}}$$

Har qanday o'lchashda o'lchash natijasi o'lchanayotgan miqdorning haqiqiy qiymatidan bir oz farq qiladi. Bunga sabab EO'A ning o'zidagi nuqsonlar va tashqi ta'sirlar bo'lishi mumkin. EO'A o'lchash natijasini baholashda "*aniqlik sinfi*" dan foydalaniladi.

**EO'A ning aniqlik sinfi** asbobning absolyut xatosi  $\Delta A$  uning butun maksimal shkalasining  $A_{max}$  qancha foizini tashkil qilishini bildiradi:

$$\gamma = \frac{\Delta A}{A_{max}} \cdot 100\% \quad (5)$$

bu yerda:  $A_{max}$  - asbobning o'lchov chegarasi,  $\Delta A$  - absolyut xatolik.

Normal ish sharoitlarida yo'l qo'yiladigan asosiy xatoligi bo'yicha bevosita baholaydigan barcha EO'A lari davlat standartiga ko'ra 8 ta aniqlik sinfiga ajratiladi: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5 va 4. Ular o'lchash asboblarining shkalalarida ko'rsatilgan bo'ladi. Aniqlik sinfini bildiruvchi raqam asosiy eng katta joiz keltirilgan xatolikni bildiradi.

Agar asbob hujjatida ko'rsatilgan qoidaga asosan ishlatilsa, uning aniqligi ko'rsatilgan sinfga mos keladi. O'lchashdagi absolyut xatoligi sinfidan foydalanib aniqlanadi. (5) tenglikga asosan absolyut xatolik topiladi.

$$\Delta A = \gamma \frac{A_{max}}{100\%}; \quad (6)$$

Absolyut xatolik asbobning butun shkalasi bo'yicha bir xil deb hisoblanadi.

EO'A absolyut xatoligi  $\Delta A$  ning unda o'lchangan miqdor  $A_o$  qiymatiga nisbati o'lchashdagi *nisbiy xatolik* deb ataladi, ya'ni:

$$\varepsilon = \frac{\Delta A}{A_o} 100\% \quad (7)$$

Agar (7) formuladagi  $\Delta A$  o'rniga (6) ifodani qo'ysak, o'lchashdagi nisbiy xatolik qo'yidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\varepsilon = \frac{\gamma A_{max}}{A_o} \quad (8)$$

Demak, o'lchanayotgan miqdor asbobning o'lchash chegarasi ( $A_{max}$ ) ga yaqin bo'lsa, o'lchashdagi nisbiy xatolik asbobning aniqlik sinfiga -  $\gamma$  ga teng bo'ladi.

Masalan, aniqlik sinfi 0,5 bo'lgan asbobning shkalasi 150 bo'limga ega bo'lsin, strelka 150 bo'limga burilganda nisbiy xatolik 0,5% va absolyut xatolik  $0,5\% \cdot 150 = \frac{0,5 \cdot 150}{100} = 0,75$  ga teng bo'ldi. Strelka 25 bo'limga burilganda esa nisbiy xatolik 3%, absolyut xatolik esa 0,75 bo'ladi. Demak bundan ko'rinadiki, EO'A ning kichik bo'limlariga mos keluvchi qiymat o'lchanganda katta nisbiy xatolikka yol qo'yiladi, ammo bunda elektr kattalikni o'lchashdagi absolyut xatolik qiymati ayni bir asbobning butun shkalasi bo'yicha bir xil bo'ladi.

Yuqori aniqlikdagi maxsus asboblarda aniqlik sinfi, shkala bo'lim qiymatiga mos keladi. Ba'zan biz ishlatadigan oddiy asboblarda o'lchashdagi absolyut xatolik sifatida asbob shkalasi eng kichik bo'limining yarmi ya'ni 0,5 C olinishi mumkin. Bu hol quyidagi hollarda bajariladi:

1) agar  $0,5C > \Delta A$  bo'lsa, o'lchashdagi nisbiy xatolik  $\varepsilon = \frac{0,5C}{A_o} 100\%$

2) agar  $0,5C < \Delta A$  bo'lsa, o'lchashdagi nisbiy xatolik  $\varepsilon = \frac{\gamma A_{\max}}{A_o}$

Masalan, o'lchash chegarasi 30 mA, aniqlik sinfi- 2,5 bo'lgan shkalasi teng bo'limlardan iborat milliampermetrning bo'lim qiymati 1A teng. Unda 10 mA tok o'lchansa, qanday absolyut va nisbiy xatoliklarga yo'l qo'yilgan.

$$\Delta I = \frac{\gamma \cdot I_{\max}}{100\%} = \frac{2,5 \cdot 30mA}{100\%} = 0,75mA$$

Agar  $\Delta I > 0,5C$  bo'lsa, ( $0,5C = 0,5mA$ ) o'lchashdagi nisbiy xatolik  $\varepsilon = \frac{\Delta I}{I_o} 100\% = \frac{0,75}{10} 100\% = 7,5\%$  teng bo'ladi.

### Ishning bajarilishi va topshiriqlar

1. O'qituvchi tomonidan berilgan asboblarning ishlash prinsipini tushuntirib bering hamda aniqlik sinfi, bo'lim qiymati, sezgirligi, absolyut va nisbiy xatoliklarini aniqlang.
2. Texnika xavfsizlik qoidalarini esda saqlang.

### Nazorat savollari

1. Elektr o'lchov asboblari qanday belgilariga ko'ra klassifikatsiyalanadi?
2. Elektr o'lchov asboblarining shkalasiga qanday shartli belgilar qo'yiladi?
3. Asbobning sezgirligi, daraja qiymati nima va ular qanday o'zaro bog'langan.
4. Ko'p chegarali asbob nima va u qanday ishlatiladi?
5. Asbobning absolyut va nisbiy xatoligi qanday topiladi?
6. Texnika xavfsizlik qoidalarini ayting.



# 1 - LABORATORIYA ISHI

## KULON QONUNINI O'RGANISH

- Ishning maqsadi:** 1. Kulon dinamometrini ishlatishni o'rganish.  
2. Zaryadlangan shar va ta'sir etuvchi kuch orasidagi boglanishni hosil qilish.  
3. Kuch va masofa orasidagi nisbatni tekshirish.  
4. Elektr doimiysini aniqlash.

**Kerakli asbob va materiallar:** Kulon millidynamometri, duralyuminiy plastinasi, yuqori potentsialli izolyasiyalangan po'lat sharlar va ularning og'ir tayanchlari, yuqori kuchlanishli tok manbai, elektr zaryadi miqdorini kuchaytirgich va o'lchagich kulonometr, ebonit tayoqchasi, shtativ va elektr ulash simlari.

### Nazariy qism

Jismlar boshqa jismga ishqalganida ularda zaryadlanish hodisasini grek olimi Fales Miletskiy birinchilardan bo'lib aniqlagan bo'lsa, ingliz fizigi Uilyam Gilbert bu hodisa ko'pchilik jism (olmos, qahrobo, tog' xrustali, shisha, qo'rg'oshin, oltingugurt, osh tuzi va hokazo)larda kuzatilishini o'rgangan. Fransuz olimi Benjimen Fraklin esa ipak matosiga ishqalgan shishada musbat ishorali zaryad hosil bo'lishini topgan. Bu zaryadni musbat ishorali deb olinishi shartli ravishda qabul qilingan. Manfiy ishorali zaryad esa faqat elektron kashf qilingandan keyin ma'lum bo'lgan.

1785 yili fransuz fizigi Sharl Kulon tajribada qo'zg'almas zaryadli zarrachalarning o'zaro ta'sir kuchini aniqlagan. Keyinchalik olimlar zaryadli jism (zarracha)lar inson organizmi sezmaydigan maydon orqali o'zaro ta'sirlashishini aniqlashgan. Qo'zg'almas zaryadlar atrofida elektrostatik harakatdagi zaryadli zarrani atrofida esa magnit maydonini daniyalik olim Ersted aniqlagan. Bu maydonlarni umumiyroq etib ingliz olimi J.Maksvell tabiatda faqat elektromagnit maydoni mavjud ekanligini aytgan va uning nazariyasini 1887 yili e'lon qilgan. Elektr maydoni muayyan sharoitda magnit maydoniga aylanishi va aksincha bo'lishi mumkin.

Qo'zg'almas zaryadlarning ta'sirlashishini o'rganadigan fizikaning qismiga elektrostatika deyiladi va zaryadlarning o'zaro ta'sirlashish kuchiga elektrostatik maydon deb ataladi.

Vakuumda bir-biri bilan o'zaro ta'sirlashayotgan ikkita nuqtaviy zaryadning o'zaro ta'sir kuchi shu nuqtaviy zaryadlarning ko'paytmasiga to'g'ri proporsional va ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsional bo'lgan kuch bilan ta'sirlashishiga **Kulon kuchi** deyiladi.

$$F = \left[ \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \right]$$

## **Qurilmaning tuzilishi va ishlash prinsipi**

Qurilma Kulon millidynamometr ikkita chinni izolyatori ustuniga oʻrnatilgan metall sharlar, duralyuminiy plastinasi va unga oʻrnatilgan ebonit tayoqcha, yuqori kuchlanish tok manbai (RNU-NV), tok yoki zaryad miqdorini hamda kuchlanishni kuchaytirishga moʻljallangan (RNU-WE) asbob, testr hamda elektr ulash simlaridan tashkil topgan.

Qurilmani ishga tayyorlashda eng avvalo RNU-NV va RNUWE asboblari 220 V oʻzgaruvchan elektr toki tarmogʻiga ulanadi va ularning uyali chiqish kontaktlariga tegishli asboblari ulanadi.

RNU-NVning musbat kontaktiga metall shar, “Yer” kontaktiga ulash simlari ulanadi va ikkinchi tomoni boʻsh qoldiriladi.



### **Ishning bajarish tartibi**

1. Ishning yoʻriqnomasini oʻqib oʻrganiladi.
2. Sxemani rasmda koʻrsatilganday chiziladi va yigʻiladi.
3. Plastina shar va shar orqalarini variantga mos holda joylashtiriladi va masofalarini oʻlchab, yozib olinadi.
4. RNUWE va RNU-NV asboblari elektr tarmogʻiga ulanadi va ulardagi rostlovchi mexanik qoʻllarining “0” holatda turganini tekshiriladi.
5. RNU-NV ning rostlovchi mexanik qoʻlini oʻngga burab, kuchlanishini 10-15 kV gacha koʻtariladi va Kulon millidynamometri richagining buralishi kuzatiladi.
6. Buralgan richagni boshlangʻich muvozanat “0” holatiga keltiriladi, buning uchun Kulon millidynamometrining dastasi ohista buraladi va richagining muvozanat holatiga mos keluvchi kuchini millidynamometr shkalasidan aniqlanadi.

7. Avval kuchaytirgichning “QI”, keyin esa “INVERT” tugmachasi bosiladi, so‘ngra testning strelkasi shkalasida ko‘rsatgichi aniqlab yozib olinadi.
8. Tajribani 3-5 marta takrorlab, olingan natijalar asosida grafik chiziladi.

*1-jadval*

r (sm)	4 sm		5 sm		6 sm		7 sm		8 sm	
U (	Q (	F	q	F	q	F (	q (	F (	q	F
5										
10										
15										
20										
25										

### Nazorat savollari

1. Zaryadli jismlar nima sababdan o‘zaro ta’sirlashadi? Bu qonunni kim va qachon kashf qilgan?
2. Kulon qonunining fizik ma’nosini ayting va formulasini yozing.
3. Potensial va potentsiallar ayirmasi nima?
4. Elektr maydoni nima va u qanday holatlarda paydo bo‘ladi?
5. Elementar zaryad deyilganda nimaning zaryadi tushuniladi?
6. Elektronning massasi va zaryadi nimaga teng, ularni kim va qachon aniqlaganligini ayting, hamda son qiymatlarini yozing.

## 2- LABORATORIYA ISHI

### KONDENSATORNING SIG‘IMINI UITSTON KO‘PRIGI YORDAMIDA ANIQLASH

**Ishdan maqsad:** Kondensatorlar bilan tanishish va ularning elektr sig‘im kattaligini o‘lchash.

**Kerakli asbob va materiallar:** reoxord, telefon yoki ossillograf, sig‘imlar magazini, noma'lum sig‘imli ikkita kondensator, kalit, o‘zgaruvchan tok manbai.

#### Nazariy qism

Boshqa o‘tkazgich va zaryadlardan cheksiz uzoqda joylashgan, ya’ni yakkalangan bir o‘tkazgichga q zaryad berilsa, unda qiymati shu zaryad miqdoriga proporsional bo‘lgan potentsial yuzaga keladi.

Turli o‘lchamga hamda turli shaklga ega bo‘lgan o‘tkazgichlar bir xil miqdordagi elektr zaryad bilan zaryadlansa, ularning potentsiali turlicha bo‘ladi.

O'tkazgichga berilgan zaryad bilan shu o'tkazgichda yuzaga keladigan potentsial orasidagi bog'lanish chiziqli xususiyatiga ega bo'lib, quyidagicha ifodalanadi:

$$q = C \varphi \quad (1)$$

Bu yerda C-proportsionallik koeffitsiyenti bo'lib, uni shu o'tkazgichning elektr sig'imi deyiladi, (1) ifodani

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

ko'rinishda yozamiz. Bu ifodaga ko'ra, berilgan o'tkazgichning elektr sig'imi deb, shu o'tkazgich potentsialini bir birlikka orttirish uchun lozim bo'lgan zaryad miqdoriga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

Xalqaro birliklar sistemasi (SI) da elektr sig'im birligi qilib farada (F) olingan. Yakkalangan o'tkazgichga 1 Kl zaryad berilganda uning potentsiali 1 V ga ortsa, shu o'tkazgichning elektr sig'imi 1Farada ga teng bo'ladi, ya'ni

$$1F = 1 \text{ Kl} / 1 \text{ V}$$

Miqdorani 1 Farada ga teng sig'im nihoyatda kattadir, shu sababli amalda faradaning juda kichik birliklari: 1 mkF=10<sup>-6</sup> F (mikrofarada), 1 pF=10<sup>-9</sup> (nanofarada), 1 nF=10<sup>-12</sup> F (pikofarada) qo'llaniladi.

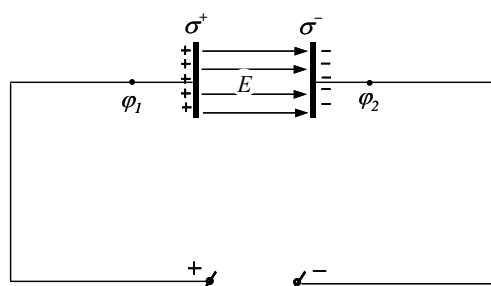
Amaliy ishlarda o'lchami kichik bo'lsa ham ko'proq zaryadni o'zida to'play oladigan, ya'ni katta sig'imga ega bo'la oladigan o'tkazgichlar sistemasidan foydalanishga to'g'ri keladi. Bunday o'tkazgichlar sistemasi kondensator deb ataladi. Masalan, bir-biridan dielektrik muhit bilan ajratilgan sirt yuzlari teng ikkita va undan ortiq yassi plastinkalardan iborat sistemaga yassi kondensator deyiladi. Dielektrik muhit bilan ajratilgan ikkita qo'shni plastinka qarama-qarshi zaryadlangan bo'ladi.

Ikki plastinkadan iborat yassi kondensatorning elektr sig'imi har bir plastinkadagi zaryadning shu plastinkalar orasidagi potentsiallar ayirmasi (kuchlanish) ga nisbatiga tengdir:

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} \quad (3)$$

Plastinkalar odatda qoplama deb ataladi. Shunga ko'ra, shunday ta'rif berish mumkin: kondensatorning elektr sig'imi uning qoplamalari orasidagi potentsiallar ayirmasini bir birlikka orttirish uchun zarur bo'lgan zaryad miqdori bilan o'lchanuvchi kattalikdir.

Qoplamalari orasidagi masofa d, qoplamalar yuzi S va qoplamalar orasiga qo'yilgan moddaning dielektrik singdiruvchanligi ε bo'lgan yassi kondensatorning elektr sig'imi yuqoridagi kattaliklar orqali qanday ifodalanishini ko'rib chiqaylik (1- rasm).



1- rasm

Qoplamalar orasidagi potentsiallar ayirmasi  $\varphi_1 - \varphi_2$ , U-kuchlanish, E-kuchlanganlik, d-masofa o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = U = Ed \quad (4)$$

O'z navbatida q zaryad bilan zaryadlangan ikki plastinka orasidagi maydon kuchlanganligi

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0 \varepsilon} = \frac{q}{\varepsilon_0 \varepsilon S} \quad (5)$$

ko'rinishda bo'ladi. Bu yerda  $\sigma$  - qoplamadagi zaryadning sirt zichligi  $\sigma = \frac{q}{S}$ . (4) ifodadagi maydon kuchlanganligi o'rniga (5) ni qo'ysak potentsiallar ayirmasi uchun quyidagi tenglikni olamiz:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{qd}{\varepsilon_0 \varepsilon S} \quad (6)$$

Bu ifodani (2) tenglik bilan taqqoslasak, izlanayotgan yassi kondensator sig'imi quyidagi formula orqali ifodalanishini topish mumkin:

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d} \quad (7)$$

Bundan kondensatorning elektr sig'imini orttirish uchun qoplamalar yuzasini kattalashtirish yoki ular orasidagi masofani kichiklashtirish zarur ekan, degan xulosaga kelish mumkin. Ammo bu usul bilan lozim bo'lgan sig'imni hosil qilish noqulaydir. Buning o'rniga bir necha kondensatorni bir-biriga maxsus usullarda ulab lozim bo'lgan sig'imni hosil qilish mumkin.

Bu ulash usullarining ikki turi: 1) ketma-ket ulash: 2) parallel ulash orqali natijaviy sig'imlarni hosil qilish bilan tanishaylik.

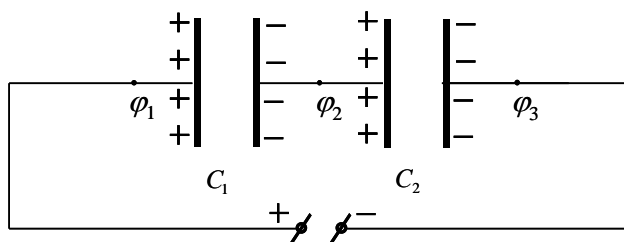
### 1. Kondensatorlarni ketma-ket ulash

Ketma-ket ulashda (2- rasm) barcha plastinkalardagi zaryad miqdori bir xil bo'ladi, ya'ni  $q_1 = q_2 = q_3 = const$ . Qoplamalar orasidagi potentsiallar ayirmasi har xil bo'ladi. Bunda  $\varphi_3 - \varphi_1 = (\varphi_3 - \varphi_2) + (\varphi_2 - \varphi_1)$   $U = \varphi_3 - \varphi_1$ ,  $U_1 = \varphi_2 - \varphi_1$ ,  $U_2 = \varphi_3 - \varphi_2$  desak  $U = U_1 + U_2$  (8) ifodaga ega bo'lamiz.

$$U = \frac{q}{C}; \quad U_1 = \frac{q}{C_1}; \quad U_2 = \frac{q}{C_2}.$$

$$\frac{q}{C} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} \Rightarrow \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad (9)$$

Demak, kondensatorlar ketma-ket ulansa, umumiy sig'im kichiklashadi. Ketma-ket ulash sxemasi 2- rasmda keltirilgan.



2- rasm

### 2. Kondensatorlarni parallel ulash

Parallel ulangan kondensatorlar qoplamasidagi potentsiallar ayirmasi barcha kondensatorlar uchun bir xil bo'lib,  $\varphi_1 - \varphi_2$  ga ( $\Delta\varphi$  ga) teng. Agar kondensatorlar sigimi  $C_1, C_2, C_3$  va hokazo bo'lsa, bu holda har bir kondensatordagi zaryadni

$$q_1 = C_1(\varphi_1 - \varphi_2)$$

$$q_2 = C_2(\varphi_1 - \varphi_2)$$

$$-----$$

$$q_n = C_n(\varphi_1 - \varphi_2) \quad (10)$$

ifodalar bilan aniqlash mumkin. Barcha kondensatorlarning umumiy zaryadi

$$q = q_1 + q_2 + q_3 + \dots \quad (11)$$

(10) va (11) ifodalarni birgalikda ishlab chiqsak

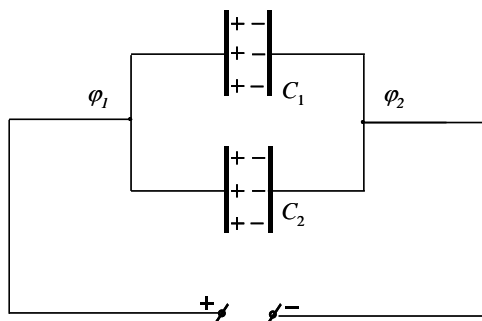
$$C \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) = C_1(\varphi_1 - \varphi_2) + C_2(\varphi_1 - \varphi_2) + \dots$$

va umumiy sig'imi

$$C = \sum C_i = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n \quad (12)$$

bo'ladi.

Bundan ko'rinadiki, umumiy sig'im ulangan kondensatorlar sig'implari qiymatlarining yig'indisiga teng bo'lar ekan. Kondensatorlarni parallel ulash sxemasi 3- rasmda keltirilgan.



3- rasm

Bu ishda kondensatorlarning sig'implari Uitson ko'prigi yordamida aniqlanadi. Ma'lumki, kondensator qoplamalari orasida bo'sh yoki dielektrik qatlam bo'lganligi sababli o'zgarimas tok kondensatordan o'tmaydi. Shu sababli, ishni

bajarishda o'zgaruvchan tokdan foydalaniladi. Agar kondensatorning qoplamlari o'zgaruvchan tok manbaiga ulansa, u holda kondensator qoplamlari davriy ravishda zaryadlanib, zaryadsizlanib turadi. Shu sababli kondensatorni o'zgaruvchan tok yo'lidagi o'tkazgich deb hisoblash mumkin.

Kuzatilayotgan zanjir sinuslar qonuni bo'yicha o'zgaruvchan elektr yurituvchi kuchi (E.Yu.K.) bo'lgan tok manbaiga ulangan bo'lsa

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \sin \omega t \quad (13)$$

bu yerda  $\varepsilon$ -E.Yu.K. ning ixtiyoriy  $t$  momentdagi qiymati,  $\varepsilon_0$  – E.Yu.K. ning maksimal (amplitudaviy) qiymati,  $\omega$ -doiraviy chastota,

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Kondensator qoplamasidagi zaryad miqdorini sig'im formulasiga ko'ra quyidagicha aniqlash mumkin:

$$q = C\varepsilon = C\varepsilon_0 \sin \omega t \quad (14)$$

Demak, qoplamadagi zaryad ham sinuslar qoidasi bo'yicha o'zgaradi. (14) ifodani vaqt bo'yicha differensiallaymiz va bunda zaryadning vaqt bo'yicha o'zgarishi tok kuchiga teng ekanligini e'tiborga olamiz:

$$\frac{dq}{dt} = I = C\omega\varepsilon_0 \cos \omega t \quad (15)$$

Bundan ko'rinib turibdiki, tok kuchi ham davriy ravishda o'zgarar ekan. Uning qiymati maksimal ( $\cos \omega t = 1$ ) bo'lganda:

$$I_0 = C\omega\varepsilon_0 = \frac{\varepsilon_0}{\omega C} \quad (16)$$

ko'rinishga ega bo'ladi. (16) ifodani Om qonuni formulasiga

$$(I = \frac{\varepsilon}{R})$$

bilan taqqoslasak,

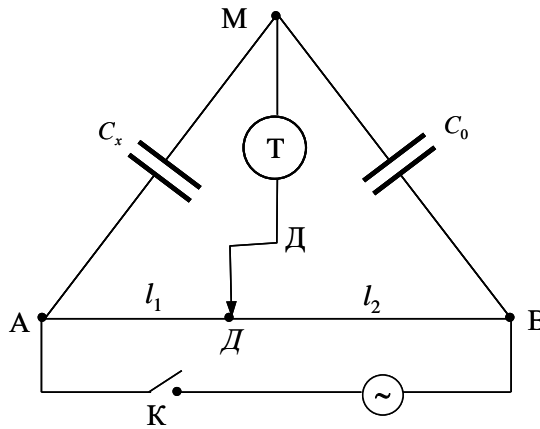
$$\frac{1}{\omega C}$$

kattalik qarshilik vazifasini o'tashini bilishimiz mumkin, uni  $R_c$  deb belgilab

$$R_c = \frac{1}{\omega C} \quad (17)$$

ifodani yozishimiz mumkin.  $R_c$  - kondensatorning sig'imi qarshiligi deyiladi.

Kondensatorning sig'imini o'lchash uchun qo'llaniladigan elektr zanjir sxemasi ya'ni Uiton ko'prigi 4- rasmda tasvirlangan.



**4- rasm**

Bu sxemada  $\varepsilon$  o'zgaruvchan E.Yu.K. manbai,  $C_0$  -sig'imi ma'lum bo'lgan kondensator,  $C_x$  -sig'imi o'lchanishi lozim bo'lgan kondensator, K-kalit, zanjirning MD qismidagi telefon (T) ko'prik vazifasin o'taydi. Zanjirning A va B nuqtalari reoxordga ulangan. Telefonga ulangan simning D uchi reoxord bo'ylab harakatga keltirilib telefonda tok o'tishi to'xtagan holat topiladi. Bu telefonda tovush bo'lmasligiga ko'ra aniqlanadi. Bu holatni ko'prikning muvozanat holati deyiladi, bunda M va D nuqtalardagi potentsiallar tenglashgan bo'ladi. Reoxord simning D nuqtaga nisbatan chap va o'ng qismlari uzunligi mos ravishda  $l_1$  va  $l_2$  deb belgilanadi va ular reoxord yelkalari deb ataladi. Ko'prikning muvozanat holati ( $I_g = 0$ ) da 4- rasmdagi elektr zanjiriga nisbatan quyidagi ayniyatlarni yozish mumkin:

$$I_0 = I_x \text{ va } I_1 = I_2 \quad (18)$$

Shuningdek, M va D nuqtalarda potentsiallar qiymatlarining tengligi ( $\varphi_M = \varphi_D$ ) dan AMDA kontur uchun

$$\varphi_A - \varphi_M = \varphi_A - \varphi_D \quad (19)$$

yoki

$$I_0 R_{C_x} = I_1 R_1 \quad (20)$$

Shuningdek, MBDM kontur uchun

$$I_0 R_{C_0} = I_2 R_2 \quad (21)$$

ni yozish mumkin. (20) va (21) tengliklarning chap va o'ng tomonlarining nisbatini olamiz, hamda tok kuchlari uchun (18) ifodalardan foydalanib noma'lum qarshilik uchun

$$R_{C_x} = R_{C_0} \frac{R_1}{R_2} \quad (22)$$

tenglamaga kelish mumkin. Bu yerda  $R_{C_x} = \frac{1}{\omega C_x}$ ,  $R_{C_0} = \frac{1}{\omega C_0}$  bundan,

$$C_x = C_0 \frac{l_2}{l_1} \quad (23)$$

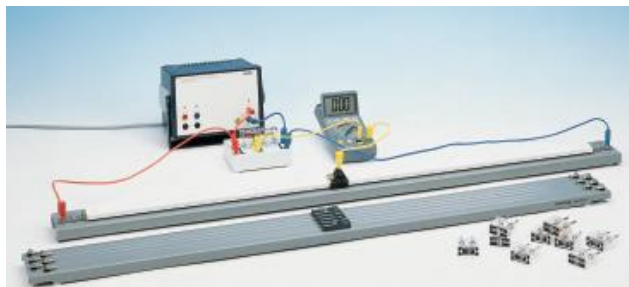


ifoda kelib chiqadi

Bu ifoda noma'lum sig'im  $C_x$  ni  $l_1$ ,  $l_2$  va  $C_0$  ma'lum ning qiymatlari orqali topishga imkon beradi.

### Ishni bajarish tartibi

1. 4- rasm bo'yicha elektr zanjiri yig'iladi. Zanjirga sig'imi noma'lum bo'lgan kondensator ulanadi.



2. D kontakti reoxordning o'rtasiga qo'yiladi. Sig'imlar magazinidan shunday  $C_1$  sig'im tanlab olinadiki, bunda telefonning tovushi eng past (ostsillografdagi signal minimal) bo'lsin. So'ngra D kontakti reoxord bo'ylab surib telefondagi tovush (ossillografdagi signal) ning o'zgarishi qayd qilib boriladi. Telefonda tovush yo'qolishi (ossillografdagi signal 0 ga teng bo'lishi) bilan kontakti surish to'xtatiladi. Shu nuqtaga nisbatan reoxordning elkari uzunliklari  $l_1$  va  $l_2$  jadvalga yozib olinadi. Bu tajribani 3 marta takrorlash lozim.

3. Sig'imi noma'lum birinchi kondensator o'rniga ikkinchi noma'lum sig'imli kondensator ulanadi. Bu kondensator uchun ham 2-bandda bajarilgan ishlar takrorlanadi.

4.  $C_{x_1}$  va  $C_{x_2}$  kondensatorlar ketma-ket ulanadi va yana 2-bandda bajarilgan ishlar takrorlanadi. So'ngra bu ikki noma'lum sig'imli kondensator parallel ulanib tajriba yana 3 marta takrorlanadi.

5. Tajribada topilgan  $l_1$  va  $l_2$  hamda  $C_0$  qiymatlarni (23) formulaga qo'yib har bir kondensatorning sig'imi hisoblab topiladi. Shuningdek, kondensatorlarning ketma-ket va parallel ulangandagi natijaviy sig'imlari ham hisoblanadi. So'ngra, ikki noma'lum kondensatorni ketma-ket va parallel ulashda olinadigan natijaviy sig'im (9) va (12) nazariy formulalar bo'yicha hisoblanib, tajribada olingan natijalar bilan taqqoslanadi.

### Tajriba va hisoblash ma'lumotlari quyidagi jadvalga yozib boriladi

Kondensatorlar	№	$C_0$ (f)	$l_1$ (m)	$l_2$ (m)	$C_x$ (f)	$\langle C_x \rangle$
$C_{x_1}$ - kondensator	1					
	2					
$C_{x_2}$ - kondensator	1					
	2					
$C_{x_1}$ Ba $C_{x_2}$ ketma-ket ulangan	1					
	2					
$C_{x_1}$ Ba $C_{x_2}$ parallel ulangan	1					
	2					

## Nazorat savollari

1. Elektr sig'imi deb qanday fizik kattalikka aytiladi va u qanday birliklarda o'lchanadi?
2. Kondensator qanday asbob, uning vazifasi nimadan iborat?
3. Kondensatorlarni ketma-ket va parallel ulanganda natijaviy sig'im qanday formulalarga ko'ra topiladi?
4. Kondensatorning o'zgaruvchan tokka nisbatan qarshiligi (sig'imi qarshilik) qanday aniqlanadi?
5. Yassi kondensatorning sig'imini aniqlash formulasini keltirib chiqaring.
6. Nima uchun sig'imni o'lchashda o'zgaruvchan tokdan foydalaniladi?
7. Kondensatorning noma'lum sig'imini ko'prik usulda aniqlash formulasini keltirib chiqaring.

## 3 - LABORATORIYA ISHI.

### TOK MANBAINING ELEKTR YURITUVCHI KUCHI VA ICHKI QARSHILIGINI ANIQLASH

**Ishning maqsadi:** tajribada tok manbaining EYUK, ichki qarshiligini va qisqa tutashuv tokini aniqlash.

**Kerakli asbob va materiallar:** tekshirilayotgan o'zgarmas tok manbai, milliampermetr, qarshiliklar magazini, kalit, ulovchi simlar.

### Nazariy qism

Bir jinsli o'tkazgichda o'zgarmas tok bo'lib turishi uchun uning uchlaridagi potentsiallar farqi nolga teng bo'lmasligi kerak. Buning uchun zanjirga tok manbai ulanadi. O'tkazgichlarga erkin elektronlar – manfiy zaryadlar potentsialning o'sish tomomiga (musbat zaryadlar potentsialning kamayish tomoniga) harakat qiladi. Shuning uchun tok manbaida manfiy zaryadlar manbaining manfiy qutbiga (musbat zaryadlar manbaining musbat qutbiga) harakat qilishi kerak. Buning natijasida manba qutblarida qarama-qarshi ishorali zaryadlar to'planadi. Shunday qilib, manbaining qutblarida potentsiallar farqi vujudga keladi.

Tok manbaida zaryadlarni qutblarga ko'chirishda elektrostatik bo'lmagan kuchlar ish bajarishi kerak. Bu kuchlar tashqi kuchlar deb ataladi. Tashqi kuchlar kimyoviy jarayonlarda, yorug'lik nuri ta'sirida, magnit maydoni o'zgarishida va boshqa hollarda vujudga keladi.

Birlik musbat zaryadni berk zanjir bo'ylab ko'chirishda tashqi kuchlar bajargan ishga teng bo'lgan fizik kattalik tok manbaining  $\varepsilon$  elektr yurituvchi kuchi (EYUK) deyiladi:

$$\varepsilon = \frac{A_T}{q} \quad (1)$$

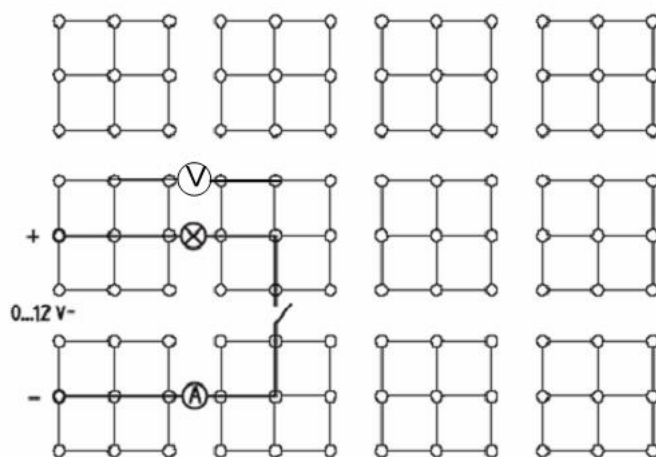
bunda  $A_T$  - tashqi kuchlar ishi,  $q$  - zaryad.

Tok manbai va R qarshilikdan iborat sodda berk zanjirdagi tok to`liq zanjir uchun Om qonuni orqali aniqlanadi:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \quad (2)$$

Bu yerda  $r$  – manbaning ichki qarshiligi deyilib, manba ichida masalan, galvanik elementda elektrolit eritmasi (musbat va manfiy zaryadlar harakatiga bolgan qarshilik) va elektrodning qarshiligi, generatorda esa cho`lg`amlar qarshiligi tushuniladi.

Agar  $R \rightarrow 0$  bo`lsa, tok maksimal qiymatga erishadi. Bu hodisa qisqa tutashuv deyiladi.  $I = \frac{\varepsilon}{r} = I_{\max}$  - qisqa tutashuv toki.



2- rasm. Elektr zanjirini yig`ish o`rni

Yuqorida keltirilgan to`liq zanjir uchun Om qonuni ifodasini quyidagi ko`rinishda ham yo`zsak bo`ladi.

$$\frac{1}{I} = \frac{1}{\varepsilon}(R + r) \quad (3)$$

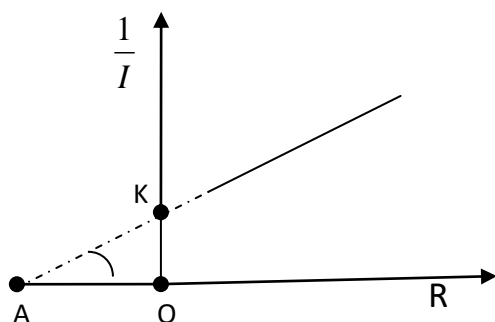
Bunda ko`rinadiki, o`zgarmas EYUK va ichki qarshilikli tok manбайдan iborat zanjirdagi tokka teskari bo`lgan kattalik, tashqi qarshilikka to`g`ri proporsional va uning funksiyasi  $\frac{1}{I} = f(R)$  to`g`ri chiziqli bo`ladi. U holda (3) ifodani  $y = \frac{1}{\varepsilon}(x + r)$

(4)

ko`rinishidagi to`g`ri chiziqli funksiya shakliga keltiramiz. Undagi  $y = 1/I$  va  $x = R$  teng.

Tajribada aniqlangan natijalar yordamida grafik yasaladi. Unda hosil bo`lgan to`g`ri chiziqni  $R$  o`q bilan kesishguncha davom ettiramiz.

Hosil bo`lgan grafik, (3) va (4) ifodalarni tahlil qilib, tok manbaining EYUK ni, uning ichki qarshiligini, shuningdek, qisqa tutashuv tokini aniqlanadi. Haqiqatdan ham, (3) ifodada



1-rasm

$\frac{1}{I}=0$  bo'lganda  $R=r$  bo'ladi. Bu grafikda AO kesmaga teng degani.

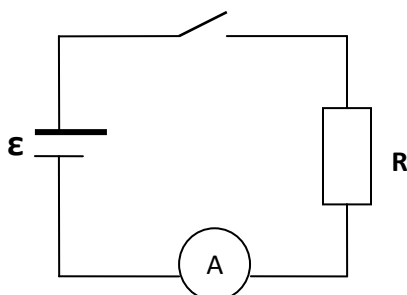
(3) va (4) ifodalarni solishtirib,  $\frac{1}{\varepsilon}$  kattalikning qiymati to'g'ri chiziqning  $R$  o'q bilan kesishidan hosil bo'lgan burchak tangensiga teng bo'lishiga ishonch hosil qilamiz.

$$\frac{1}{\varepsilon} = \operatorname{tg} \alpha \rightarrow \varepsilon = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} = \operatorname{ctg} \alpha = \frac{OK}{OA}$$

Qisqa tutashuv tokini –  $I_{\max}$ ,  $R=0$  bo'lgan to'ri keladigan  $y = \frac{1}{I_{\max}}$  o'qdagi qiymat

orqali topamiz:  $I_{\max} = \frac{1}{y}$

### Ishni bajarish tartibi



2-rasm

1. Tok manbai, ampermetr va qarshiliklar magazinidan iborat elektr zanjirini 2-rasm asosida yig`ing.
2. Qarshiliklar magazinidan 3 yoki 5 xil qiymatdagi tashqi qarshilik tanlab, ampermetr ko'rsatish yozib boring.
3. Olingan natijalarni jadvalga tushirib, Ular yordamida  $\frac{1}{I} = f(R)$  funksiya grafigi rasmini millimetrli qog'ozga

chizing.

4. Hosil bo'lgan grafikdan foydalanib, tok manbaining EYUK ni, uning ichki qarshiligini va qisqa tutashuv tokini aniqlang.

jadval

No	R (Ω)	I (A)	r	ε	I <sub>max</sub> (A)
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

### Nazorat savollari

- 1 Tok manbaining elektr yurituvchi kuchi deb nimaga aytiladi.
- 2 Kuchlanishning EYUKdan qanday farqi bor.
- 3 Nima uchun kalit uzoq va berk bo'lgan hollarda voltmetrning ko'rsatishlari har xil bo'ladi.
- 4 Tok manbaining ichki qarshiligi qanday sabablarga ko'ra yuzaga keladi?

## 4- LABORATORIYA ISHI.

### CHO`G`LANMA LAMPANING QUUVVATI VA QARSHILIGINI ANIQLASH

**Ishdan maqsad:** O'zgarmas tok qonunlari bilan tanishish va cho`g`lanma lampaning quvvati va qarshiligini ampermetr va voltmeter yordamida aniqlash

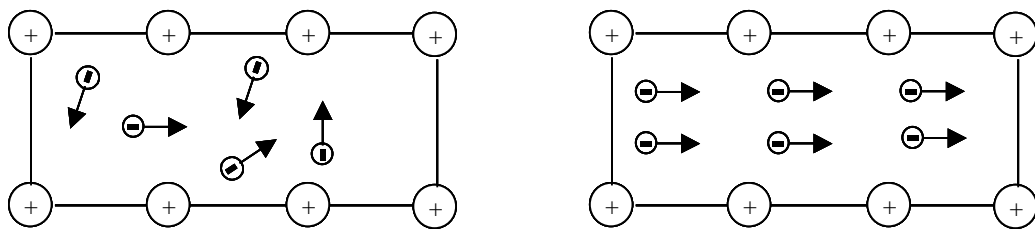
**Kerakli asbob va materiallar:** Ikki cho`g`lanma lampochka, ampermetr, voltmeter, reostat, kuchlanishi 220 V bo`lgan o`zgaruvchan tok manbai.

#### Nazariy qism

Elektr zaryadlarining ma'lum bir yo`nalishdagi tartibli harakatiga elektr toki deb ataladi. Metallarda vujudga keladigan elektr tokining tabiati bilan tanishib chiqaylik. Metallar kristall panjaraviy tuzilishga ega bo`lib, kristall tugunlarida musbat zaryadli ionlar joylashgan. Bu musbat zaryadli ionlar o`z valent elektronini yo`qotgan atomlardir. Valent elektronlar esa o`z atomi bilan zaif bog`langanligi sababli, nisbatan past, ya'ni xona haroratidan past haroratlarda ham atomdan ajralgan holda, metall ichida ixtiyoriy yo`nalishda tartibsiz harakat qiladigan "erkin" elektronlardir (1-a) rasmda ionlar holati va erkin elektronlar harakati ma'lum darajada soddalashtirilgan tarzda tasvirlangan. Shuni ta'kidlash lozimki, har bir atomdan bittadan valent elektron ajralsa, birlik hajmda ( $1 \text{ sm}^3$  da) erkin elektronlar soni  $10^{22}$ - $10^{23}$  ga teng bo`ladi.

O'tkazgich, ya'ni metallni bir jinsli elektr maydoniga kiritaylik. Elektr maydoni ta'sirida elektronlar ma'lum yo`nalishda tartibli harakat qila boshlaydilar. Buning natijasida metall ichida elektr toki vujudga keladi.

Albatta, elektronlar bunda o`zlarining dastlabki, tartibsiz harakatlarini ham saqlab qoladilar. Shu sababli, elektronlar biror yo`nalishda tartibli ravishda siljiydilar deyish mumkin.(1- b) rasmda ana shu siljish tasvirlangan.



a

1- rasm

b

Odatda, elektr tokining yo`nalishi sifatida musbat ishorali zaryadlarning yo`nalishi qabul qilinadi. Elektr tokining miqdoriy o`lchovi sifatida tok kuchi ishlatiladi. Tok kuchi skalyar fizik kattalik bo`lib, o'tkazgichning ko`ndalang kesimidan vaqt birligi ichida o'tgan elektr zaryadi qiymatiga tengdir.

$$I = \frac{dq}{dt} \quad (1)$$

Xalqaro birliklar sistemasi SI da tok kuchi birligi qilib Amper (1 A) deb olingan. Shuni alohida ta'kidlash lozimki, Amper asosiy fizik kattalik hisoblanadi. Elektr zaryad birligi - Kulon (Kl) quyidagicha aniqlanadi.

$$1 \text{ Kl} = 1 \text{ A}\cdot\text{s}$$

Agar vaqt o'tishi bilan tok kuchining qiymati hamda yo'nalishi o'zgarmay qolsa bunday tok o'zgarmas tok deyiladi. O'zgarmas tok uchun (1) ifoda quyidagi ko'rinishda yoziladi.

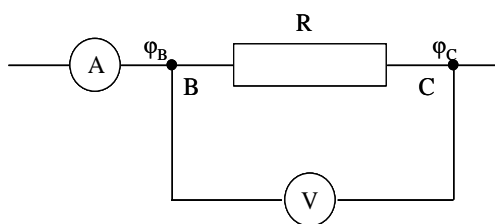
$$I = \frac{q}{t}$$

Bu yerda  $q$  - o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan  $t$  - vaqt mobaynida o'tgan zaryad miqdori. Yana bir fizik kattalik tok zichligidir. O'tkazgichning ko'ndalang kesim birligidan shu kesimga perpendikulyar yo'nalishda o'tuvchi tok kuchi bilan aniqlanuvchi fizik kattalikka tok zichligi deyiladi.

$$\vec{j} = \frac{I}{S} \vec{n} \quad (2)$$

Bu yerda  $\vec{n}$  -  $S$  tekislikka perpendikulyar bo'lgan birlik vektor. Tok zichligi vektor tabiatiga ega ekan. Tok zichligi vektorining yo'nalishi musbat zaryadlar harakati yo'nalishiga mos keladi.

Elektron o'tkazuvchanlikning klassik nazariyasiga ko'ra, elektronlar metall ichida tartibli harakat qiladilar deb hisoblanadi. Ular o'z yo'lida musbat zaryad ionlarga duch kelib, ular bilan to'qnashishlari natijasida o'zlarining tartibli harakat tezligini yo'qotadilar. Qaytadan, tashqi maydon ta'sirida o'z tartibli tezliklarini tiklagach, yana to'qnashuv sodir bo'ladi va tartibli harakat energiyasi yana ionlarga beriladi. Tartibli harakat tezligining shunday yo'qotilib turishi o'tkazgichning elektr qarshiligini yuzaga keltiradi. Tok kuchi o'zgarmasdan saqlanish uchun, ya'ni qarshilik ta'sirini yo'qotish uchun o'tkazgichga ma'lum miqdorda kuchlanish berish lozim. Masalan, qarshilikli BC o'tkazgichdan tok o'tayotgan bo'lsin (2- rasm).



**2- rasm**

O'tkazgichga tushgan kuchlanishni voltmetr, tok kuchini esa A-Ampermetr yordamida o'lchanadi. Tajribaning ko'rsatishicha, BC o'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi shu o'tkazgich uchlariga qo'yilgan kuchlanishga to'g'ri, o'tkazgich qarshiligiga esa teskari proporsional ekan. Bu qonun Om qonuni deb ataladi va uning matematik ifodasi

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

ko'rinishda bo'ladi. (3) ifodadan qarshilik birligini aniqlash mumkin. SI da qarshilik o'lchov birligi 1 Om bo'lib, u kuchlanish va tok kuchi birliklari orqali

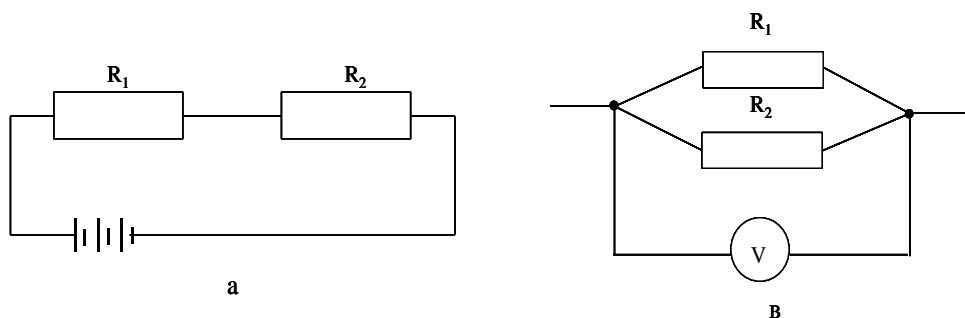
$\frac{1B}{1A}$  quyidagicha aniqlanadi.  $1 \text{ Om} = 1A$ . O'tkazgichning qarshiligi kOm ( $1 \text{ kOm} = 10^3 \text{ Om}$ ) va MOm ( $1 \text{ MOm} = 10^6 \text{ Om}$ ) larda ham o'lchanishi mumkin.

Qarshilikning kattaligi o'tkazgichning shakliga, o'lchamlariga, shuningdek, uning qanday materialdan yasalganligiga bog'liq. Bir jinsli silindrsimon o'tkazgich uchun

$$R = \rho \frac{\ell}{S} \quad (4)$$

Bu yerda  $\ell$  - o'tkazgichning uzunligi,  $S$  - ko'ndalang kesim yuzasi,  $\rho$  - o'tkazgich yasalgan materialning tabiatiga bog'liq bo'lgan koeffitsent bo'lib, solishtirma elektr qarshilik deb ataladi. SI sistemasida solishtirma elektr qarshiligi  $\text{Om} \cdot \text{m}$  larda o'lchanadi

O'tkazgichlarni o'zaro ketma-ket yoki parallel ulab lozim bo'lgan qarshiliklarni hosil qilish mumkin. (4- a va b)- rasmlarda o'tkazgichlarning ketma-ket va parallel ulanish sxemalari ko'rsatilgan.



4- rasm

O'tkazgichlar ketma-ket ulanganda (4a- rasm), tok kuchi har bir o'tkazgichda bir xil bo'lib, kuchlanish esa har bir qarshilik bo'yicha turlicha taqsimlanadi. Har bir qarshilikdagi kuchlanish pasayishlari yig'indisi umumiy kuchlanishga teng bo'ladi:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n = \sum_{i=1}^n U_i$$

Om qonunidan  $U_1 = IR_1, U_2 = IR_2, U_n = IR_n$  yozish mumkin.

Bundan  $U = IR_1 + IR_2 + \dots + IR_n = I \sum_{i=1}^n R_i$ ,  $R = \sum_{i=1}^n R_i$  umumiy qarshilik ayrim qarshiliklarning arifmetik yig'indisiga teng. Shunga ko'ra, umumiy qarshilik har bir qarshilik bo'yicha turlicha taqsimlanadi. Umumiy qarshilik har bir o'tkazgich qarshiliklarining yig'indisiga teng.

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (5)$$

O'tkazgichlar parallel ulanganda (4b- rasm), kuchlanishning pasayishi bir xil

bo'ladi. Om qonunidan  $I_1 = \frac{U}{R_1}, I_2 = \frac{U}{R_2} \dots$  umumiy qarshilik quyidagi ifodaga ko'ra aniqlanadi.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (6)$$

Demak, o'tkazgichlar parallel ulanganda umumiy qarshilik kamayar ekan.

Kuchlanish qo'yilgan bir jinsli o'tkazgichni ko'rib chiqaylik. Shu o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan vaqt davomida zaryad o'tadi. Zaryadning ko'chishi EYuK yoki maydon hisobiga bo'lib bunda bajarilgan ish  $dA = Udq$  (7) ifoda bo'yicha aniqlanadi. Agar o'tkazgichning qarshiligi  $R$  ga teng bo'lsa, Om

qonuniga ko'ra  $dA = I^2 R dt = \frac{U^2}{R} dt$  bo'ladi. Endi quvvat tushunchasi ustida

to'xtalamiz. Bundan  $N = \frac{dA}{dt}$  ma'lumki,

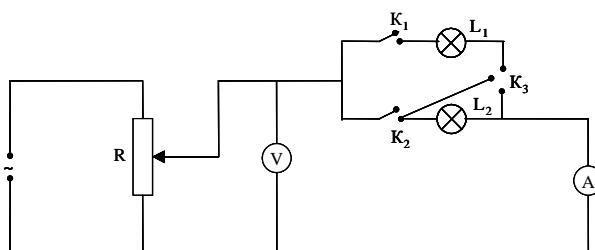
$$N = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R} \quad (8)$$

(7) va (8) ifodalar yordamida tokning quvvatini topish mumkin. Agar tok kuchi Amperda, kuchlanish Voltda qarshilik Om da o'lchansa, tokning ishi Joulda, tokning quvvati Vattlarda o'lchanadi. Elektr toki qo'zgalmas metall o'tkazgichdan o'tayotgan bo'lsa, bajarilgan ishning hammasi o'tkazgichni isitishga sarflanadi. Energiyaning saqlanish qonuniga asosan  $dQ = dA$ . Shunday qilib ajralayotgan issiqlik miqdori uchun

$$dQ = UIdt = \frac{U^2}{R} dt \quad (9)$$

(9) ifoda Joule-Lens qonunini ifodalovchi tenglamadir. O'tkazgichdan tok o'tayotganda issiqlik ajralish sababini klassik nazariyaga ko'ra sodda qilib shunday tushuntirish mumkin. Tartibli harakat qiluvchi elektronlar o'z tartibli tezliklarini ionlar bilan to'qnashish natijasida yo'qotishlari yuqorida aytib o'tilgan. Tartibli tezlikni yo'qotish bilan ekvivalent ekanligini eslasak, ionlarga muttasil energiya berib turar ekan, degan xulosaga kelish mumkin. Bu energiya issiqlik energiyasi tarzida metallardan ajralib turishi Joule-Lens qonunini sifatiiy izohlashga imkon beradi.

Ushbu laboratoriya ishida cho'g'lanma lampochkalarining qarshiligi, quvvati va lampochka ichidagi sim tolasining tok o'tayotgan paytdagi harorati aniqlanadi. 5- rasmda tajribaning elektr sxemasi tasvirlangan. Bu yerda  $R$  potentsiometr bo'lib, uning yordamida voltmetr (V) dagi kuchlanish va ampermetr (A) orqali o'tayotgan tok kuchi qiymati o'zgartirib turiladi.  $L_1$  va  $L_2$  cho'g'lanma lampochkalar  $K_1$ ,  $K_2$  va  $K_3$  kalitlar yordamida lampochkalarini elektr zanjiriga alohida-alohida, ketma-ket va parallel ulash mumkin.



5- rasm



Ishni bajarishda har bir lampochka hamda lampochkalarining ikkovini ketma-ket va parallel ulashdagi V voltmetrning, shuningdek A ampermetrning ko'rsatishlari yozib boriladi. Lampochkaning cho'g'lanish haroratini aniqlash uchun, qarshilikning absolyut haroratga bog'liqlik formulasidan foydalanamiz.

$$R_t = R_0 \alpha T \quad (10)$$

(10) formulani haroratning ikki xil qiymati uchun yozib

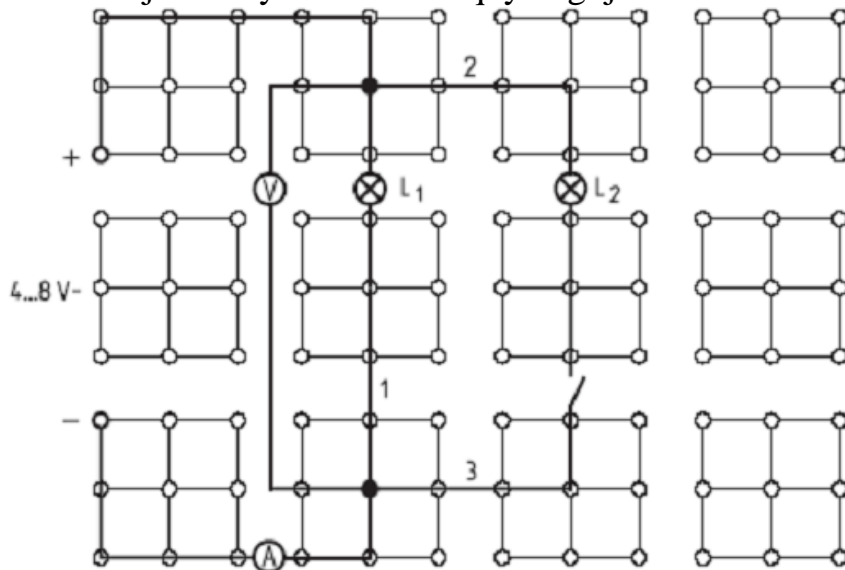
$$R'_t = R_0 \alpha T_1 \quad \text{va} \quad R''_t = R_0 \alpha T_2 \quad (11)$$

formulalarni olamiz. Bu yerda  $T_1$  - xona harorati,  $T_2$  - lampochkaning cho'g'lanish harorati,  $\alpha$  - qarshilikning harorat koeffitsenti,  $R'_t$  va  $R''_t$  shu haroratlarga mos keluvchi lampochka tolasining qarshiliklari,  $R_0$  - lampochka tolasining  $t=0^\circ\text{S}$  haroratdagi qarshiligi. Formulalarning o'zaro nisbatini olsak, quyidagi formulaga ega bo'lamiz:

$$R''_t = R'_t \frac{T_2}{T_1} \quad (1)$$

### Ishni bajarish tartibi

1. 5- rasmda tasvirlangan elektr zanjiri yig'iladi. O'lchash va hisoblash natijalarini yozish uchun quyidagi jadval chiziladi.



No	U (V)	I (A)	R (Om)	N (Vt)	T (K)		U (V)	I (A)	R (Om)	N (Vt)	T (K)
1.						1 va 2 lampochka ketma-ket					
2.											
3.											
1.						1 va 2 lampochka parallel ulash					
2.											
3.											

2.  $L_1$  lampochka zanjirga  $K_1$  kalit yordamida ulanib  $K_2$ - ochiq,  $K_3$ -1- holatda bo'ladilar, kuchlanishning 60, 80, 100 va 120 V qiymatlari uchun tok kuchi aniqlanadi.
3. (3) formula yordamida tok kuchi va kuchlanishning har bir qiymati uchun qarshilik hisoblanadi.
4. (8) formula bo'yicha lampochkaning quvvati aniqlanadi.
5. Ommetr yordamida sovuq holdagi xona haroratidagi lampochkaning qarshiligi va termometr yordamida uning absolyut shkala bo'yicha haroratning qiymati aniqlanadi,  $T_1=273 + t$ .
6. (12) formuladan  $R_t''$  ning har bir qiymati uchun cho'g'langan lampochkaning harorati aniqlanadi.
7. Elektr zanjiriga  $L_1$  lampochka  $K_2$  kalit orqali ulanadi ( $K_1$ -ochiq) va 2-6 bandlarda o'tkazilgan tajriba va hisoblashlar takrorlanadi.
8.  $L_1$  va  $L_2$  lampochkalar  $K_1$  kalit yordamida zanjirga ketma-ket ulanadi, bunda  $K_2$ -ochik,  $K_3$  -esa 2-holatga o'tkaziladi  $L_1$  va  $L_2$  lampochkalar  $K_1$  va  $K_2$  kalitlar yordamida zanjirga parallel ulanadi ( $K_3$ -1 holtga o'tkaziladi). So'ngra 2-6 bandlar takrorlanadi va umumiy qarshiliklar topiladi.

## 5- LABORATORIYA ISHI

### O'TKAZGICHNING QARSHILIGINI O'ZGARMAS TOK KO'PRIGI YORDAMIDA ANIQLASH

**Ishning maqsadi:** Tarmoqlangan elektr zanjirlari qonuniyatlarini o'rganish va Uitston ko'prigi yordamida noma'lum qarshilikni aniqlash

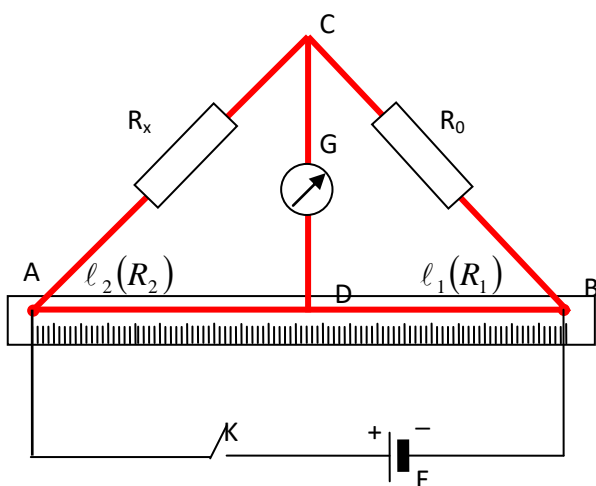
**Kerakli asbob va materiallar:** Reoxord, galvanometr, qarshiliklar magazini, noma'lum qarshiliklar to'plami, tok manbai, kalit va ulovchi simlar.

#### Nazariy qism

Qarshilikni aniq o'lchash usullaridan biri tokning tarmoqlanish qonuniga asoslangan. Shu qonunga asoslanib ishlaydigan qurilma *Uitston ko'prigi* deb ataladi. Uitston ko'prigi sxemasi (3.1-rasm) noma'lum qarshilik  $R_X$  ni ma'lum qarshilik (qarshiliklar magazini) yordamida aniqlashga imkon beradigan sxema hisoblanadi. Uitston ko'prigi E-galvanik elementga ulangan zanjir A tugundan

boshlab tarmoqlanadi (3.1-rasm).

Bu zanjirning bir qismini ketma-ket o'langan ikkita  $R_X$  va  $R_0$  qarshiliklar tashkil qiladi. Ikkinchi qismi esa santimetrlarga bo'lingan, uzunligi 1 metr bo'lgan chizg'ichga tortilgan nikelin yoki solishtirma qarshiligi katta bo'lgan boshqa qotishmadan tayyorlangan bir jinsli AB –sim (reoxord) dan iborat.



1 – rasm

G –galvanometrning bir uchi  $R_X$  va  $R_0$  qarshiliklar o'zaro ulangan C nuqtaga ikkinchi uchi reoxord bo'ylab sirpanuvchi D jilgichga ulangan bo'ladi, hamda bu jilgich AD va DB qismlarning  $R_1$  va  $R_2$  qarshiliklari nisbatini o'zgartira oladi va shu tarzda ko'prikn muvozanat holatiga keltira oladi.  $\varphi_C = \varphi_D$  bo'lganda galvanometr strelkasi nolni ko'rsatadi, ko'prikn muvozanat holatida bo'ladi. Bu muvozanat holat uchun qo'yidagi munosabat o'rinalidir.

$$\frac{R_X}{R_0} = \frac{R_1}{R_2} \quad (3.1)$$

Yuqoridagi munosabatni isbotlash uchun Kirxgof qonunlaridan foydalanamiz.

1. Tarmoqlangan zanjir tugunida uchrashuvchi toklarning algebraik yig'indisi nolga teng:  $\sum_{i=1}^n I_i = 0$

Tugunga kiruvchi toklarni musbat undan chiquvchi toklarni manfiy deb hisoblab, qo'yidagilarni hosil qilamiz.

$$\text{C tugun uchun} \quad I_1 - I_3 - I_G = 0$$

$$\text{D tugun uchun} \quad I_G - I_2 - I_4 = 0$$

2. Har qanday berk tarmoqda zanjirning tegishli qismlaridagi tok kuchi bilan qarshiligi ko'paytmasining algebraik yigindisi shu konturda uchraydigin E.YU.K. yig'indisiga teng.

Sxemadagi mustaqil

ACDA tarmoq uchun

$$I_1 R_X + I_G R_G - I_2 R_1 = 0$$

BDCB tarmoq uchun

$$I_3 R_0 + I_4 R_2 - I_G R_G = 0$$

Muvozanat shartiga ko'ra

$$I_1 = I_3$$

$$I_2 = I_4$$

$$I_1 R_X = I_2 R_1$$

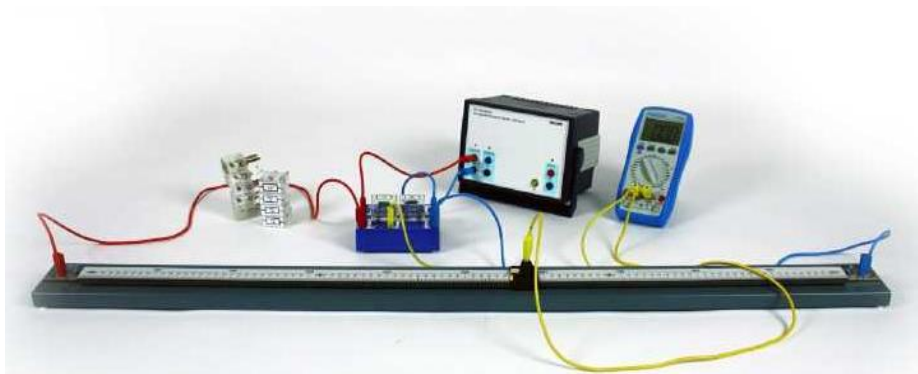
$$I_3 R_0 = I_4 R_2$$

ifodadan  $\frac{R_X}{R_0} = \frac{R_1}{R_2}$  ni hosil qilamiz. Zanjirning AD va DB qism qarshiliklari uning uzunligi  $l_1$  va  $l_2$  ga proporsional bo'lganligi uchun oxirgi ifodadan  $R_X$  ni qo'yidagicha topish mumkin.

$$R_X = R_0 \frac{l_1}{l_2} \quad (3.2)$$

### Ishning bajarish tartibi

1. 3.1-rasmdagi sxemani o'rganing va yig'ing.

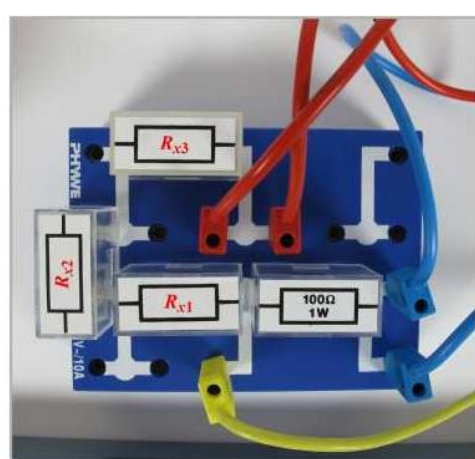
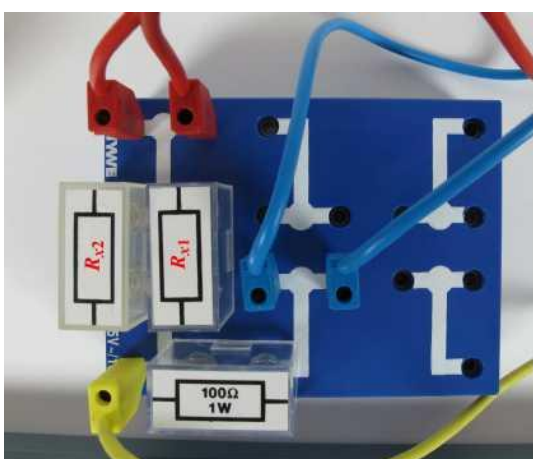
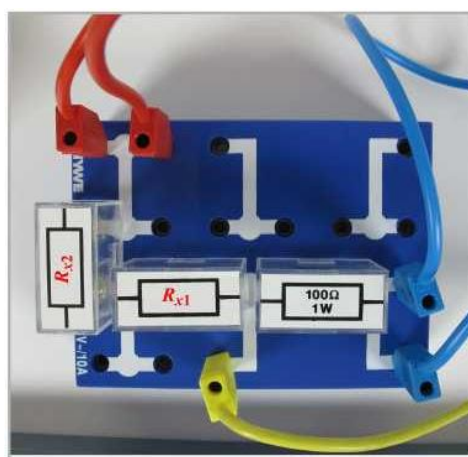
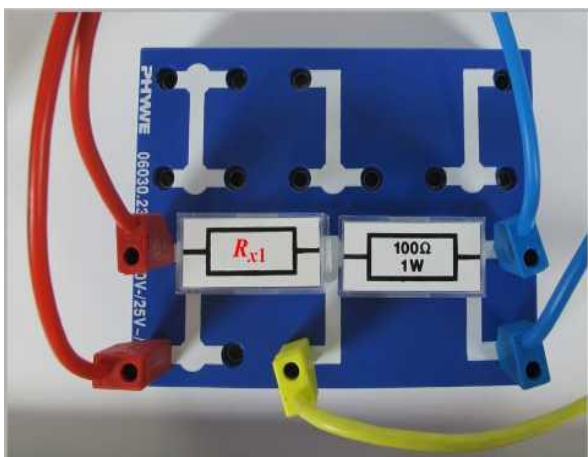


2. Qo'zg'aluvchan tugun D jilgichni reoxord yelkalarining o'rtasiga qo'yib, ma'lum qarshilik  $R_0$  shunday tanlab olinadiki, natijada galvonometrda deyarli tok bo'lmasin.
3. Tugun D ni chap yoki ung tomonga so'rib, galvanometr strelkasi «0» ga keltiriladi. Sungra reoxord yelkalarining  $l_1$  va  $l_2$  uzunliklari yoziladi.
4. Ma'lum qarshilik  $R_0$  ni o'zgartirib, tajriba uch marta takrorlanadi va natijalar jadvalga yozib olinadi

15-jadval

№	O'lchashlar			Hisoblashlar		
	$R_0$ (Om)	$l_1$ (sm)	$l_2$ (sm)	$R_x$ (Om)	$\Delta R_x$ (Om)	$\varepsilon$ (%)
1						
2						
3						
0'r.q						

5. Noma'lum qarshilik  $R_x$  (3.2) formulaga qo'yib hisoblanadi. Absolyut va nisbiy xatoliklar topiladi.
6. Yuqorida bajarilgan ishlar qarshiliklar ketma-ket va parallel ulangan hollar uchun ham takrorlanadi. Ketma-ket va parallel holda hisoblangan tajriba natijalari nazariy yo'l bilan hisoblangan natijalar  $R_{K.K} = R_{X1} + R_{X2}$  va  $R_{PAR} = \frac{R_{X1} \cdot R_{X2}}{R_{X1} + R_{X2}}$  bilan solishtiriladi.



7. Olingan natijalar va hisoblashlar 3.2-jadvalga kiritiladi.

16-jadval

Ulash tartibi	№	O'lchashlar			Hisoblashlar		
		$R_0$ (Om)	$l_1$ (sm)	$l_2$ (sm)	$R_x$ (Om)	$\Delta R_x$ (Om)	$\varepsilon$ (%)
Ketma-ket	1						
	2						
	3						
	O'r.						
Parallel	1						
	2						
	3						
	O'r.						

### Nazorat savollari.

1. Kirxgof qonunlaridan foydalanib ko'priknig muvozanat tenglamasini keltirib chiqaring.
2. O'tkazgichning qarshiligi uning birligi va solishtirma qarshilik haqida ma'lumot bering.

3. O'tkazgichlar parallel va ketma-ket ulanganda umumiy qarshilik qanday topiladi.
4. Tok manbalari va ularni tasniflovchi kattaliklar haqida ma'lumot bering.

## 6- LABORATORIYA ISHI.

### YER MAGNIT MAYDON KUCHLANGANLIGINI GORIZONTAL TASHKIL ETUVCHISINI ANIQLASH

**Ishning maqsadi:** Yerni magnet parchasiga qiyos qilish va uni sirtida maydon kuchlanganligini meridiani bo'ylab tashkil etuvchisini topish.

**Kerakli asbob va materiallar:** Universal tok manbai, reostat, 100 Om, 1,8 A raqamli teslametr, Xoll datdichgi, raqamli multimetr, magnetometr

#### Nazariy qism

Yerni qutblari geografik qutblarda joylashgan katta magnet deb qabul qilish mumkin. Shimoliy geografik qutbda magnet maydonining janubiy qutbi S, janubiy geografik qutbda esa shimoliy magnet N qutbi joylashgan. Yer magnet maydoni uning markazida joylashgan "ab" dipol magnet maydoni bilan to'g'ri keladi. Yer magnet maydoni ekvatorida gorizonttal (V nuqtada) magnet qutblarida esa (A nuqta) vertikal yo'nalgan bo'lib Yer sharining boshqa nuqtalarida esa Er magnet maydoni qandaydir burchak ostida (K nuqta) yo'nalgan (1- rasm).

Yer magnet maydoni kuchlanganligi uncha katta bo'lmasa ham u juda keng tarqalganligi sababli uning energiyasi juda kattadir. Bunday kuchlanganlikni hosil qilish uchun Yer ekvatoriga o'ralgan simdan 660 mln amper kattalikdagi tokni o'tkazish kerak bo'ladi. Yer sirtidagi magnet maydon kuchlanganligi ekvatoran qutbga qarab 33,4 dan 55,7 A/m gacha ortib boradi .



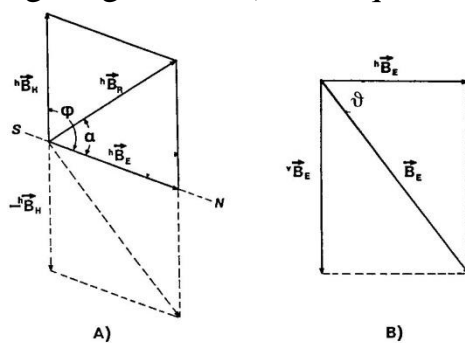
### 1-rasm. Qurulmani yig'ish va o'rnatish

Yer magnit maydoni kuchlanishning  $H$  gorizongal tekislikdan proeksiyasiga, *Yer magnit maydonining gorizontal tashkil etuvchisi*  $H_e$  deyiladi. Shu tashkil etuvchi yo'nalishini magnit meridiani yo'nalishini deb qabul qilingan. U orqali o'tuvchi tekislikka magnit meridian tekisligi deyiladi. Faqatgina vertikal o'q atrofida aylana oladigan magnit strelkasi gorizotal tekislikda Yer magit maydoni gorizontal tashkil etuvchisi ( $H_e$ ) ta'sirida og'a oladi. Magnit strelkasining bu xususiyatidan tangens-galvonometrda  $H_e$  topishda foydalaniladi. Tangens-galvanometr o'ramlar soniga teng radiusi  $r$  - bo'lgan yassi vertikal g'altakdan iborat. G'altak radiusi va o'ramlar soni tangens-galvanometrda ko'rsatilgan bo'ladi. G'altak markazidagi gorizontal teskislikda kompas joylashgan. G'altakdan tok o'tmaganda kompas strelkasi Yer magnit meridian NS bo'yicha joylashadi. G'altakning vertikal o'q atrofida aylantirish bilan magnit meridinani tekisligi bilan g'altak tekisligini ustma-ust tekshirish mumkin.

Agar g'altakni shunday o'rnatib, undan tok yuborsak, magnit strelkasi qandaydir  $\alpha$  - burchakka beriladi. Bu hodisa magnit strelkasiga ko'rsatiladigan ikki maydon ta'siri bilan izohlanadi. Bular

1. Yer magnit maydonining gorizontal tashkil etuvchisi  $H_e$
2. Tok orqali vujudga kelgan  $H$  dir.

Shu maydonlar ta'sirida magnit strelkasi shunday muvozanat holatini egallaydiki, ikki maydon teng ta'sir etuvchisi, strelka qutblarini tutashtiruvchi chiziq bilan ustma-ust tushadi. 2- rasmda Yer magnit meridiani (NS) ning yo'nalishi, A va B g'altak o'ramining gorizontal tekislikdagi kesimi,  $N_1S_1$ -g'altak markazida o'rnatilgan kompas magnit strelkasi,  $H_e$ -Yer magnit maydoni gorizontal tashkil etuvchisining vektori,  $H$ -g'altakdan o'tayotgan tok vujudga keltirilgan magnit maydoni kuchlanganligining vektori (norma qoidasi bilan aniqlanadi).



2-rasm bo'yicha Yer magnit maydoni kuchlanganligining gorizontal tashkil etuvchisi

$$H_e = \frac{H_0}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (7.1)$$

Agar g'altak tok manbaiga ulansa, Bio-Savar-Laplas qonuniga ko'ra, uning markazidagi magnit maydon kuchlanganligi kuchlanganligi

$$H_0 = \frac{nI}{2r} \quad (7.2)$$

ifoda bilan aniqlanuvchi magnit maydonni hosil qiladi. Bu ifodani (1) ifoda orqali quyidagicha yozamiz :

$$H_e = \frac{In}{2r \operatorname{tg} \alpha} = C \frac{I}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (7.3)$$

bu yerda  $C = \frac{n}{2r}$  - tangens-bussol doimiysi deb ataladi. Ma'lum bir geografik kengliklar uchun  $H_e$  o'zgarmas miqdor. (Toshkent uchun  $H_g = 0.25537$  ersted = 20.33 A/m, 1 ersted = 79,6 A/m )

O'lchashlarning o'rtacha nisbiy xatoligini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\varepsilon = \left[ \frac{\Delta I}{I} + \frac{\Delta r}{r} + 2 \frac{\Delta \alpha}{\sin^2 \alpha} \right] \cdot 100\%$$

### Ishni bajarish tartibi

- 1- rasm elektr zanjir yig'iladi. Bunda QU–qayta ulagich, R–reostat, A–ampermetr, B – o'zgarmas tok manbai, K – kalit.
- Tangens-bussolni burib, uning tekisligi NS tekisligi bo'yicha joylashtiriladi, ya'ni u yer magnit maydoni meridianida joylashsin (bunda strelka ko'rsatkichining bir uchi  $0^0$  ni, ikkinchi uchi  $180^0$  gradusni ko'rsatadi).
- Elektr zanjiri tekshirilib, tok manbaiga ulanadi.
- Reostat yordamida turli xil tok qiymatlari berilib, ko'rsatkich og'ishi yozib olinadi.
- Har bir o'lchash uchun yer magnit maydon kuchlanganligining gorizontall tashkil etuvchisi hisoblanadi.
- O'lchangan va hisoblangan kattaliklar quyidagi jadvalga kiritiladi.

7.1- rasm

№	Tangens-bussol doimiysi : n = ..... o'ram , r = ..... m					
	I , ( A )	$\alpha , ( ^0 )$	tg $\alpha$	$H_e$ (A/m)	$\Delta H_e$ (A/m)	$\varepsilon , (%)$
1						
2						
3						
...						
O'r.q						

### Nazorat savollari

- Tangens–galvanometr qanday tuzilgan va nima maqsadlarda qo'llaniladi?
- Yer magnit maydon kuchlanganligining gorizontall tashkil etuvchisi deb nimaga aytiladi?
- Aylanma tok uchun Bio–Savar–Laplas qonunini yozing.
- Yerning magnit maydonini xarakterlab bering.
- Magnit maydon kuchlanganligi va uning birliklari ayting.

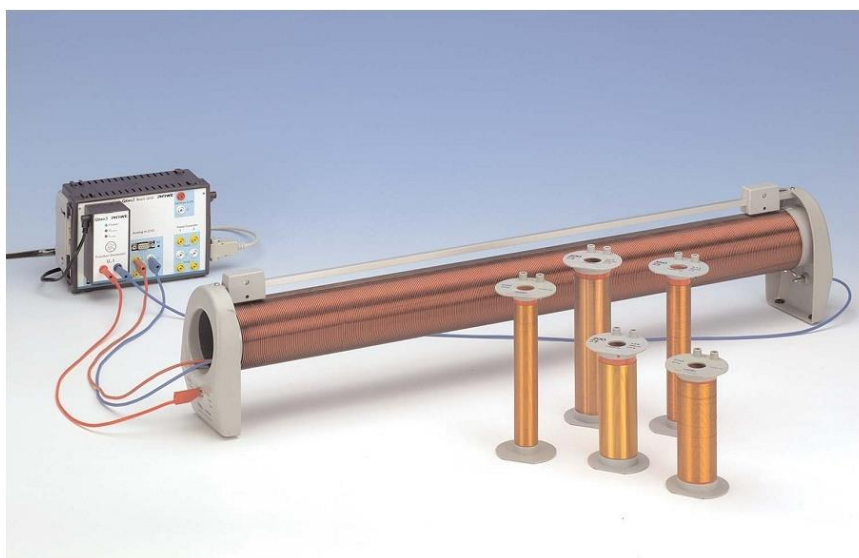


## 7- LABORATORIYA ISHI.

### MAGNIT INDKSIYASI. G'ALTAKNING INDUKSIYA KOEFFISIENITINI ANIQLASH

**Ishning maqsadi:** O'zinduksiya hodisasi haqida tasavvurga ega bo'lish, g'altakning induktivligini o'zakli va o'zaksiz holda o'lchab, natijalarini solishtirish.

**Kerakli asbob va materiallar:** O'zgarmas tok manbai, induktiv g'altak 300,200,150,100 o'ramli, "Koopa -3" o'lchov bloki, ommetr, o'lchov blokining kompyuter bilan ulanadigan RS232 kabeli, ulovchi simlar



#### Nazariy qism

Har qanday berk o'tkazuvchan tarmoqda u ajratib olingan yuzadan o'tayotgan magnit induksiyasi o'zgarganda, tarmoqda elektr toki hosil bo'ladi. Bu hodisa *elektromagnit induksiyasi*, tok esa *induksion tok* deyiladi. Induksion tokning kattaligi magnit induksiyasi oqimi  $\Phi$  ning o'zgartirish usuliga bog'liq bo'lmay, o'zgartirish sur'atiga ya'ni  $\frac{d\phi}{dt}$  ga bogliq. Masalan, tarmoqdan o'tayotgan elektr toki shu kontur o'rab olgan yuzasidan o'tuvchi magnit oqimi hosil qiladi, Tok kuchi o'zgarganda magnit oqimi o'zgaradi, demak, bu o'zgarish ham konturda elektr toki hosil bo'lishiga sababchi E.Yu.K. hosil qiladi. Bu hodisa *o'zinduksiya* deyiladi. Lens qonuniga ko'ra magnit maydon kuchlanganligi uni hosil qiluvchi tokka bogliq, bundan konturdagi tok yoki u hosil qiluvchi magnit oqimi o'zaro proporsional bo'ladi.

$$\Phi = Li \quad (8.1)$$

L-proporsionallik koeffisienti bo'lib, tarmoq induktivligi (o'zinduktivligi) deyiladi. Hosil bo'lgan E.Yu.K.:

$$\varepsilon = -L \frac{di}{dt} \quad (8.2)$$

ifoda bilan aniqlanadi. Manfiy ishora esa Lens qonunidan kelib chiqadi. Shuni ham e'tiborga olish kerakki,  $\Phi$  bilan  $I$  orasidagi chiziqli bog'lanish atrof-muhitning magnit kirituvchanligiga bog'liq. Agar atrof-muhitda ferromagnit modda bo'lsa, yuqoridagi ifodalar murakkab ko'rinishga ega bo'ladi.

Agar  $r = f$  bo'lsa, yuqoridagi formuladan ko'rinadiki,  $\Phi = L$  bo'ladi. Yani kontur orqali o'tuvchi magnit oqimiga teng.

Induktivlik birligi *genri* bo'lib, u zanjirda tok kuchi 1A bo'lganda 1Vb ga teng magnit oqimi hosil bo'ladigan tugunning induktivligidir:  $1Gn = \frac{1Vb}{1A}$

O'zgaruvchan tok zanjirining bir qismi uchun Om qonuniga asosan:

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{R} \quad (8.3)$$

Agar shu qismda induktivlik g'altagi va kondensator ham bo'lsa:

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{L}{\omega C}\right)^2}} \quad (8.4)$$

Faqat induktivlik bo'lganda, keyingi ifoda

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} \quad (8.5)$$

ko'rinishni oladi. Bu yerda:  $I_{ef}$  tokning effektiv qiymati,  $R$  – o'tkazgichning faol (aktiv) qarshiligi,  $U_{ef}$  – kuchlanishning effektiv qiymati,  $\omega$  -burchak chastota,  $Z$  –zanjirning berilgan qismining to'liq qarshiligi bo'lib u quyidagiga teng

$$Z = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$$

bu yerdan induktivlik uchun

$$L = \frac{Z^2 - R^2}{\omega} = \frac{\sqrt{\left(\frac{U_{eff}}{I_{ef}}\right)^2 - R^2}}{\omega} \quad (8.6)$$

ifodani topish mumkin, bu yerda  $\omega = 2\pi\nu$  ga teng  $\nu$  -tarmoq chastotasi. Bizning elektr tarmoqlarimizda chastota 50 Gs bo'lganligi sababli,  $\omega=314 \text{ sek}^{-1}$

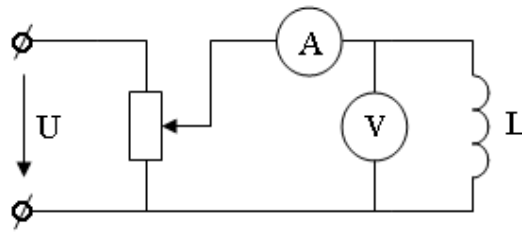
Bu ishda g'altakni qarshiligi o'zakli va o'zaksiz holda ommetr, voltmeter va ampermetr yordamida o'lchab olinib, natijalar solishtiriladi. G'altakni o'zakli va o'zaksiz holdagi induktivligi natijalari keltiriladi.

### Ishni bajarish tartibi

1. Ommetr yordamida doimiy tokka bo'lgan g'altakni qarshiligini o'lchab olinadi.

2. 8.1- rasmdagi zanjir yigilib, reostat orqali kuchlanishni har – xil qiymatlari uchun o'zakli, o'zaksiz holda tok kuchi o'lchanib, jadval to'ldiriladi. (kamida 3 marta).

3. Oxirgi formula orqali induktivlik hisoblanib, absolyut va nisbiy xatoliklar topilib, quyidagi jadval to'ldiriladi:



1- rasm

1-jadval

O'zakli						O'zaksiz					
I	U	R	L	$\Delta L$	$\varepsilon$	I	U	R	L	$\Delta L$	$\varepsilon$

### Nazorat savollari

1. O'zinduksiya hodisasini tushuntiring.
2. Induktivlik va uning birligi.
3. Lens qonuni.
4. O'zgaruvchan va o'zgarmas tok turlari uchun Om qonuni.
5. Induktivlikni hisoblash formulasini tushuntiring.

## 8 - LABORATORIYA ISHI.

### TOKLI O'TKAZGICH ATROFIDAGI MAGNIT MAYDONI O'RGANISH

**Maqsad:** Ikki qo'shni to'g'ri sim oralardan biri orqali oqadigan tok ularning atrofida magnit maydon hosil qiladi. Magnit maydonining o'tkazuvchanlik masofasiga va uning oqimiga bog'liqligi aniqlash.

**Kerakli asbob va materiallar:** teslametr, voltmetr (multimetr), tok manbai 15V(AC) 12V(DC)/5A, Xoll datchigi, transformator, o'lchov shkalasi, namuna, ulovchi simlar

### Nazariy qism

Elektrostatik maydon energiya xarakteristikasi - E kuchlanganligi vektori bilan belgilanadigan statsionar maydon atrofida paydo bo'ladi. Harakatlanadigan zaryadlar atrofida (elektr toki) magnit maydon deb ataladigan kuch maydoni

mavjud. Magnit maydon elektromagnit maydonning ajralmas qismidir. Magnit maydonining o'zgarishi natijasida elektr maydon hosil bo'ladi.

Magnit maydoni ma'lum bir kuch bilan (Lorens kuchi) harakatlanadigan elektr tokiga ta'sir qiladi. O'zgaruvchan magnit maydon atrofida o'zgaruvchan elektr maydonini hosil qiladi, ya'ni, bu sohalar bir-biri bilan bog'liq bo'lib, o'zgarib, biri o'zgarishidan ikkinchisi hosil bo'ladi. To'g'ri o'tkazgichning atrofida magnit maydonning mavjudligi magnit maydoni yordamida aniqlanadi. Agar siz oqim yo'nalishini o'zgartirsangiz, strelka teskari yo'nalishda aylanadi.

Agar chiziq bo'ylab metall o'tkazgich tik bo'lsa, kuch yo'nalishlarining rasmi kuzatilishi mumkin.

To'g'ri chizikli tokning magnit maydon kuch chiziqlari markazi to'g'ri chiziqda yotgan aylanalardan iborat. Aylanalarning kuch chiziqlarining yo'nalishi "Parma qoidasi"ga binoan aniqlanadi.

Magnit maydonning biror nuqtadagi kuch ta'siri magnit maydonni induksiya vektori  $B$  kattalik bilan aniqlanadi.

Magnit maydonning induksiya vektori ushbu formula yordamida aniqlanadi:

$$|B| = \frac{|F_{max}|}{I \cdot l}$$

bu erda  $l$  - magnit maydonidagi o'tkazgich uzunligi,  $I$  tok kuchi,  $F_{max}$  - Amper kuchining maksimal qiymati.

Sida magnit induksiyaning o'lchash birligi Tesla (T) hisoblanadi.

1 Tesla bir birlik uzunlikdagi o'tkazgichdan 1A tok o'tganda Amper kuchi 1 N ga teng bo'ladi.

Tokli o'tkazgich, sohaning yo'nalishi bo'yicha perpendikulyar, 1A ning o'tkazgichdagi oqimi:

$$1 \text{ Tл} = 1 \frac{\text{H}}{\text{A} \cdot \text{m}}$$

Yuqorida aytib o'tilganidek, dvigatel atrofidagi vertikal tekislikda to'kilgan temir parchalari konsentrik yopiq doiralarda joylashib qoladi. Buni vektor aylanishi haqidagi teoremdan foydalanib tushuntiramiz.

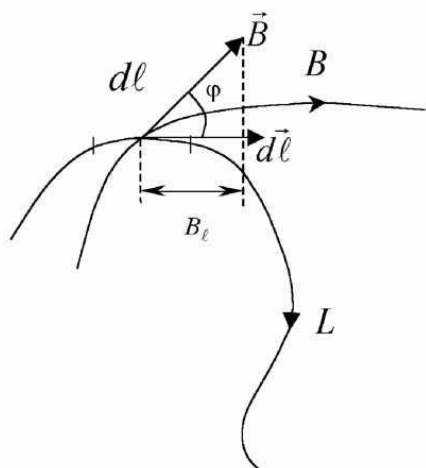
Harakatlanuvchi toklar va oqim tizimlarining maydonlarini aniqlash usuli vektor maydonlarining matematik xarakteristikasini - vektorning aylanishi  $dl$  ning kiritilishiga asoslangan.

Vektorning kontur elementi bo'yicha elementar aylanishi  $dl$ :

$$(\vec{B}, \vec{dl}) = B \cdot \cos\varphi \cdot dl = B_1 dl, \quad \vec{B} \perp \vec{dl}. \quad \text{Vektor kontur bo'ylab tarqalishi } L$$

1):  $\int_L (\vec{B}_1, \vec{dl})$ . Bu kontur  $L$  ning elementi

$B$  vektorining proeksiyasi (1- rasm).



1-rasm

1- rasm.  $B_t$  Vektorning aylanishi yo'nalishi, 2- rasm. Vektor rotorining aylanishi yo'nalishi

magnit maydoni chizig'iga to'g'ri keladigan konturni tanlaymiz. Keyin vektor konturga tegib boruvchi qism bilan birga yo'naltiriladi.

Vektorning aylanishi haqidagi teorema: Vektorning har qanday yopiq kontur bo'ylab aylanishi, kontur L bilan chegaralangan S magnit maydoniga (SI tizimida) ko'paytiriladigan oqimlarning algebraik yig'indisiga teng bo'ladi.

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 \int_A \vec{j} \cdot d\vec{a} \quad (1)$$

Umumiy holda:  $I = \iint_S j dS$  bu erda j - tok zichligi, dS - bu o'tkazgichning ro'ndalang kesimidir.

Differensial rasmda bir vektorning aylanish teoremasi quyidagicha ifodalanadi:

$$\text{rot} \vec{B} = \mu_0 \cdot \vec{j} \quad (3)$$

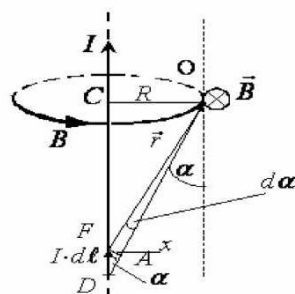
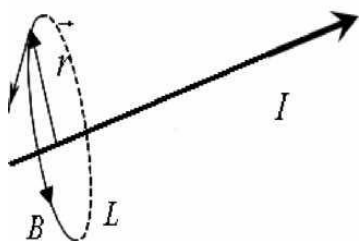
Bu yerda, j - tok zichligi  $\mu_0$  - magnit maydon doimiysi

Aylanish teorema quyidagi fizik ma'noga ega:

1. Magnit maydonning induksiya kuch chiziqlari berk chiziqlardir
2. Magnit maydonni faqat harakatdagi zaryadlar vujudga keltiradi.
3. Magnit maydon induksiya vektori sirkulyatsiyasi noldan farqli bo'lib, bu uni uyurmali maydon ekanligidan darak beradi.

$$B \oint_L dl = B \cdot 2\pi \cdot r = \mu_0 \cdot I \quad (4),$$

$$\oint_L dl = 2\pi \cdot r \quad (5).$$



2-rasm

3- rasm. Rouming teoremasi asosida oqimning magnit maydonini hisoblash. 4- rasm.

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2I}{r} \quad (6)$$

Oqim bilan to'g'ridan to'g'ri tokli o'tkazgichlar magnetostatik maydoni. Magnit induksiya vektori 4- rasmdagi "bizdan" samolyotga perpendikulyar yo'naltirilgan. Biot-Savar-Laplas qonuniga muvofiq

$$\left. \begin{aligned} d\vec{B} &= \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{[I \cdot d\vec{l} \cdot \vec{r}]}{r^3} \\ d\vec{B} &= \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot dl \cdot \sin\alpha}{r^2} \end{aligned} \right\}$$

Tog'ri burchakli uchburchaklardan SOG va FDA quyidagilardir:

$$\left. \begin{aligned} \sin\alpha &= \frac{R}{r}, \\ x &= dl \cdot \sin\alpha, \\ x &= r \cdot d\alpha \\ r &= \frac{dl \cdot \sin\alpha}{d\alpha} \end{aligned} \right\} (8)$$

$$\sin\alpha = \frac{R}{r} = \frac{R \cdot d\alpha}{dl \cdot \sin\alpha} \rightarrow dl = \frac{R \cdot d\alpha}{\sin^2\alpha}$$

Qiymati (10) dan (9) ga almashtirgandan so'ng, quyidagilarga erishamiz:

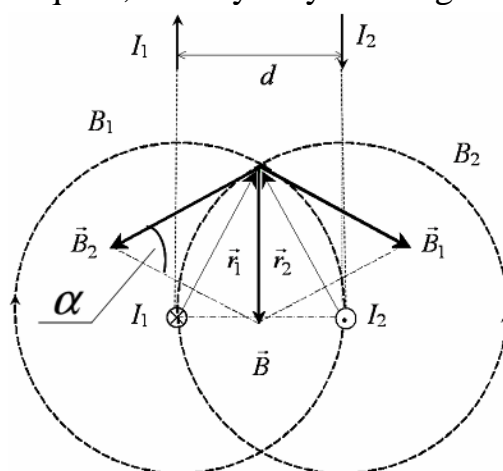
$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot dl \cdot \sin\alpha}{r^2} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot d\alpha \cdot \sin\alpha}{R} \quad (9)$$

Biz olingan burchakka  $\alpha$  ning burchakka nisbatan birlashtirilishini va sonlu uzunlikdagi oqim bilan o'tkazgich magnitining indiksiyasini hisoblash uchun formulani hosil kiritamiz:

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{R} \cdot (\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2) \quad (10).$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2I}{R} \quad (11).$$

Agar fazoning hamma nuqtalarida magnit induksiya vektorlari kattaligi va yo'nalishi bo'yicha teng bo'lib qolsa, bunday maydon teng kuchli deyiladi.



### 5. rasm. Ikki parallel o'tkazgichning magnit maydonini hisoblash

Tokli o'tkazgichlar oqimlari magnit maydonlarni hosil qiladi, ularning oqim kuchi oqimlarni o'rab turgan doiralarni ifodalaydi (6- rasm). Magnit kuchlarining burilish yo'nalishlari o'ng parma qoidasi bilan belgilanadi. Magnit induksiya vektorlari mos

keladigan kuch yo'nalishlariga urinma va shuning uchun radius vektorlariga perpendikulyar Magnit induksiya vektorlarining modullari va Bio-Savar-Laplas qonuni mavjud:

$$B_1 = \frac{\mu_0 \cdot 2I_1}{4\pi r_1} \quad B_2 = \frac{\mu_0 \cdot 2I_2}{4\pi r_2} \quad (12)$$

Natijada olingan magnit maydonni induksiya prinsipi quyidagicha belgilanadi:

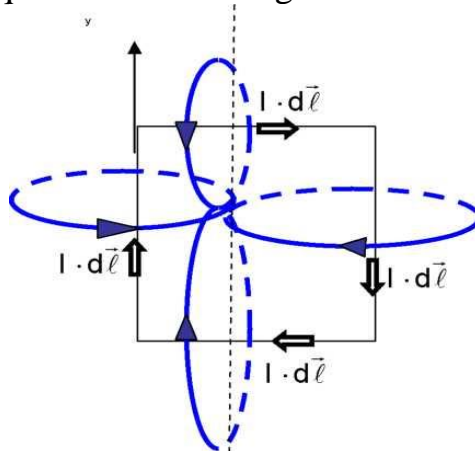
$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 \quad (13)$$

Vektorli B ning soni qiymati kosinuslar teoremasi tomonidan aniqlanishi mumkin:

$$B^2 = B_1^2 + B_2^2 - 2B_1 \cdot B_2 \cdot \cos\alpha \quad (14)$$

$$r^2 = r_1^2 + r_2^2 - 2r_1 \cdot r_2 \cdot \cos\alpha \quad (15)$$

6- rasmda ramka ichida paydo bo'lgan magnit maydonning modeli ramkaning yon tomonlarida oqayotgan oqimlardan ko'rsatilgan.

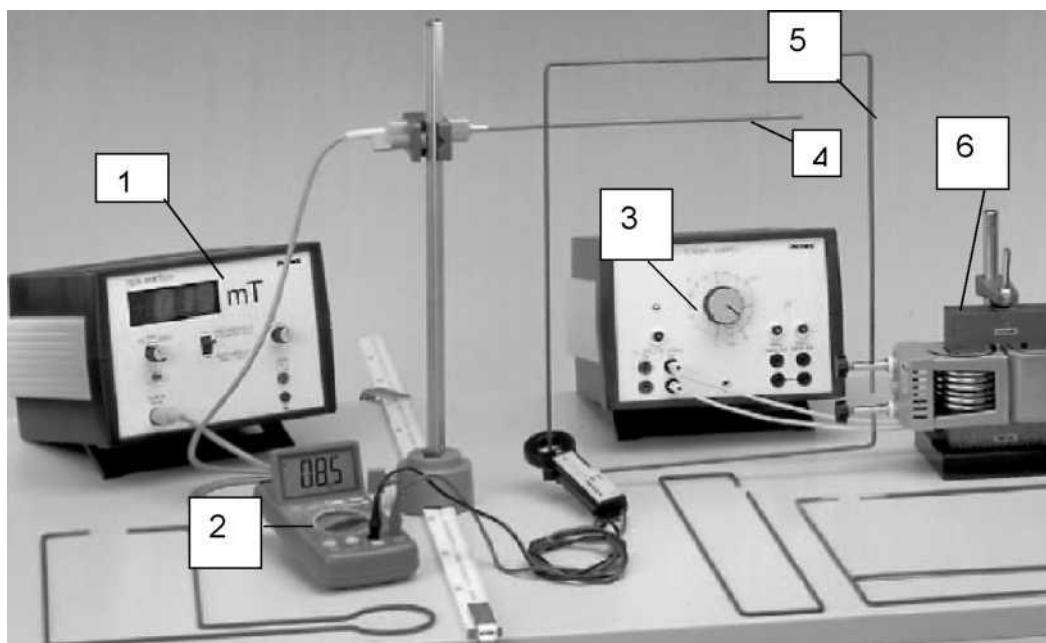


**6- rasm.** Chiziqning har bir tomoni bo'ylab tok kuchi I va l uzunlikdagi magnit maydonning yo'nalishlari.

Ushbu rasmdan ko'rinib turganidek, kuchning barcha yo'nalishlari tanlangan nuqtada bir xil yo'nalishga ega. Ularning har biri ramkaning tekisligiga perpendikulyar, shuning uchun paydo bo'lgan vektor xuddi shu tarzda yo'naltiriladi

$$\vec{B}_{\text{pes}} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 + \vec{B}_4 \quad (16)$$

**Eksperimental qurilmaning tuzilishi.** 7 - rasmda ko'rsatilgan



7- rasm. **qurilmaning tuzilishi.**

1- teslameter, 2 voltmetr (multimetre), 3- universal tok manbai, 4-Xoll datdichigi  
5-namuna, 6-transformator.

Magnit maydoni Xoll datdichigi bilan o'lchanadi.

### **Ishni bajarish tartibi**

1. Ishlarni bajarishda xavfsizlik qoidalariga rioya qilish kerak (Elektr jihozlarini mustaqil ravishda o'lchash tizimida yoqish taqiqlanadi).

Transformatorga tok manbaini ulang.

2. Qarshilikni hisoblang,

Tokli o'tkazgichlar qarshilik,  $L$  - Tokli o'tkazgichlar uzunligi,

3. Multimetr orqali o'rnatiladigan transformatorga kuchlanishni ulang. transformatorning sariqlari ( $N_2 = 6$  marta,  $N_1 = 140$  o'ram).

4. Om qonuniga binoan magnit oqimi qiymatini hisoblang (14).

5. Shupning holatini chap kvadratching oldida 5 mm masofada joylashtiring. Shupni ramkaning o'ng tomoniga o'tkazing va 5 mm masofani saqlab turing (chap o'tkazgichda bo'lgani kabi). Shupni chap o'tkazgichdan chap tomonga 6 sm masofada joylashtiring. Shupni gorizontaal chiziq bo'ylab o'tkazgich (1 sm qadam) bo'ylab o'tkazgichga yo'naltiring, teslametr bo'yicha  $B$  qiymatini yozing.

6. Shupni chap o'tkazgichdan o'ng tomonga (3 sm qadam) qo'ying, ramkaning butun tekisligidan o'tib,  $B$  ning qiymatini yozing. Shupni o'ng chiziqdan o'ngga 1 sm qadamdan 6 sm masofaga o'tkazish uchun  $B$  qiymatlarini yozing.

7. Shupni holatini o'tkazgichning chap tomoniga 1 sm masofada joylashtiring.  $B$  qiymatini yozing. Ramkadagi kuchlanishning qiymatini o'zgartirib, oqim oqimining qiymatini (14) formulaga qo'llagan holda,  $B = f(I)$  miqdoriga bog'liqligini oling.

8. Ma'lumotlarni 1, 2 va 3 jadvallarda yig'ing.



Namunalar ma'lumotlari. 1-jadval.

№	Namunaning uzunligi (m)	Namuna diametri (m)	Materialning solishtirma qarshiligi ( $O_M \cdot m$ )	Namuna qarshiligi $R (O_M)$

2-jadval.

O'lchov natijalari.

№ п/п	Shup bilan chizg'ich orasidagi masofa (r)	Teslametr ko'rsatgichi (Тл).	Kuchlanish (B)	$U_{np}$	Namunadagi kuchlanish $U (B)$	Namunadagi tok kuchi (mA)
1						
2						
20						

Eslatma: Jadvalning mazmuni va rasmi alohida topshiriq bo'yicha bajarilgan o'lchovlarga mos kelishi kerak.

Eksperimental natijalarni qayta ishlash.

- 3-bo'limning 2-bandiga binoan namunadagi qarshilik qiymatini hisoblang.
- Formuladan foydalanib (14) namunadagi tokning qiymatini hisoblang.
- 5-bo'limning 5-qismida o'lchaganidek, probaning magnit maydonining o'lchamining o'zaro almashish maydoniga oxirgi holatidan (chap chastotadan 6 sm) chap chiziqqa bog'liqligiga bog'liqlik grafigini tuzing.
- 6-bo'limning 6-bandiga binoan magnit induksiya B ning kattaligiga bog'liqlik grafigini tuzing.
- Magnit induksiyaning kattaligidagi oqimdagi bog'liqlik grafigini tuzing.
- 3-bo'limning 5-bandiga binoan o'lchovlarda o'rnatilgan joriy va masofa qiymatlari uchun formula (6) bo'yicha B qiymatini hisoblang.
- 5-bo'limning 5-qismini o'lchashda hisoblangan ma'lumotni teslametr tomonidan olingan ko'rsatkichlar bilan solishtiring.
- (6)Formuladan foydalanib olingan magnit induksiya qiymatidagi xatoni aniqlang.

B qiymatining bilvosita o'lchovi bo'lgani uchun, mutlaq xatolik I va r o'zgaruvchilariga nisbatan B ning xususiy hosilalari  $\Delta$  usuli bilan aniqlanadi:

$$\frac{\partial B}{\partial I} = \frac{\mu_0}{2\pi r}; \quad \frac{\partial B}{\partial r} = \left| \frac{\mu_0 I}{2\pi} \right| \cdot \frac{1}{r^2}$$

$$\Delta B = \frac{\partial B}{\partial I} \Delta I + \frac{\partial B}{\partial r} \Delta r$$

$\Delta I$  qiymatlari qisman lotinlar harflari orqali aniqlanadi va quyidagicha:

$$\Delta I = \frac{\Delta U}{R} + \frac{\Delta R \cdot U}{R^2}$$

$\Delta r$  qiymati – chizg'ichning eng kichik bo'lim qiymati.

O'lchovning nisbiy xatoligini hisoblang:

$$\varepsilon = \frac{\Delta B}{B_{max}} \cdot 100\%$$

$B_{max}$  qiymati bevosita hisoblash uchun qiymat tanlaniladi.

8. Tanlangan qiymat uchun yakuniy natija quyidagi tarzda yoziladi:

#### Nazorat savollari

1. Maydonlar superpozitsiya prinsipining ma'nosi qanday?
2. Magnit maydon sirkulyatsiyasi teoremasi qayerda va qachon qo'llaniladi?
3. Magnit maydonlarining paydo bo'lishining sabablari nima?
4. Magnit induksiya vektorining yo'nalishini aniqlash uchun qanday qoidalar mavjud?
5. Magnit maydonlarining xususiyatlari qanday? Ularning fizik ma'nosini ochish.
6. Magnit maydonning xususiyatlari qanday?

### 9- LABORATORIYA ISHI.

#### FERROMAGNIT METALLARDAGI GISTREZIS HODISASI O'RGANISH

**Maqsad:** ferromagnetning xususiyatlarini o'rganish. Gisterezis halqasini olish va qoldiq magnitlanishning kattaligini va temir o'zakning koersativ kuchini aniqlash.

**Kerakli asbob va materiallar:** U- ko'rinishidagi temir o'zak, (qattiq va plastinkalik), g'altak 2ta kommutatori, reostat (10 Om, 5,7 A), Holl datdichiki" (600,5 om), Cobra 3 bazaviy bloki, kompyuter, dasturiy ta'minot, universal tok manbai 12 V / 2 A

#### Nazariy qism

Ferromagnetning xususiyatlari noruda materiallar (masalan, ferrites) atomlarning (ionlar) ferromagnit tartibi magnit lahzalarni o'rnatish va magnit lahzalar metall materiallar (masalan, temir) bilan ko'chib yuradigan elektronlar gir-gir aylana ferromagnit keng chaqirdi moddalar. Ferromagnitik buyruqlar, ba'zi domenlarda domen deb ataladi, magnit momentlarning aksariyati bir-biriga parallel. Domenlar tashqi magnit maydon bo'lmasa ham o'z-o'zidan magnitlangan (o'z-o'zidan).

Davriy jadvalda bir necha elementlar (temir, nikel, kobalt, gadolinij, terbiy, Dysprosium, Erbiyum, Holmiyum, Tulyum), shuningdek, maxsus tayyorlangan qotishmalari ferromagnit xususiyatlarga ega. Ferromagnetda magnit induksiya  $B$  magnit maydonining intensivligiga bog'liq bo'ladi, chunki bu diamagnets va paramagnetslarda bo'lgani kabi lineer emas, lekin to'yinganlik darajasiga etadi. Tashqi tashlashda Sharqning qoldiq magnitlanishi. Nisbatan

$$\mu_0 = \frac{eh}{4\pi m_e} = 0,9 \cdot 10^{-23} \text{ J/T}(1)$$

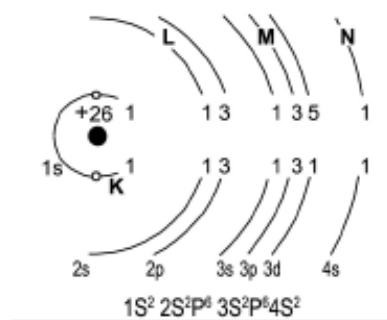
ferromagnit o'tkazuvchanlik  $\mu$  doimiy emas va juda yuqori qiymatiga (u tashqi magnit maydon sabab ortiq, ya'ni ichki magnit maydon katta marta minglab bo'lishi mumkin), 1,0 uchun diamagnit va paramagnit  $\mu$  yaqin esa erishish mumkin. Ferromagnet atomining tuzilishi

Bu moddalarning ferromagnitik xususiyatlari kvant mexanikasi bilan izohlanadi, bu xususiyatlarga ko'ra, bu xususiyatlar 3d yoki 4f atomlarning tugatilmagan qobig'ida joylashgan elektronlarning magnitlangan momentlariga bog'liq. Har bir elektronning Bor magnetoni deb nomlangan magnit moment momenti bor:

bu erda elektronning elementar shkalasi,  $m$  elektronning massasi va  $h$  - Plankning doimiyliigi.

Atomning magnit momenti yadro magnit momentini, elektronlarning umumiy orbitali magnit momentini va atomlarning elektronlar umumiy momentini hosil qiladi. Yadroning magnit momenti elektronning magnit momentidan kichikroq bo'lgan uch buyruqlar va e'tiborsiz bo'lishi mumkin. Ferromagnit atomlarining elektronlardagi umumiy orbital momentumu juda kichikdir. Shuning uchun ferromagnet atomining magnit momenti barcha elektronlarning magnit momentlarining yig'indisiga tengdir. Ammo Pauli printsiyiga ko'ra, bir energetik darajadagi qarama-qarshi yo'nalishli aylanadigan ikkita elektron bo'lishi mumkin. Bunday juft elektronlarning magnit momentlari o'zaro bir-birini bekor qiladi. Natijada atomning magnit momenti noldan farq qiladi, agar unda kompensatsiyalanmagan magnitlangan momentlar bo'lsa. Bu faqat bir atom elektronlar toq ega holda yoki orqaga elektronlar bir guruh bir xil yo'nalishda, oflayn qarama-qarshi Spin bilan tenglashtirish elektronlar ya'ni. E. dan mumkin. Misol uchun, u erda subshell kimning Spin bir yo'nalishda yo'naltirilgan va elektronlar Spin temir atomining uchinchi elektron qobig'i uchun teskari yo'naltirilgan besh elektronlar.

Bu holda temir atomining umumiy magnit momenti to'rt Bor magnetoniga teng (1- rasm).



1-rasm

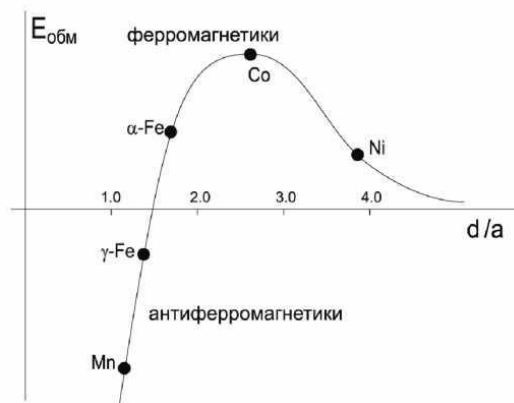
3d6 darajasida elektron aylanish yo'nalishlari 1- rasm. Temir atomining elektron qatlamlari diagrammasi.

Elektronlarning aylanishiga bunday yo'nalish ta'sirini valyuta kuchlari deb atashadi. Ushbu kuchlarning ta'siri ostida qo'shni atomlar bir-biri bilan chambarchas bog'langan yo'qolgan qobiqlarning elektronlarini almashadilar. Birja energiya  $E_{obm}$  nisbati  $d / A$ , bog'liq qaerda  $d$  - atom diametri va  $A$  - Bo'sh jild 3D yoki 4f diametri. Bu qaramlik rasm. 2.

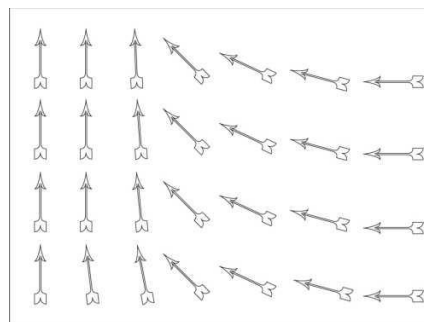
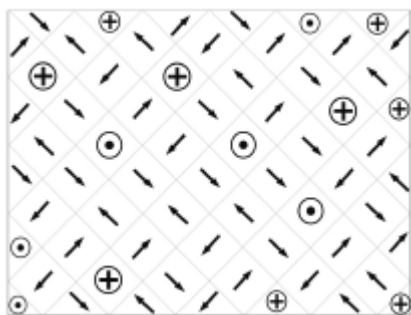
$D / a = 1,5$  ga qadar almashuv energiyasi salbiy (antiferromagnet). Bu holatda, tugallanmagan qobiqlarning elektron aylanishi antiparparalga yo'naltirilgan bo'lib, bu tizimning umumiy energiyasining pasayishiga olib keladi.  $D / a > 1,5$  da, birja energiyasi ijobiy (ferromagnet). Jami qaytarib 3D yoki 4f elektron qobiq ijobiy tizimi minimal energiyaga mos parallel, yo'naltirilgan.

Natijada, valyuta o'zaro atom va elektronlar butun maydon Spin parallel yo'nalishini qo'shni (chiziqli o'lchamlari  $\sim 10.2 \div 10^{-4}$  sm), hatto tashqi magnit maydon holda Shu magnit lahzani, va shuning uchun doimiy miknatlanmaya, bor. Ushbu domenlar domen deb ataladi.

Tajriba sifatida ko'rsatadiganidek, har bir domen asosan bir necha kristalografik eksa bo'ylab yo'naltirilgan umumiy magnit momentga ega (3- rasm). Umuman olganda, tashqi maydon  $H$  bo'lmasa, ferromagnetning bir qismini magnitlanishi nol bo'ladi.



2- rasm. Anti-va ferromagnetlarda almashuv kuchlari.



**3- rasm.** Domenlarning magnit momentlarini ferromagnetning rinografik oqlari  $\pm x$ ,  $\pm y$ ,  $\pm z$  yo'nalishlari bo'yicha yo'nalishi. **4- rasm.** Domenlar orasidagi chegara o'tish maydoni

Domen tarkibi doimo rasmlanishi va saqlanishi uchun zarur bo'lgan energiya minimaldir. Shuning uchun, turli ferromagnetlar, xususan, kobalt kristallida boshqa domen tuzilishiga ega, ular domenlarda ma'lum bir kristalografik eksa bo'ylab cho'zilgan filamentar rasmga ega. Domenlar "chegaralar" ga bo'linadi - atomlarning magnit momentlari o'z yo'nalishini o'zgartiradigan o'tish joylari (4-rasm). Ushbu kristal panjaraning (domen chegarasi) tashqi magnit maydon o'zgarganida ko'chib o'tadi. Chegaraning qalinligi kristal panjaraning taxminan 300 davri (atomlar orasidagi masofa). Domenlarning magnit momentlari tasodifiy yo'naltirilganligi sababli, umumiy magnit

Ferromagnet  $J=0$  bo'lgan birlikning momenti, bu erda  $J$  magnitlanishi hisoblanadi.

Magnetizatsiya jarayoni

Ferromagnet magnitlanishi tashqi magnit maydonida  $H$  bo'ladi. Quyidagi variantlar mumkin.

zaif magnit maydonlarda domenning devor almashinuvi jarayoni ustunlik qiladi;

Atom magnit momentlarining yo'nalishidagi domenlarda o'sish kuzatiladi

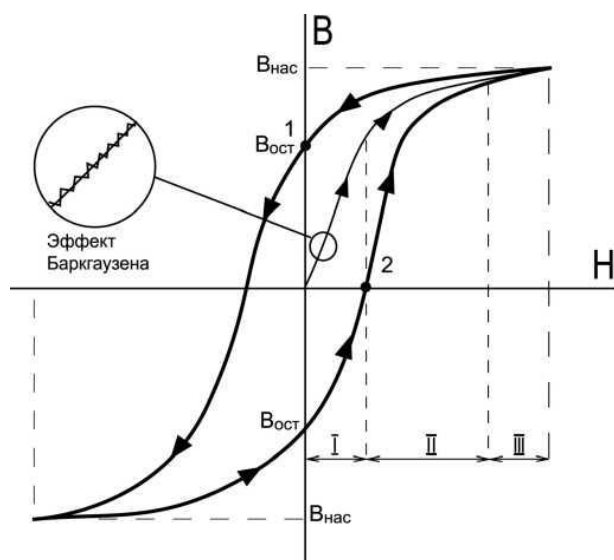
yo'nalishga eng yaqin tashqi magnit maydon. Bundan tashqari, ushbu sohalarda

atomlarning magnit momentlari tashqi magnit maydon yo'nalishi bo'ylab

yo'naltiriladi. Kam daromadli domenlar yo'naltirilgan magnit momentlar kamayadi.

Shunday qilib, tashqi maydon faqat magnit yo'nalishini o'zgartiradi daqiqada, lekin ularni

yaratmaydi (5- rasmda I)



**5-rasm.** Ferromagnit histerisizli birikma

b) kuchli magnet maydonlarda aylanish jarayoni ustun bo'ladi - domenning umumiy magnet momenti yo'nalishi bo'yicha o'zgaradi (5- rasmda region II).

c) barcha to'xtatish emas, tashqi magnet maydon  $H$  jadalligini oshirish bilan texnik qondirish magnetlanish  $J$  o'sishini yetib, va o'z-o'zidan miknatlanmish hududlarida, rasm yo'nalishini, hayratda qolganini issiqlik harakatiga (viloyat III. 5) siqish qayta yo'naltirish uchun kamaytiradi keyin.

Tashqi magnet maydon magnet va yo'nalishda farqlanganda,

Magnetlanish vektorining  $J$  (yoki magnet induksiya  $B$ ) ga bog'liqligini oling tashqi magnet maydonining  $H$  intensivligidan kelib chiqadi. Bu qaramlik gipertermiya loopi deb ataladigan yopiq pastadir rasmiga ega (5- rasmda qarang). Histerisiz kechikishdir. rasm 5da ko'rsatilgan egri chiziqdan ko'rinib turibdiki, demagnetizatsiya magnetizatsiyaga nisbatan kechiktiriladi, ya'ni. ferromagnetning magnetlanishi faqat ma'lum bir vaqtda tashqi magnet maydoniga emas, balki oldingi  $J$  magnetlanish holatiga ham bog'liq. Tashqi maydonni ( $H = 0$ ) olib tashlangandan so'ng qoldiq magnetlanish (induksiya  $B_{ost}$ ) ferromagnitda qoladi. magnet maydon bo'lgan qoldiq magnetlanish majburiy kuch  $H_c$  deb nomlangan yo'qoladi. histerisiz Ichak o'rab hududida namuna magnetlanish bekor kuni maydon ish hisoblash mumkin.

Miknatlanma egrisinin batafsil o'rganish,  $J$ (yoki  $B$ ) ni keskin farq qiladi. rasm. rasm 5 miknatlanma egrisinin (bir doira ichida) kichik bir qismini buyutilmush bir ko'lamini ko'rsatadi - ko'p sonli qadamdan iborat. Magnetlanish jarayonining keskin tabiatiga "Barkxauzen ta'siri" (1919) deb nom berilgan. Buning sababi - materiallarning kristal tuzilishidagi nuqsonlarning mavjudligi. Tashqi maydonning aniq qiymatida chegara to'siqni yengib chiqadi va maydonni oshirmasdan keyingi to'siqqa qadar keskin ravishda harakat qiladi. Bunday kechikishlar sababli ferromagnetning magnetlanishi chizig'i pog'onali tabiatga ega. Magnetlanishning keskin o'zgarishi magnet maydon tomonidan emas, balki boshqa tashqi ta'sir (misol uchun, bosim yoki harorat) bilan, masalan namunadagi domen tuzilishi o'zgaradi. Barkxauzen ta'siri ferromagnetning domen tuzilishining

bevosita dalillaridan biridir, bu shaxsiy domen hajmini aniqlash imkonini beradi. Ferromagnitlarning ko'pchiligi uchun bu hajm 10<sup>-6</sup>-10<sup>-9</sup> sm<sup>3</sup> gacha.

Ferromagnitlarning o'z-o'zidan magnitlanishi uzoq masofali magnitli tartibni ta'minlaydi. Harorat ortishi bilan bu buyurtma buziladi. Shuning uchun isitish vaqtida ferromagnet o'z xususiyatlarini o'zgartiradi. TC issiqlik energiya elektronlar Spin orientatsiyaga almashish kuchlari panjara ishini oshadi Kyuri nuqtasi deb ataladi muayyan haroratda, u ferromagnet bo'ladi odatiy paramagnet. Turli ferromagnitlar uchun bu harorat boshqacha (1-jadvalga qarang).

1-jadval. Ayrim ferromagnitlar uchun kare temperaturasi.

Jism	Fe	Ni	Co	Gd
T <sub>K</sub> , C	770	360	1150	16

o'rta nisbiy magnit o'tkazuvchanlik - boyutsuz miqdor  $H / m$  magnit kirish  $B$  Tesla birliklarining va u  $H$  quyidagicha bo'lgan  $A / m$  magnit maydon  $\mu = B / \mu_0 H$ , ham (Si) ifodalangan makroskopik Maksvell nazariyasini, ko'ra. Elektron magnitlanishi nazariyasiga ko'ra, magnitlanish vektori  $J / A$  da ifodalanadi. Berilgan  $H$  da magnit kirish  $B$  o'lchash, biz

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  ferromagnet materiallar nisbiy magnit ge'irgenliginin hisoblash va uning miqnatislanmaya  $J B = \mu_0(H + J)$ . m mumkin

$$J = \frac{B}{\mu_0} - H \quad (2)$$

Ushbu laboratoriya ishida tashqi magnit maydon sarguzasht orqali hosil qilinadi va ferromagnet namunada sargovchi ichidagi temir yadro ishlatiladi. Sariq ichidagi magnit maydonning intensivligi  $H$  formulasi bilan hisoblab chiqiladi:

$$H = I \cdot \frac{N}{L}, \quad (3)$$

qaerda  $I$  - joriy tezlik,  $N$  - dona ( $N = 600$ ),  $L$  tur soni - lasan o'rtacha uzunligi (qattiq yadroli  $L$  qatlamli asosiy  $L = 244 \text{ mm} = 232 \text{ mm}$  uchun). Ushbu yadro uchun  $N / L$  koeffitsienti:

qattiq yadroli  $N / L = 2586 \text{ m}^{-1}$ ; Plastinkaning yadrolari  $N / L = 2459 \text{ m}^{-1}$ .

Oqim  $I$  ning kattaligi  $U$  kuchlanishidan va  $R = 10 \text{ Om}$  reostatining qarshiligidan aniqlanadi va quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$I = U / R \quad (4)$$

Keyin

$$H = \left(\frac{U}{10}\right) \cdot \frac{N}{L} \quad (5)$$

Eksperimental sozlamaning tavsifi

Eksperimental tizimning umumiy ko'rinishi rasm. 6. rasm. 6. eksperimental o'rnatish ferromagnet materiallar Histerez o'rganish.

switch 2, ikki g'altakka 3 markazida joylashgan, qo'llab-quvvatlash tayoq 5 o'ng sinov yadro 4. bilan magnit maydon induksiyasi kattaligi o'lchash uchun xizmat Holl datdichiki 6 joylashtirilgan - chap tomonimda oldin bir universal elektr ta'minoti 1. Bundan tashqari, qarshilik 7, 10 om'dan qarshilik, va o'ng o'lchash birligi "Power / Tesla" 8 (dasturiy ta'minot bilan "kobra-3" tizimi). O'rnatish

vositasi shuningdek, shaxsiy kompyuterni ham o'z ichiga oladi. Qurilmalarning texnik ma'lumotlari 2-jadvalga kiritilishi kerak.

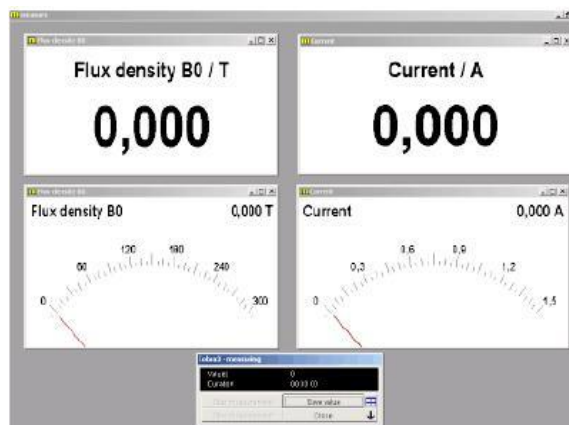
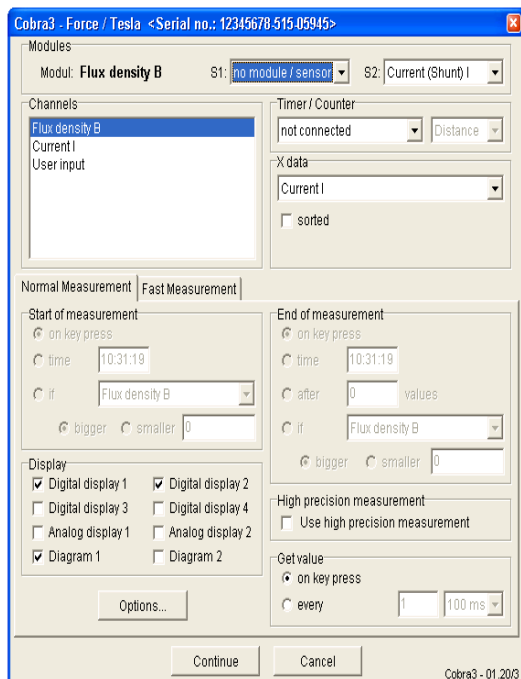
No	p / p	Sarlavha	Qurilma cheklovlari	O'lchovlarning soni	bo'linmalar	Absolut xatolik

### Ishni bajarish tartibi

Laboratoriya ish qat'iy xavfsizlik qoidalarga va xavfsizlik rioya tomonidan amalga oshirilishi kerak, talaba laboratoriya ishlari bo'ladi kompyuter va qurilmalarda 1. 2. Ko'rish apparat rasm 2 ko'rsatilgan va ish stoli ustida to'plangan tekshiring. Coils ma'lumotlar uzatish jarayonida kuchli magnit maydonlarining ta'siri ostida bo'lgan shovqinni bartaraf qilish uchun birlik "Shov 3" dan iloji boricha joylashtirilgan bo'lishi kerak.

Holl datdichik modul "Shov 3" ga bog'langan 3. Tekshirish bo'lsa (T log).

4.Zapustite o'lchash dasturi (kompyuter ekranida M (mezon) belgisini olish - «Mezon»). , Bu sozlash oynasini ochadi ( rasm 7.) - dastur menyusi M "yangi o'lchovlar" (Panelning yuqori chap burchagida bir qorong'u doira belgisi) ni tanlash, ochiladi. Sozlamalar o'zgartirish emas! "Keyingi", B (T) va ekran tasvir magnit induksiyasi o'lchash uchun asboblarini tarozi ustiga, men (A) (8- rasm) paydo bo'ladi joriy qiymati bosing. Ekranda I B va nazorat paneli kichik yo'nalishlarini chizish panel kabi paydo bo'ladi.



7- rasm.Magnit Gisterezis ko'chadan chiqarish uchun parametrlarni belgilash oynasi.8.-rasm. O'lchovlar vaqtida joriy va induksiya ko'rsatkichlarining oynasi.

5.Agar o'lchovlarni boshlash uchun, kuchlanish birligining joriy qiymatini biroz oshirib borish kerak bo'ladi - qurilma shkalasi displeydagi joriy qiymatdagi o'zgarishni ko'rsatadi. Bundan tashqari, joriy o'zgarishning tugmachasini maksimal



qiymatiga (1.4 A) osongina aylantirib, magnit induksiya o'zgarishidagi kabi B o'lchov shkalasiga amal qiling. Oqimni nolga kamaytirish. Histerizis loopini yaratish uchun joriy qiymatni diskret qilib o'zgartiring va Enter ni bosib, klaviaturada Space ni bosib, har bir joriy qiymatni kompyuter dasturiga kiring. Oqimni noldan maksimal qiymatga o'zgartiring, so'ngra nolga kamaytiring. Shundan keyin nazorat panelidagi "O'chirish" tugmasini bosing. Ekranda B ning I versiyasiga yarim histeriztsiya loopi sifatida ko'rsatiladi.

6. Loopning ikkinchi yarmini olib tashlash uchun oqim yo'nalishini teskari yo'naltirish kerak. Buni amalga oshirish uchun, kuch manbai ustiga  $V = 0$  voltajni qo'ying va faqat keyin switch o'zgartirish kaliti 2 (Qarang: 6- rasm). 5-bandda tavsiflangan eksperimentni qarshi tomonning oqimi bilan amalga oshiring. Natijada, histerezning pastki qismining ikkinchi yarmini oling.

## 10- LABORATORIYA ISHI.

### FARADEY DOIMIYSINI ANIQLASH

**Tayanch iboralar:** Elektroliz, zaryad, Faraday qonunlari, Avogadro doimiysi, ideal holat gaz tenglamasi.

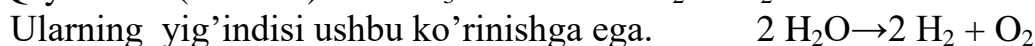
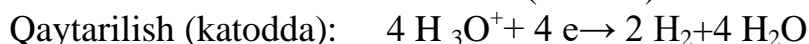
**Prinsip.** Faraday elektroliz qonunlari munosabatlarni tasvirlaydi moddaning elektrodida chiqarilgan massa o'rtasida, va elektrolitdan o'tgan zaryad miqdori (miqdori elektr energiyasi). Faraday (koeffitsienti mutanosiblik) tajriba yo'li bilan bo'lishi mumkin bu bog'liqlikdan aniqlagan.

**Ishning maqsadi:** Sulfat kislotasini gidroliz qilish natijasida olingan vodorod va kislorod hajmlarining nisbati o'zgarishi bo'yicha Faraday doimiysini aniqlash.

**Kerakli asbob va materiallar:** Universal tok manbai, raqamli multimetr, elektroliz uchun Hoffman apparati, ulovchi simlar, universal qisqich, raqamli sekundomer, menzurka, Shisha voranka, sekundomer, shtativ. Elektr ta'minoti, universal, Raqamli multimetre, Elektroliz uchun Hoffman apparati, Platina. mustahkam elektrod. kolba,  $d = 8$  mm, 2-pozitsiyali kalit, Ulovchi simlar,  $l = 250$  mm, qizil rangli, Ulovchi simlar,  $l = 500$  mm, qizil rangli, Ulovchi simlar,  $l = 750$  mm, ko'k, Kuygan joyida turing. Bunsen,  $h = 750$  mm, To'rtburchak qisqich, Universal qisqich, Raqamli sekundomer, , 1/100 soniya, Ob-havo stantsiyasi, 6 satr, LCD, menzurka, Shisha voranka  $d=80$ mm,

### Nazariy qism

Elektroliz jarayonida  $t$  vaqt ichida anoddagi oksidlanish va katoddagi qaytarilishi hisobiga  $I$  tok kuchining o'zgarishi sodir bo'ladi. Kislorod anodda, vodorod esa katodda hosil bo'ladi. Oksidlanish (anodda):



Tajribadan ko'rinadiki, ajralib chiqqan gaz hajmi tok kuchi va vaqtga proporsional. Faradeyning 1-qonunini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin.

$$n = \frac{It}{Z_R F} = \frac{|q|}{Z_R F}$$

Bu yerda

$n = \frac{m}{\mu}$  modda miqdori,  $q$ -zaryad,  $Z_R$  modda ionining valent soni  $F$ -faradiy

soni.  $F = N_A \cdot l$  Faradey doimiysi elektroliz vaqtida 1gramm ekvivalent modda ajralishi uchun ketgan elektr miqdorini aniqladi Elektroliz vaqtida xar xil elektrolidlarga moddaning ekvivalent miqdoriga bir xil elektr toki sarflanadi. Ideal gazning holat tenglamasi yordamida  $V$  hajmli gazning  $n$  konsentratsiyasini aniqlash mumkin

$$n = \frac{PV}{RT} \quad \text{bu yerda}$$

$R = 8.31441 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$  - Universal gaz doimiysi,  $P$  - Bosim,  $T$  - absolute temperatura.

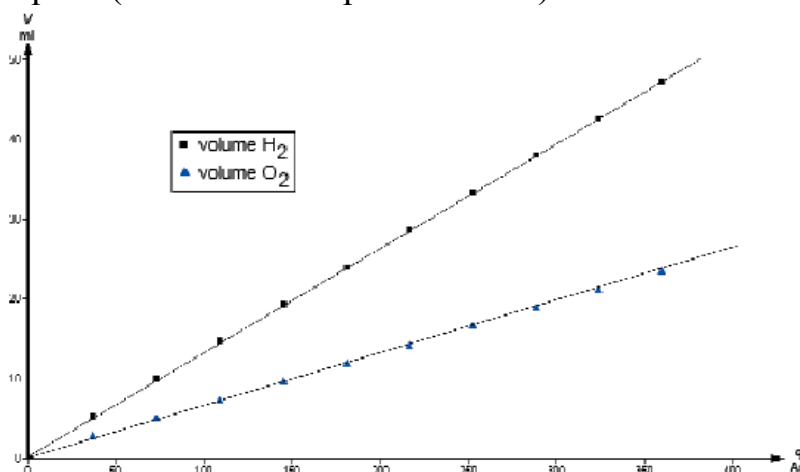
(1) Tenglamadan foydalanib

$$V = \frac{|q|RT}{Z_R PF}$$

Olingan bog'liqlikdan kelib chiqib, bu chiziqli Munosabatlar (2-rasm)  $V = f(q)$  v funktsiyasiga olib keladi

$$\frac{\Delta V}{\Delta |q|} = \frac{RT}{z_R P F}$$

Oxirgi ish haqi va suyultirilgan sulfat kislota elektrolizida bo'shatilgan vodorod va kislorod miqdori ( $T = 296.05 \text{ K}$  va  $p = 100.4 \text{ kPa}$ ).



Ba'zi  $p$  va  $T$  uchun doimiyligni aniqlash mumkin Faraday shahar uchun qo'lga kiritilgan graflardan ( $z_{R.} = 2$ ) va kislorod ( $z_{R.} = 4$ ). O'lchangan qiymatlarning diagrammasi juda oson bo'lishi mumkin Me'yordan foydalanib tahlil qiling. 2-rasm. lineer munosabatlarni ko'rsatadi oxirgi to'lov  $q = I t$  va birliklar orasida vodorod va kislorod bilan elektroliz ( $I = 300 \text{ mA}$ , vaqt bosqichida  $t = 120 \text{ s}$ ; va  $T = 296.05 \text{ K}$  va  $p = 100.4 \text{ kPa}$ ). Qurilgan graflardan biz chiziqli topamiz kislorod va vodorodning nisbati:  $(\Delta V (\text{H}_2) / \Delta D_q = 1.298 \cdot 10^{-7} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{Cl}^{-1}$  va  $\Delta V (\text{O}_2) / \Delta D_q = 0.640 \cdot 10^{-7} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{Cl}^{-1}$ ), Faraday konstantasi:  $F = 94477 \text{ Cl} \cdot \text{mol}^{-1}$  navbati bilan.  $F = 95.739 \text{ Cl mol}^{-1}$  Jadval qiymati:  $F = 96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

### Ishni bajarish tartibi

1. 1-rasmda ko'rsatilgan qurilmani yig'ing.
  2. 500ml yajmdagi menzurkaga 238 gr distillangan 62 gr konsentrlangan sulfat kislotasini ehtiyotkorlik bilan qo'shib, 20% lik sulfat kislotasi eritmasini tayyorlang.
  3. Elektrolizer jo'mragini ochib, 200ml sulfat kislotasi eritmasini rostlovchi idish orqali quyding.
  4. Naychadagi havo pufagini naychani sekin turtish(chertish) orqali chiqarib yubding.
  5. O'lchov trubkasini rostlovchi idishni ko'tarib brogan holda, suyuqlik bilan bir tekis to'ldirib, so'ngra kranni yoping.
  6. Eritmani gaz bilan to'yingan universal tok manbayini ulang va qurilmani bir necha minut o'zgarmas tokda 400mA da ishlab tursin.
  7. Kuchlanishni o'chiramiz, kranlarni ochib, naychalarni yana eritmaga to'ldirib, so'ngra kranni yopamiz.
  8. Tajribaning 1-qismida elektroliz o'zgarmas tok kuchida (200-300)mA da 10minut moboynda o'tadi, sekundamerni ulagan xolda bir vaqtda tokni xam ulaymiz. Tokni xar bir minutda uzib, gaz xajmining o'zgarishini o'lchang 10ta o'lchovdan so'ng, gazxajmi o'zgarishining vaqtga bog'liqlik grafigini chizing.
  9. Tajribaning 2-qismida elektrolizni 70, 140, 210mA toklarda bir xil vaqt oralig'ida (5:10) minutgacha o'tkazing. Gaz xajmining o'zgarishini o'lchang va grafigini chizing.
- Har bir o'lchovdan oldin naychani yangi kislota eritmasi bilan to'ldiring. Xonaning temperaturada atmosfera bosimini o'lchang

№	O'lchov asboblarning nomi	O'lchash chegaralari	Bolim soni	Bo'lim qiymati	Aniqlik sinfi	O'lchov asboblari ning absolyut xatoligi
1	Universal elektr manbai					0,01A
2	Raqamli					0,01A
3	Raqamli секундомер					1сек
4	Барометр/Манометр					$5 \cdot 10^3$ Па
5	Raqamli термометр					$0,1^{\circ}\text{C}$

Nazorat savollari

1. Elektroliz nima?
2. Faraday qonunlarini tushuntiring?
3. Faraday doimiysini keltirib chiqaring?
4. Oksidlanish darajasini tushuntiring?
5. Elementar elektr zaryadi qanday kattaligi va birligi?
6. Elektr dissotsiatsiya hodisasini tushuntiring?
7. Umumlashtirilgan Faraday qonunining formulasi?
8. Vodorod ioni qanday zaryadlarga ega?
9. Qaysi elektrodda gaz hajmi kattaroq bo'ladi? Necha marta?
10. Elektrolitlarning elektr o'tkazuvchanligini tushuntiring?

### III BO'LIM. OPTIKA, ATOM VA YADRO FIZIKASI

#### 1 - LABORATORIYA ISHI

#### MIKROSKOP YORDAMIDA SHISHA PLASTINKANING SINDIRISH KO'RSATKICHINI ANIQLASH

**Ishning maqsadi:**

Mikroskopning tuzilishi va uning ishlashini o'rganish. Shisha plastinkani sindirish ko'rsatkichini aniqlashni o'rganish.

**Kerakli asbob va materiallar:**

Mikroskop, soat turidagi yuqori aniqlikdagi indicator asbobi, ikki tomoni chizilgan har xil qalinlikdagi yupqa shisha plastinkalar, mikrometr (yoki shtangensirkul), stol lampasi.

**Nazariy qism:**

Shisha optik, texnik va oddiy turlarga bo'linadi. Shuning uchun shishaning yorug'lik nurini o'tkazish xususiyati turlicha. Nurni eng yaxshi o'tkazadigan va ortiqcha qo'shimchalardan tozalangan shishadan optik asboblari yasaladi. Shunday asboblarga linzalar, lupa, ko'zoynak shishasi misol bo'la oladi. Linzalar ko'zoynak, lupa, durbin (binokl), ko'rish trubasi, teleskop va mikroskopda keng qo'llaniladi.

Shisha plastinka ichida nur sinib, o'z yo'nalishini, ko'zga juda aniq ko'rinmasa-da, o'zgartiradi. Demak, nur shisha plastinkadan o'tish jarayonida sinib o'tadi.

Ma'lumki, nurning tushish burchagi sinusining o'tgan nur sinus burchagiga nisbati bilan ifodalanadigan kattalikni *muhitning sindirish ko'rsatkichi* deyiladi va quyidagicha yoziladi:

$$\frac{\sin \psi}{\sin \varphi} = n$$

Shisha plastinkadan uning tagidagi biror buyumga qaralsa buyum haqiqiy turgan joyidan bir oz yuqoriroqda ko'rinadi, chunki nur shishadan o'tganida sinadi.

Shishaning sindirish ko'rsatkichi ( $n$ )ni uning  $d$  qalinligi va jism turgan  $S$  nuqtaning ko'tarilgan bo'lib ko'ringan  $a$  balandligi orqali topish mumkin. Kuzatuvchining ko'zi plastinka sirtidagi

$S$  nuqtada tik o'tkazilgan normal yo'nalishida bo'lsin deb faraz qilaylik. Normalga nisbatan kichik  $\varphi$  burchak bilan yo'nalgan  $SB$  nurni tekshiramiz.

Tekshiriladigan nur  $B$  nuqtaga kelib sinadi va normalga nisbatan burchak bilan havoga chiqadi.

Nurlarning sinish qonuniga asosan:

$$\sin\psi = n\sin\varphi$$

Kuzatuvchi uchun shu nur  $S'$  nuqtadan chiqqanday bo'lib ko'rinadi. Shishaning qalinligi:

$$d = AS.$$

Bizni  $a = AS - AS'$

miqdor qiziqtiradi.  $ABS$  va  $ABS'$  uchburchaklardan:

$$AB = AS' \operatorname{tg}\psi$$

$$\text{va } AB = AS \operatorname{tg}\varphi = d \operatorname{tg}\varphi$$

Yuqoridagilardan

$$AS' \operatorname{tg}\psi = d \operatorname{tg}\varphi$$

$$\text{Yoki } \frac{d}{AS} = \frac{d}{d-a} = \frac{\operatorname{tg}\psi}{\operatorname{tg}\varphi}$$

$\varphi$  va  $\psi$  burchaklar juda kichik bo'lganligi uchun tangenslar nisbatini sinuslar nisbati bilan almashtirish mumkin, ya'ni:

$$\frac{d}{d-a} = \frac{\operatorname{tg}\psi}{\operatorname{tg}\varphi} \quad (1)$$

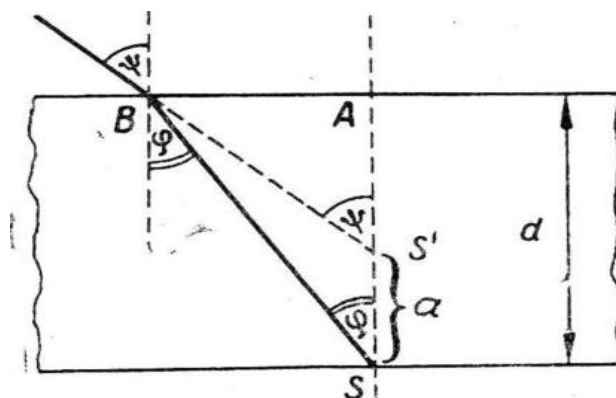
(1) formuladan foydalanib, quyidagini yoza olamiz:

$$\frac{d}{d-a} = \frac{n\sin\varphi}{\sin\varphi} = n \quad (2)$$

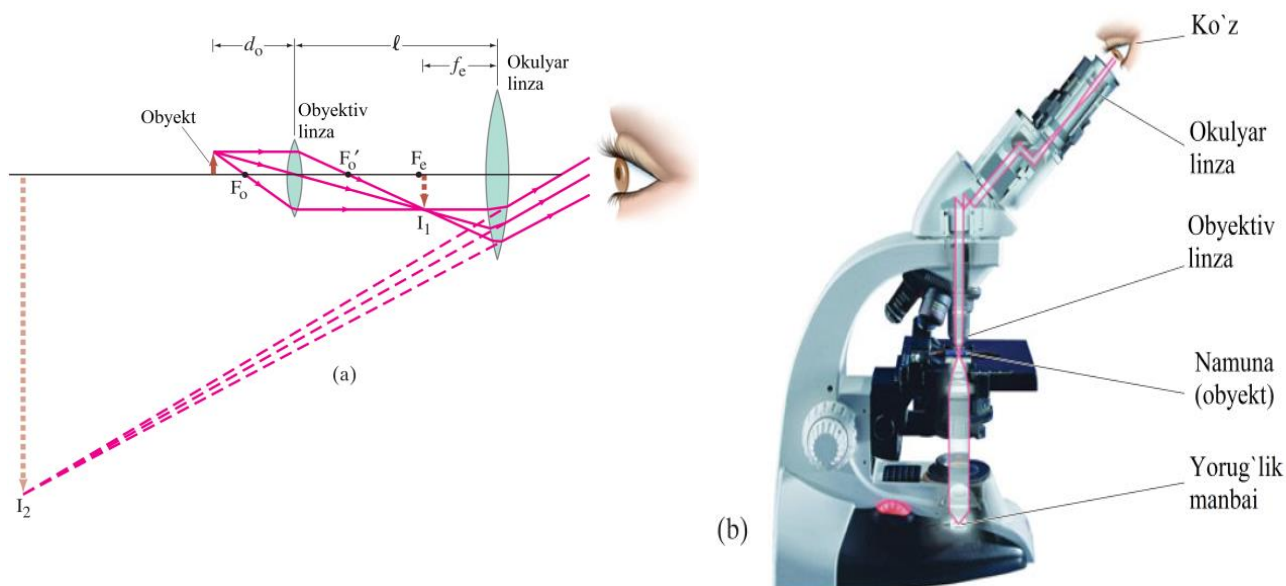
### Qurilmaning tuzilishi va ishlashi

Qurilma MU rusumli mikroskop okulyari (7X va 15X), obyektivi (8X va 40X), indikator asbobi, yorug'lik manbai, shisha plastinkalar va boshqa yordamchi aslahalardan tashkil topgan.

Mikroskop stolchasiga qo'yilgan birinchi shisha plastinka ustida birorta belgi, (chiziq, nuqta) qo'yiladi va shu belgining mikroskopda aniq tasviri hosil qilinadi. So'ngra ikkinchi shisha plastinka birinchi plastinka ustiga jips joylashtiriladi va yana qaytadan birinchi shisha plastinkadagi belgining aniq tasviri mikroskopda hosil qilinadi. Shunda mikroskopda  $A$  nuqta biror  $A'$  nuqtagacha



ko'tarilganday bo'lib ko'rinadi. Natijada  $A$  nuqta  $A'$  nuqtigacha bo'lgan  $a$  masofaga, ya'ni  $AA'$  ga siljiydi.



### Ishning bajarish tartibi

1. Berilgan shisha plastinkaning qalinligini mikrometr yordamida o'lchang.
2. Indikatorning mikroskop tubusiga moslama yordamida o'rnatib va uning o'lchagich sterjenchasi uchining mikroskop stolchasidagi shisha plastinkaga siljimasdan tegib turishini ta'minlang.
3. Indikatorning kichik milini nolga keltiring. So'ngra uning katta milini indikator gardishini burab nolga keltiring.

**ESLATMA.** Indikatorning kichik mili milimetrni, katta mili esa millimetrning yuzdan bir bo'laklarini ko'rsatadi.

4. Indikatorning o'lchash sterjeni uchini asta-sekin eng yuqoriga, mikroskop murvatlaridan foydalanib ko'taring.
5. Mikroskop stolchasi sirtiga belgi chizilgan shisha plastinkani joylashtiring va undagi belgining aniq tasvirini hosil qiling va indikator milining ko'rsatganini yozib oling.
6. Mikroskop stolchasidagi belgi qo'yilgan shisha plastinkani joylashtiring va ikkinchi shisha plastinka orqali kuzatishni davom ettirgan holda birinchi plastinka ustidagi belgi (chiziq) ning aniq tasvirini hosil qiling hamda indikator ko'rsatishini yozib oling.
7. Ikkala kuzatishlarda aniqlangan natijalar ayirmasidan mikroskop tubusining ko'tarilish balandligi  $a$  ni toping.
8. Bu o'lchashlar har xil qalinlikdagi boshqa shisha plastinalar uchun takrorlanadi

$$\text{va } n = \frac{d}{d-a}$$

ifodadan foydalanib, ularning sindirish ko'rsatkichlari aniqlanadi.

10. Olingan natijalar quyidagi jadvalda yoziladi:

1-jadval

Plastinka №	Tubusining ko'tarilish balandligi $a$	Haqiqiy Qalinlik	Sindirish ko'rsatkichi	$\Delta n$	$\varepsilon$ (%)
	$a$ (mm)	$d$ (mm)	$n$		
1					
2					
3					
O'rt.q					

### Nazorat savollari

1. Yorug'lik nurining sinish qonuni nima va uni qanday formula bilan ifodalanadi?
2. Nur nima uchun shafof jismlardan sinib o'tadi?
3. Optik jismlarning sindirish ko'rsatkichi nima uchun har xil bo'ladi?
4. Absolut va nisbiy sindirish ko'rsatkichlari nima? Ularning ma'nosini tushuntiring?
5. Mikroskop yordamida shishaning sindirish ko'rsatkichi qanday aniqlanadi?
6. Yorug'lik nurining sinish qonuni qayerlarda qo'llaniladi?

## 2 - LABORATORIYA ISHI

### YORITILGANLIK QONUNLARINI O'RGANISH

**Ishning maqsadi:** Fizikaning yorug'lik bo'limiga tegishli asosiy tushunchalarni o'lchov birliklarini o'rganish va yoritilganlik qonunlarini tajribada tekshirish.

**Kerakli asbob va materiallar:** PZF –asbobi, mikroampermetr, reostat, yoritgich va tok manbai (6,3V).

#### Nazariy qism:

Yorug'lik manbalarini xarakterlovchi kattaliklar va ular orasidagi o'zaro bog'liqlik qonunlarini o'rganadigan optikaning qismi fotometriya deb yuritiladi.

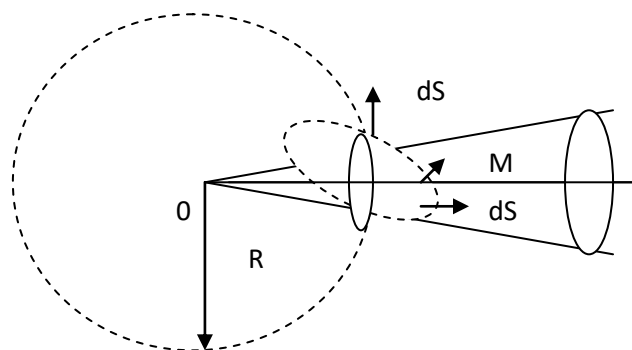
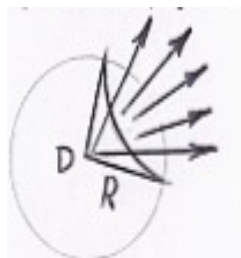
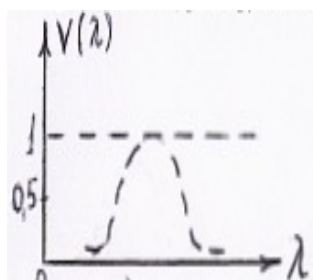
Yorug'lik to'lqin uzunligi chekli ( $\lambda = (4 \cdot 10^{-7} \text{m} \div 7,6 \cdot 10^{-7} \text{m})$ ) sohasida o'zgaradigan elektromagnit to'lqinlardir. Elektromagnit to'lqinlar energiyasi to'lqin uzunligiga bog'liq bo'lib, bu bog'lanish taqsimot funksiyasi orqali ifodalanadi. Spekrtni birlik kengligiga mos keladigan energiyaga son jihatdan teng kattalik taqsimot funksiyasi deb yuritiladi:

$$\varphi(\lambda) = \frac{d\Phi_e}{d\lambda} \quad (1)$$

Taqsimot funksiyasiga asosan, yorug`lik energiyasi oqimini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\Phi = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \varphi(\lambda) d\lambda \quad (2)$$

Yorug`likni qayd qiluvchi asboblarda asosan ko`z, fotoelement, ballometr va shunga o`xshash asboblarda bo`lib, ular bir-biridan nurga nisbatan sezgirligi bilan farq qiladi.



a) b)

1 – rasm.

Agar yashil rangli ( $\lambda = (5,5 \cdot 10^{-7} \text{ m})$ ) nurga nisbatan sezgirligini bir birlik deb qabul qilsak, boshqa nurlarning nisbiy sezgirligini to`lqin uzunligiga bog`liqligini quyidagi grafik bilan tasvirlash mumkin bo`ladi va u ko`rish funksiyasi deb yuritiladi (1-rasm, a)

Yorug`lik intensivligini, ko`rish sezgirligini hisobga olgan holda xarakterlash uchun yorug`lik oqimi tushunchasi kiritilgan va u energiya oqimini ko`rish funksiyasiga ko`paytmasi bilan aniqlanadi:

$$d\phi = V(\lambda) d\phi_\lambda \quad (3)$$

u holda yorug`likning to`la oqimi:

$$\phi = \int_0^\infty V(\lambda) \varphi(\lambda) d\lambda \quad (4)$$

Yorug`lik to`lqinlari uzunligini biror sohasiga to`g`ri keluvchi va ko`rish sezgisi bilan baholanadigan energiya oqimiga son jihatdan teng kattalik–yorug`lik oqimi deb yuritiladi. (SI sistemasida lyumen bilan o`lchanadi).

Yorug`lik manbai, yorug`lik kuchi deb ataladigan birlik, fazoviy burchak ichida tarqalayotgan yorug`lik oqimiga son jihatidan teng kattalik bilan xarakterlanadi va u  $Vt/\text{steradian}$  bilan o`lchanadi:

$$I = \frac{d\phi}{d\omega} \quad (5)$$

$d\omega$  – fazoviy burchak bo`lib, SI- sistemada steradiantlarda o`lchanadi.

$R$ – radiusli sferik sirt ichiga uchi  $O$  nuqtada bo`lgan konus sirti bilan chegaralangan fazoning qismiga fazoviy burchak deyiladi.(1(b)-rasm).

Agar konusni sferadan ajratgan  $dS_0$  sirti son jihatidan  $R^2$  ga teng bo`lsa, unga tiralgan fazoviy burchak bir steradian deb qabul qilingan.

$$d\omega = \frac{dS_0}{R^2} = \frac{dS \cos \alpha}{R^2} \quad (6)$$



ifodadan foydalanib nuqtaviy yorug`lik manbaining to`la yorug`lik oqimini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\Phi_o = \int_0^{4\pi} Idw = 4\pi I \quad (7)$$

Yorug`lik texnikasida energetik birlik bilan birga ko`rish sezgisini hisobga olgan vizual birlik kandela(kd) ham ishlatiladi. Bu birlik xalqaro kelishuvga binoan yorug`lik kuchiga nisbatan qabul qilingan bo`lib, platinaning qotish temperaturasida (2046,6K) har bir  $\text{sm}^2$  yuzadan perpendikulyar yo`nalishda chiqadigan nurlanish quvvatining 1/60 qismiga teng. Yorug`lik oqimining bu o`lchovdagi birligi, kuchi 1kd bo`lgan nuqtaviy yorug`lik manбайдan 1 steradian burchak ichida tarqalayotgan energiya oqimini izohlaydi va lyumen(Lm) deb yuritiladi: **I Lm=I kd x steradian.**

Fotometrik kattaliklarni energetik birligi ko`rish sezgisini hisobga olgan birligiga biror miqdorda ekvivalent bo`lib, u yorug`likni mexanik ekvivalenti deyiladi.

$$A=0,0016Vt/Lm$$

Biror o`lchamga ega yorug`lik manbalarining tanlangan yo`nalishdagi intensivligi, ravshanlik bilan xarakterlanadi. Ravshanlik berilgan yo`nalishdan ko`rinish sirti birligiga mos keladigan yorug`lik kuchini ifodalaydi.

$$B_\phi = \frac{I}{S \cos\alpha}, \quad (Vt/m^2 \text{steradian}) \quad (8)$$

Ko`rish sezgisini hisobga olgan xoldagi birligi esa  $I \text{ nit}=I \text{ kd}/m^2$  bo`ladi.

Sirtning yoritilishi darajasi birlik yuzaga tushayotgan yorug`lik oqimi bilan aniqlanadi va u yoritilganlik deb ataladi:

$$E = \frac{d\Phi}{dS} \quad (Vt/m^2) \quad (9) \quad 1 \text{ lyuks}=I \frac{l_{LM}}{M^2}$$

(5) va (6) ga asosan:

$$(6) \quad E = \frac{Idw}{ds} = \frac{I}{R^2} \cos\alpha \quad (10)$$

Sirtning yoritilganligi, manbani yorug`lik kuchiga, nurni tushish burchagi kosinusiga to`g`ri proporsional bo`lib, manbadan sirtgacha bo`lgan masofa (R) kvadratiga esa teskari proporsionaldir.

Ushbu ko`rilayotgan ishda yoritilganlikni yorug`lik manбайдan fotoelement sirtigacha bo`lgan masofaga, yorug`likni fotoelement sirtiga tushish burchagiga va fototolni fotoelement sirtini yoritilgan qismiga bog`liqligi tekshiriladi.

### Ishni bajarish tartibi:

#### 1 – tajriba

Yoritilganlikning manbagacha bo`lgan masofaga bog`liqligini tekshirish.

1. Kerakli asboblardan quyidagi qurilma yig`iladi. (2-rasm)
2. Asbob burchak ko`rsatgichi shkalaning nolinchisi bo`limiga o`rnatiladi.
3. Yorug`lik manbai fotoelementdan 10 sm uzoqlikka (10 bo`lim) o`rnatiladi.
4. Reostat yordamida lampaga shunday kuchlanish beriladiki, natijada galvonometr strelkasi eng katta og`ishga erishsin.

5. Kuchlanishni o'zgartirmasdan lampani fotoelementga nisbatan har xil uzoqlikka o'rnatib, (10 dan katta bo'limga) bir necha bor galvanometr ko'rsatishlarini va masofani o'lchab quyidagi jadvalga yoziladi.

2-jadval

N <sub>o</sub>	R (m)	$\frac{1}{R^2} \left( \frac{1}{m^2} \right)$	$I_{\phi} (A)$
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

6. Olingan natijalardan foydalanib  $i_{\phi} = f\left(\frac{1}{R^2}\right)$  funksiya grafigi chiziladi va qiya

burchak tangensi orqali yorug'lik kuchi hisoblanadi:  $I = \operatorname{tg}\alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x}$

## 2 – tajriba

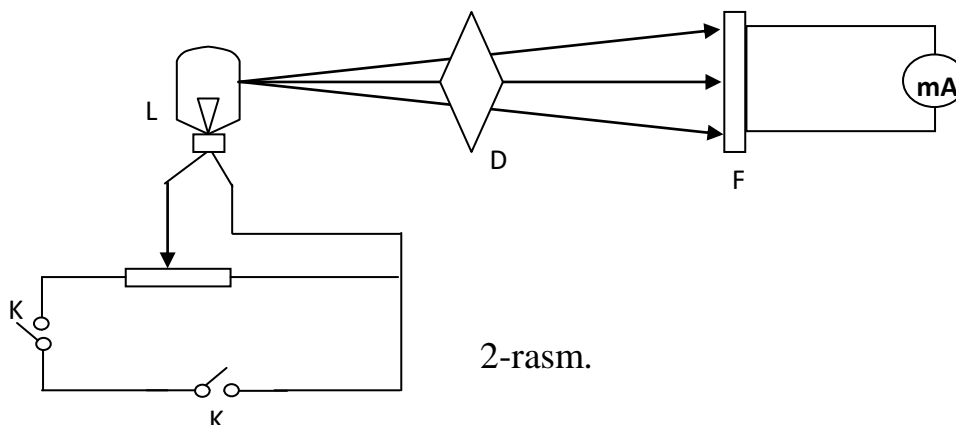
Yoritilganlikning nurni tushish burchagiga bog'liqligini o'rganish.

- 1-tajribadagi 2, 3, 4 bandlar sharti takrorlanadi.
2. Burchak ko'rsatkichini graduslarda, tok kuchini mkA da aniqlab quyidagi jadvalga yoziladi:
3. Lampadagi U kuchlanishni o'zgartirmasdan foto-elementni nurga nisbatan har xil burchaklarga burab, ularga mos toklar aniqlanib jadvalga kiritiladi.

Olingan natijalardan foydalanib, tokning tushish burchagiga bog'lanish grafigi ya'ni  $i_{\phi} = f(\varphi)$  chiziladi.

3-jadval

N <sub>o</sub>	$\varphi^{\circ}$	$I_{\phi} (mkA)$
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		



2-rasm.

G – galvanometr  
F – fotoelement  
D – diafragma  
L – Cho'g'lanma lampa

### Nazorat savollari

1. Asosiy fotometrik kattaliklar va ularning birliklarini yozib tushuntiring?
2. Ko`rish funksiyasi va uning grafigi ifodasini yozing?
3. Yorug'likning mexanik ekvivalenti nima?
4. Ushbu ishda yorug'lik kuchi qanday aniqlanadi?
5. Nima sababdan birday quyoshli kunda, qishda sovuq, yozda esa issiq bo`ladi?
6. Fazoviy burchak tushunchasi va birligi?

## 3 - LABORATORIYA ISHI

### FRENEL BIPRIZMASIDA LAZER NURINING TO'LQIN UZUNLIGINI ANIQLASH

**Ishning maqsadi:** Frenel biprizmasida lazer nurining interferensiyasini kuzatish va to'lqin uzunligini o'lchash usuli bilan tanishish

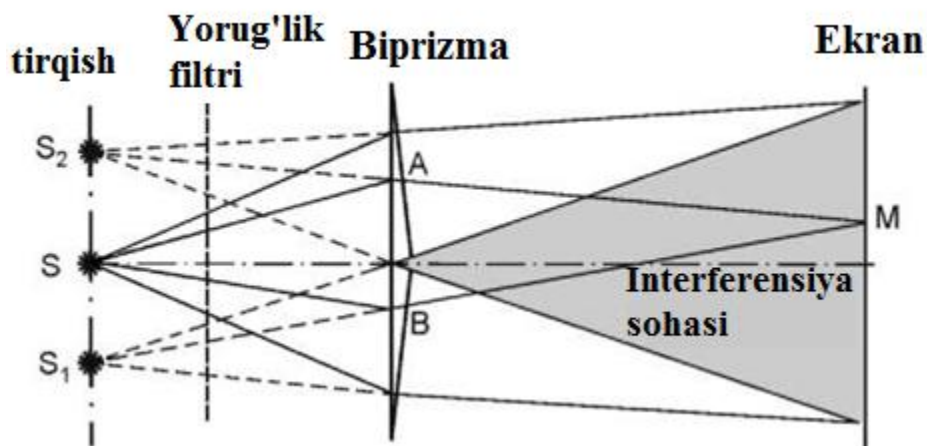
**Kerakli asbob va materiallar:** biprizma, yorurlik manbai, kondensator, tiriqishli diafragma, shkalali tiniq ekran, mikroskop filtrlar, fokus masofasi ma'lum bo'lgan linza.

#### Nazariy qism

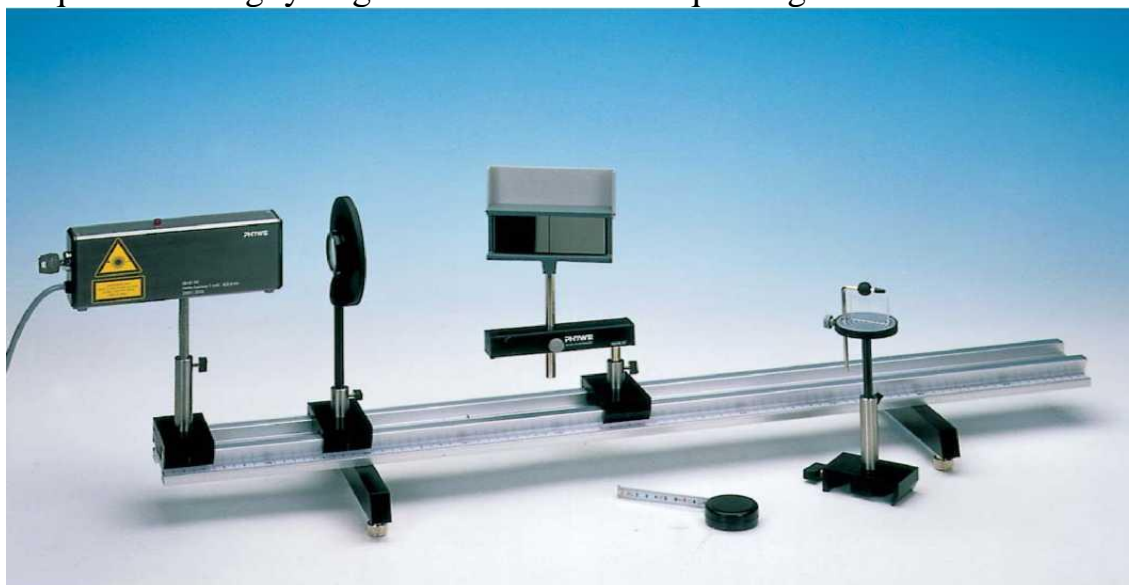
Biprizma sindirish burchaklari kichik (taxminan  $30^0$ ) bo'lgan va asoslari bir-biriga taqalgan ikkita prizmadan iboratdir

Tiriqishdan chiqayotgan yorurlik shu'lasini biprizmada singandan so'ng, xuddi tiriqishning ikkita mavhum  $S_1$  va  $S_2$  tasviridan chiqayotgandek, bir-birini qoplovchi ikkita shu'laga ajraladi.  $S_1$  va  $S_2$  manbalar kogerent bo'lgani uchun, biprizma orqasidagi fazoda shu'lalarning kesishish sohasida turg'un interferension manzara hosil bo'ladi. Bundan foydalanib interferensiya beruvchi yorug'likning to'lqin uzunligini topish mumkin:

$$\lambda = \frac{(l_k - l_m)a}{(k - m)L} \quad (1)$$



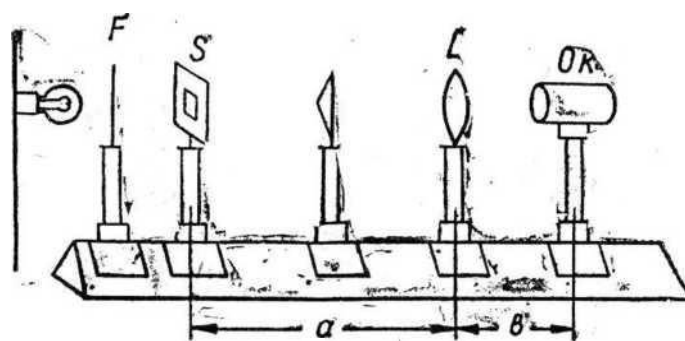
Bunda:  $a$  — mavxum  $S_1$  va  $S_2$  manbalar orasidagi masofa,  $L$  — mavxum  $S_1$  va  $S_2$  manbalar turgan tekislikdan ekrangacha bulgan masofa,  $(l_k - l_m)$  — interferensiyaning  $k$ - va  $m$ - tartibli xira chiziqlari orasidagi masofa,  $(k - m)$  — xira chiziqlar o'rtasidagi yorug' interferension chiziqlarning soni.



### Ishning bajarish tartibi

Bu miqdorlarni aniqlash uchun optik taglikka o'rnatilgan biprizmadan foydalanamiz .

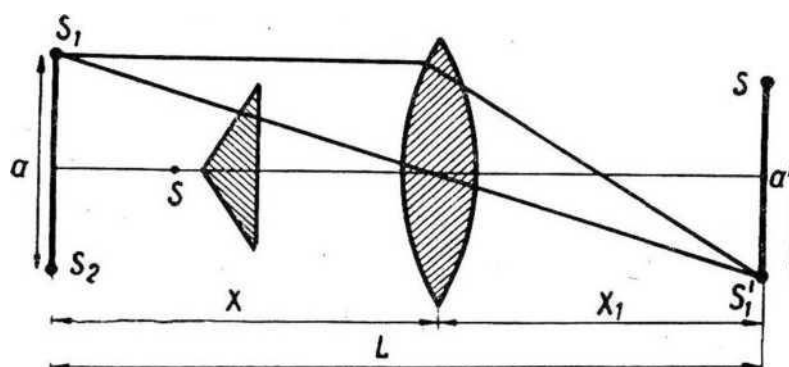
Biprizma tirqishdan 70—80 sm masofada sindiruvchi qirralari vertikal vaziyatda bo'ladigan qilib o'rnatiladi. Biprizmadan 30—50 sm narida okulyar mikrometr o'rnatiladi. Yoritgich darchasi, tirqish o'rtasi, biprizma va okulyar mikrometr bir xil balandlikda bo'lishi shart. Tirqish ma'lum darajagacha toraytirilib, uni biprizmaning gorizontal o'qi atrofida bir oz burib tirqish biprizma qirrasiga parallel vaziyatga keltiriladi. Shunday qilinganda interferension manzara juda aniq bo'ladi.



Endi  $S_1$  va  $S_2$  manbalar orasidagi  $a$  masofani aniqlaymiz:

$$a = a' \frac{F}{x_1 - F} \quad (2)$$

Bunda  $x_1$ —linzadan  $S_1$  va  $S_2$  manbalarning tasvirigacha bulgan masofa bolib, u ni optik taglik shkalasidan aniqlash mumkin.



Ikkinchi tomondan, rasmdan foydalanib:

$$\frac{a}{a'} = \frac{x}{x_1}$$

tenglikni yozish mumkin. (2) va (3) formulalardan foydalanib, quyidagi formulani yozamiz:

$$\frac{x + x_1}{x_1} = \frac{x_1}{x_1 - F}$$

$$\text{Bunda } x_1 + x = F$$

U vaqtda

$$L = \frac{x_1^2}{x_1 - F}$$

(2) va (4) formuladan  $a$  va  $L$  ning qiymatini (1) formulaga quysak:

$$\lambda = \frac{(l_k - l_m) a' F}{k - m} \frac{1}{x_1^2}$$

Bu formuladan foydalanib, har xil filtrlardan o'tib intrferensiyalanuvchi yorug'likning to'liq uzunligini aniqlash mumkin.

№	k	m,	$l_k,$ MM	$l_m,$ MM	a,' MM	F, MM	$x_1,$ MM	$x_1^2,$ MM	$\lambda,$ HM	$\Delta \lambda,$ HM	$\varepsilon$ (%)
1											
2											
3											
O'r.q	x	x	x	x	X	x	x	x			

### Nazorat savollari

1. Yorug'lik interferensiya deb nimaga aytiladi?
2. Kogerent nurlarga ta'rif bering va misollar keltiring.
3. Yorug'lik interferensiyasining "max" va "min" shartlarini tushuntiring.
4. Optik yo'llar farqi nima va u fazalar farqiga qanday bog'langan?
5. Interferension chiziqlar kengligi nimaga bog'liq?
6. Frenel biprizmasida lazer nurining to'lqin uzunligini aniqlash formulasini keltirib chiqaring.

## 4 - LABORATORIYA ISHI

### DIFRAKSION PANJARA YORDAMIDA YORUG'LIKNING TO'LQIN UZUNLIGINI ANIQLASH

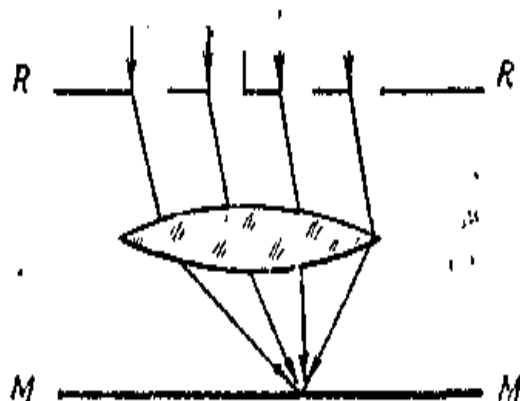
**Ishning maqsadi:** Difraksiya hodisasining fizik mazmunini va difraksiyon panjara yordamida yorug'lik to'lqin uzunligini o'lchash usuli bilan tanishish.

**Kerakli asbob va materiallar:** Yorug'lik to'lqin uzunligini aniqlash uchun mo'ljallangan qurilma, difraksiyon panjara, cho'glanma elektr lampasi.

#### Nazariy qism

Yorug'lik nurlarini yo'lida uchraydigan kichik tirqish orqali o'tib ekranda yorug' va xira yo'llar hosil qilishiga, ya'ni nurlarning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishidan chetlashishiga, yorug'lik difraksiyasi deyiladi. Difraksiya hodisasini Gyugens prinsipi asosida tushintirish mumkin. Bu prinsipga ko'ra, to'lqin frontning har bir nuqtasini elementar to'lqinlar hosil qiluvchi mustaqil manba deb qarash mumkin. Nurning to'lqin uzunligi qisqa bo'lganligi uchun to'g'ri chizikli tarqalishdan chetga chiqishi oz bo'lsa buni kuzatishda nurni juda kichik tirqishdan o'tkazish lozim. Odatda Tajriba ishlarida har bir millimetrida 100 tagacha tirqishlari bo'lgan oddiy shisha difraksiyon panjara ishlatiladi.

Difraksion panjaraning parametrlaridan biri difraksion panjara davri bo`lib hisoblanadi. Difraksion panjara davri (doimiysi) deb tirqish kengligi bilan tirqishlar orasidagi masofaning yig`indisiga aytiladi ( $d = a + b$ ) (1-rasm).



1-rasm

2-rasmda esa ko`p burchaklar ostida beriladigan nurlar ko`rsatilgan. Agar yorug`lik manбайдan chiqadigan nur murakkab yorug`likdan iborat bo`lsa, ekranda hosil bo`ladigan tasvir rangli bo`ladi. Bunda rangli tasmalar qora tasmalar bilan ajratilgan bo`ladi. Ekrandagi bundan rangli tasvirga difraksion spektr deyiladi. Spektrlarda hosil bo`ladigan difraksion maksimumlar quyidagi shartga asosan topiladi:

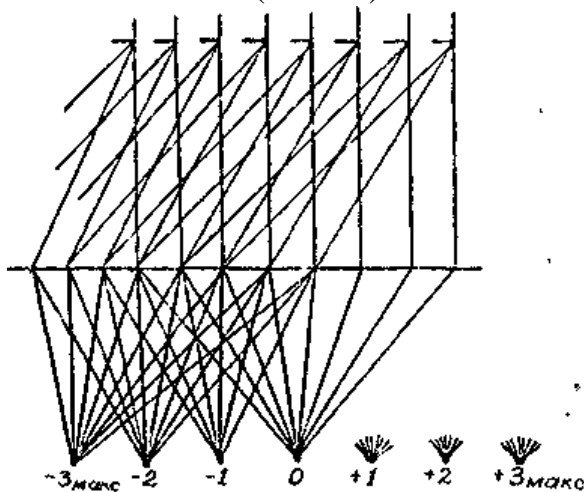
$k \sin \varphi = \delta$  bunda  $\delta$  - ikki chetki nurlar orasidagi yo`l farqi. Agar butun to`lqin uzunligiga karrali bo`lsa, ya`ni  $\delta = k \cdot \lambda$ , unda A nuqtada maksimum kuzatiladi.

$$d \sin \varphi = k \cdot \lambda \quad (1) \quad k = 0, 1, 2, 3 \dots$$

(1) tenglamadan  $\lambda$  - ni topamiz

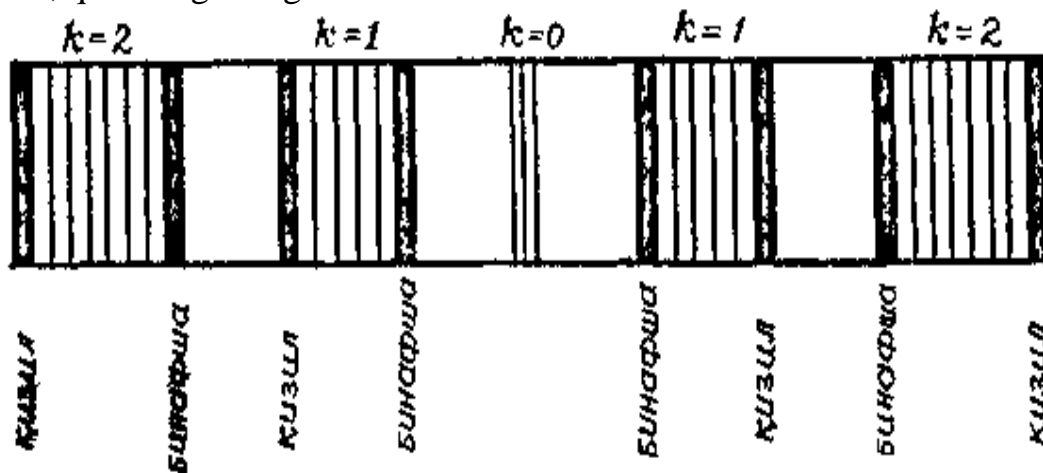
$$\lambda = \frac{d \cdot \sin \varphi}{k} \quad (2)$$

Odatda difraksion panjaraga murakkab yorug`lik tushganda bitta spektr o`rnida spektrlar seriyasi hosil bo`ladi (2-rasm).



2-rasm

$k = 0$  bo'lganda (3-rasm)  $\varphi = 0$ , bunda markaziy oq tasma, yorug'lik manbaining rangiga mos keladi.  $k = 1$  bo'lganda, oq tasmaning ikki tomonidan simmetrik ravishda rangli tasmalar hosil bo'ladi, bu tasma binafsha nurdan boshlanib, qizil rangda tugallanadi.



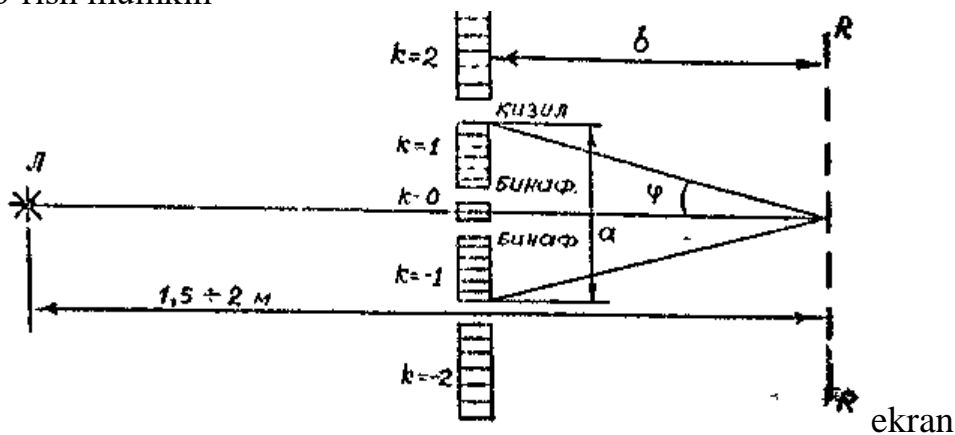
3-rasm

Hosil bo'lgan spektrga birinchi tartibli spektr deyiladi. Spektrning qizil sohosi binafsha nurga nisbatan kattaroq burchakka siljigan bo'ladi.  $k = 2$  bo'lganda ikkinchi tartibli spektr va hokazo tartibli spektrlar hosil bo'ladi.

Difraksion panjara yordamida to'lqin uzunligini Tajriba usulida aniqlash maqsadida 4-rasmda keltirilgan sxemadan foydalanish mumkin. Bu sxemada lampadan parallel nurlar tirqish orqali difraksion panjaraga tushiriladi. Kuzatuvchi difraksion panjara orqali qaraganda tirqish joylashgan shkalada spektrlarni kuzatadi. Birinchi tartibli spektrda binafsha nurlar orasidagi masofa "a" va shkala bilan difraksion panjara orasidagi masofa "b" bo'lsin (2) formuladan  $\lambda$  ni topish uchun  $b \gg a$  shartdan foydalanib  $\sin \varphi \approx \text{tg } \varphi$  va 4-rasmdan

$$\sin \varphi = \text{tg } \varphi = \frac{a}{2b} \quad (3)$$

ekanini ko'rish mumkin



4-rasm

(3) ifodani (2) formulaga qo'ysak:  $\lambda = \frac{d \cdot a}{2k \cdot b} \quad (4)$





### Ishning bajarish tartibi

1. Yorug`lik manbaini difraksiyon panjaradan 1,5-2 m uzoqlikda o`rnatib, tok manbaiga ulang. Bunda nurlar dastasini tirqish orqali o`tib, difraksiyon panjaraga tushishini ta`minlang.
2. To`lqin uzunligini aniqlash uchun mo`ljallangan qurilmaning old qismiga difraksiyon panjarani o`rnatib, lampa, tirqish va difraksiyon panjara lampa bilan bir xil balandlikda bo`lishini ta`minlang.
3. Spektr tasviri shkala shitida hosil bo`lganicha shitni brusok ustida harakatlantiring.
4. Shitdagi shkaladan 1 va 2-tartibdagi qizil va binafsha nurlarning chegaralarini aniqlab ular orasidagi masofa "a" ni ulchang. (a masofani birinchi tartibli qizil yoki binafsha, xuddi shunday ikkinchi tartibli va hokazo tartibli spektrlar uchun ham olish mumkin).
5. Brusok bo`ylab difraksiyon panjaradan shkalagacha bo`lgan masofa "b" ni yozib oling.
6. "a" va "b" qiymatlarini (3) formulaga quyib  $\lambda$  ni aniqlang.
7. Topilgan qiymatlarni jadval ko`rinishida rasmiylashtiring.

№	d (m)	k	b (m)	$a_1$ (m)	$a_2$ (m)	$a_{o'rt}$ (m)	$\lambda$ (Å)	$\Delta\lambda$ (Å)	$\frac{\Delta\lambda_{yp}}{\lambda_{yp}} \cdot 100\%$
1									
2									
3									
4									
5									
O'rt. q									

### Nazorat savollari

1. Difraksiya hodisasini tushuntiring va u qanday sharoitda kuzatiladi. Gyugens prinsipi nima?
2. Qaysi nur difraksiya spektrda eng katta og`ish burchagiga ega bo`ladi?
3. Difraksion panjara deb nimaga aytiladi?
4. . Difraksion panjaraning maksimum va minimumlik shartlarini yozing.
5. Ishni bajarish tartibini tushuntiring?
6. Frenel difraksiyasi Fraungofer difraksiyasidan nima bilan farq qiladi?

## 5 - LABORATORIYA ISHI

### MALYUS QONUNI O'RGANISH

#### Tayanch iboralar:

Yorug'likning elektromagnit nazariyasi qaytish nazariyasi , qaytaruvchanlik xusiyati Bryuster qonuni sinish qonuni, qutblanish , qutblanish darajasi.

#### Kerakli asbob va materiallar:

Rezina oyoqchali tayanch plitalar tutqichli geliy neon lazeri, Yustirov-tayanch. Ko'zgu 30·30 mm Magnit oyoqchalar tayanch plitalar uchun .Qutblovchi dpeltr. Optik plito optic prizma uchun stolcha. Flintglas prizmasi 60<sup>0</sup> Aylanuvchi relis burchak shkalali va magnit oyoqchali. Optik plita uchun fotoelement. Uneversial o'lchagich, kuchaytirgich. Voltmetr. Ulovchi simlar qizil l=500 mm

#### Topshiriq.

1. Yorug'lik nurining qaytarish koeffisientining perpendikulyar qutblangan va tushish tekisligiga parallelligi tushish burchagi bog'liqligini aniqlash va uni grafik usulda tasvirlash.
2. Flintglasdan yasalgan prizmaning sindirish ko'rsatkichini aniqlash .

3. Frenil formulasi yordamida qaytaruvchilik koeffitsientini aniqlash va uni tajriba (egri chizig'i) natijalari bilan taqqoslash.
4. Flintglasdan yasalgan prizmaning qaytaruvchanlik koeffitsientini aniqlash.
5. Chiziqli qutblangan yorug'lik uchun qutblangan tekisligining tushish burchagidan bog'liqligini aniqlang va uni grafik usulda tasvirlang. Olingan natijalarni Frenil formulasi yordamida hisoblangan qiymatlar bilan taqqoslang.

### **Qurilmaning tuzilish va ishni bajarish tartibi:**

Tajriba qurilmasi 1-rasmda ko'rsatilgan. qurilmaning tavsiya qilingan balandligi (nur yo'lining balandligi) 130 mm bo'lishi kerak.

Aylanuvchi qurilmaning ishlatilishi (nastroyka).

Magnit oyoqchalardan vintni mahkamlab turgan ponani ajratib oling.

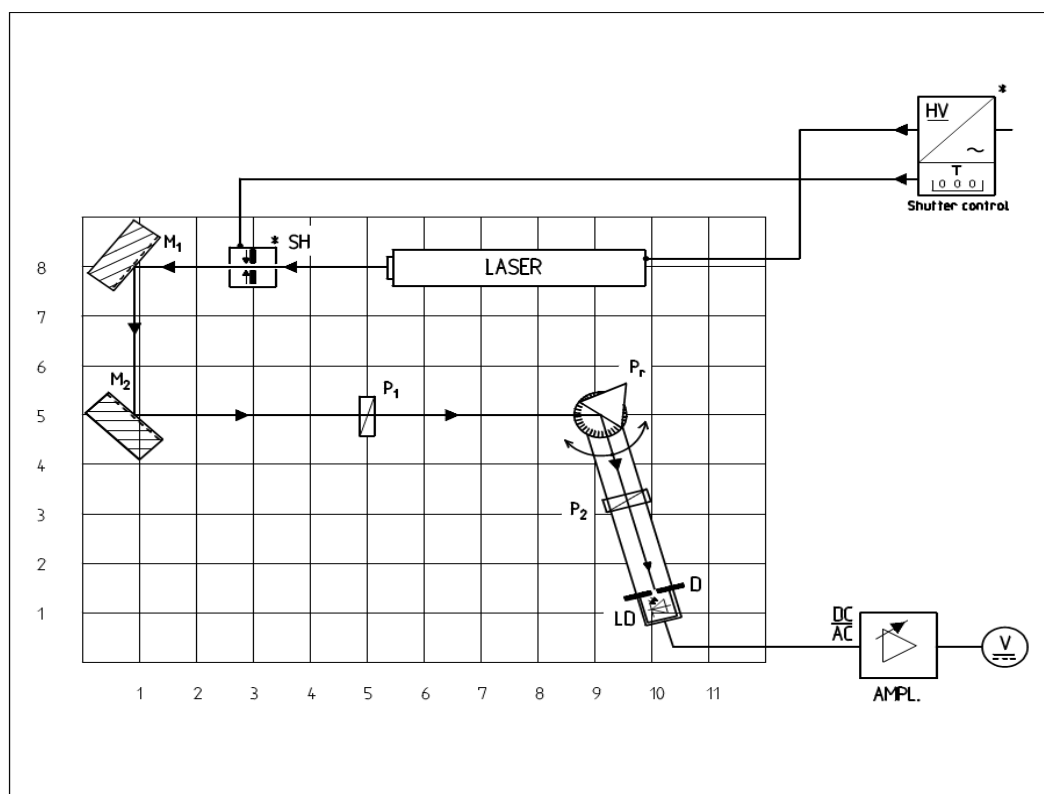
Buriluvchi relisning aylanma kesimiga (yuzasi, sirtiga) oyoqchasi ostiga qo'ying.

Prizma uchun transporter joylashgan tutqichli stolchani qisiluvchi asosga (stoyka) hech qanday erkin aylana oladigan qilib biriktiring.

Magnit oyoqchalari yordamida LD fotoelementni buriluvchi relsning bir tamoniga qutblangan filtr  $P_2$  ni esa relsning o'rtasiga biriktiring.

Tayanch plitgi o'rnatayotgan vaqtda uning burchak siljishini to'g'ri e'tiborga olish kerak, yani tushuvchi nur shkalada  $0^0$  ga yo'nalgan bo'lish kerak.

Prizma  $P_2$  stol sirtida markaziy nuqtaga nisbatan aniq siljish kerak.



**1-rasm** eksperimental tajriba ishi

Lazer nuri stolning va prizmaning markaziy o'qi bo'ylab  $M_1$  va  $M_2$  vintlari yordamida rostlanadi.

O'lchash: Lazer nuri 15 minut davomida qizigandan so'ng tajriba qurilmasi dastlab qutblangan filtrsiz  $P_2$  yig'iladi.

1. Izolyasiz tutqich.

1. BNC ekranlovchi kabel.

1. Am 241, 370 kkbe radioaktiv manba. GS 137 radioaktivni manba.

Qurilma va ishni bajarish tartibi:

Qurilmani 1-rasmda ko'rsatilgandek o'rnatish. Operasion blokni ulashdan oldin sintilyasion hisoblagichga yuqori voltli kabelni boshqaruv blokiga va foto ko'paytirgichga to'g'ri ulang, so'ngra gamma- detektorning boshqaruv yo'riqnomasi bilan tarnishing.

Operasion blokning ko'p aylanmali potensiometrini 200 ga qo'ying.

MKA ni kompyuterning USB portiga ulang va o'lchash programmasini ishga tushiring. Ko'p kanalli MKA shablonini tanglang.

<sup>241</sup>AM manbasida, "Spektr yozuvi" opsiyasini tanglang, (Dalle) keying tugmasidan foydalang, so'ngra ekranda spektrlarni qayd qiling. (3-rasmga qarang). Useliniy ni "Uroven", "Slisleniy" ni 1% "Nomer kanala" ni X data kabi.

Manbani detektordan shunday masofaga joylashtirinki hisob tezligi 1000 mm/s dan kichik bo'lsin.

Ko'p aylanuvchi potensiometrni ishchi detektorga shunday moslanki, 59.5 keV egri chiziq nuqtasining spektrining o'ng tomoniga qo'yilsin. (3500 kanal bo'ylab).

Bu moslikni (nastroyka) butun o'lchash davomida o'zgarishsiz qoldiring kichik drefsda (siljishda), detektorni o'lchash boshlanguncha biroz vaqt ulab qo'ying.

Rad etish uchun "Otmnit" o'lchash tugmasini bosing. (2rasm) Ko'p kanalli analizator oynasi.

Qutblanish tekisligining qo'shimcha  $45^0$  ga aylanish o'zida  $\varphi$  qutiblanish tekisligining prizmadan qaytishi hisobiga hosil qilinadi. Bu lazer nurining prizma sirtidan turli tushish burchaklarida  $\alpha$  bajariladi.

### Nazariya va hisoblashlar.

Yorug'lik to'lqinida elektr maydon kuchlanganligi vektori  $E$  va magnit iduksiya vektori  $B$  bir-biriga nisbatg perpendikulyar va bir xil fazada tebranadi. Intensivlik Maksivell tenglamasida aniqlanadi.

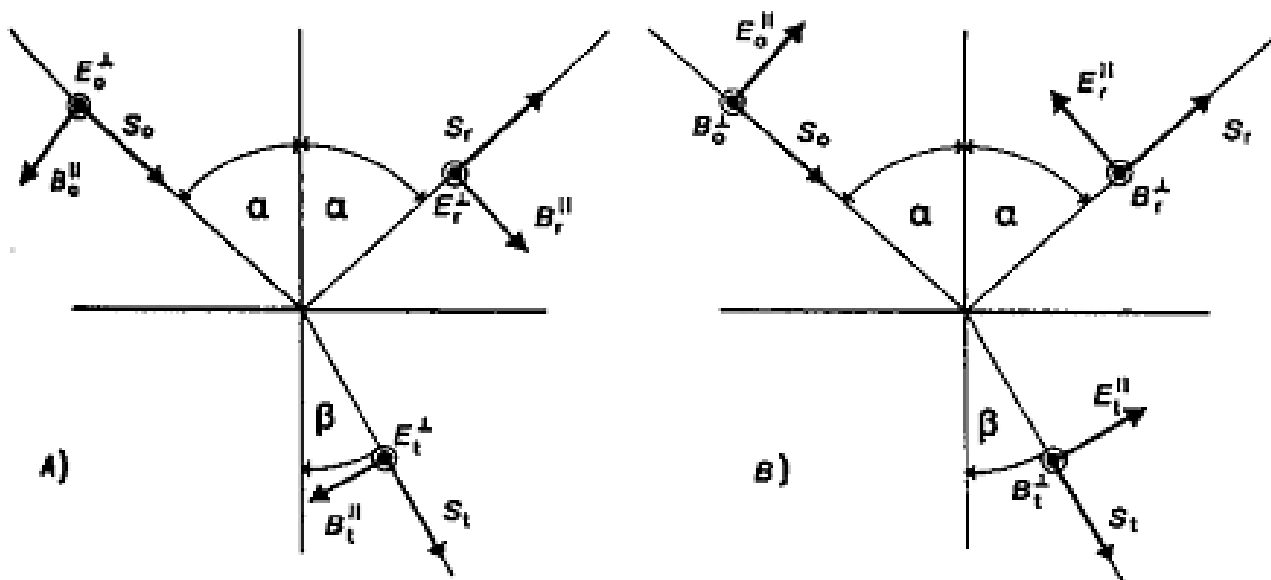
$$B=n \cdot E \quad (1)$$

bu yerda  $n$  nur o'tayotgan muhitning sindirish ko'rsatkichi. Yorug'lik to'lqini tarqalish yo'nalishdagi erergiyaning ko'chishi Umov- Poyting vektori ko'rinishda yoziladi.

$$S=E \cdot B \cdot S=E^2 \quad (2)$$

Agar nur  $n$  sindirish ko'rsatkichli izotop muhitning chegaraviy sirtiga  $\alpha$  burchak ostida tushayotgan bo'lsa bir qism to'lqin qaytadi, qolgan qismi  $\beta$  burchak ostida muhitda tarqaladi.

Quyida keltirilgan nazariya quyidagi ideksiyalar qo'llaniladi.  $X^1, X^2$  Elektr yoki magnit maydon vektorlarning tebranishlar tushish burchagiga perpendikulyar yoki parallel joylashadi.  $X_0, X_r, X_t$  tushuvchi sinan qaytuvchi nurlar koponentlari.



**2 A) rasmda** tushish tekisligiga perpendikulyar tebranuvchi tushuvchi nurning elektr maydon kuchlanganligi vektori  $E_0^\perp$  tasvirlangan. **B)** parallel tushuvchi nurlar yo'nalishi

Magnit maydon induksiyasi vektori  $B_0^\parallel$  unga parallel tebranadi. (2). Tangensial kattalik uzluksizligi qonuniga bog'liq holda, nur yo'nalishini hisobga olib, quyidagi munosabatga ega bo'lamiz.

$$E_0^\perp + E_r^\perp = E_t^\perp \quad (3)$$

(1) va (3) (4) ifoda (formula) ni hosil qilamiz. Maydon kuchlanganligining nisbati formulasining hisoblanishi sinush qonunini e'tiborga olgan holda quyidagiga teng.

$$(E_0^\perp - E_r^\perp) \cos \alpha = n (E_0^\perp + E_r^\perp) \cos \beta \quad (4)$$

$$\zeta^\perp = \frac{E_r^\perp}{E_0^\perp} = \frac{\cos \alpha - n \cos \beta}{\cos \alpha + n \cos \beta} = \frac{\sin (\alpha - \beta)}{\sin (\alpha + \beta)} \quad (5)$$

bu yerda  $\xi$  - qaytaruvchanlik koeffsienti .(2 b) rasmda, tushish tekisligiga parallel tebranuvchi tushuvchi nurning elektr maydon kuchlanganligi vektori  $E^0$  ko'rsatilgan.

(3) ifodaga o'xshash

$$B_0 + B_r + B_t$$

$$(E_0'' - E_r'') \cos \alpha = E_t'' \cos \beta \quad (6)$$

ni hosil qilamiz. (1) va (6) ifodalardan foydalangan holda

$$(E_0'' - E_r'') \cos \alpha = \frac{1}{n} (E_0'' + E_r'') \cos \beta \quad (7)$$

ga ega bo'lamiz.(5) ifodaga o'xshash qaytaruvchanlik koeffisientlari uchun

$$\zeta'' = \frac{E_r''}{E_0''} = \frac{n \cos \alpha - \cos \beta}{n \cos \alpha + \cos \beta} = \frac{\tan(\alpha - \beta)}{\tan(\alpha + \beta)} \quad (8)$$

formulani hosil qilamiz. (5) va (8) Frenel formulalarini boshqacha ko'rinishda yozish mumkin buning uchun Snelliusning qonuni  $\beta$  sinish burchagi uchun

$$\zeta^\perp = \frac{E_r^\perp}{E_0^\perp} = - \frac{(\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} - \cos \alpha)^2}{n^2 - 1} \quad (9a)$$

$$\zeta'' = \frac{E_r''}{E_0''} = \frac{n^2 \cos \alpha - \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}{n^2 \cos \alpha + \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}} \quad (9b)$$

qo'llaymiz.

$\zeta^\perp \geq \zeta''$  ni barcha 0 va  $\pi/2$  tushish burchagi  $\alpha$  da qo'llaymiz.

Xususiylar.

A: Ouidagi munosabatlar perpendikulvar tushuvchi nur ( $\alpha = \beta = 0$ ) uchun o'rinli

$$\zeta^\perp = \zeta'' = \left| \frac{n-1}{n+1} \right| \quad (10)$$

$\xi$

B: Siljish burchagi ( $\alpha = \pi/2$ ) uchun

$$\zeta^\perp = \zeta'' = 1 \quad (11)$$

C: Qaytgan va singan nurlar bir-biriga perpendikulyar bo'lsa

( $\alpha + \beta = \frac{\pi}{2}$  (3 - rasmga qarang))

(8) ifodadan

$$\zeta'' = 0 \quad (12)$$

kelib chiqadi, shuningdek qaytgan nur to'liq qutblangan.

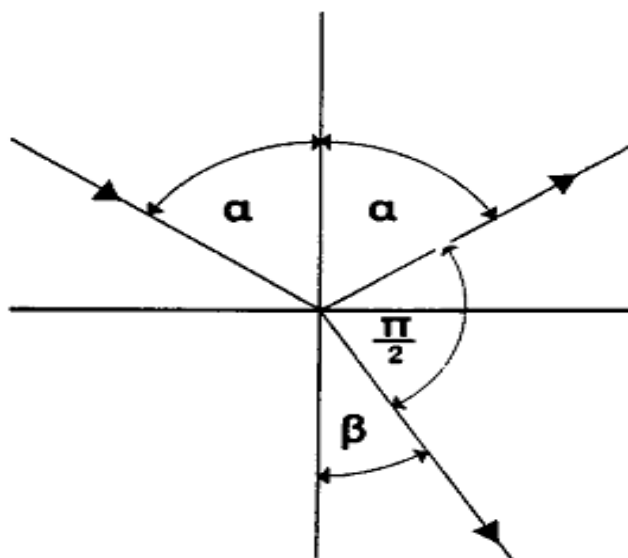
Berilgan holda elektr maydon kuchlanganligi vektori tushish tekisligiga nisbatan perpendikulyar tebranadi. Snelliusning sinish qonuniga asosan:

$$\sin \alpha = n \cdot \sin \beta = n \cdot \sin \left( \frac{\pi}{2} - \alpha \right) = n \cdot \cos \alpha$$

u holda berilgan holat uchun tushish burchagining xususiy holida :

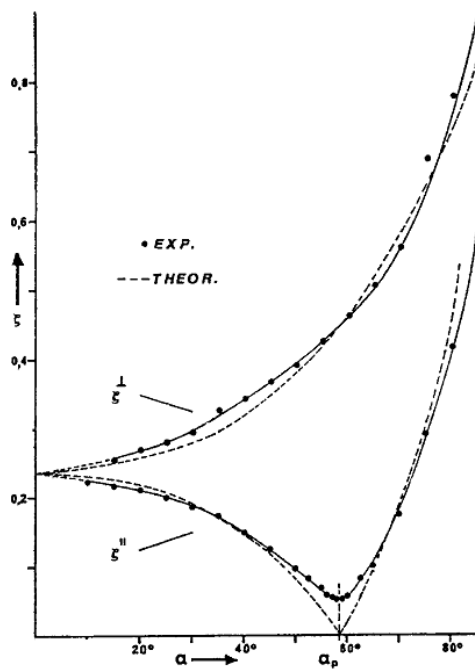
$$- \operatorname{tg} \alpha_p = n \quad (13)$$

ga teng bo'ladi.  $\alpha_p$  ning qutblanish burchagi yoki Bryuster burchagi



- **3-rasm.**Bruster qonuni

1-jadval Ur qiymatining fotoelementr yordamida  $\alpha$  burchak ostida qaytgan nurning intensevligining o'zgarishi keltirilgan. Kuchlanish yorug'lik intensivligiga to'g'ri proporsional, o'z navbatida elektr maydon kuchlanganligi kvadratiga ham to'g'ri proporsional. (2-rasm)



**4-rasmda**

$\xi_r^{\parallel}$  va  $\xi_r^{\perp}$  ning tushish burchagi

$\alpha$  ga bog'liqligining tajribadagi egri chizig'i keltirilgan.  $\xi$  egri chizig'ida  $\alpha_p = 58,5^\circ$  da minimuni sezilarli darajada. Bu ifodalardan foydalanib va  $\xi$  ko'ringan egri chiziqlarning ordinate o'qlarida kesishishidan qabul qilingan ekstropolyatsiya natijalari va (13) va (10), sindirish ko'rsatkichi uchun  $n=1,63$  qiymatiga ega bo'lamiz.

(9) formula yordamida hisoblangan, egrilanish chiziqlarining qiymatlari  $n=1,63$  da tajriba bilan mos tushadi.

faraz qilingan  $\xi$  ning egriligi xarakteri  $\alpha_p$  da lazer nurining qutblanishi darajasi 1 dan kichikligi shartidan kelib chiqadi.

(9a) va (9b) ifodalarni kvadratga ko'tarib va qo'shsak, quyidagi qaytaruvchanlik koeffitsiyenti R ning normal tushish burchagi uchun ifodaga ega bo'lamiz.

$$R = \frac{(E_r')^2 + (E_r'')^2}{(E_o')^2 + (E_o'')^2} = \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2 \quad (14)$$

qaytaruvchanlik koeffitsiyenti R flintglasdan yasalgan prizma uchun ( $n=1,63$ ) 0,06 ga teng.

Frenel formulasini to'g'riligini tekshirishning yana bir usuli quyidagi usuga asoslangan: Chiziqli qutblangan yorug'lik elektr maydonining kuchlanganlik vektori bilan aylanma qutblash burchagi  $\delta$  ning qutblash tekisligi shisha qaytargichga tushadi. Qaytgan dastgning qutblanish tekisligining burilish, tushish burchagi funksiyasi kabi yoziladi. -

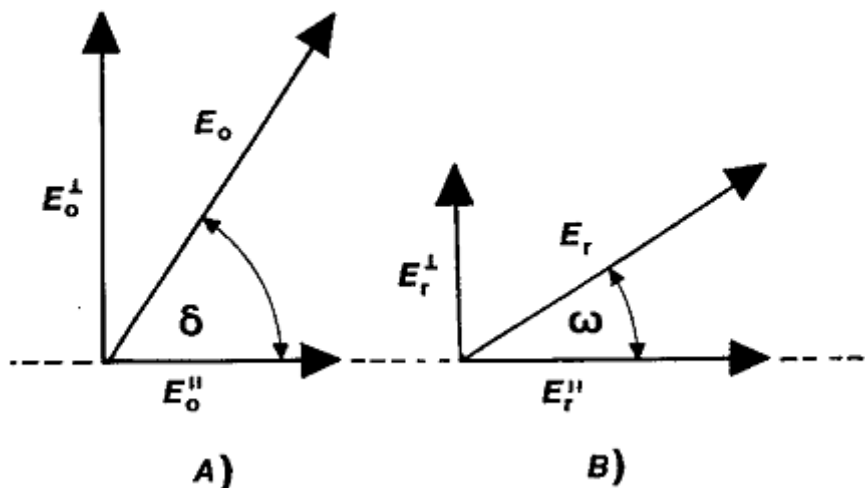
6-rasmda, qog'oz tekisligi qutblovchi tekislik ko'rinishida tasvirlanadi. Agar elektr maydoni vektori qaytgandan so'ng  $\omega$  burchak ostida tebransa, u holda qutblanish tekisligining aylanish  $\psi = \delta - \omega$  ko'rinishida beriladi. Tushish tekisligiga parallel va perpendikulyar maydon komponentlari uchun quyidagi munosabat o'rinni.

$$E_r'' = E_r \cos \omega; \quad E_r' = E_r' \sin \omega \quad (15)$$

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{E_r'}{E_r''} = \frac{E_r' \cdot E_o'' \cdot E_o'}{E_o' \cdot E_r'' \cdot E_o} \quad (16)$$

(5),(8) va (16) ifodalardan ko'rinadiki,

$$\operatorname{tg} \omega = -\frac{\sin(\alpha - \beta)}{\sin(\alpha + \beta)} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \beta) \cdot \operatorname{tg} \delta \quad (17)$$





**5-rasm.** Tebranish yo'nalishi qaytuvchi nur yo'nalishi bilan.

$$\operatorname{tg} \psi = \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} - \omega\right) = \frac{1 - \operatorname{tg} \omega}{1 + \operatorname{tg} \omega} \quad (18)$$

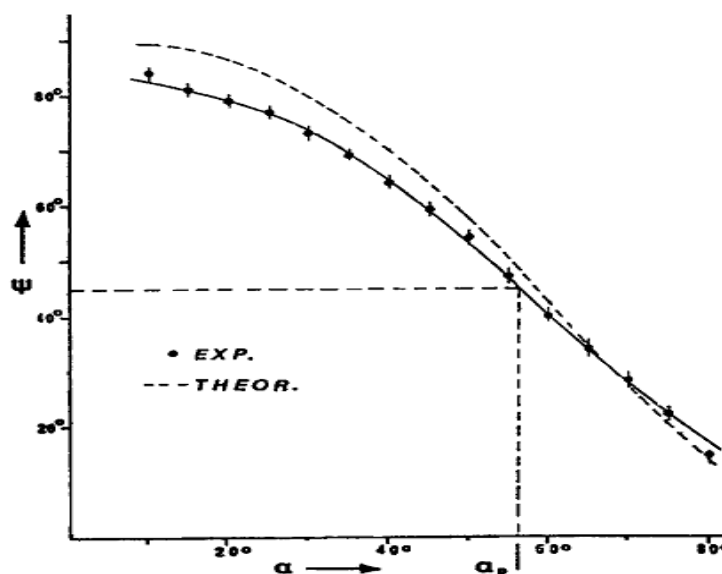
agar  $\operatorname{tg} \omega$  ni (17) ifodadan (18) ga qo'ysak, almashtirishdan so'ng

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{\cos(\alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta)}{\cos(\alpha + \beta) - \cos(\alpha - \beta)} = -\frac{\cos \alpha \sqrt{1 - \sin^2 \beta}}{\sin \alpha \cdot \sin \beta} \quad (19)$$

ga ega bo'lamiz.

(19) ifodadagi sinish burchagi  $\beta$  ni e'tiborga olgan holda oxirgi (yakuniy) formulaga ega bo'lamiz.

$$\psi = \operatorname{arctg}\left(\frac{-\cos \alpha \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}{\sin \alpha}\right) \quad (20)$$



**6-rasm.** O'lchangan va hisoblangan qiymatlar bo'yicha nur tebranish

yo'nalishining tushish burchagi bog'liqligi egri chiziqlari tuzilish .(tushuvchi nurning qutblash burchagi  $45^{\circ}$  bo'lganda).

Agar qutblanish tekisligi  $\psi = \left(\frac{\pi}{4}\right)$  Bryuester qonuni

$\operatorname{tg} \alpha_p = n$  (21) ko'rinishda yoziladi.

6-rasmdan ko'rinadiki qutblanish tekisligining aylanish burchagining tajribadagi qiymatlari tushish burchagidan bog'liqligi (20) tenglama yordamida hisoblangan qiymat bilan mos keladi.

1-jadval.  $U_r$  kuchlanishning qaytaruvchanlik koeffsientining  $\alpha$  burchakka bog'liqligi. ( $U_0 = 3.0$  v)

1-jadval.

$\alpha$ градус	$U_r^\perp$ В	$\zeta^\perp$	$U_r''$ В	$\zeta''$
10	0.21	0.264	0.182	0.246
15	0.213	0.266	0.178	0.243
20	0.232	0.278	0.167	0.236
25	0.25	0.288	0.16	0.231
30	0.287	0.309	0.129	0.207
35	0.33	0.392	0.112	0.193
40	0.363	0.348	0.088	0.171
45	0.42	0.378	0.062	0.144
50	0.48	0.4	0.037	0.111
55	0.588	0.443	0.017	0.075
57.5	–	–	0.01	0.058
60	0.71	0.486	–0.000	0.000
62.5	–	–	0.006	0.081
65	0.87	0.542	0.02	0.082
70	1.11	0.608	0.089	0.172
75	1.43	0.69	0.237	0.281
80	1.73	0.77	0.615	0.453

2-jadval

$\alpha$ gradus	$U_r^\perp$ V	$\xi^\perp$	$U_r''$	$\xi''$
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				

## 6 - LABORATORIYA ISHI

### QAND ERITMASI KONTSENTRATSIYASINI SAXORAMETR YORDAMIDA ANIQLASH

**Ishning maqsadi:** Yarim qorong'i polyarimetr qutblagich yordamida har xil konsentrasiyalı eritmalarning optik aktivligini aniqlash. Shakarning inversiya reaksiyasi tezligi doimiysi va eritmalarning solishtirma aylanishini aniqlash.

**Kerakli asbob va materiallar:** Yarim qorong'u qutblagich 230 v, immersion termostat A100, Termostat uchun to'plam A100, Termostat uchun vanna makralon. Raqamli sekundometr 1/100 s Zanglamaydigan po'lat qisgichlar. Qisqa 250 ml menzurka. Plastmassa menzurka ,2 dona .Darajalangan sekundomer ,100 ml. Plastmassa naycha d=90 mm ,plastmassa qoshiq shpatel. Shisha sterjen ,l=300mm. D(+) saxoroza , 100 gr Solnaya kislota, 1000 m distillangan suv , 5l D(+)

#### Tayanch iboralar:

Yorug'likning qutblanishi, yorug'lik qutblanishning aylanishi , optik aktivlik, saxorometr ,reaksiya tezligi doimiysi

#### Nazariy qism

Optik aktivlik deb, moddadan o'tuvchi, yorug'likning qutblanish tekisligida aylanish xususiyatiga aytiladi. Qutblanish tekisligining aylanishi o'ng va chap aylanma qutblangan 2 ta to'lqinning har xil tezliklarda tarqalishga asoslangan. Shuning uchun chiziqli qutblangan to'lqining qutblanish tekisligi , moddadan chiqishda 2ta to'lqinning yig'indisi  $\varphi$  burchakka egilgan holda bo'ladi. Eritmalarning solishtirma aylanishi optik aktiv moddalar uchun  $(\gamma)^{20}$ . Natriy D ning qutblangan tekisligi aylanish burchagi sifatida aniqlanadi. 100mm uzunlikdagi slindrda 1sm<sup>3</sup> 1 gm modda 20<sup>0</sup> C haroratda.

Berilgan konsentrasiyada 100 mm uzunlikdagi idishda qutblanish tekisligi burchagi  *$\gamma$  dan solishtirma aylanishni ham shunday usulda aniqlanadi.*

$$(\gamma)^{20} = J/C.$$

$$[\alpha]_D^{20} = \frac{\alpha}{c} \quad (1)$$

Ushbu ishda saxoroza eritmalari tekshiriladi. Agar tajriba V haroratda o'tkazilsa 20<sup>0</sup> harorat uchun qabul qilingan solishtirma aylanish qiymati quyidagi formula bilan hisoblash mumkin. (20)<sup>20</sup> D saxoroza.

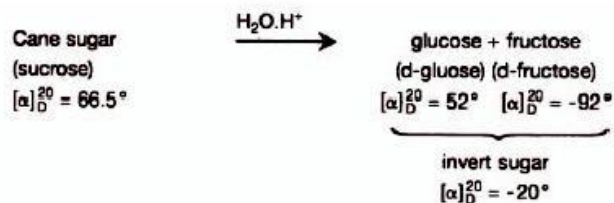
$$[\alpha]_D^{20} = \frac{[\alpha]_D^g}{1 - 0,00037(g - 20^\circ)} \text{ saxoroza uchun, (2)}$$

$$[\alpha]_D^{20} = [\alpha]_D^g - 0,072(20^\circ - g) \text{ laktoza uchun (3)}$$

Katalizator sifatida eritmadagi H<sup>+</sup> ionlar mavjudligi sababli shakarning suvdagi eritmasi optik aktiv glyukoza va fruktoza parchalanadi.

(1-rasm) .Reaksiya tezligi shakar tezligi konsentrasiyasi to'g'ri proporsional.

shakar H<sub>2</sub>OH



**1-rasm.** Shakar inversiya sxemasi.

Reaksiya tezligi konsentrasiya vaqt birligi ichida kamayishi bilan aniqlanishni,  $dc/dt=k*c$  buni integrallashdan so'ng

$$\ln C_0/c(t) = -kt \quad (4)$$

hosil bo'ladi. Bu yerda  $k$  reaksiya tezligi doimiysi  $C_0$  moddaning boshlang'ich konsentrasiyasi  $t=0$  vaqtidagi  $C(t)$   $t$  vaqtidagi konsentrasiyasi.

Agar  $L(t)$  shakarning tvaqt ichida qutblanish tekisligining burilish burchagi.

$\beta$  - eritmaning burilish burchagi. U holda o'tilgan inversiyani

$$\frac{c}{c(t)} = \alpha + (\beta) / \alpha(t) + (\beta) \quad (5) \text{ ifodaga ega bo'lamiz. } K = -1 \ln \alpha + \frac{\beta}{\alpha(t)} + (\beta)$$



**2-rasm.** Shakar eritmalarida qutblanish tekisligining aylanishini aniqlaydigan eksperimental qurilmasi.

**Ishni bajarish tartibi:**

Optik aktivlikni aniqlash uchun polyarametrdan foydalaniladi, qaysiki 589 nm to'liq uzunlikli D (natriy chizg'i) qutblanadi va so'ngra ikkinchi qutblagich bilan tekshiriluvchi moddadan o'tgandan so'ng qutblanish tekisligi burilish burchagini aniqlash uchun.

Aylanish burchagining o'lchash aniqligini orttirish uchun kuzatish maydoning yarmiga kichik burchakka aylanuvchi .Lorensting pvori plastinkasining qutblanish tekisligi joylashtirilgan. Analizatorni shunday darajalash

kerakki kuzatish maydoning 2 ta yami ham eritmasiz kuzatganda bir xil yoritilganlik darajasiga ega bo'lsin.

O'lchov asbobiga suyuqlikli idishni joylashtirgandan so'ng, analizatorni kuzatish maydoning 2 ta yarmida ham bir xil yoritilganlik kartinasi hosil b'lgunga qadar, ma'lum bir burchakka burish kerak. Analizatorning burilish burchagi yorug'lik qutblanish burchagi hisolanadi. Eritmaning doimiy sinov haroratini saqlab turish uchun suvlik vannacha tayyorlang, suv haroratini sinov haroratigacha ko'taring.

**1-topshiriq.** Shakar va laktozaning solishtirma aylanishni aniqlash. 6 g shakarni 25 sm<sup>3</sup> distillangan suvda riting, hosil qilingan eritmani o'lchov idishiga joylashtiring.

2. Eritmaning sinov haroratiga erishguncha o'lchov idishni termostatga 5 minutga qadar joylashtiring. O'lchov asbobi yordamida C<sub>0</sub> konsentrsiyali shakar eritmasida o'tgan, yorug'likning qutblanishning burilish burchagi  $\alpha$  ni aniqlang.

3. Konsentrsiyali shakar eritmasidan o'tgan yorug'likning qutblanish tekisligining burchagini aniqlang. (Ushbu eritmani dastlabki konsentrsiyaga aniqlangan miqdorda distillangan suv qo'shib hosil qilinadi.

$$\frac{C_0}{2}, \frac{C_0}{4}, \frac{C_0}{8}$$

Burilish burchagini o'lchashdan oldin barcha eritmalar harorati bir xil bo'lish kerak buning uchun har gal doimiy sinov haroratidagi termostatga eritmali o'lchov idishni 5 minut davomida kiritib qo'yiladi. Natijalarni 1 jadvalga yozing.

Eritma konsentrsiyasi C, g/sm <sup>3</sup>	Burilish burchagi, $\alpha$ , grad	$\alpha/c$ , grad sm <sup>3</sup> /g

( $\alpha$ )<sup>v</sup> kattalikning o'rtacha qiymati va shakarning solishtirma aylanishining o'rtacha qiymatini hisoblang. ( $\alpha$ )<sup>20</sup> o'lchov xatoligini baholang.

5. Laktoza uchun ham xuddi shunday o'lchashlarni o'tkazing, natijalarni jadvalga to'ldiring. 1 tablisaga o'xshash. Laktozaning solishtirma aylanishining o'rtacha qiymatini hisoblang. O'lchash xatoligini baholang.

**2-topshiriq.** Shakarning o'zgarmas tezligining inversiyasini aniqlash. C<sub>0</sub>=0.24 g/sm<sup>3</sup> konsentrsiyali eritma hosil qilish uchun, 6 gm shakarni va 25 sm<sup>3</sup> distillangan suvni darajalangan idishga soling. Shakarni to'liq eritig (uni aralash-tiring) va eritmani o'lchov idishga joylashtirig. O'lchov idishni termostatga sinov haroratiga erishish uchun 5 minut davomida kiritib qo'yiladi. O'lchov asbobi yordamida C<sub>0</sub> konsentrsiyali shakar eritmasidan o'tuvchi yorug'likning qutblanish tekisligining  $\alpha$  burilish burchagini aniqlang.

2. Hosil bo'lgan eritma hajmiga 5 sm<sup>3</sup> 37 % HCl kislotasi eritmasini qo'shing. Aralash-tiring o'lchov idishini termostatga joylashtiring va bu vaqtda sekundomirni ihga tushiring, 5 minutdan so'ng termostatdan o'lchov idishini oling va qutblanish tekisligining burilish burchagi  $\alpha$  ni aniqlang. 3. O'lchashdan 5 minut o'tgandan so'ng, o'lchov idishini yana termostatga 5 minut davomida joylashtirib

termostatdan o'lchov idishini olib va yana burilish burchagi  $\alpha$  ni o'lchang. Burilish burchagi daqiqalarini sekundomer bo'yicha aniqlang. (t vaqt).

4. O'lchashlarni 3 bandga asosan, taxminan 40-50 minut davomida takrorlab bajaring.

5. Eritmali o'lchov idichni suvli termostatga botirib va eritmani  $70^{\circ}\text{C}$  gacha isiting bu haroratda shakarning inversiya jarayoni yakunlanadi. So'ngra, eritmani aniq sinov temperaturasigacha sovutib, qutblanish tekisligining burilish burchagi ( $\beta$ ) ning oxirgi qiymatini aniqlang.

6. Natijalarni 2 jadvalga to'ldiring.

t min	$\alpha(t)$ , град	$\ln \frac{\alpha_0 +  \beta }{\alpha(t) +  \beta }$

7. Olingan natijalarning o'qlarda grafik chizmalarini tasvirlang.

$\ln \frac{\alpha_0 + |\beta|}{\alpha(t) + |\beta|}$  va t (sekundomer bo'yicha vaqt). Shakarning inversiya reaksiyasining tezligi doimiysi va chiziqli bog'liqligini aniqlang. (5 formulaga qarang).

#### Nazorat savollari.

1. Chiziqli qutblangan to'lqin nima?
2. Aylanma qutblangan to'lqin nima?
3. Yorug'likning chiziqli qutblanishining qanday usullarini bilasiz?
4. Ushbu tasdiqni tushuntiring: chiziqli qutblangan to'liq aylanma qutblangan 2 ta to'lqinga bo'linishi mumkin.
5. Moddaning solishtirma aylanishi deb nimaga aytiladi?
6. Qanday moddalar optik aktiv moddalar deyiladi.
7. Reaksiya tezligi doimiysi deb nimaga aytiladi?
8. (5) formulani keltib chiqaring.

## 7 - LABORATORIYA ISHI

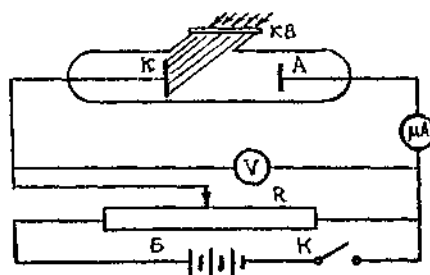
### FOTOEFFEKT QONUNLARINI TEKSHIRISH

**Ishning maqsadi:** Fotoelementning voltamper xarakteristikasini olish va fotoeffekt qonuniyatlarini o'rganish.

**Kerakli asbob va materiallar:** Yorug'lik manbai, o'zgarmas tok manbai, o'zgaruvchan va o'zgarmas tokka mo'ljallangan voltmetr va ampermetr, vakuumli fotoelement FEU-2, o'lchov lineykasi.

#### Nazariy qism

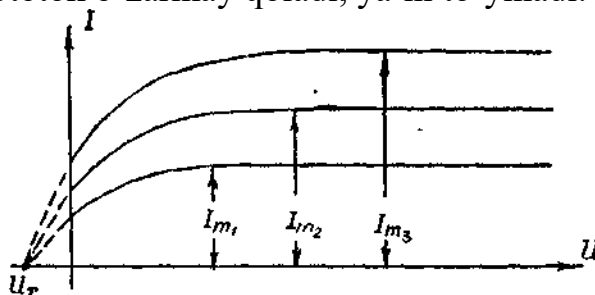
Fotoeffekt-yorug'lik ta'sirida jism sirtidan elektronning ajralib chiqishidir. Bu hodisani birinchi bo'lib, 1887 yilda G.Gerts kuzatgan. Rus fizigi A.G. Stolotov fotoeffekt hodissasini chuqurroq o'rgandi. A.G. Stolotov tajribasining sxemasi 1-rasmda keltirilgan. Havosi so'rib olingan ballon ichidagi katod K ning sirtiga monoxromatik nurlar dastasi kvarts "KB" darcha orqali tushadi. Sxemadagi potensiometr  $P$  elektrodlar orasidagi kuchlanishning qiymatlarini hamda ishorasini o'zgartirishga yordam beradi.



1-rasm

Voltmetr yordamida kuchlanish, fototok esa galvanometr bilan o'lchanadi.

2-rasmda  $F_1$ ,  $F_2$  va  $F_3$  yorug'lik oqimi uchun fototokning anod va katod orasidagi kuchlanishga bog'liqligini ifodalovchi grafik, ya'ni volt-amper xarakteristikasi tasvirlangan. Rasmdan ko'rinishicha kuchlanishning biror qiymatidan boshlab fototok o'zarmay qoladi, ya'ni to'yinadi. Boshqacha



2-rasm

qilib aytganda, fotoelektronlarning barchasi anodga yetib boradi. Fototokning bu qiymati to'yinish toki deb ataladi. Fotokatodga tushayotgan yorug'lik oqimi o'zgartirilsa, to'yinish tokining qiymati ham o'zgaradi. Bu tajribalardan fotoeffektning birinchi qonuni kelib chiqadi. Muayyan fotokatodga tushayotgan

yorug`likning spektral tarkibi o`zgarmas bo`lsa, fototokning to`yinish qiymati yorug`lik oqimiga tug`ri proporsional.

Rasmdan ko`rinadiki anod va katod orasidagi kuchlanish nolga teng bo`lgan holda ham fototok mavjud bo`ladi. Bu shuni ko`rsatadiki kinetik energiyasi katta bo`lgan elektronlar maydon kuchlanganligiga qarshi ish bajaradi va anodga etib borib anod tokini hosil qiladi. Agar elektr maydon yetarlicha kuchli bo`lsa fotoelektronlar anodga etib bormasdan o`z energiyalarini sarflab qo`yadilar. Natijada zanjirdagi fototok to`xtab qoladi. Bu holga mos keluvchi tormozlovchi kuchlanishning qiymati " $U_m$ " to`xtatuvchi kuchlanish deb ataladi. Bu vaqtdagi chegaraviy hol uchun

$$\frac{mv^2}{2} = eU_m \quad (1)$$

bu yerdan fotoeffektning ikkinchi qonuni kelib chiqadi: muayyan fotokatoddan ajralib chiqayotgan fotoelektronlar boshlang`ich tezliklarining maksimal qiymati yorug`lik intensivligiga bog`lik emas. Yorug`likning to`lqin uzunligi o`zgarsa, fotoelektronlarning maksimal tezliklari ham o`zgaradi. Fotoeffekt vujudga kelishi uchun tushayotgan fotoning energiyasi Eynshteyn qonuniga bo`ysunadi.

$$\frac{hc}{\lambda} = h\nu = A + \frac{mv_{\max}^2}{2} \quad (2)$$

Bu yerda,  $h=6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  Plank doimiysi,  $\nu$  - yorug`lik chastotasi,  $\lambda$  - sirtiga tushayotgan yorug`likning to`lqin uzunligi, A - metall sirtidan elektronning chiqish ishi,  $v$  - fotoelektronlarning maksimal tezligi, m - elektron massasi.





### Ishning bajarish tartibi

1. Yorug`lik manbaiga reostat orqali 30 V kuchlanish bering.
2. Fotoelementni yorug`lik manбайдan 15 sm uzoqlikda o`rnating.
3. R qarshilik orqali 10 V oralig`ida, fotoelementning anodi va katodi orasidagi kuchlanish tushishini o`zgartirib borib, milliampermetr orqali fototokning qiymati  $I_F$  ni o`lchab boring.
4. Fotoelementni yorug`lik manбайдan 30, 45 sm masofaga qo`yib, tajribani takrorlang.
5. Olingan natijalarni quyidagi jadvalga yozing.

*1-jadval*

$U_a$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$I_f$											

6. Jadval asosida abtsissa o`qi bo`yicha  $U_a$  qiymatini va ordinata o`qi bo`yicha fototokning qiymati  $I_F$  ni qo`yib fotoelementning voltamper xarakteristikalarini chizing.
7. Grafikni interpolyasiyalash yo`li bilan  $V_g$  to`xtatiluvchi potensialning qiymatini aniqlang.
8. (1)-formuladan foydalanib fotoelektronlarning tezligini aniqlang.
9. (2) foydalanib katod materiali uchun elektronlarning chiqish ishini aniqlang. ( $v$  - ning qiymatini o`ñituvchidan so`rab oling).

### Nazorat savollari

1. Fotoeffekt hodisasi nima va uning qonunlarini tushuntiring.
2. Ichki va tashqi fotoeffekt hodisasini farqi nimada?
3. Eynshteyn tenglamasini yozing va tushuntirib bering.
4. Fotoeffektning qizil chegarasi nima va u anday aniqlanadi?
5. Fotoelement qanday tuzilgan?

## 8 - LABORATORIYA ISHI

### STEFAN-BOLSMAN DOIYMISINI ANIQLASH

#### Ishning maqsadi:

Qora jismning nurlash qonuniyatini o'rganish va qora jism nurlanish quvvatining haroratga bog'liqligini o'rganish.

#### Kerakli asbob va materiallar:

Voltmetr, ampermetr, reostat, kalit, tok manbai, cho'g'lanma elektr lampasi.

#### Nazariy qism:

Har qanday isitilgan jism issiqlik nurlantiradi, bunday hodisa fanda *issiqlik nurlantirish* deb yuritiladi. Sirtiga tushgan hamma to'lqin uzunliklaridagi nurlarni to'liq yuta olish va nurlash qobiliyatiga ega bo'lgan jism *absolut qora jism* deyiladi. Jismlar absolut 0 K dan farqli temperaturalarda nurlantirish xossasiga ega bo'ladi. Aniqrog'i, jismlarning issiqlik nurlantirishi yuqori temperaturalarda jadallashadi. Demak, jismning temperaturasi 273 K ga teng bo'lganida ham uni tashkil etgan zarralar mutlaqo harakatdan to'xtamaydi.

Absolut qora jismning nurlanishi nurlayotgan jism xususiyatiga bog'liq bo'lmay, faqat shu jismning temperaturasiga bog'liq bo'ladi. Buni birinchi bo'lib I. Stefan tadqiqotlar asosida aniqlagan bo'lsa, L. Bolsman nazariy jihatdan isbotlagan. Bunga asosan qora jismning birlik yuzasidan vaqt birligida nurlanadigan energiya temperaturaning to'rtinchi darajasiga to'g'ri proporsional bo'ladi, ya'ni:

$$W = \sigma T^4, (1)$$

bunda  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ J/m}^2 \cdot \text{K}^4 \cdot \text{s}$  Stefan – Bolsman doimiysi.

Qora jismning nurlash qonuniyatini  $I = f(\lambda)$  grafigi tavsiflaydi. Bunda absissa o'qida nurlash to'lqin uzunligi, ordinate o'qida nurlash intensivligi olinadi. Nazariya ham, amaliyot ham ko'rsatadiki, temperatura ortishi bilan nurlash intensivligining maksimumi kichik to'lqin uzunligi tomon siljib borar ekan. Jarayon V.Vinning *siljish qonuni* deb yuritiladi va u quyidagicha ifodalanadi:

$$\lambda_{\max} \cdot T = \text{const} . (2)$$

Jismning nurlash qonunlaridan birinchi tajribada tekshirish uchun cho'g'lanma elektr lampadan foydalanish mumkin. Bu qonunga muvofiq qizigan jismning nurlash quvvati uning absolut temperaturasining to'rtinchi darajasiga proporsionaldir.

Cho'g'lanish tolasining  $T$  temperaturasi turlicha bo'lganda lampaning  $W$  nurlash quvvatini o'lchab, har safar  $W / T^4$  nisbatning o'zgarmasligini ko'rish mumkin. Agar bu nisbatning kattaligi doimiy bo'lsa, u holda nurlash Stefan–Bolsman qonuniga muvofiq sodir bo'layotgan bo'ladi, ya'ni yuqorida keltirilgan (1) qonuniyatni isbotlaydi.

Joul–Lens qonuniga muvofiq elektr tokining deyarli barcha energiyasi elektr lampa tolasidan nurlanayotgan nur energiyasiga aylangani uchun nurlanish

energiyasini lampadagi  $U$  kuchlanish va undan o'tayotgan  $I$  tok kuchini o'lchash yo'li bilan aniqlash mumkin:

$$W = UI t \quad (3)$$

Cho'g'lanma lampa tolasining temperaturasi aniqlash uchun o'tkazgich qarshiligining temperaturaga bog'liqligini ifodalovchi formuladan foydalanish mumkin:

$$R_t = R_0(1 + \alpha t) = R_0 \alpha T, \quad (4)$$

bu yerda:  $R_0$  – o'tkazgichning 273,15 K dagi qarshiligi;  $R_t$  –  $T$  temperaturadagi cho'g'lanma tola qarshiligi;  $\alpha$  – qarshilikning temperatura koeffitsienti bo'lib, u ko'pchilik hollarda  $\alpha = 0.00367$  deb qabul qilinadi. Tolaning 273 K dagi  $R_0$  qarshiligini aniqlashda quyidagi ifodadan foydalanish mumkin:

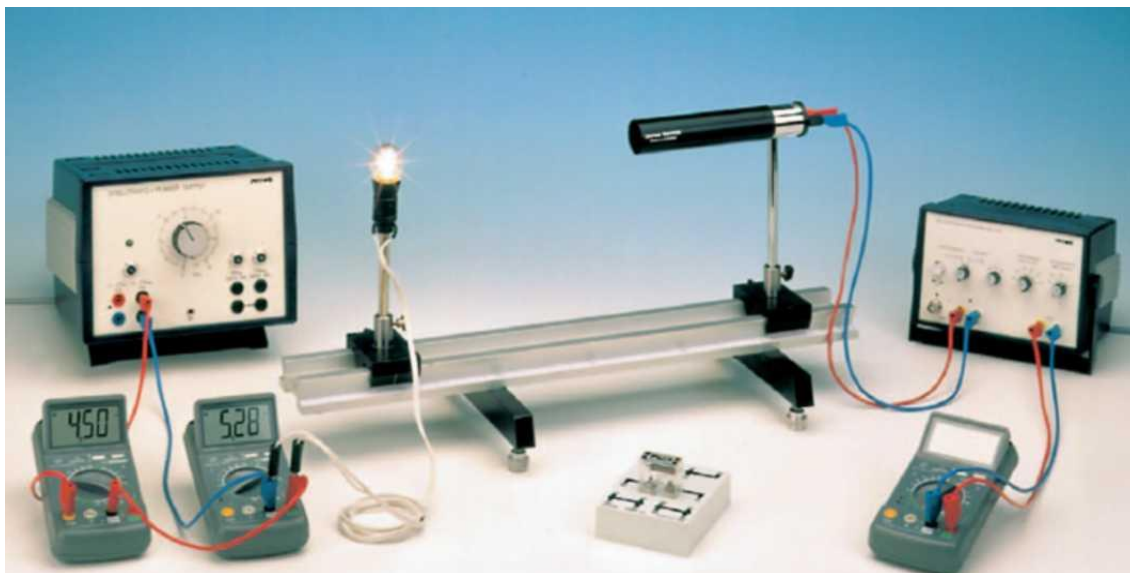
$$R_0 = R_t / (1 + \alpha t).$$

Elektr lampaning nurlash quvvati o'lchanayotgan paytdagi tola qarshiligi zanjirdagi  $U$  kuchlanish va  $I$  tok kuchining o'lchangan qiymatlaridan foydalanib quyidagi formuladan aniqlanadi:

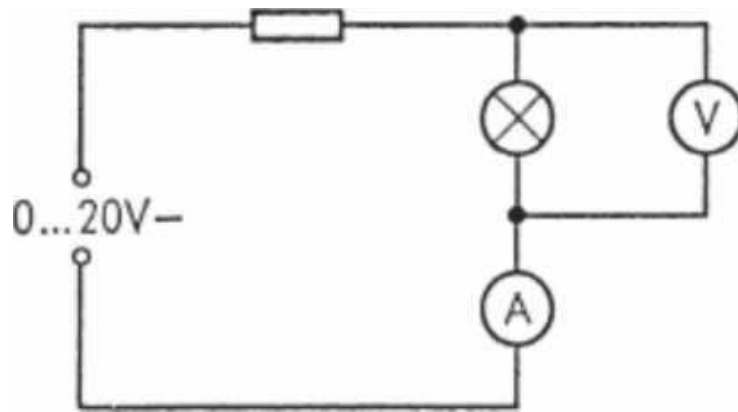
$$R_t = U / I \quad (5)$$

Demak, elektr lampa cho'g'lanma tolasining  $T$  temperaturasi yuqorida keltirilgan ifodalardan hisoblash mumkin.

### Qurilmaning tuzilishi va ishlashi



Qurilma asosan ampermetr, voltmeter, yorug'lik manbai, avtotransformator, tok manbai va yordamchi ashalardan tashkil topgan. Qurilma tok manbaiga ulangandan so'ng elektr lampa sho'lalanadi. Bunda o'lchov asboblardan ampermetr va voltmeter ma'lum qiymatlarni ko'rsatadi. Ishni turli kattalikdagi kuchlanishlarda bajarish uchun avtotransformator elektr tarmog'iga ulanadi va zarur bo'lgan kuchlanish tanlanadi.



### Ishni bajarish tartibi

1. Tajriba ishining yo'riqnomasini o'qib o'rganing va elektr toki bilan ishlashning texnika xavfsizligi qoidalarini takrorlang.

2. Uitston o'lchash ko'prigi yordamida elektr lampaga cho'g'lanma tolasi qarshiligi ( $R_0$ )ning xona temperaturasidagi qiymatini o'lchang.

1. Tolaning uy haroratidagi qarshiligini ( $R_{uy}$ ) bilgan holda, uning  $0^\circ\text{S}$  haroratdagi qarshiligi quyidagicha topiladi:

$$R_{uy} = R_0(1 + \alpha t), \quad R_0 = \frac{R_{uy}}{(1 + \alpha t)} \quad R_{uy} = 180\text{m}, \quad \alpha = 4,3 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{grad}}$$

$$T = \left( \frac{R_t}{R_0} - 1 \right) \frac{1}{\alpha} + 273 \quad \text{formuladan tolaning cho'g'lanish harorati aniqlanadi.}$$

3. Elektr lampaga berilayotgan kuchlanishni 100 dan to 200 voltgacha 20 V dan o'zgartirib borgan holda lampadagi tok kuchi va kuchlanishni o'lchang.

4. Har bir o'lchash uchun lampaga cho'g'lanma tolasi  $R_1$  qarshiligi qiymatini va lampaga nurlanishining  $W$  quvvatini hisoblang.

5. Har bir juft  $T$  va  $W$  uchun  $W/T^4$  nisbatni toping. O'lchashlar va hisoblash natijalarini quyidagi jadvalga kiriting.

U(V)	$I$	$R_0$	$R_t$	$T$	$T^4$	$W$	$W/T^4$
100							
120							
140							

6.  $W/T^4$  nisbatning olingan qiymatlarini taqqoslab, cho'g'lanma lampa nurlanish qonuniyatining absolut qora jism nurlanish qonuniga qanchalik mos kelishini ko'rsating.

Nazorat savollari.

1. Issiqlik nurlanishi deb nimaga aytiladi.
2. Jismning nurlanish qobiliyati va nurlanish energiyasi deb nimaga aytiladi?
3. Nurlanishning yana qanday turlarni bilasiz?
4. Absolyut qora jism deb nimaga aytiladi ?
5. Absolyut qora jismning nurlanish qonunini keltiring.
6. Vinning siljish qonunini tushuntiring?

## 9 - LABORATORIYA ISHI

### YARIM O'TKAZGICHLI TUG'RILAGICHNING ISHLASHINI O'RGANISH

**Ishning maqsadi:** yarim o'tkazgichli diodning volt-amper xarakteristikasini o'rganish.

**Kerakli asbob va materiallar:** tok manbai, ampermetr, voltmetr, mikroampermetr, reostat, yarim o'tkazgichli diod va ulash simlari.

#### Nazariy qism

Moddalarning elektr o'tkazuvchanlik xususiyatlarini tekshirib, ularni uch xilga ajratish mumkin:

1. Elektr tokini yaxshi o'tkazuvchi moddalar — bular o'tkazgichlar deb ataladi. O'tkazgichlarga asosan metallar kiradi. Bu moddalarda solishtirma elektr qarshiligi  $10^{-6} \div 10^{-8} \Omega$  atrofida bo'ladi.

2. Elektr tokini o'tkazmaydigan moddalar — bular dielektriklar deb ataladi. Rezina, plastmassa, toza suv, havo kabilar dielektriklardir. Dielektriklarning solishtirma elektr qarshiligi  $10^{10} \div 10^{16} \Omega$  atrofida bo'ladi.

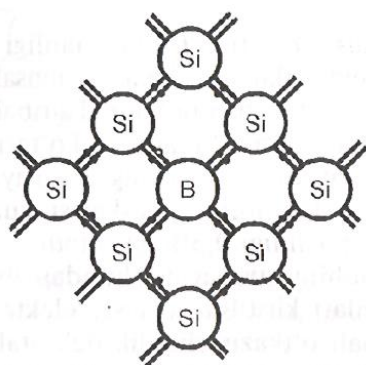
3. O'tkazuvchanligi jihatidan o'tkazgichlar bilan dielektriklar orasida bo'lgan moddalar ham bor. Bu moddalarni o'tkazgich deb bo'lmaydi, chunki ular elektr tokini yaxshi o'tkazmaydi, ammo dielektrik ham deb bo'lmaydi. Shuning uchun bunday moddalar yarim o'tkazgichlar deb ataladi. Mendeleyev davriy jadvalining IV guruhiga kiruvchi germaniy — Ge, kremniy- Si, selen — Se, shuningdek, III va V guruhidagi elementlarning kimyoviy birikmasidan hosil bo'lgan moddalar: arsenid-galliy — GaAs, fosfit-galliy- GaP va shunga o'xshash moddalar yarimo'tkazgichlarga misol bo'la oladi. Yarimo'tkazgichlarning solishtirma elektr qarshiligi  $10^{10} \div 10^{16} \Omega$  atrofida bo'ladi.

Odatda yarimo'tkazgichlarning xususiy elektr o'tkazuvchanligi uncha katta bo'lmaydi, chunki ularda erkin elektronlar soni juda oz, masalan, uy temperaturasida germaniyda  $3 \cdot 10^{13} \text{ sm}^3$  ta tartibda bo'ladi. Tajribalarning ko'rsatishicha yarimo'tkazgichning temperaturasi 1 gradusga ko'tarilganda uning elektr qarshiligi 3—5 % ga kamayadi va ularning xususiy elektr o'tkazuvchanligi ortadi. Metallarda esa bu holning teskarisi kuzatilib, temperaturasi 1 gradusga ko'tarilganda qarshiligi 0,3% ga ortadi.

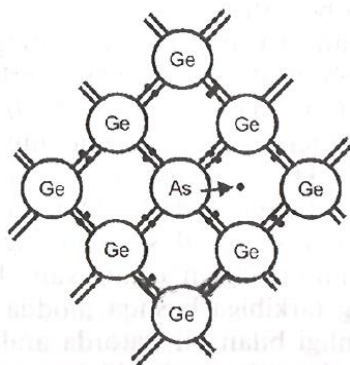
Yarimo'tkazgichlarning yana bir muhim xususiyati shundan iboratki, ularning tarkibiga boshqa modda atomlari kiritilsa, xususiy elektr o'tkazuvchanligi bilan bir qatorda aralashmali o'tkazuvchanlik deb ataladigan qo'shimcha o'tkazuvchanlik ham paydo bo'ladi. Qo'shimcha o'tkazuvchanlik modda o'tkazuvchanligini ming va undan ko'p martaga oshiradi. Aralashmali o'tkazuvchanlik quyidagicha hosil

qilinadi. To'rt valentli kremniyga birozgina uch valentli bor (B) atomini kiritaylik. Bunda bor atomi kremniy atomlari bilan kovalent bog'lanishga kirishishi uchun bitta elektron yetishmaydi (1- rasm). Yetishmagan elektron kristall panjaraning asosiy elementi kremniydan olinadi. Kovalent bog'ni hosil qilgan bor va kremniy atomlari juftligida bitta elektron yetishmasligidan uning o'rnida «teshik» hosil bo'ladi. Bu teshikni qo'shni kremniy atomining elektroni to'ldirishi mumkin, natijada qo'shni atom bog'ida teshik paydo bo'lib qoladi. O'z navbatida, bu yangi paydo bo'lgan teshikka yana uning qo'shni atomidan elektron kelib o'tirishi mumkin. Bu jarayon qayta-qayta takrorlanib, shu tarzda bo'sh o'rin (ya'ni teshik) butun panjara bo'ylab ko'chib yuradi. Agar shu yarimo'tkazgichda elektr maydoni hosil qilinsa, «teshik» maydon kuchlanganligi vektori yo'nalishida ko'chib, yarimo'tkazgichda, teshikli elektr o'tkazuvchanlikni hosil qiladi. Bunday elektr o'tkazuvchanlikni p-turdagi (positive — musbat degan so'zning bosh harfidan olingan), ya'ni teshikli o'tkazuvchanlik deb ataladi. Yarimo'tkazgichning «teshikli» o'tkazuvchanligini hosil qiluvchi aralashmalar akseptorlar deyiladi.

Endi to'rt valentli germaniyga bir ozgina besh valentli (germaniy atomlariga nisbatan -0,001%) mishyak atomlari qo'shilgan holni qarab chiqaylik. Mishyak atomi besh valentli bo'lganligidan undagi bitta elektron, germaniy kristall panjarasida, kovalent bog'lanishda qatnashmay erkin elektronga aylanadi (2- rasm). Agar shu yarimo'tkazgichda elektr maydoni hosil qilinsa, elektron maydon kuchlanganligi vektori yo'nalishiga teskari ko'chib, yarimo'tkazgichda elektronli elektr o'tkazuvchanlikni hosil qiladi. Bunday elektr o'tkazuvchanlikni n-turdagi (negative — manfiy degan so'zning bosh harfidan olingan), ya'ni elektron o'tkazuvchanlik deb ataladi. Yarim o'tkazgichning elektron o'tkazuvchanligini hosil qiluvchi aralashmalarga donorlar deyiladi.

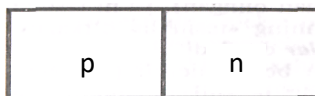


1- rasm



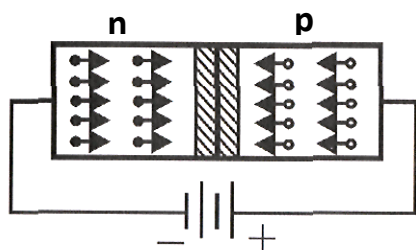
2- rasm

Elektron o'tkazuvchanlik va teshik o'tkazuvchanlik sohasiga ega bo'lgan yarimo'tkazgich elektron-teshikli yoki p-n o'tishli yarimo'tkazgich deb ataladi (3-rasm). p-n o'tishli elektron qurilmaga yarimo'tkazgichli diod deb ataladi).

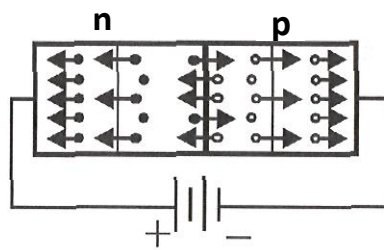


3- rasm

Yarimo'tkazgichli diodning doimiy tok manbayiga to'g'ri (4-rasm) va teskari (5-rasm) ulash hollari quyida keltirilgan

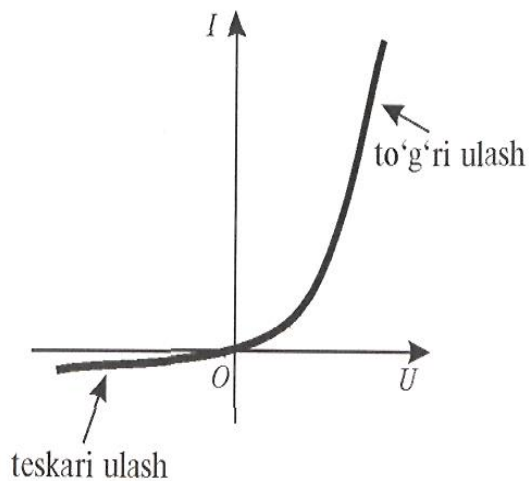


4-rasm  
rasm



5-

Diodning asosiy elektr xarakteristikasi — undan to'g'ri va teskari yo'nalishlarda o'tayotgan tokning yarimo'tkazgichlarga tashqaridan berilayotgan kuchlanishga bog'liqligidir. Bunday bog'lanish diodning volt-amper xarakteristikasi (VAX) deb ataladi. 6-rasmda yarimo'tkazgichli diodning volt-amper xarakteristikasi tasvirlangan.

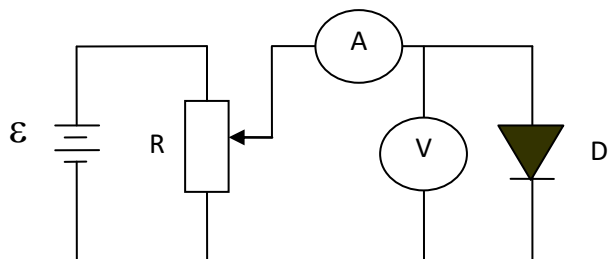


6-rasm



## Qurilmaning tuzilishi va ishlashi

Yarimo'tkazgichli diodning volt-ampere xarakteristikasini o'rganishning elektr sxemasi 7- rasmda keltirilgan. Qurilma doimiy tok manbai, o'zgarmas tok voltmetri va



7-rasm

ampermetrlari, yarimo'tkazgichli diod va ulash simlaridan tashkil topgan. Ampermetr dioddan o'tayotgan to'g'ri tokning qiymatini o'lchaydi. Zanjirga berilayotgan kuchlanishning qiymati bevosita reostat yordamida o'zgartirilib, dioddan o'tayotgan to'g'ri tokning qiymatlarini qayd etamiz. So'ngra diod tok manbayiga teskari yo'nalishda ulanadi. Teskari yo'nalishda ulangan diod orqali oqayotgan tok kuchi juda kichik bo'liganligi uchun ampermetr o'rniga mikroampermetr ulanadi. Teskari ulangandagi tokning qiymati mikroampermetr yordamida qayd etiladi.

### Ishni bajarish tartibi

1. Tajriba ishining yo'riqnomasi bilan tanishib bo'lgach, 8- rasmda keltirilgan elektr zanjirini tuzing va uning to'g'riligini o'qituvchiga tekshirtiring. Qurilmani ishga tushirish uchun o'qituvchidan raxsat oling.

2. Qurilma tarkibidagi tok manbayini tok tarmog'iga ulang.
3. To'g'ri ulangan diodning volt-amper xarakteristikasini olib bo'lgach qurilmani o'chiring
4. Diodni tok manbayiga teskari yo'nalishda ulang
5. Diodga berilayotgan kuchlanishning turli qiymatlarida undan oqayotgan teskari tokning qiymatlarini mikroampermetr yordamida qayd eting.
6. Qilingan natijalar asosida quyidagi jadvalni to'ldiring:
7. Tajriba natijalari asosida diodning volt-amper xarakteristikasini chizing.

*1-jadval*

№	To'g'ri ulash		Teskari ulash	
	I,(mA)	U,(V)	I,( $\mu$ A)	U,(V)
1				
2				
3				
...				

### Nazorat savollari

1. n va p-turdagi o'tkazuvchanlikning hosil bo'lish mexanizmini tushuntiring.
2. Yarim o'tkazgichlarning xususiy va aralashmali o'tkazuvchanligini tushuntiring.
3. Qanday yarimo'tkazgichlar donor aralashmali yarimo'tkazgichlar deb ataladi? Akseptorli- chi?
4. Yarimo'tkazgichli diodning tuzilishi va uning ishlash mexanizmini tushuntiring.
5. Yarimo'tkazgichli diodning volt-amper xarakteristikasini tavsiflang.
6. Yarimo'tkazgichli diodlar radiotexnikada qanday maqsadlarda qo'llaniladi?

## 10- LABORATORIYA ISHI

### GELMGOLS G'ALAKLARI YORDAMIDA ELEKTRONNING SOLISHTIRMA ZARYADINI ANIQLASH

#### Ishning maqsadi:

Gelmgols g'altaklari yordamida elektronning solishtirma zaryadini aniqlash.

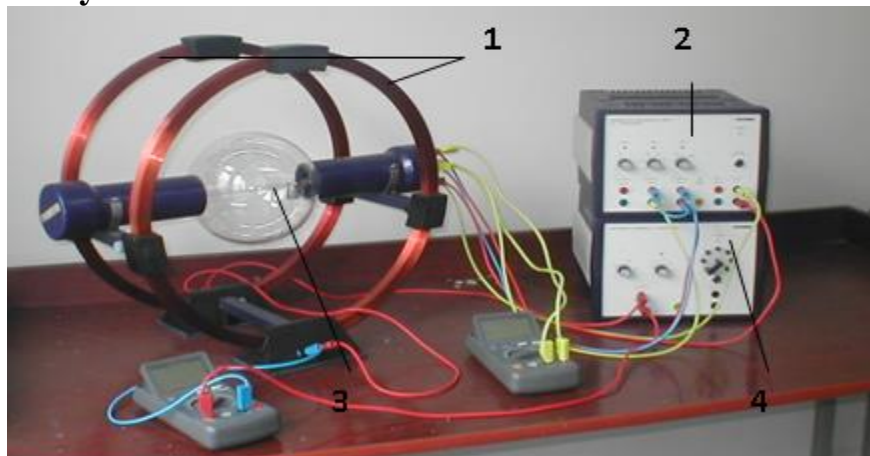
#### Kerakli asbob va jihozlar:

0-600Vli universal tok manbai; 0-18v li universal tok manbai, Gelmgols juft g'altaklari, elektron nurli trubka, multimetr, ulovchi simlar.

#### O'rganish uchun mavzular:

Elektr maydoni, magnit maydoni, elektr maydoni xarakteristikasi, elektr va magnit maydoni atrofida harakatlanayotgan zaryadli zarralar.

#### Qisqacha nazariya:



**1-Rasmda** ko'rsatilganidek Gelmgols g'altaklari yordamida elektronning solishtirma zaryadini aniqlash qurilmasi yig'iladi.

1. Gelmgols g'altaklari;
2. 0...600Vli universal tok manbai;
3. Elektron nurli trubka;
4. 0...18Vli universal tok manbai.

Elektronning harakat tezligi  $\vartheta$  magnit maydon induksiyasi  $B$ , elektronga ta'sir qiluvchi Lorens kuchi:

$$\vec{F} = e \cdot [\vec{\vartheta} \cdot \vec{B}] \quad (1)$$

bunda,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{Kl}$  elektronning zaryadi.

Agar elektronning tezligi magnit induksiyasi  $B$  ga perpendikulyar bo'lsa, u holda elektron aylana bo'ylab harakat qiladi. Bunda Nyutonning ikkinchi qonunini quyidagi ko'rinishda ifodalash mumkin:

$$|e| \cdot \vartheta \cdot B = \frac{m_0 \vartheta^2}{r} \quad (2)$$

bunda,  $m_0 = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{kg}$ ,  $\frac{\vartheta^2}{r}$  ifoda markazga intilma tezlanishni ifodalaydi va (2) formuladan  $\vartheta$  tezlikni quyidagi ifodasini hosil qilish mumkin.

$$g = \frac{|e| B \cdot r}{m_0} \quad (3)$$

Dastlabki zaryadi  $e$  ga, massasi esa  $m_0$  ga teng bo'lgan elektron elektr maydon potentsiali  $U$  va tezligi  $v$  ga oshiriladi, va natijada olgan tezligi energiyaning saqlanish qonunidan quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi

$$\frac{m_0 v^2}{2} = eU \quad (4)$$

(3) formuladagi tezlik ifodasini (4) formulaga qo'yib, quyidagini hosil qilish mumkin:

$$\frac{e}{m_0} = \frac{2U}{r^2 B^2} \quad (5)$$



**2-rasmda** Gelmgols g'altaklari bilan elektron nurli trubka tasvirlangan:

**1-**elektron tabanchasi.**2-** shkala;

**3-** Gelmgols g'altaklari

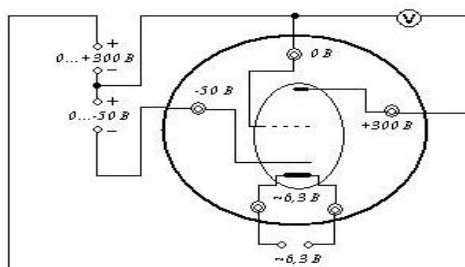
Elektronning harakat trayektoriyasi radiusini bilgan holda magnit maydoni  $B$  ni aniqlash mumkin, shuningdek tezlanish olgan potentsiallar farqi  $U$ , hisoblashlar natijasida elektronning zaryadi  $e$ , massasi  $m_0$ , elektronning solishtirma zaryadini aniqlashga imkon beradi.

Tashqi ko'rinishi 1-rasmdagidek o'rnatilgan bu ishda ichida  $10^{-1}$  Pa bosimli argon gazi bo'lgan elektron nurli trubkadan foydalaniladi.

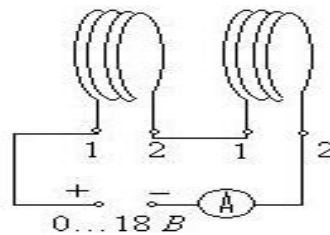
Elektron tabanchasi elektronlarni chiqaradi, bu esa argondan o'tib ketganda binafsha nurning ko'rinadigan yorug'ligini hosil qiladi.

Trubkani ichida 2 shkala joylashgan va u fluoresensiyali modda bilan qoplangan bo'lib, elektronni urib chiqarish hisobiga yashil nuqtaga o'tadi.

Trubkadagi bu shkala yordamida elektronning harakat trayektoriyasi diametrini aniqlash mumkin, u quyidagiga teng bo'ladi: 4; 6; 8; 10 sm.



**3- rasmda** elektron nurli trubka  
*0 600Vli universal tok manbaiga*



**4-rasmda** Gelmgols g'altaklari 0...18 Vli universal tok manbaiga ulangan.

4-rasmda Gelmgols g'altaklari 0...18 Vli universal tok manbaiga ulangan. Bir jinsli magnit maydon markazida ketma-ket ulangan Gelmgols g'altaklari 3 dagidek joylashgan, u yerda elektron nurli trubka joylashgan. Xalqa tizimidagi magnit induksiyasi  $B$  quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$B=0,715\mu_0 \frac{nI}{R} \quad (6)$$

bunda,  $\mu_0 = 1,256 \cdot 10^{-6} \text{mTl/A}$  magnit doimiysi, g'altakdagi o'ramlar soni  $n=154$  ga teng,  $R=200\text{mm}$  Gelmgols g'altagining radiusi,  $I$  – Gelmgols g'altagidagi tok kuchi.

#### **Ishni bajarish tartibi:**

**Topshiriq:**Elektronning solishtirma zaryadini aniqlang.

1. Tajriba ishini rasmda ko'rsatilganidek tartibda yig'ing. 3-rasmda ko'rsatilganidek, elektron nurli trubkani 0...600 Vli universal tok manbaiga ulang;
  - 0...300V gacha o'zgaradigan universal tok manbaining 0 V li qisqichini trubkaning “-” qisqichiga ulash simlari yordamida ulang;
  - 0...300V gacha o'zgaradigan universal tok manbaining 300V li qisqichini trubkaning “+” qisqichiga ulash simlari yordamida ulang;
  - 0...50V gacha o'zgaradigan universal tok manbaining 50V li qisqichini trubkaning “-” qisqichiga ulash simlari yordamida ulang;
  - o'zaro ulash simlari yordamida trubkaning “+”qisqichini kuchlanishning 0...50 Vga, “-“ qisqichini esa kuchlanishning 0...300 V li qisqichiga ulang;
  - Ulovchi simlar yordamida trubkaning 6,3V li qisqichiga universal tok manbaining 6,3V li qisqichini ulang;
  - Ulash simlari yordamida trubkaning 0 V li qisqichiga multimetrning COM(qora) qisqichini ulang;
  - Trubkaning +300 V li qisqichini ulovchi simlar yordamida multimetrning  $V/\Omega/++$ (qizil) qisqichiga ulang;
  - Multimetrning buragichi yordamida Voltmetrning maksimal holatiga sozlang.
  - Multimetrning yoqish tugmasi yordamida ishga tushiring.
- 0...18 V gacha o'zgaradigan universal tok manbaiga Gelmgols g'altagini ulash uchun:(4-rasm)
  - 0 dan 18 B gacha o'zgaradigan universal tok manbaining “+” qisqichiga Gelmgolsning 1-g'altagini ulovchi simlar yordamida ulanadi;



18 V gacha o'zgaradigan universal tok

- manbaiga Gelmgols o'ltagini ulash uchun:(4-
  - Ulovchi simlar yordamida 1-g'altakning 2-qisqichiga 2-g'altakning 1-qisqichini ulang;
  - Ulash simlari yordamida Gelmgols ikkinchi g'altagining 2-qisqichi bilan multimetrning 10A (sariq) qisqichini tutashtiring;
  - 0...18Vgacha o'zgaradigan universal tok manbaining “-“ qisqichiga multimetrning COM (qora) qisqichini ulash simlari yordamida ulang;
  - Multimetrning buragichini ampermetrning A ni maksimal holatiga sozlang. (5-rasmdagidek).
  - Multimetrni yoqish tugmasini bosib ishga tushiring.(5-rasm)
- Eslatma- 1:** Agar multimetr yoqilganda display 5da minus ishora yo'nsa, o'lchov asboblarning ulash simlari qutblarini almashtirish kerak.
2. quyidagi kuchlanish qiymatlarini o'rming.
- 0...600 Vli universal tok manbaili elektron nurli trubka uchun:
- a) Kuchlanishni 0...300 V dan 240V ga sozlang.
  - b) Kuchlanishni 0...-50 V dan -25V ga sozlang.
- Eslatma-2:**Magnit maydoni yo'qolishida,agar magnit maydon bo'lmasa, siz vertikal elektron nurni olasiz.
- 3.Vertikal elektron nurni hosil qilgandan so'ng Gelmgols g'altaklarini manbaga ulang.
- Bunda kuchlanishni 0-12V, tok kuchini 0-1,5A ga sozlang (2-rasmdagidek)
- 4.Voltmetr va ampermetr ko'rsatishini quyidagi jadvalga kiriting.
- 5.Kuchlanish va tok kuchini oshirib, Gelmgols g'altagining navbatdagi kattaliklarini jadvalga kiriting.
- 6.(6) formula yordamida xalqa ichidagi magnit induksiyasi B ni hisoblang.Natijani jadvalga kiriting.
- 7.(5) formula yordamida elektronning solishtirma zaryadini  $\frac{e}{m_0}$  hisoblang va natijani jadvalga kiriting.
- 8.Elektronning solishtirma zaryadining o'rtacha qiymati  $\left(\frac{e}{m_0}\right)_{o'rt}$  ni hisoblang.
9. O'rtacha qiymatining xatoligini baholang.

№	r, sm	I, (A)	U,(V)	B, (Tl)	$\frac{e}{m_0}$ (Kl/kg)	$\varepsilon(\%)$
1						
2						
3						
O'rt.						

**Nazorat savollari:**

1. Massasi  $m$ , zaryadi  $q$  bo'lgan zarracha  $\vartheta$  tezlik bilan induksiyasi  $B$  bo'lgan bir jinsli magnit maydonda  $\alpha$  burchak ostida harakatlanadi. Uning harakat trayektoriyasini hisoblang.
2. Magnit induksiyasi  $B$  ni o'qning aylanma harakatdagi toki yordamida aniqlang. (I tok kuchi va R berilgan lentaning radiusi)
3. Qurilmani qanday qilib o'zgartirgan holda vodorod ionining solishtirma zaryadini aniqlash mumkin?

## 11- LABORATORIYA ISHI

### YORUG'LIKNING QUTUBLANISHI O'RGANISH

**Ishning maqsadi:** Yarim qorong'i polyarimetr qutblagich yordamida har xil konsentrsiyali eritmalarining optik aktivligini aniqlash. Shakarning inversiya reaksiyasi tezligi doimiysi va eritmalarining solishtirma aylanishini aniqlash.

**Kerakli asbob va jihozlar.** Yarim qorong'u qutblagich 230 v, Immersion thermostat A100, Termostat uchun to'plam A100, Termostat uchun vanna makralon .Raqamli sekundometr 1/100 s Zanglamaydigan po'lat qisgichlar. Qisqa 250 ml menzurka .Plastmassa menzurka ,2 dona .Darajalangan sekundomer ,100 ml. Plastmassa naycha d=90 mm ,plastmassa qoshiq shpatel. Shisha sterjen ,l=300mm. D(+) saxoroza ,100 gr Solnaya kislota, 1000 m distillangan suv ,5l D(+)

#### Tayach iboralar:

Yorug'likning qutublanishi, yorug'lik qutublanishning aylanishi , optic aktivlik, saxorometr, reaksiya tezligi doimiysi

#### Nazariy qism

Optik aktivlik deb, moddadan o'tuvchi, yorug'likning qutblanish tekisligida aylanish xususiyatiga aytiladi. Qutblanish tekisligining aylanishi o'ng va chap aylanma qutblangan 2 ta to'lqinning har xil tezliklarda tarqalishga asoslangan. Shuning uchun chiziqli qutblangan to'lqining qutblanish tekisligi , moddadan chiqishda 2ta to'lqinning yig'indisi  $\phi$  burchakka egilgan holda bo'ladi. Eritmalarining solishtirma aylanishi optic aktiv moddalar uchun  $(\gamma)^{20}$  .Natriy D ning qutblangan tekisligi aylanish burchagi sifatida aniqlanadi. 100mm uzunlikdagi silindrda 1sm<sup>3</sup> 1gm modda 20<sup>0</sup> C haroratda.

Berilgan konsentrsiyada 100 mm uzunlikdagi idishda qutblanish tekisligi burchagi  $\gamma$  dan solishtirma aylanishni ham shunday usulda aniqlanadi.

$$(\gamma)^{20} = J/C. \quad [\alpha]_D^{20} = \frac{\alpha}{c} \quad (1)$$

Ushbu ishda saxoroza eritmaları tekshiriladi. Agar tajriba V haroratda o'tkazilsa 20<sup>0</sup> harorat uchun qabul qilingan solishtirma aylanish qiymati quyidagi formula bilan hisoblash mumkin. (20)<sup>20</sup> D saxoroza.

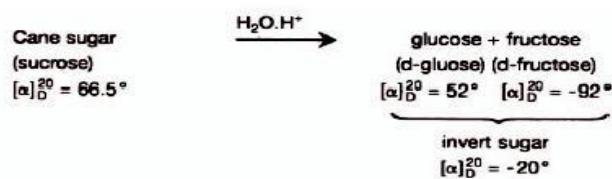
$$[\alpha]_D^{20} = \frac{[\alpha]^\vartheta}{1 - 0,00037(\vartheta - 20^\circ)} \text{ saxoroza uchun, } (2)$$

$$[\alpha]_D^{20} = [\alpha]_D^\vartheta - 0,072(20^\circ - \vartheta) \text{ laktoza uchun } (3)$$

Katalizator sifatida eritmadagi H+ ionlar mavjudligi sababli shakarning suvdagi eritmasi optic aktiv glyukoza va fruktoza parchalanadi.

(1-rasm) .Reaksiya tezligi shakar tezligi konsentrsiyasi to'g'ri proporsional. shakar H<sub>2</sub>OH

#### 1-rasm. Shakar inversiya sxemasi.





Reaksiya tezligi konsentrasiya vaqt birligi ichida kamayishi bilan aniqlanishni, -  
 $dc/dt=k*c$  buni integrallashdan so'ng  $\ln C_0/c(t) = -kt$  (4)  
 hosil bo'ladi. Bu yerda  $k$  reaksiya tezligi doimiysi  $C_0$  moddaning boshlang'ich konsentrasiyasi  $t=0$  vaqtdagi  $C(t)$   $t$  vaqtdagi konsentrasiyasi.

Agar  $L(t)$  shakarning tvaqt ichida qutblanish tekisligining burilish burchagi.  
 $\beta$  - eritmaning burilish burchagi. U holda o'tilgan inversiyani

$$\frac{c}{c(t)} = \alpha + (\beta) / \alpha(t) + (\beta) \quad (5) \text{ ifodaga ega bo'lamiz. } K = -1/t \ln \alpha + \frac{\beta}{\alpha(t) + (\beta)}$$



**2-rasm.** Shakar eritmalarida qutblanish tekisligining aylanishini aniqlaydigan eksperimental qurilmasi.

### Ishni bajarish tartibi:

Optik aktivlikni aniqlash uchun polyarametrdan foydalaniladi, qaysiki 589 nm to'liq uzunlikli D (natriy chizg'i) qutblanadi. va so'ngra ikkinchi qutblagich bilan tekshiriluvchi moddadan o'tgandan so'ng qutblanish tekisligi burilish burchagini aniqlash uchun.

Aylanish burchagining o'lchash aniqligini orttirish uchun kuzatish maydoning yarmiga kichik burchakka aylanuvchi .Lorensning pvori plastinkasining qutblanish tekisligi joylashtirilgan. Analizatorni shunday darajalash kerakki kuzatish maydoning 2 ta yami ham eritmasiz kuzatganda bir xil yoritilganlik darajasiga ega bo'lsin.

O'lchov asbobiga suyuqlikli idishni joylashtirgandan so'ng , analizatorni kuzatish maydoning 2 ta yarmida ham bir xil yoritilganlik kartinasi hosil b'lgunga qadar , ma'lum bir burchakka burish kerak. Analizatorning burilish burchagi yorug'lik qutblanish burchagi hisolanadi. Eritmaning doimiy sinov haroratini saqlab turish uchun suvlik vannacha tayyorlang, suv haroratini sinov haroratigacha ko'taring.

**1-topshiriq.** Shakar va laktozaning solishtirma aylanishni aniqlash.  
 6 g shakarni 25 sm<sup>3</sup> distillangan suvda riting, hosil qilingan eritmani o'lchov idishiga joylashtiring.

**2.Eritmaning sinov haroratiga** erishguncha o'lchov idishni termostatga 5 minutga qadar joylashtiring.O'lchov asbobi yordamida  $C_0$  konsentrsiyali shakar eritmasida o'tgan , yorug'likning qutblanishning burilish burchagi  $\alpha$  ni aniqlang.

3.Konsentrsiyali shakar eritmasidan o'tgan yorug'likning qutblanish tekisligining burchagini aniqlang.(Ushbu eritmani dastlabki konsentrsiyaga aniqlangan

miqdorda distillangan suv qo'shib hosil qilinadi.  $\frac{C_0}{2}, \frac{C_0}{4}, \frac{C_0}{8}$

Burilish burchagini o'lchashdan oldin barcha eritmalar harorati bir xil bo'lish kerak buning uchun har gal doimiy sinov haroratidagi termostatga eritmali o'lchov idishni 5minut davomida kiritib qo'yiladi. Natijalarni 1 jadvalga yozing.

Eritma konsentrsiyasi $C, g/sm^3$	Burilish burchagi , $\alpha$ , grad	$\alpha/c, grad sm^3/g$

$(\alpha)^v$  kattalikning o'rtacha qiymati va shakarning solishtirma aylanishining o'rtacha qiymatini hisoblang. $(\alpha)^{20}$  o'lchov xatoligini baholang.

5.Laktoza uchun ham xuddi shunday o'lchashlarni o'tkazing,natijalarni jadvalga to'ldiring.1 tablisaga o'xshash .Laktozaning solishtirma aylanishining o'rtacha qiymatini hisoblang.O'lchash xatoligini baholang.

**2-topshiriq.**Shakarning o'zgarmas tezligining inversiyasini aniqlash.  $C_0=0.24 g/sm^3$  konsentrsiyali eritma hosil qilish uchun, 6 gm shakarni va  $25 sm^3$  distillangan suvni darajalangan idishga soling.Shakarni to'liq eritig (uni aralash-tiring) va eritmani o'lchov idishga joylashtiring.O'lchov idishni termostatga sinov haroratiga erishish uchun 5 minut davomida kiritib qo'yiladi.O'lchov asbobi yordamida  $C_0$  konsentrsiyali shakar eritmasidan o'tuvchi yorug'likning qutblanish tekisligining  $\alpha$  burilish burchagini aniqlang.

2.Hosil bo'lgan eritma hajmiga  $5 sm^3$  37 % HCe kislotasi eritmasini qo'shing.Aralashtiring o'lchov idishini termostatga joylashtiring va bu vaqtda sekundomirni ihga tushiring,5 minutdan so'ng termostatdan o'lchov idishini oling va qutblanish tekisligining burilish burchagi  $\alpha$  ni aniqlang.3.O'lchashdan 5 minut o'tgandan so'ng ,o'lchov idishini yana termostatga 5 minut davomida joylashtirib termostatdan o'lchov idishini olib va yana burilish burchagi  $\alpha$  ni o'lchang.Burilish burchagi daqiqalarini sekundomer bo'yicha aniqlang.(t vaqt).

4.O'lchashlarni 3 bandga asosan, taxminan 40-50 minut davomida takrorlab bajaring.

5.Eritmali o'lchov idichni suvli termostatga botirib va eritmani  $70^0 C$  gacha isiting bu haroratda shakarning inversiya jarayoni yakunlanadi.So'ngra ,eritmani aniq sinov temperaturasigacha sovutib, qutblanish tekisligining burilish burchagi  $(\beta)$  ning oxirgi qiymatini aniqlang.

6. Natijalarni 2 jadvalga to'ldiring.

t min	$\alpha(t)$ , град	$\ln \frac{\alpha_0 +  \beta }{\alpha(t) +  \beta }$

7. Olingan natijalarning o'qlarda grafik chizmalarini tasvirlang.

$\ln \frac{\alpha_0 + |\beta|}{\alpha(t) + |\beta|}$  va t (sekundomerbo'yicha vaqt). Shakarning inversiya reaksiyasining tezligi doimiysi va chiziqli bog'liqligini aniqlang. (5 formulaga qarang).

#### Nazorat savollari.

1. Chiziqli qutblangan to'lqin nima?
2. Aylanma qutblangan to'lqin nima?
3. Yorug'likning chiziqli qutblanishining qanday usullarini bilasiz?
4. Ushbu tasdiqni tushuntiring: chiziqli qutblangan to'liq aylanma qutblangan 2 ta to'lqinga bo'linishi mumkin.
5. Moddaning solishtirma aylanishi deb nimaga aytiladi?
6. Qanday moddalar optik aktiv moddalar deyiladi.
7. Reaksiya tezligi doimiysi deb nimaga aytiladi?
8. (5) formulani keltib chiqaring.

## 12- LABORATORIYA ISHI

### DIFRAKSION SPEKTROSKOPNING VA PRIZMANING DISPERSIYA VA AJRATA OLIQSH QOBLIYATINI O'RGANISH

#### Tayanch iboralar:

Dispersiya, qutblanish, sindirish ko'rsatkichi, prizma spektroskop, goniometr.

#### Tajriba ishi tamoiili:

1. Kronglas va flintglas suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichining to'lqin uzunligiga bog'liqligini prizmadan yorug'lik nurining chetlanib o'tganida aniqlash.

#### Kerakli asboblari:

Vernerlik, spektrometr, goniometr. Lampali patron, Pico 9 spektral lampa. Spektral lampalar uchun Hg 100, sokol Pico 9. Spektral lampalar uchun taminlash manbai. Prizma  $60^\circ$ , h=30 mm kronglas. Yarim prizma uchun  $60^\circ$  h=60mm. Difraksion panjara, 4 chiziq shtrix mm. Difraksion panjara, 8 chiziq mm. Difraksion panjara, 10 chiziq mm. Difraksion panjara, 50 mm. Difraksion panjara, 600 mm. Noniuslik shtangensirkul. Slindrik tayanch (asos) -PA99. To'g'ri burchag'li qisqich -PA99. Shtativ sterjen, PASS to'g'ri burchag'li 250 mm. Stol qisqichi -PASS. Zajimnaya stoyka (qisqichli stoyka). Plastmassa, yuvgich, 250 ml. Gliserin, 250 ml. Metanaya, 500 ml.



**1-rasm.** Suyuqliklarda dispersiya aniqlash tajriba ishini kuzatish qurulmasining yig'lgan holati

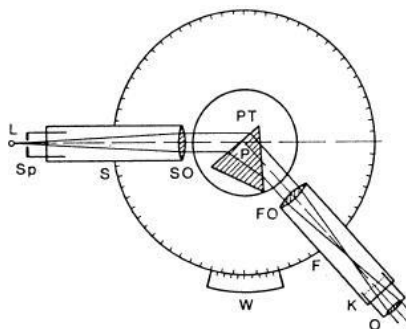
**Ishning maqsadi:**

1. Spektrometr goniometr yig'ish.
2. Yarim prizmada joylashgan turli suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichlarini aniqlash.
3. Har xil shisha prizmalar uchun sindirish ko'rsatkichlarini aniqlash.
4. Simobning spectral chizig'i to'lqin uzunligini aniqlash.
5. Sindirish ko'rsatkichi va to'lqin uzunligi orasidagi bog'liqlikni ko'rsatish.
6. Shisha prizma ajrata olish qobiliyatini dispersiya egri chizig'idan hisoblash.
7. Rouland panjarasining doimiysini difraksiya burchagi asosida (3 tartibgacha).
8. Panjaraning burchak dispersiyasini aniqlash.
9. Simobning har xil spectral chiziqlari bo'lishi uchun ajrata olish qobiliyatini aniqlash.
10. Olingan natijalarni nazariya bilan taqqoslash.

**Ishni borish tartibi:**

Shisha prizmadagi bilan tajriba.

Tajriba qurilmasi 1-rasmda ko'rsatilgan. Spektrometr goniometr va panjarani ishlatish yo'riqnomasiga asosan rostlang. (moslab oling).



**2-rasm.** To'g'ri joylashganida parallel nur prizmadan o'tadi

Tajriba qurilmasi va spektrdagi nurning trayektoriyasi. (L-yorug'lik manbai,  $S_p$  – tubus tirgishi, S-kollimator, SO-kollimator linzasi, PT-rostlovchi vintli prizmalı

stolcha ,P prizma, FO -teleskop,O-okulyar, R-ko'rsatgichli o'tkazgich, W – darajalangan nonusli aylana).

Apertura yoki tirqishni ko'rsatgichli o'tkazgich tekisligiga teliskop yordamida praktsiyalangan, cheksizlikka o'rnatilgan va kattalashtiruvchi ko'zgu sifatida uning okulyaridan kuzating.

So'ngra ko'zguning minimal chetlanishni va teliskop nonusida  $\varphi$  burchak holatini har bir spektr uchun rostlang.(moslang).

Bundan so'ng prizma holatini yorug'lik qo'shni (yon) sirtiga tushib qarama –qarshi (teskari) tomonga chetlanishga rostlab oling.

Har qanday minimal (kichik) chetlashishda ,spektrning har bir chiziqlari uchun  $\varphi$  burchak aniqlanmaydi.Simobning spectral chiziqlarining to'lqin uzunligini aniqlash uchun prizmaning o'rniga joylashgan,kollimator o'qiga perpendikulyar joylashgan tutqichga biriktirilgan ,chiziqli panjaradan foydalaning.

Tirqishdan og'magan o'ng va chap tomondagi 1 tartibli singan chiziqlarning burchaklarini aniqlang.

Spektral lampa o'zining maksimal yorug'ligiga (yorqinligiga) erishguncha 5 minut qiziydi. Lampani ulashda havo vintellyyasi lampa korpusida o'tib turganligiga (ishonch hosil qiling) tekshiring.

Difraksion spektroskop yordamidagi tajriba.

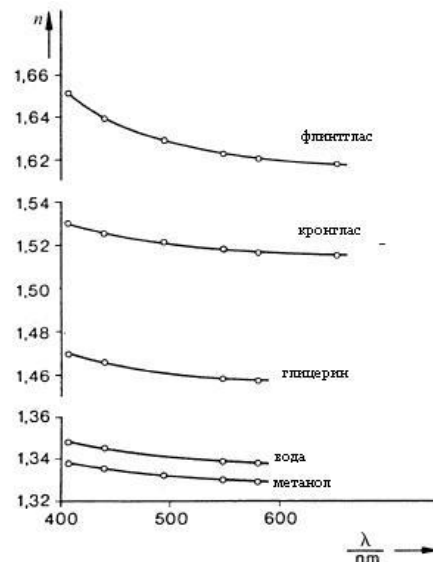
3-rasmda tajriba qurilmasi ko'rsatilgan.Avvalo teliskopni cheksizlikka o'rinating.

So'ngra 2 la naychani moslovchi vintlar yordamida ularning o'qlari gorizontal holatga mos kelgunicha qadar rostlang.Tirqishni to'liq yoritish uchun ,simobli lampani tirqishning ro'parasiga joylashtiring.

okulyar shkalasida aniq tasvirlar hosil bo'ladi. Kattalashtiruvchi ko'zgu sifatida kiritilgan okullyardan qarang.Tirqish kengligi maksimal ingichka bo'lish kerak .Dastlab Roulandning panjara doimiysini aniqlang.Buning uchun panjarani kollimator o'qiga perpendikulyar o'rinating va tirqishli stolcha yordamida qayd eting.Simobning spectral chiziqlarning 1 va 2 tartibli spektrlari uchun difraksiya burchagini aniqlang.3-tartibli chiziqning hisoblang.O tartibdan o'ng va chap tarafdagi spectral chiziqlarning 2  $\varphi$  burchagini o'lchang.Har bir burchak uchun o'lchashlarni  $\alpha$  marotaba o'tkazing.(2 ta nonius)

### **3rasm: Tajriba qurilmasi**

Nonius ajrata olish qobiliyatini aniqlash uchun qo'shimcha tirqish sifatida ishlatiladi. .



4-rasm: Har moddalar dispersiya egriliklari.

Past darajadagi yoritilganlik uchun okulyar shkalasida difraksiya tartibi ko'rinmaydi. Bunday holatda panjarani cho'ntak fonari teliskopi yordamida yoritish mumkin. Panjaradagi yoritilgan tirqishlar sonini kamaytirish va panjaraning ajrata olish qobiliyatini aniqlang.

Buning uchun shtangensirkul yordamchi tirqish sifatida kollimator linzasi ro'parasiga o'rnatilgan, bunda yorug'lik qisilgan shtangensirkuldan tirqishgacha borolmasligi uchun.

So'nga yordamchi tirqishni oching, masalan sariq va yashil simob chiziqlarini alohida kuzatish uchun. Yordamchi tirqishni kengligini bir necha marta o'lgang. Ajrata olishni aniqlash uchun chiziqlarni ajratish uchun 50 chiziq mm gacha bo'lgan panjaradan foydalang. Simobning sariq chiziqlar juftligini ajratish uchun Rouland panjarasidan foydalang. (4-jadvalni panjara turlari va difraksiya tartibi uchun taqqoslang).

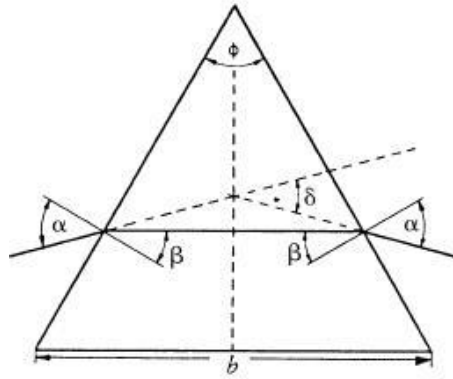
#### Nazariya va hisoblashlar :

A. Prizmaning dispersiyasi va ajrata olish qobiliyati. Muhitning sindirish ko'rsatkichi nisbiy dielektrik singdiruvchanlik  $\epsilon$  va Maksvell tenglamasidan quyidagiga bog'liq

$$n = \sqrt{\epsilon_{omh} \mu_{omh}} \quad (1)$$

Ko'pchilik moddalar uchun magnit singdiruvchanlik.  $\mu_{omh} = 1$

Klauzus –Mossoti qonuniga asosan nisbiy dielektrik singdiruvchanlik va muhitning molekulyar qutblanganligi  $\alpha$  bilan quyidagiga bog'liqlik mavjud:  
formula



5-rasm

bu yerda N- qutblangan molecular konsentratsiyasi  $E_0$  elektr doimiysi. Qutblanganlik tushuvchi yorug'lik chastotasidan quyidagiga bog'liq.

$$\alpha = \frac{3\varepsilon_0}{N} \cdot \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2}, \quad (2)$$

Atom yoki molekulaning xususiy chasotasi  $\omega_0 = 2\pi\nu_0$  ni hisobga olmaganida

$$\alpha = \frac{e}{m} \cdot \alpha = \frac{e^2}{m} \cdot \frac{1}{\omega_0^2 - \omega^2}, \quad (3)$$

bo'ladi.

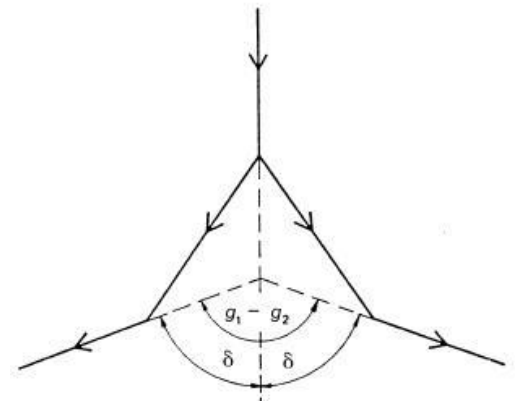
bu yerda e-elimentar zaryad,

m-elektro massasi. (1) va (3) ni (2) ifodaga qo'yib (4) ifodaga ega bo'lamiz.

(6rasm) Kichik (minimal ) chetlanishni burchagini o'lchash.

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{e^2 \cdot N}{3\varepsilon_0 m} \cdot \frac{1}{\omega_0^2 - \omega^2} \quad (4)$$

formulada faqat 1 ta xususiy chastota e'tiborga olinganiga qaramay berilgan formula to'lqin uzunlikning ortganida sindirish ko'rsatkichining xususiy chastotaga bog'liq emasligini aniq tasvirlaydi. Spekr chiziqlarining to'lqin uzunliklari nur yo'lida prizma o'rnida joylashgan difraksiyon panjara yordamida aniqlanadi. Birinchi tartibli difraksiya uchun  $\lambda$  -to'lqin uzunligi G panjara doimiysi va  $\varphi$  burchak bo'lsa



$$\lambda = G \cdot \sin \varphi$$

bu yerda  $\lambda$  bir necha qiymatlarning o'rtacha arifmetik qiymati sifatida aniqlanadi.

$$\lambda_{\text{красн}} = 627,3 \text{ nm} \quad \lambda_{\text{желт}} = 579,8 \text{ nm} \quad \lambda_{\text{зелен}} = 547,7 \text{ nm} \quad \lambda_{\text{фиолет}} = 493,9 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\text{син}} = 438,5 \text{ nm} \quad \lambda_{\text{фиолет}} = 405,1 \text{ nm}.$$

Nurning prizmada simmetrik o'tishda (5-rasm) minimal (kichik) chetlanish  $\delta$  hosil bo'ladi. Agar  $\alpha$  tushish burchagi  $\beta$  qaytish burchagi Q prizma uchining burchagi, u holda

$$\sin \alpha = n \cdot \sin \beta$$

$$\beta = \frac{\theta}{2}, \quad \delta = 2\alpha - \theta. \quad (5)$$

bu yerda

$$n = \frac{\sin \frac{\theta + \delta}{2}}{\sin \frac{\theta}{2}} \quad (6)$$

ga ega bo'lamiz.

Minimal chetlanish  $\delta$   $\varphi_1$  va  $\varphi_2$  burchaklar ayimasiga teng, prizmaning 2 ta har xil holati uchun (6rasm).

$$\delta = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}$$

Dispersiya chizig'i, simobli spektrining har xil chiziqlar uchun o'lchangan burchaklardan aniqlanadi. Ajrata olish qobiliyati spektrining asosiy xarakteristikasi hisoblanadi. Ikkita to'lqin uzunlik  $\lambda$  va  $d\lambda$  (alohida spectral chiziq) asosiy maksimumining alohida spectral chizig'i kabi qabul qilinadi va chiziq minimumli  $\lambda$  bilan mos tushadi. ajrata olish qobiliyati R quyidagi aniqladi.

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda}$$

Prizma uchun quyidagi ifoda o'rinli

$$R = \frac{dn}{d\lambda}$$

bu yerda, b-prizma asosi. (5rasm).

Dispersiya egri chizig'idan spektrning "sariq" va "ko'k" spektiri chegarasida prizma to'la yoritilganida ajrata olish qobiliyatini aniqlang. (1 jadval). (4rasm) (b=30mm)

1 tablisa: Dispersiya egri chizig'idan aniqlangan, shisha prizmaning dispersiyasi ajrata olish qobiliyati.

Spektr o'lchash: Sariq turi.		
Flintglas Kronglas		
Spektr turi ko'k		
Flintglas kronglas		

Misol:

$R = \frac{\lambda}{d\lambda} = 1000$  ajrata olish qobiliyatli prizma natriyning 2 ta chizig'ini ajratish olishga ega.

Panjaraning ajrata olish qobiliyati va dispersiyasi. Difraksion panjaraga tushayotgan  $\lambda$  to'lqin uzunlikli monoxromatik yorug'lik intensivligi,  $\varphi$  burchakka sochilgandan so'ng.

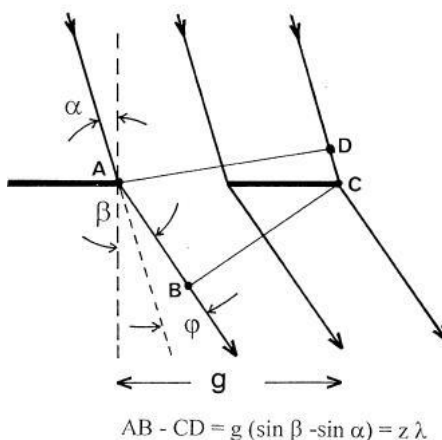
$$I(\varphi) = I(0) \left( \frac{\sin u}{u} \right)^2 \left( \frac{\sin Nv}{\sin v} \right)^2; \text{ } g \text{ a teng}$$

$$v = \pi \frac{g}{\lambda} \sin \varphi \quad \text{H} \quad u = \pi \frac{s}{\lambda} \sin \varphi \quad (7)$$

(S-tirqishning kengligi, d-panjara doimiysi, N-tirqishlar soni.



1 qavsda 1 ta tirqishdagi difraksiya natijasi intensivlikning taqsimlanish ko'rsatilgan, boshqasida (2qavsda) barcha tirqishlarning umumlashgan effekti keltirilgan. Agar bitta qavs nolga teng bo'lsa u holda umumiy intensivlik o'ga teng bo'ladi.  $I(\varphi) = 0$



7-rasm. Panjaradagi difraksiya.

Berilgan panjara uchun difraksiya yo'nalishi  $\varphi$ , maksimumning quyidagi munosabatdan aniqlanadi.

$$v_z = \pi \frac{g}{\lambda} \sin \varphi_z = z\pi \text{ yoki } \sin \varphi_z = z \frac{\lambda}{g}; \quad (8)$$

Z-difraksiya tartibi.  $(0, 1, 2, 3, 4, \dots)$

Ikkita maksimumlar orasida  $(N-1)$  ikkilamchi minimumlar kuzatiladi.

Agar yorug'lik nuri difraksion panjaraga nisbatan perpendikulyar  $\varphi$  burchak ostida tushayotgan bo'lsa u holda

$$\sin \varphi + \sin \beta = \frac{z\lambda}{g} = 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2} = 2 \sin \frac{\varphi}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

при  $\beta - \alpha = \varphi$  (9)

Agar difraksiyalangan va tushayotgan nurlar panjara perpendikulyardan bir tomonga joylashgan bo'lsa, u holda  $\beta$  burchak musbat ( $\beta > 0$ ). -mafiy

Agar har xil bir burchak perpendikulyardan har xil tomonga joylashsa,  $\beta$  bo'ladi. Panjaraga ( $\alpha = 0$ ) nur tik holda tushayotgan holatida ifoda quyidagi ma'noga ega bo'ladi.

$$\sin \alpha = z\lambda/g$$

(9) ifodani differensiallab, panjara uchun dispersiya burchagiga ega bo'lamiz:

$$\frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{z}{g \cos \beta} = \frac{z}{g \cos \varphi} \quad (\beta = \varphi \text{ da agar } \alpha = 0) \quad (11)$$

Burchak sochilish (dispersiya) tushish burchagiga bog'liq emas va prizma kabi kichik burchakli difraksiyalarda o'zgarmaydi.

Spektrning  $\lambda_1$  va  $\lambda_2$  ikkita chiziqlarini faqat ular etarlicha bir-biridan uzoqda joylashganda va  $\lambda_1$  maksimumi  $\lambda_2$  minimumi bilan mos tushadigan holdagi sharti ajratish mumkin.

To'lqin uzunliklarning o'rtacha qiymati va ajratilgan chiziqlarning uzunliklari farqi nisbati spektrning ajrata olish qobiliyati deyiladi.

$$A = \frac{\frac{1}{2}(\lambda_1 + \lambda_2)}{\lambda_2 - \lambda_1} = \frac{\bar{\lambda}}{\Delta\lambda} \quad (12)$$

Difraksion panjaraning spektrlari uchun ajrata olish qobiliyati quyidagi ifodaga ega bo'ladi.

$$A = zN \quad (13)$$

N-(tirgishlar soni). 2- JADVAL. Rouland panjarasi doimiysi aniqlashda olingan qiymatlar. (1-tartibli difraksiyada)

№	Цвет	$\lambda$ , нм	$\varphi(1)$	$\varphi(2)$	$\varphi(1)$	$\varphi(2)$	$\bar{\varphi}$	$g$ , MKM
			$z = +1$		$z = -1$			
1	binafsh	404,656	253°5	73°56'	225°4	45°43'	14,12	1,6586
2	ko'k	435,405	6'	75°06'	0'	44°38'	°	1,6562
3	zarg'aldo	491,604	255°0	77°07'	224°3	42°39'	15,24	1,6578
4	q	546,074	5'	79°08'	5'	40°41'	°	1,6577
5	yashil.	576,960	257°0	80°16'	222°3	39°34'	15,25	1,6575
6	sarg'ish qizil	578,966	6'	80°20'	4'	39°27'	°	1,6565
			259°0		220°3		19,23	
			6'		7'		°	
			260°1		219°3		20,37	
			5'		7'		°	
			260°2		219°2		20,46	
			0'		3'		°	

natijalari keltirilgan( $Z=1$ ) da.

Yarim burchakli difraksiyalar farqi  $z$  tartibiga mos keluvchi spektr chizig'ining difraksiya burchagi  $\varphi(1)$  va  $\varphi(2)$  ifodalardan foydalangan holda, har bir burchag uchun

$$\bar{\varphi} = \frac{1}{4}[(\varphi(1)_{+z} - \varphi(1)_{-z}) - (\varphi(2)_{+z} - \varphi(2)_{-z})]$$

Ikkinchi tartibli ( $z=2$ ) 1-6 refraksiya chiziqlari uchun shuningdek ( $Z=3$ ) uchunchi tartibli panjara doimiysi .

$$g = (1,6567 \pm 0,0016) \text{ mkm}; \Delta g / g = \pm 0,1\% ; (603,6 \pm 0,6) / \text{mm}$$

33-jadvalda dispersiya burchagi qiymati (11) ifodadan aniqlangan ( $Z=+1$ ,  $d\varphi$  ni radianga keltirish tavsiya qilinadi .  $d\varphi$  va  $\lambda$  qiymatlari mos keluvchi qo'shni chiziqlar qiymatlari ayirmasidan aniqlanadi.

№	$\lambda$ , нм	$\varphi$ , °	$d\lambda$ , нм	$d\varphi$ , рад	$d\varphi / d\lambda$ , M <sup>-1</sup>	$(g \cos \varphi)^{-1}$ , M <sup>-1</sup>
1	404,656	14,12				
2	435,405	15,24	30,75	0,0195	6,36x10 <sup>5</sup>	6,22x10 <sup>5</sup>
3	491,604	17,25	56,20	5		
4	546,074	19,23	54,50	0,0349	6,21x10 <sup>5</sup>	6,28x10 <sup>5</sup>
5	576,960	20,37	30,90	0		

6	578,966	20,43	2,00	0,0349 0	6,40x10 <sup>5</sup>	6,35x10 <sup>5</sup>
				0,0198 9	6,44x10 <sup>5</sup>	6,41x10 <sup>5</sup>
				0,0015 2	7,56x10 <sup>5</sup>	6,44x10 <sup>5</sup>

3-jadval. Dispersiya burchagini aniqlash hisoblari.

(12) ifodadan kelib chiqib, va  $\lambda=546$  nm to'lqin uzunlikli yashil chizig'ini va  $\lambda_2=578$  nm li sariq chiziqlar juftligidan ajratish uchun nazariy ajrata olish qobiliyatini bilish zarur.  $A=562$  nm/32 nm

Simobning ikkita sariq chiziqlari va  $\lambda_1=576.960$  nm va va  $\lambda_2=578.960$  nm to'lqin uzunlikli ajratish uchun ,nazariy ajrata olish qobiliyati A 289 ga bo'lish kerak.

4-jadvalda , bir nechta o'lchashlar natijasida olingan yordamchi x ning o'rtacha qiymatlari va har xil panjaralar uchun difraksiya chiziqlarining ajratish tartibi Z ning qiymatlari keltirilgan.

Oxirgi uchta ustunda ajrata olish qobiliyati A ga mos qiymatlar ko'rsatilgan.

4-jadval. Ajrata olish qobiliyati hisoblab (x- yordamchi tirqishning kengligi o'rtacha qiymatlari ).

Simobli yashil chiziqlarini sariq chiziq juftligidan ajratish.		
Panjara/		

Simobning yashil chizig'ini ajratilishi.	

Simobli yashil chiziqlarini sariq chiziq juftligidan ajratish.						
Panjara/	$z=1$	$z=2$	$z=3$	$A(z=1)$	$A(z=2)$	$A(z=3)$
4/MM	-	$x = 2,32$ MM		-	18,6	-
8/MM	$x = 2,27$ MM	$x = 1,09$ MM		18,2	17,4	-
10/MM	$x = 1,80$ MM	$x = 0,84$ MM	0,85 MM	18,0	16,8	17,4
50/MM	$x = 0,35$ MM	-	-	17,5	-	-
Simobning yashil chizig'ini ajratilishi						
603,6/MM	$x = 0,475$ MM	-	-	287	-	-

Ajrata olish qobiliyatining o'rtacha qiymati  $A(17,7 \text{ va } 287)$  sariq chiziqni yashil chiziqdan ajratish, shuningdek 2 ta sariq chiziq nazariy qiymatlarga mos keladi

### 13 - LABORATORIYA ISHI

#### YORUG'LIK TEZLIGINI O'LCHASH USULI ORQALI SHISHANING (SUVNING)NUR SINDIRISH KO'RSATGICHINI ANIQLASH

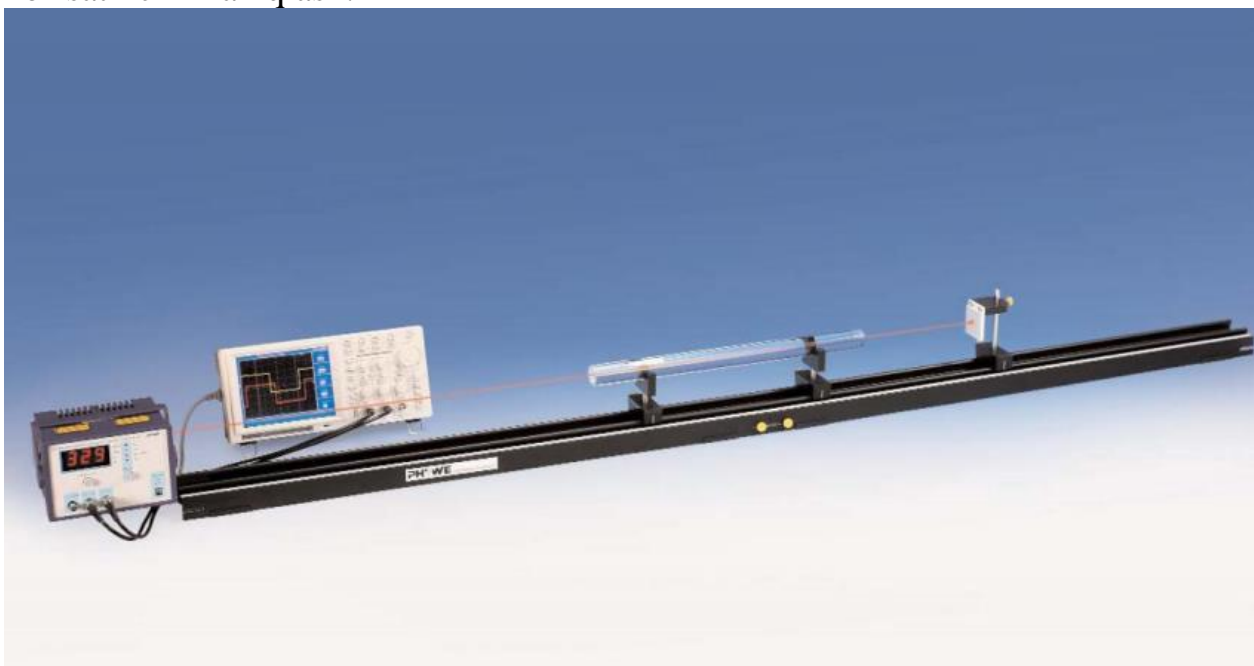
**Tayanch iboralar:**Sindirish ko'rsatkichi,to'lqin uzunligi,chastota,faza, modulyatsiya, geterodin texnikasi,elektr doimiysi,magnit doimiysi.

**Prinsip:**Yorug'lik intensivligini sozlashda nur ko'zgudan qaytgan ma'lum masofaga siljib priborda akslanadi. Bu ishda qabul qilgich signali va fazaviy munosabatlari shuningdek fazalar farqidagi yorug'lik tezligi chastotasi va yoruglik to'lqining uzunligi hisoblanadi.

**Kerakli asboblari:**

1.Yorug'lik tezligini aniqlash qurilmasi.2.Ekranlangan kabel.3.Raqamli osillograf 2 kanalli.

**Topshiriq:**1.Yorug'lik tezligini suvda aniqlash va sindirish ko'rsatkichini hisoblash.2.Yorug'lik tezligini akrillangan shishada aniqlash va nur sindirish ko'rsatkichini aniqlash.



1-rasm.tajriba ishining umumiy ko'rinishi

**Ishni bajarish tartibi:**

Yorug'lik tezligini aniqlovchi qurilma va ko'zgu o'q bo'ylab shunday joylashtiriladiki unda lazer nuri ko'zguga uning joylashishi qat'iy nazar tushadi. Dastlab ulanish qismi fermmit/1000 osillografga ulanadi va fermmit chastota modulsiyasi aniqlanadi.(1000 ga bo'lingan). Ta'minlash apparatiga 1/1000 koeffisintini modulator va ulanish qismi orqali kiritish,berilgan tajriba uchun nisbatan oddiy osillograf ishlatish mumkunligi bilan tushadi.

Chastota modullsiyasini aniqlagandan so'ng , 2ta boshqa osillagraf ning kirishi ulanadi.

Fazoviy munosabatlar saqlangan holda nurlangan va qabul qilingan signallar chastotasi 50kHz ga kamayadi, qaysiki ular osillagrafda tasvirlanish uchun.

**Topshiriq.**Suvda tezligini aniqlash va **3-topshiriq.**Akrillangan shishada yorug'lik tezligini aniqlash.

Suv to'ldirilgan akril shisha yoki sterjenni nur uning optik o'qidan o'tadigan qilib joylashtiring, undan keyin ko'zgu joylashsin.

Kalibrovka tugmasini bosing. Osillograf ekranida grafik hosil bo'ladi. (2 analog rasm). Agar nurning o'tish yo'lidan trubka sterjenni olib qo'ysak , nurlanuvchi va qabul qiluvchi signallar mos kelishi to'xtaydi. Osillografda 2ta signal mos kelmaguncha, ko'zguni shkala bo'linmalari bo'ylab  $\Delta x$  siljishini o'lshash, o'lshashni bir necha marta takrorlang.

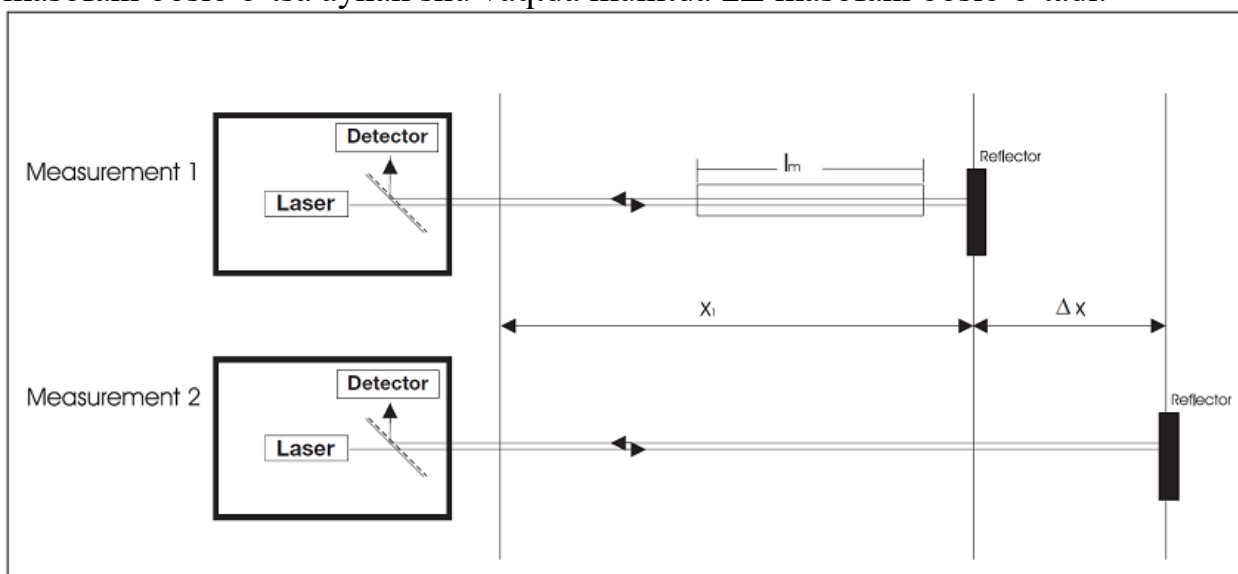
### Nazariy qism.

Yorug'lik nuri juda tez harakatlanadi, uning tezligi cheklangan. 1676 yildan boshlab Reomer yorug'lik tezligini fazoviy masshtabda , Yupeterning yo'ldashlarigacha masofani aniqlaganida fan-texnika jarayonida salmoqli o'zgarishlar sodir bo'ldi. Hozirgi vaqtda biz yorug'lik tezligini stolda o'lchashimiz mumkun. SI isstemasida 1 metr yorug'likning vakumda  $1/29979458$  da o'tgan masofasini belgilaydi. Bu aniqlashning samaradorligi yorug'likning vakumdagim tezligini aniq qayd qilishga asoslangan :  $299792458$  m/s.

Yorug'lik tezligini olish uchun  $\Delta s/\Delta t$  nisbatini hisoblash kerak , bu yerda  $\Delta t$  yorug'likning s masofani bosib o'tish uchun ketgan vaqt.

$S=2\Delta x$  masofz ko'zguning siljishi 2marta ko'paytirilgani , nurning ko'zguna borib va qaytishi uchun. 1-tablisada o'lchash namunalari keltirilgan.

Yorug'lik tezligini suvda yoki akrillangan shishada c ni aniqlash uchun uning havodagi tezligi bilan taqqoslab o'lchanadi. c (4-rasm). Birinchi o'lchashda nur t vaqtda s masofada aniqlanadi. Ikkinchi o'lchda yorug'lik xuddi o'sha  $L=L+2\Delta x$  masofani o'tadi. Bundan ko'rinadiki havoda yorug'lik  $2\Delta x+2\Delta L$  masofani bosib o'tsa aynan shu vaqtda muhitda  $2L$  masofani bosib o'tadi.



4-rasm. Muhitda yorug'lik tezligini aniqlash

Hosil qilingan xulosalardan foydalanib sindirish ko'rsatkichini aniqlashda quyidagilarga ega bo'lamiz.

$$c_m = \frac{c_a}{n}$$

**Xulosa uchun:** Agar turubkadagi suv ustuni uzunligi  $L_m=500$  mm o'lchangan oraliq  $\Delta X = 170$  mm, u holda  $n=1,34$   $n_{suv}=1.33$   $c_{suv}=2.23 \cdot 10^8$

Akrillangan shishadan yasalgan sterjen uchun  $L_m=490$  mm u  $\Delta x = 240$  mm,  $n=1.49$  (jadval qiymati  $n=1.49$  dan  $n=1.52$  oraliqda joylashadi).

$$c_{akril}=2.01 \cdot 10^8 \cdot \text{m/s}$$

Laboratoriya ishdagi yorug'lik tezligini aniqlashda qurilmasi va osillograf yordamida bajarilgan natijalar yordamida bajarilgan natijalar yordamida aniqlanadi. Yorug'lik tezligini aniqlashda olingan natijalar keying eksperimentlar uchun qo'llash tavsiya etilmaydi. Olingan natijalar xatolik sabablari asosan didaktik talabalar o'zlari osillografda ishlaydilar va ular o'zlari asbobning ko'rsatkichlarini oladilar.

Shuningdek, yorug'lik tezlini aniqlashda qurilmani sozlashda (masalan, demonstrasion eksperimentlarda) rahbar tamonidan yozilgan keltirilgan funksiyalardan foydalanish foydali.

2-jadval

№	$\Delta x$ (m)	S (m)	$\Delta t$ (s)	$c$ (m/s)	$v_m$ (m/s)	$n$	$\Delta n$	$\varepsilon$ %
1								
2								
3								
4								
5								
O'rtacha								

### Nazariy savollar

1. Absolut va nisbiy nur sindirish ko'rsatkichlari nima?
2. Nur birinchi muhitdan ikkinchi muhitga o'tganda qaysi kattaliklar o'zgaradi qayisilari o'zgarmaydi?
3. Ishchi formulani keltirib chiqaring?
4. Elektr va magnet doimiylarini yorug'lik tezligiga bog'liq formulasini keltirib chiqaring?
5. Dielektrik va magnit singdiruvchanlikning nur sindirish korsatgichiga bog'liqligini ko'rsating?

## 14 - LABORATORIYA ISHI

### BALMER SERIYASI. REDBERG DOIMIYSINI ANIQLASH

**Ishning maqsadi:** Difraksion panjara yordamida vodorod atomi spektrining Balmer seriyasini o'rganish.

Ridberg doimiysi va energetik sathlarni aniqlash.

#### Qurilmalar.

Vodorodli spektral trubka (naycha). Simobli spektral naychalar. Naychalar uchun tutqichlar juftligi, Muhofazalovchi naychalar kabel 30 kb  $l=1000$  mm 2 dona. Obekt tutqichi  $5 \cdot 5$  sm. Difraksion panjara 600 mm shitrix chiziq.

Yuqori kuchlanish manbai 0-10 kb izollyasillangan tutqich, 2 dona.

Uch oyoq (podstavka) Sterjen  $l=40$  sm

1 metrik shkalali.

Kursor 1 juft o'lchov lentasi.

Tayanch iboralar: (o'rganish uchun mavzular)

Difraksion panjaradagi difraksiya spektrining ko'rinuvchi sohasi, bir elektronli atom Bor atom modeli Layman seriyasi Pashin seriyasi energetik sathlar Plank doimiysi bog'lanish energiyasi.

#### Nazariy qism:

Spektral naychada vodorod gazining molekulari to'qnashishlar natijasida vodorod atomlariga yemriladi. (ajraladi).

Uyg'ongan atomning kichikroq energiyali holatiga o'tishda yorug'lik chastotasining energiyali farqidan aniqlanuvchi nurlanish sodir bo'ladi. ( $\lambda$  to'lqin uzunligi).

$$\Delta E = h \cdot f = h \frac{c}{\lambda}, \quad (1)$$

bu yerda  $h$  - Plank doimiysi.  $h=6.62 \cdot 10^{-34}$ ,  $c=3 \cdot 10^8$  m/s.

Borning atom modelidan kelib chiqqan,  $n$ -sath energiyasi ( $n=1,2,\dots$ ) vodorod atomining  $n$  sath uchun energiyasi quyidagi munosabatdan aniqlanadi.

$$E_n = -\frac{e^4 \cdot m_e}{8\epsilon_0^2 \cdot h^2 \cdot n^2}, \quad (2)$$

bu yerda  $E_0=8.85 \cdot 10^{-12}$  Kl/V·m elektr doimiysi.

$m_e=9.1 \cdot 10^{-31}$  kg elektronning tinch holatdagi massasi.  $e=1.6 \cdot 10^{-19}$  kl elektron zaryadining kattaligi. (1) va (2) formulalardan ko'rinadiki vodorod atomining nurlangan yorug'lik chastotasi quyidagicha aniqlanadi.

$$f_{nm} = \frac{e^4 \cdot m_e}{8\epsilon_0^2 \cdot h^3} \cdot \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) = R \cdot c \cdot \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right), \quad (3)$$

bu yerda  $n, m=1,2,\dots$

$$R = \frac{e^4 \cdot m_e}{8\epsilon_0^2 \cdot h^3 \cdot c} = 1,097 \cdot 10^7 \text{ M}^{-1}$$

Ridberg doimiysi deyiladi. (1) rasmda vodorod atomining spectral seriyalari va energetik sathlar diagrammasi ko'rsatilgan.

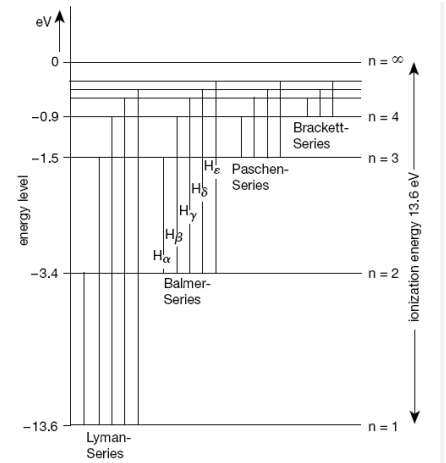
- Layman seriyasi - ultrabinafsha soha n=1 sathdan o'tishda .
- Balmer seriyasi ultrabinafsha sohadan qizil sohangacha n=2 o'tish.

$$E_{ion} = -R \cdot h \cdot c = 13.6 \text{ eV}$$

- Pashen seriyasi infraqizil soha n=3 sathga o'tish. Bog'lanish energiyasi yoki vodorod atomining ionlanish energiyasi bu atomdan elektronni  $m = \infty$  tartibli sathga o'tkazuvchi energiya.  $\lambda$  to'lqin uzunligi yorug'likning D difraksiyon panjara doimiysi D bo'lgan difraksiyon panjaraga tushishda difraksiyon manzarani kuzatish mumkin. Interferensiya maksimumlari  $\alpha$  difraksiya burchagi uchun

$$d \cdot \sin \alpha = n \cdot \lambda \quad (4)$$

formulani quyidagi ko'rinishda ham



### 1- rasm Vodorod atomining energetic sathlari diagrammasi

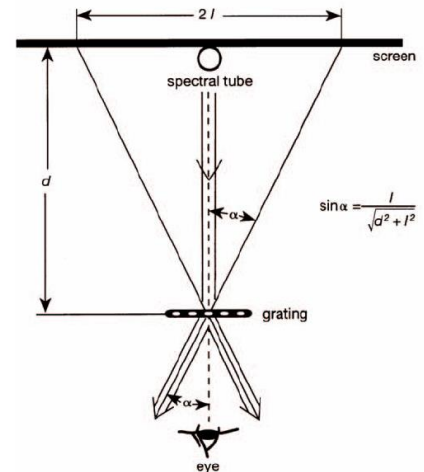
- yozish mumkin

$$D \cdot \frac{l}{\sqrt{d^2 + l^2}} = n \cdot \lambda \quad (5)$$

- bu yerda d- panjaradan ekrangacha bo'lgan masofa. l- 1 tartibli va 1 ta to'lqin uzunlikli 2 ta difraksiyon chiziqlari orasidagi masofa.
- (2) rasm.
- Difraksiyon panjaradagi difraksiya paytdagi nurlar yo'li .

#### Ishning bajarilishi:

Qurilmani 3-rasmدا ko'rsatilgandek holda yig'ing. Nurlanish manbai sifatida (2-4 kv) li yuqori kuchlanish manbasidan ishga tushiriluvchi vodorodli va simobli trubkalar ishlatiladi. Shkala trubka (nay)dan keyin joylashishi kerak. Difraksiyon panjara shkalaga spektral trubka balandligida parallel holatda o'rnatiladi.



### 2-rasm. Difraksiyon panjaradagi difraksiya paytdagi nurlar yo'li.

- Panjara va naycha oralig'i kuzatilayotgan difraksiyon manzara yaqqol aniq ko'rinadigan holatda o'rnatiladi. (taxminan 50 sm). Difraksiyon manzarani qorong'latilgan xonada panjaradan spektral naychaga qarash orqali o'tkazish mumkin.





**3-rasm.** Vodorot atomining spektrlarini kuzatish tajriba ishi

**1 -topshiriq.**

1. Simobli spectral naychani o'rnating. Kuchlanish manbaini ulang. Naychaga (trubka) yuqori kuchlanish berib uning yonishi yorqinlanishiga erishing (hosil qiling). Simobning atomi spektrlarini kuzating. Panjara va naycha orasidagi masofa  $d$  ni o'lchang.

2. 3 ta ko'rinuvchi spectral chiziqlar uchun (sariq, yashil, ko'k  $\lambda=1,2,3$ ).

1 tartibli difraksiyani o'lchang shkala bo'yicha  $2l$  masofada.  $2l$  bir xil rangdagi chiziqlar orasidagi masofa). Buning uchun kursordan foydalang.

1.jadval to'ldiring. Yuqori kuchlanish manbaini o'chiring.

1.jadval

Rang chiziqlari.	$2L, \text{mm}$	$D, \text{mkm}$

3.(5) formulani panjara doimiysini hisoblang. Uning o'rtacha qiymati va xatoligini baholang.

2-topshiriq. Vodorod atomi uchun Balmer chizig'ining to'lqin uzunligini aniqlang. Ridberg doimiysi va atom sathlari energiyasini hisoblang.

1. Vodorod spectral naychani o'rnating. Kuchlanish manbaini ulang. Naychaga yuqori kuchlanish berib, uningcho'lanishini hosil qiling. Vodorod atomi spektrini kuzating. Panjara va naycha orasidagi  $d$  ni o'lchang.

2. Difraksiyada 3-4 ta ko'rinuvchi 1 tartibli spektr chiziqlarini shkala bo'yicha  $2l$  masofada o'lchang bir xil rangli chiziqlar orasidagi masofa (buning uchun kursordan foydalaning)

2-jadvalni to'ldiring. Yuqori kuchlanish manbaini o'chiring

2-jadval

Chiziq(1-ram)	$2l, mm$	$\lambda, nm$	$\Delta E, eV$	$R, m^{-1}$

3.to'lqin uzunligi  $\lambda$  ni hisoblang (5) formula.difraksion panjara doimiysi 1-topshiriqdan aniqlanadi

Atom energiya satxlari farqi  $\Delta E$  (1) formula Ridberg doimiysi (3) va (1)aniqlanadi.Ridberg dimiysining o'rtacha qiymatini aniqlang,xatolikni baxolang.

4.1-rasmdan foydalangan xoldava  $\Delta E$  ning qiymatini  $n=3,4,5$  satxlarda energiya qiymatini xisoblang, bu qiymatni nazariya bilan taqqoslang

### Nazorat savollari

- 1.Bor postulatlarini izohlang
2. Vodorot atomi uchun Bor (2)formulasini keltirib chiqaring
- 3.Vodorot atomi uchun (3) Bor formulasini keltirib chiqaring
- 4.Balmer seriyasi deb nimaga aytiladi ?
5. Bog'lanish energiyasi deb nimaga aytiladi?
- 6.Difraksiya nima?
- 7.Difraksion panjara doimiysi deb nimaga aytiladi?
- 8.Difraksion panjara uchun interferension maksimumlar tenglamasini yozing va t

## 15- LABORATORIYA ISHI

### GELIY (HE) VA SIMOB(HG) NING ATOM SPEKTRLARINI O'RGANISH O'rganish uchun mavzular:

Parageley, ortogeliy, energiya almashinuvi, burchak momenti, o'zaro ta'sir orbitalari spini, singletlar va tripletlar, Ridberg ketma-ketligi, tanlash qonunlari, ta'qiqlangan o'zgarishlar, stabil holatlar, energiya darajalari, qo'zg'alish energiyasi.

**Ishning maqsadi** Spektr chizig'i He va Hg difraksion panjarasi yordamida o'rganiladi.Chiziqning to'lqin uzunligini aniqlash doimiy panjara va geometric joylashuvdan iborat.

#### Kerakli asbob va jihozlar:

Simobli spektral naycha,  
Geliyli spektral naycha,  
Spektral naychalarga ega tutqich,  
Disk ushlagich, difraksion panjara,  
Yuqori voltli tok manbai,  
Izolyatsiyalangan uch oyoqli "TIACC",

Silindrsimon tayanch "IIACC",  
To'g'ri burchakli shtativ "IIACC",  
Namoyish qilish uchun uzunlik shkalasi  $l=1000\text{mm}$ ,  
O'lchash uchun kursorlar, ruletka.

### **Prinsip**

Eng yuqori intensivlikda He va Hg ning spektral chiziqlarining to'lqin uzunligini aniqlash.

### **Ishni bajarish tartibi:**

Rasmda ko'rsatilganidek tajriba qurilmasini yig'ing

-Bog'langan spektrli simobli yoki geliyli naycha uchun yuqori voltli tok manbai radiatsiya manbasi bo'lib xizmat qiladi;

-Tok manbai kuchlanishi taxminan 5kV bo'lishi kerak;

-Parallaks xatosini bartaraf etish uchun spektral naychani to'g'ridan-to'g'ri orqasiga torting;

-Difraksion panjaralar spektral naycha bilan bir xil darajada 50sm balandlikda joylashgan bo'lishi kerak;

-Panjara joylashuvini parallel ravishda sozlang;

-Panjara orqali kapillyar naychani nurlanishini kuzating; (Xonadagi deraza pardalar orqali);

-Xonaning qorong'uligi shkaladagi o'lchov darajasini ko'rishga imkon beradi;

-Spektr chizig'i o'ng va chap tomonidagi 1-tartibi o'zgarmas bo'lgan holatda orasidagi masofa  $2l$  ni hisoblash mumkin;



**1-rasm.** Geliy (He) va simob (Hg) ning atom spektrlarini o'rganish

-Difraksion panjara va shkala orasidagi masofa  $d$  ni aniqlang;

-Tarmoqdan foydalanib, panjaraning chiziqlarini ko'rib chiqing. Spektral chiroq va metrli shkaladan foydalanib, chiziqlar orasidagi masofa  $2l$  ga tengligini aniqlang.

**Qisqacha nazariya:** 1. Qachonki tushayotgan nur difraksion panjara doimiysi  $k$  va to'lqin uzunligi  $\lambda$  bo'lgan panjarada sinadi. Bunda intensivlikning maksimumi kuzatiladi, agar sinish burchagi quyidagi teng bo'lsa:

$$n\lambda = k \cdot \sin\varphi; n=1,2,3,\dots$$

$$\sin\varphi = \frac{l}{\sqrt{d^2 + l^2}} \text{ va } \sin\varphi = \frac{n\lambda}{k}$$

Bundan chap tomonlar tengligidan o'ng tomonlarni tenglashtiramiz:

$$\frac{l}{\sqrt{d^2 + l^2}} = \frac{n\lambda}{k} \rightarrow \lambda = \frac{k\lambda}{\sqrt{d^2 + l^2}}$$

1-tartibli difraksiyaning to'lqin uzunligiga ega bo'lamiz.

Elektronning ta'siri He va Hg atomlarni qo'zg'atishga olib keladi.

Energiyalar farqi chastotasi  $f$  va foton sifatida chiqariladigan, o'yg'onish holatidagi energiyasi  $E_1$  asosiy holatdagi energiyasi  $E_0$  ga o'tganda elektron qaytib keladi, bunda:

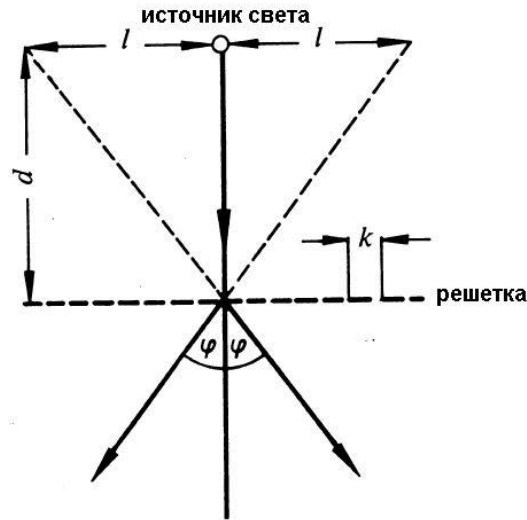
$$hf = E_1 - E_0$$

$h$ -Plank doimiysi:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J·s

Relyativistik bo'lmagan holatda He atomining 2 ta elektroni uchun Gamilton operatorlari teng bo'ladi.

$$H = -\frac{\hbar^2}{2m} \Delta_1 - \frac{\hbar^2}{2m} \Delta_2 - \frac{2e^2}{|r_1|} - \frac{2e^2}{|r_2|} + \frac{e^2}{|r_1 - r_2|}$$

bu yerda  $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ ,  $m$  va  $e$  elektronning massasi va zaryadi hisoblanadi.



**2- rasm:** Yorug'lik to'liqin uzunligining difraksiya panjarada sinish qonuni Laplas operatori:

$$\Delta_i = \frac{d^2}{dx_i^2} + \frac{d^2}{dy_i^2} + \frac{d^2}{dz_i^2}$$

$\vec{r}_i$  elektronning  $i$ -tartibli joylashuvini bildiradi.

Spin va orbitaning ta'sirlashishi energiyasi  $Z=2$  geliy uchun e'tiborga olmasa ham bo'ladi, chunki  $Z$  ni juda kichik deb hisoblash mumkin.

$$E_{c.o} \approx \frac{Z^4}{4(137)^2}$$

Agar  $\frac{e}{|r_1 - r_2|}$  formulani elektronlar juftligi ta'sirlashishi davri deb qarasaq,

Gamelton operatorining xususiy qiymati vodorod atomi bilan ta'sirlashmagandagi qiymati:

$$E_{l,m}^0 = -\frac{me^4}{8h^2} \left( \frac{1}{n^2} + \frac{1}{m^2} \right) \quad n, m = 1, 2, 3, \dots$$

1-elektronli o'yg'ongan holat spektriga qaraganda ikki elektronli o'tish o'yg'onish holati ehtimolligi juda kam, va o'yg'onish spektri quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$E_{l,m}^0 = -\frac{me^4}{8h^2} \left( 1 + \frac{1}{m^2} \right) \quad m = 1, 2$$

Buning natijasida energiya quyidagiga teng bo'ladi:

$$E_{nl\pm}^1 = \left\langle \phi_{nla}^{\pm} \left| \frac{e^2}{|r_1 - r_2|} \right| \phi_{nla}^{\pm} \right\rangle = C_{nl} \pm A_{nl}$$

Bu yerda  $\phi_{nla}^{\pm}$  -  $\phi^+$  va  $\phi^-$  komponentalarda joylashgan antisimmetrik zarrachaning antisimmetrik to'liqlarning ta'sirlashmaslik funksiyasi.

$l^*$ -burchak momentining kvant soni, a-zarur bo'lgan boshqa ta'sirlarni e'tiborga oladigan kvant son. Bu holatda bitta elektronning burchak moment  $l$  2 ta elektronning burchak momentiga  $L$  ga teng bo'lib, bu holatda bitta zarrachani uyg'onish holati kuzatiladi. ( $l=0$ )

$C_{nl}$ - Kulon energiyasi,  $A_{nl}$ -ta'sirlashish energiyasi, ular faqat musbat qiymatga ega bo'ladi.

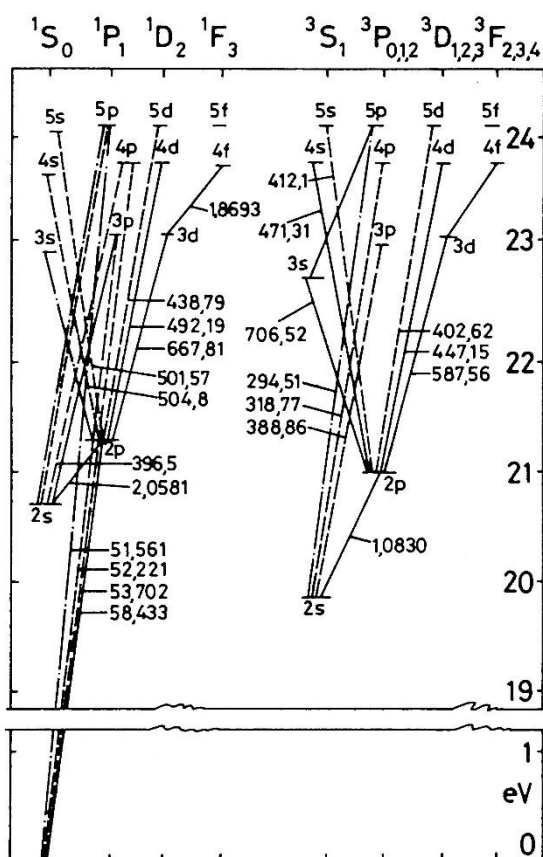
Orbital burchak moment bilan spinning birlashishi  $S$ ,  $S=0$  bo'lgan holatda yoki  $\text{O}^+$  singlet qator bo'lganda  $S=1$ ,  $\text{O}^-$  triplet qatorni beradi.

Spin va orbitaning ta'sirlashishi juda kam bo'lgani uchun triplet holatida parchalanish juda kam bo'ladi.

$S^2$  uchun shovqin to'lqin funksiyasi xususiy bo'ladi,  $S^2$  dipol operatori bilan almashinadi, tanlash qoidasi  $\Delta S=0$  (ikki elektronli sistemalarning atom tartib soni kichikligi bilan xarakterlanadi)

Tripleti holati bilan singleti holatlari orasida o'tish ta'qiqlangan. Bundan tashqari spin orbital ta'sirlashishiga bog'liq bo'lmagan holatda umumiy burchak moment uchun yana tanlash qoidasi  $\Delta J=0, \pm 1$ ;  $J=0 \rightarrow J'=0$

Agar spin orbital ta'sirlashish juda kichik bo'lsa  $\Delta L=0, \pm 1$  qo'llaniladi.



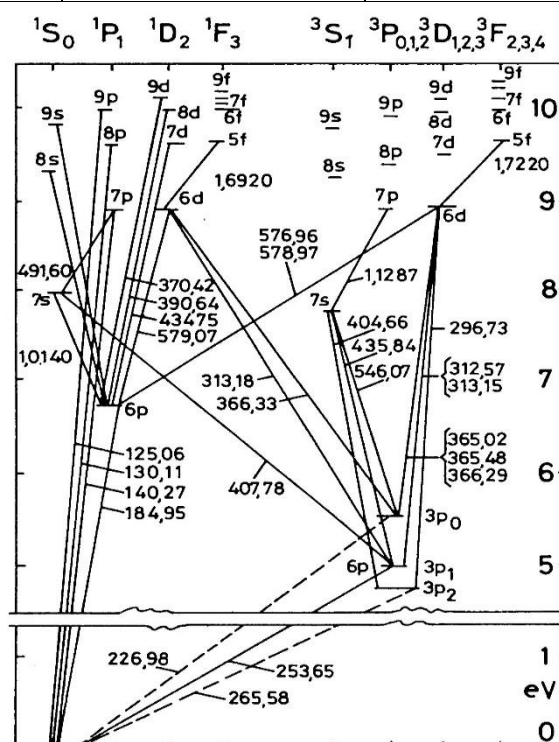
**3-rasm.** Geliy spektr

3-rasmda juda aniq hisoblangan elektr sxemasi tasvirlangan.

Bu jadvalda turli xil spektr chiziq uchun olingan natijalar keltirilgan. 1-jadvalda Geliy (He) atomining energetik sathlarga mos keladigan spektral chiziqlari o'lchami:

1-jadval

Ranglari	$\lambda$ , (nm)	O'tish
Qizil	665±2	3 <sup>1</sup> D→2 <sup>1</sup> P
Zarg'aldoq	586±2	3 <sup>3</sup> D→2 <sup>3</sup> P
Yashil	501±2	3 <sup>1</sup> D→2 <sup>1</sup> P
Ko'k-yashil	490±2	4 <sup>1</sup> D→2 <sup>1</sup> P
Ko'k	470±2	4 <sup>3</sup> D→2 <sup>3</sup> P
Binafsha	445±2	4 <sup>3</sup> D→2 <sup>3</sup> P



4-rasm. Simob spektri

O'zaro ta'sir almashinuvi va 2 ta elektronni ta'sirlashish kattaliklarini energetik sathlarini o'tishlarini taqqoslash bilan aniqlash mumkin:

$$3 \text{ } ^1\text{D} \rightarrow 2 \text{ } ^1\text{P} \quad 4 \text{ } ^1\text{D} \rightarrow 2 \text{ } ^1\text{P}$$

$$3 \text{ } ^3\text{D} \rightarrow 2 \text{ } ^3\text{P} \quad \text{yoki} \quad 4 \text{ } ^3\text{D} \rightarrow 2 \text{ } ^3\text{P}$$

Ikki elektronli sistema 2 qatorli tuzilishga ega. Ammo, bu holatda nisbiy spin orbital ta'sirlashishini e'tiborga olsak, burchak moment

$$\mathbf{J} = \mathbf{L} + \mathbf{S}$$

Bundan so'ng tripletning ichki parchalanishi haqida gapirish mumkin. Bundan tashqari tanlash qoidasi  $S=0$  bo'lgan holatda gapirib bo'lmaydi, chunki  $S$  spin o'tishni xarakterlaydigan kattalik bo'lmay qoladi.

Quyidagi jadvalda turli xil chiziqlar uchun o'lchash natijalari keltirilgan.

2-jadvalda Simob (Hg) atomining energetik sathlarga mos keladigan spektral chiziqlari o'lchami: 2-jadval

Ranglar	$\lambda$ , (nm)	O'tish
Qizil	581±1	6 <sup>1</sup> DI→6 <sup>1</sup> PI
		6 <sup>3</sup> DI→6 <sup>1</sup> PI
Yashil	550±1	7 <sup>3</sup> SI→6 <sup>3</sup> PI
Ko'k-yashil	494±2	8 <sup>1</sup> SI→6 <sup>1</sup> PI
Ko'k	437±2	7 <sup>1</sup> SI→6 <sup>1</sup> PI

### Nazorat savollari

1. Atom spektrlari nima?
2. Energitik sathlari nima?
3. Bor postulatlarini tushuntiring.
4. Atom tuzilishi haqida Tomson va Rezerfort modullari.

## 16- LABORATORIYA ISHI

### NEONLI TRUBKADA FRANK GERS TAJRIBALARINI O'RGANISH

**Ishning maqsadi:** Kuantan energiyasi, kvant o'tish, elektronlarning to'qnashishi, qo'zg'alish energiyasi, Bor atomining modeli

**Kerakli asbob va materiallar:** Boshqarish bloki Frank-Gers tajribasi uchun Neon trubkasi Frank-Gers qopqoqli Kabelni ulash, Tajriba uchun dasturiy ta'minot, Franca-Hertz, Windows 95® yoki undan yuqori versiyadagi kompyuter, Qo'shimcha qismlar, Osiloskop, ikki kanalli, 30 MHz chastotali 1, Adapter, konnektor BNC turi / kontakt juftligi 4 mm



**1- rasm.** Kompyuterdan foydalangan holda Frank-Gers tajribasini o'rnatish

#### Nazariy qism

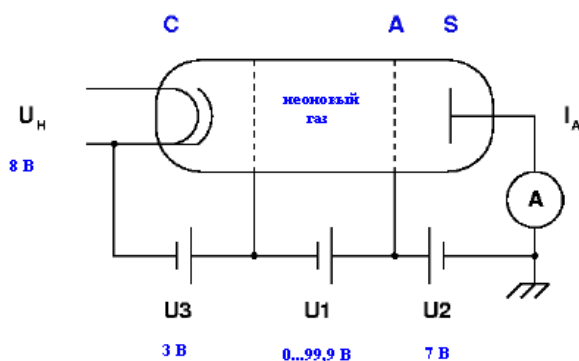
Frank va Gers tomonidan 1913-yilda o'tkazilgan tajribalar atom holatlarining diskret ekanligini tasdiqladi.

Elektron bilan atom orasidagi noelastik to'qnashuvlarda elektron o'z energiyasini atomga beradi. Elektron istalgan qiymatdagi kinetik energiyaga ega bo'lishi



mumkin. Agar atomning ichki energiyasi ham uzluksiz o'zgarsa edi, atom elektron bilan noelastik to'qnashganda atom elektrondan istalgan qiymatdagi energiyani qabul qilar edi. Lekin tajribada bunday hol kuzatilmadi. Tajribalar atom elektron bilan noelastik to'qnashganda, atom elektrondan faqat aniq bir qiymatdagi energiyasigina qabul qila olishini ko'rsatdi. Atom qabul qilgan bu energiya qiymati atomning ikki stasionar holatlari energiyalari farqiga teng bo'ladi. Demak, elektron bilan atom orasidagi noelastik to'qnashuvlarda elektron atomga energiyaning faqat aniq bir qiymatdagi energiyasigina bera oladi. Elektronning atomga bergan energiyasi miqdorini o'lchab, bu energiya ikki stasionar holatlar energiyalari farqiga teng ekanligini aniqlash mumkin. Frank va Gers tajribasining g'oyasi ham shundan iborat edi.

**Tajriba sxemasi.** Tajriba qurilmalarining sxemasi 2- rasmda keltirilgan.



**2- rasm** Tajriba ishinig sxemasi

Bosimi  $1 \text{ mm}$  simob ustuniga ( $130 \text{ Pa}$ ) teng bo'lgan simob bug'i bilan to'ldirilgan trubka ichiga katod ( $K$ ), to'r ( $A$ ) va anod vazifasini bajaradigan ( $B$ ) plastinka joylashtirilgan. Qizdirilgan katod ( $K$ ) va to'r ( $A$ ) orasiga katoddan chiqqan elektronlarni tezlatuvchi

potensiallar farqi ( $U$ ) ko'yilgan. Elektronlar o'z harakatlari davomida simob atomlari bilan to'qnashadilar.  $B$  plastinka  $A$  to'rdan keyin joylashtirilgan, ular orasiga kuchsiz ( $0,5 \text{ V}$ ) tormozlovchi potensial  $U_3$  qo'yiladi. Elektronlar  $A$  to'r bilan  $B$  plastinka orasidatormozlanadi. Agar energiyasi  $0,5 \text{ eV}$  dan kichik bo'lgan elektron  $A$  to'rdan o'tsa,  $u \text{ V}$  plastinkagacha yetib kela olmaydi. Energiyasi  $0,5 \text{ eV}$  dan katta bo'lgan elektronlarga  $A$  to'rdan o'tib  $B$  plastinkagayetib kela oladilar. Ularning soni galvanometr ( $G$ ) ko'rsatayotgan tok kuchi kattaligi orqali aniqlanishi mumkin.

Tajribalarda  $B$  plastinkaga tushgan elektronlar hosil qilgan tok kuchi bilan elektronlarni tezlatuvchi potensiallar farqi  $U$  orasidagi bog'lanishning (volt-amper xarakteristikasi) gra rasmi chizilgan (4.11- rasm). Volt-amper xarakteristikada tok kuchining maksimumlari bir-

biridan bir xil oraliqda joylashgan.

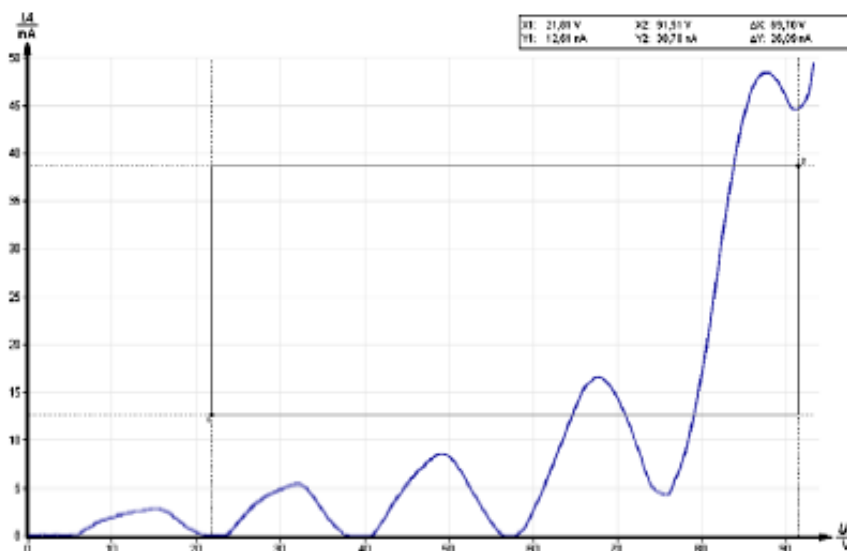
Ketma-ket joylashgan

maksimumlar orasidagi har bir oraliq  $\Delta 4,9 \text{ V}$  ga teng. Birinchi

maksimum  $4,9 \text{ V}$  potensiallar farqiga, ikkinchi maksimum  $9,8 \text{ V}$ , uchinchi maksimum  $14,7 \text{ V}$  potensiallar farqiga to'g'ri keladi.

**Tajribalar tahlili.** Tajribalar natijalari asosida chizilgan volt-amper xarakteristikada tok kuchi maksimumlari hosil bo'lishini quyidagicha tushuntirish

mumkin. Volt-amper xarakteristikada tok kuchi avval monoton ortib boradi va potentsiallar farqi  $U = 4,9$  voltga yetganda maksimumga erishadi, so'ng  $U$  yana orttirilishi bilan tok kuchi keskin kamayib minimumga erishadi,  $U$  yana orttirib borilganda va  $U = 9,8$  voltga yetganda tok kuchi maksimumga erishadi. Tok kuchining bunday maksimumi  $U = 14,7$  voltda yana takrorlanadi. Har ikki maksimumlar orasidagi



**3- rasm.**

potentsiallar farqi  $4,9$  voltda teng. Volt-amper xarakteristikaning bunday ko'rinishda bo'lishi atomlarda energetik sathlarning diskret ekanligini va atomlar energiyani faqat ma'lum bir qismlar tarzida qabul qila olishini, ya'ni simob atomlari  $4,9$  eV diskret energiyasiga qabul qilishini ko'rsatadi. Elektronlar energiyasi  $4,9$  eV dan kichik bo'lganda, elektronlar bilan simob atomlari orasidagi to'qnashuvlar elastik bo'ladi. Elektronlar  $A$  to'r va  $B$  plastinka orasidagi tormozlovchi potentsialni yengib  $B$  plastinkaga kelib tushadilar. Bu vaqtda zanjirda tok kuchining ortishi va elektronlar energiyasi  $4,9$  eVga yetganda tok kuchining maksimumga erishishi kuzatiladi. Elektronlar energiyasi  $4,9$  eV bo'lganda, ular simob atomlari bilan noelastik to'qnashadilar va o'z energiyalarini simob atomlariga beradilar. Energiyasini simob atomlar ga bergan elektronlar  $B$  plastinkaga yetib kela olmaydilar, bu vaqtda tok kuchining keskin kamayib ketishi ko'rinadi. Potentsiallar ayirmasi yana orttirib borilganda tok kuchi ortib boradi. Elektronlar energiyasi  $9,8$  eVga yetganda tok kuchi yana maksimumga erishadi. Bunda elektronlar simob atomlari bilan yana noelastik to'qnashadi va o'z energiyalarini simob atomlariga beradi.

Energiyasini simob atomiga bergan elektronlar  $B$  plastinkaga (anodga) yetib kela olmaydilar, tok kuchi yana keskin kamayib ketadi. Shu tariqa elektronlar energiyasi  $14,7$  eVga yetganda ham elektron va simob atomi orasida noelastik to'qnashuvlar bo'ladi. Bu tajribalardan elektronlar energiyasi har  $4,9$  eVga oshganda simob atomlari bilan noelastik to'qnashuvlar bo'lishi ko'rinadi. Demak, tajribada simob atomida  $4,9$ ,  $9,8$ ,  $14,7$  eV diskret energiyalarga ega bo'lgan stasionar holatlar mavjudligi aniqlandi. Atomdagi holatlar kvantlangan bo'lib, faqat diskret

$$\Delta E = E_2 - E_1 = 9,8 - 4,9 = 4,9 \text{ eV}$$

energiyalarnigina qabul qilishi yoki chiqarishi mumkin. Noelastik to'qnashuvlarda 4,9 eV energiyani qabul qilgan simob atomlari uyg'ongan holatga o'tadilar. Uyg'ongan holatda  $10^{-7}$ – $10^{-8}$  sekundgina yashab, so'ng olgan energiyalarini yorug'lik (chaqnash) kvant sifatida chiqarib yana asosiy holatga o'tadilar. Simob atomi nurlanishida chiqargan energiyasi 4,9 eV ga teng. Yoki boshqacha aytganda, simob atomlari asosiy holatdan uyg'ongan holatga o'tishida energiyani yutadi, atom uyg'ongan holatdan asosiy holatga o'tishida yutgan energiyasini yorug'lik kvanti ko'rinishida chiqaradi. Atom chiqaradigan diskret qiymatdagi energiyalar diskret spektrni hosil qiladi. Energiyaning har bir diskret qiymatiga spektrda ma'lum spektral chiziq to'g'ri keladi. Umumiy holda o'tishlar ikki uyg'ongan holatlar orasida bo'lishi mumkin. Pastki energetik sathdan yuqoriga o'tishda energiya yutiladi, yuqori sathdan pastki sathga o'tishda esa energiya chiqariladi. Asosiy holat qatnashadigan o'tishlar rezonans o'tishlar deyiladi. Simob atomi chiqaradigan 4,9 eV energiya (yorug'lik kvanti) simob atomining to'lqin uzunligi 253,7 nm bo'lgan rezonans chizig'iga tegishlidir, ya'ni simob atomi 4,9 eV energiya chiqarganda rezonans o'tish bo'ladi, chunki bunda asosiy holat qatnashadi. 4,9 V simob atomi rezonans potentsiali deyiladi. Tajriba natijalaridan shunday xulosa qilish mumkinki, simob atomida kamida ikkita energetik holat mavjud: uyg'otilmagan holat (bu holat asosiy holat deyiladi) va birinchi uyg'ongan energetik holat. Bu holat asosiy holatdan 4,9 eV energiya bilan farq qiladi. Lekin simob atomida yana yuqori uyg'ongan energetik holatlar mavjudligi aniqlangan. Atomlar nurlanishlarida uyg'ongan holatlarining diskret energetik spektrlari hosil bo'ladi. Atom chiqaradigan spektral chiziqlarning spektrda joylashishi atomda energetik sathlarning joylashishiga bog'liq. Shunga o'xshash tajribalar boshqa moddalar bilan ham o'tkazilgan. Barcha tajribalarda ham yuqorida bayon qilingan jarayonlar kuzatilgan. Masalan, kaliy va natriy atomlari bilan tajribalar o'tkazilgan. Kaliy uchun rezonans potentsial 1,63 V, natriy uchun 2,12 V ekanligi aniqlangan.

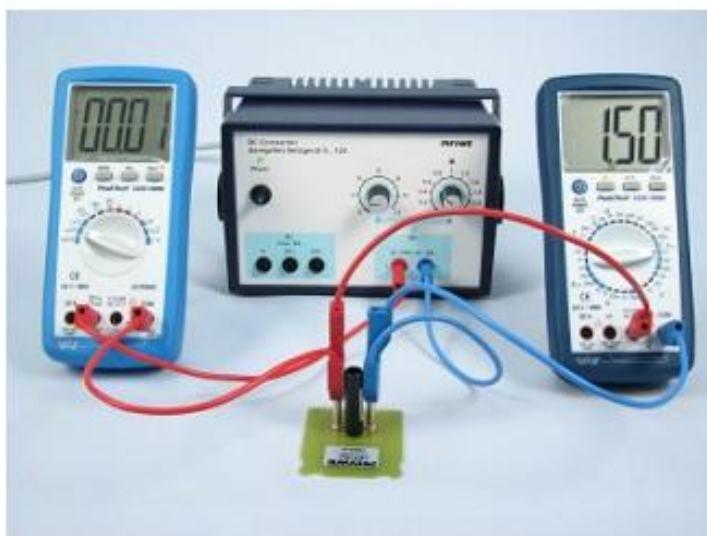
## 17- LABORATORIYA ISHI

### FOTO DIOTNING VOLT AMPER XARAKTEREKTIKASI OLISH

**Ishning maqsadi:** foto diotning volt amper xarakterli yarimo'tkazgichli qurilma yordamida olish va o'rganish.

**Kerakli asbob va materiallar:** Fotodiod, infraqizil, Fotodiod, qizil, Fotodiod, yashil, Yengil diod, ko'k, Fotodiod, ultrabinafsha, uchun Elektr ta'minoti, reg.0 ... 12V, Raqamli multimetr. Amaliy kuchlanish va o'lchangan oqim o'rtasidagi munosabatni egri. Ushbu tajribada siz qanday xususiyatlarni yozish va ularni sharhlashni o'rganasiz.

## Tajriba uchun kerakli texnika



### O'rnatishning tavsifi

1-3- rasmlarda ko'rsatilganidek, fotodiodni quvvat manbaiga ulang.  
Diqqat:qutuplarga e'tibor bering!



1



2



3

Ishni bajarish tartibi

Ko'k, yashil, qizil simlarni ketma-ketlik bilan ulang.  
fotodioddagi diffuzli yorug'lik trubasini joylashtiring va bosh barmog'ingiz bilan yoping yorug'likni kirishni oldini oladi



Elektr ta'minotini yoqing. Zo'riqishni asta-sekin ko'rsatilganidek ko'taring 1-jadval va mos keladigan oqimni eslatib o'ting. Jadval 1da ko'rsatilganidek, markazdan markazdan birinchi maksimalgacha masofani yozib oling



Elektr quvvatidagi kuchlanishni nolga qo'ying va fotodiodni almashtiring. Boshqa fotodiodlar bilan o'lchovlarni takrorlang Natijalarni yozish jadvali:

	<b>Tok kuchi mA</b>				
<b>U, V</b>	<b>Ultrabinafsha</b>	<b>Ko'k</b>	<b>Yashil</b>	<b>Qizil</b>	<b>Infraqizil</b>
0					
0.5					
1					
1.5					
2					
2.5					
3					
3.5					
4					
4.5					
5					
5.5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

## 18 - LABORATORIYA ISHI

### KO'P KANALLI ANALIZATOR YORDAMIDA RENTGEN FLUORESSNSIYASI VA MOZLI QONUNI ANIQLASH

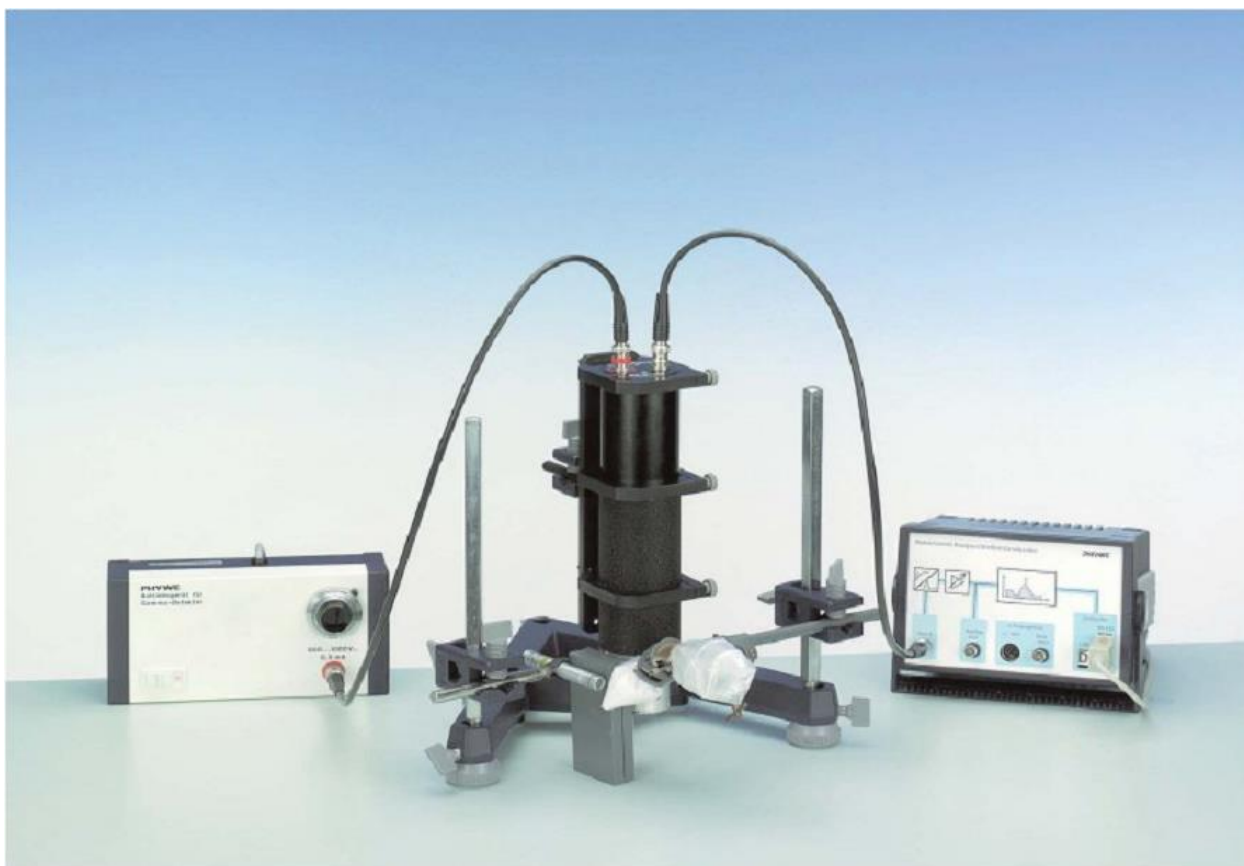
**O'rganish uchun mavzular:** Bog'lanish energiyasi, fotoelektrik effect, elektron qobiqlar tuzilish xaraktrestik roentgen nurlanishning spektrometriyasi, roentgen spektrometriyasi.

**Prinsip(maqсад):**

Uyg'ongan energetic holatdan kam energiyali energiyali holatga o'tuvchi atom yadrolari fotonlari  $\gamma$  gamma kvantlar deyiladi, atomning elektron qobiqlardan yuqori energiyada chiqqan fotonlar rentgen nurlari deyiladi.

Moddalarning yuqori energiyali fotonlarning nurlash jarayoniga va bunda uning bir qismi elektronga yutiladi , elektronga berilgan fotonning energiya va impulsiga fotoeffekt deyiladi.

Agar energiya yetarlicha katta bo'lsa, u holda, bu atomning eng ichki eng kuchli bog'langan elektronlar urib chqaradi. Hosil bo'lgan bo'shliq (vakant), joy boshqa elektronlar xaraktrestik roentgen nurlari yoki ojelektronlar chiqarish hisobida bo'ladi.



**1-rasm.** Tajriba ishining yig'lgan holda ko'rinishi

Yuqori energiyali fotonlar nurlanishdan hosil bo'lgan xaraktrestik rentgen nurlari rentgen fluoressensiyasi deyiladi. Ichki elektronlarning bog'lanish energiyasi atom nomeri oshishi bilan ortadi va shuningdek tajribada o'lchanuvchi xarakteristik rentgen nurlanishning energiyasi ham.

Bunday izlanish uchun sintilyasion schyotning energitik holati yetarlidir. Rentgen nurlanishning energiyasining atom raqamidan bog'liqligi mozli tomonidan o'rganilgan.

### **Topshiriq:**

1. Qurilmaning energitik kolibrovkasini bajaring.  $^{241}\text{Am}$  liniyasida 59.5 keV energiya bilan va  $^{137}\text{Gs}$  32.2 keV energiya bilan.
2.  $^{241}\text{Am}$  manbasining nurlanishi yordamida uyg'ongan fluorent nurlanish spektridan namunalar yozing.
3. Energiyaning maksimal qiymatining fluorensensiyasi  $(Z-1)^2$  namunaning atom yadrosidan bog'liqligi bo'yicha Ridberg doimiysini hisoblang.

### **Qurilmalar:**

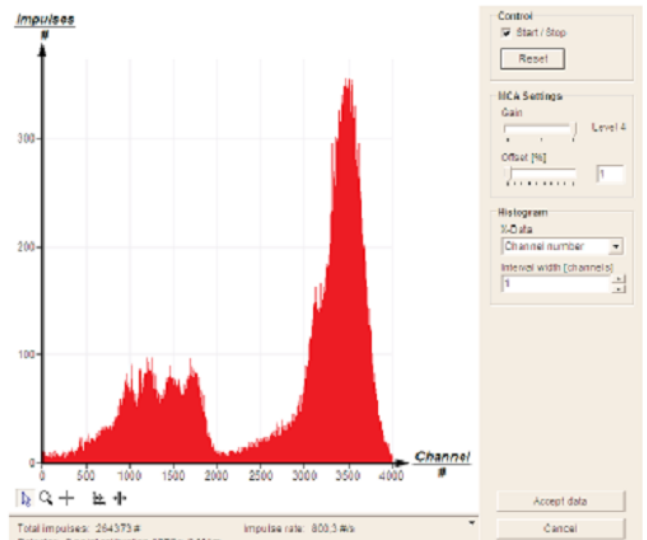
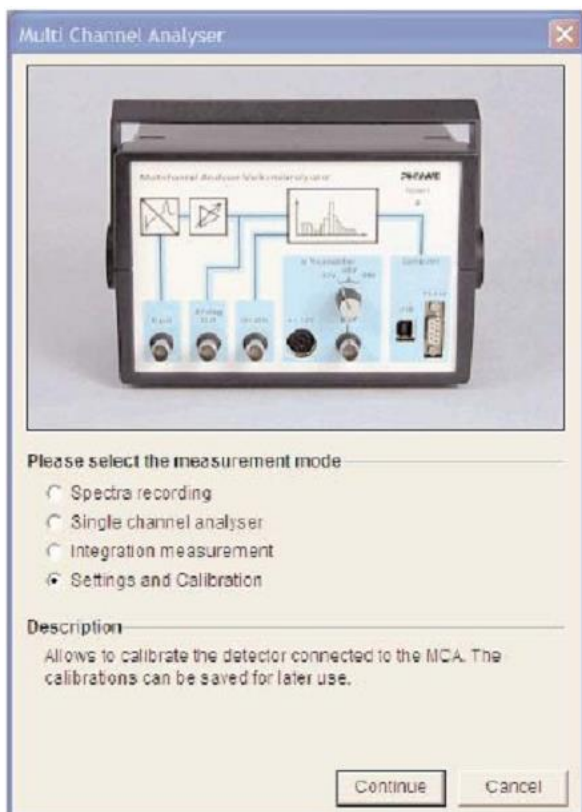
- Yutuvchi material ,qo'rg'oshin.
- Detektor, gamma nurlanish.
- Yuqori voltli ulovchi kabel.
- Yuqori aniqlikdagi manba ta'minoti 1.1 kv o'zgarmas gamma- detector uchun boshqaruv bloki.
- Ko'p kanalli analizator.
- Ko'p kanalli analizator uchun Po mesuare.
- bariy sulfat.
- Yod(qayta haydalgan).
- Kumush folga.
- Qalay xlorid.
- Universal tutqich.
- Plastik pakek.
- Shtativ asosi, demons.
- Shtativ strjeni HYWF, to'g'ri  $l=250$  mm .
- Shtativ sterjeni silliqqlangan po'lat , 10 sm /
- To'g'ri burchakli tutqich PHYWE dinamometr ushlagichi.

### **Ishning bajarish tartibi**

Tushuvchi nurning intensivligi  $J_0$  ni aniqlash uchun tushish tekisligiga nisbatan parallel qutblangan tushuvchi nurning  $J_0$  intensivligini aniqlashda (qutblash ko'rsatkichi  $P_1$   $90^\circ$  ga o'rnatilgan ), prizma uzoqlashadi yo'nalgan rels lazer nuri bevosita fotoelementga tushish uchun .(Universal o'lchov kuchqytirgich kuchlanish maksimal chiqish 10 v dan oshmasligini moslang).

-Stolchaga prizmani o'rnatgandan so'ng , buriluvchi yo'nalgan rels va detektor Ld  $\varphi$  burchak ostida  $10^\circ$  ga buriladi. Prizmali stolchani , qaytgan nur LD detektorga yo'naladigan qilib joylashtiring.





**1-rasm.**Ko'p kanalli analizator oynasi **3-rasm.**Spektrlarni qayt etish oynasi.Bu spektrda <sup>241</sup>Am ning to'rtinchi darajali chizig'i

-Snellius qonuniga asosan, tushuvchi nur va buriluvchi rels tomonidan hosil bo'lgan  $\varphi$  burchakning yarmiga teng.

-Buriluvchi yo'naltiruvchi relsning burchagini  $5^0$  farqida o'zgartiring.(Bryuster burchagi sohasi uchun farq  $2.5^0$  ).

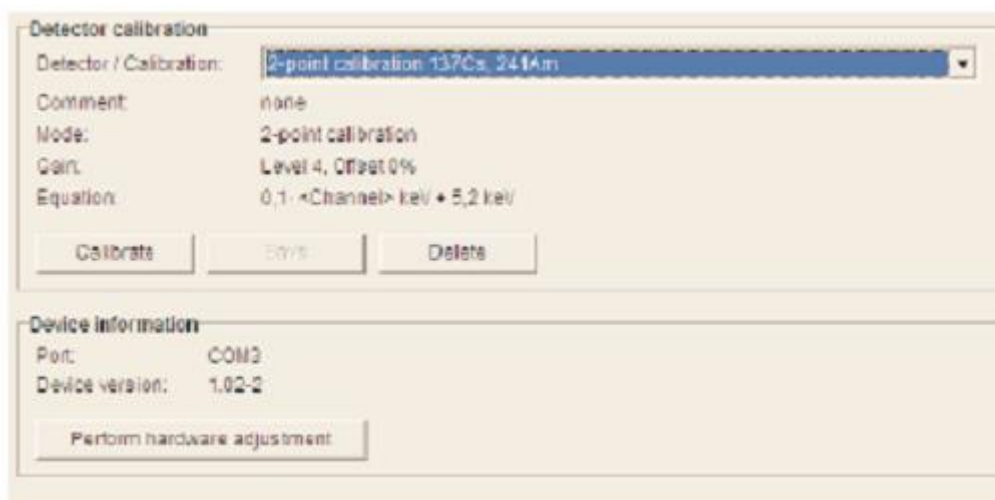
Yorug'lik intensivligi J ni aniqligi uchun bir o'zgarishda prizma, lazer nuri aniq detektorga tushadigan holda buriladi.  $\varphi$  burchak  $160^0$  gacha o'zgarish mumkin.

-Tushish tekisligiga perpendikulyar qutblangan yorug'lik nuri uchun tajribani takrorlang.(Qutblangan ko'rsatgichi  $P_1$  ni  $0^0$  holatiga keltiring).Buning uchun tushuvchi nurning boshlang'ich intensivligi  $J_0$  ni prizmasiz aniqlang.-

O'lchashlarning 2 qismi uchun qutblangan filtr  $P_2$  nur yo'nalishi bo'ylab prizma va fotoeffekt orasida yo'naltiruvchi relsda 1 ta chiziqda joylashish kerak . $P_1$  qutblagich  $45^0$  burchak ostida o'rnatiladi.

Prizmasiz LD kuchaytirgich minimum intensivlikki ko'rsatadi, agar qutublanish yo'nalishi intensivlikka ko'rsatadi, agar qutblanish yo'nalishi 2 ta  $P_1$  va  $P_2$  filtrlar kesishsa ( $P_2$   $45^0$  ni ko'rsatadi).

Faktlardan ma'lumki,intensivlikning minimum maksimumidan ko'ra aniqroq kuzatiladi , shuning uchun intensivlikning minimum  $P_2$  qutblanish filtrining aylanishida aniqlanadi.MKA ni kalibrovkasini shunday qilinki, har bir kanalga mos



4-rasm.Kalebrovka oynasi

keluvchi energiyalar ma'lum bo'lsin ,yana "Mesuare" programmasini ishga tushiring va "Nastoyka va kalibrovka" ni tanlang.Oynada (4-rasm).Tasvir hosil bo'lish uchun

"Kalibrovka "tugmasidan foydalang."Usilenie" ni "Uroven 4" ga keltiring.

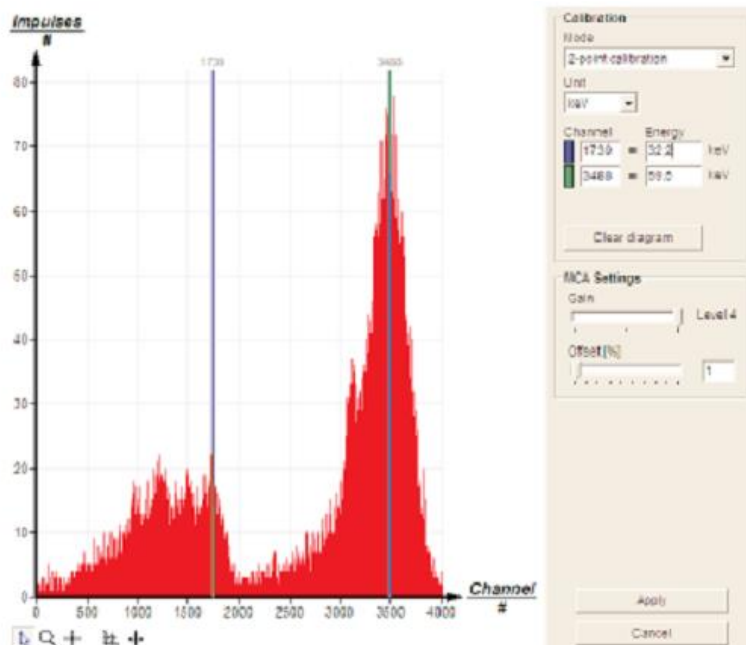
"Smeshenie"ni 1% ga va "Kalibrovka po dumtochkam" ni tanlang.

!ta chiziqni 59.5 keV maksimum nuqtasigacha joylashtiring,keyin <sup>241</sup>Am ni using va <sup>137</sup>CS ni detektorga yaqinlashtiring."Ochistit diagramma" tugmasidan foydalanib , boshqa chiziqni hosil bo'lgan 32.2 keV ning maksimal nuqtasiga joylashtiring,maydonga mos keluvchi energiya qiymatlarini kiriting va Primenit" tugmasi ,so'ngra "Soxranit" tugmasidan foydalanib 4 rasmda ko'rsatilgandek , sizning kolibrivkangiz uchun nim kiriting.

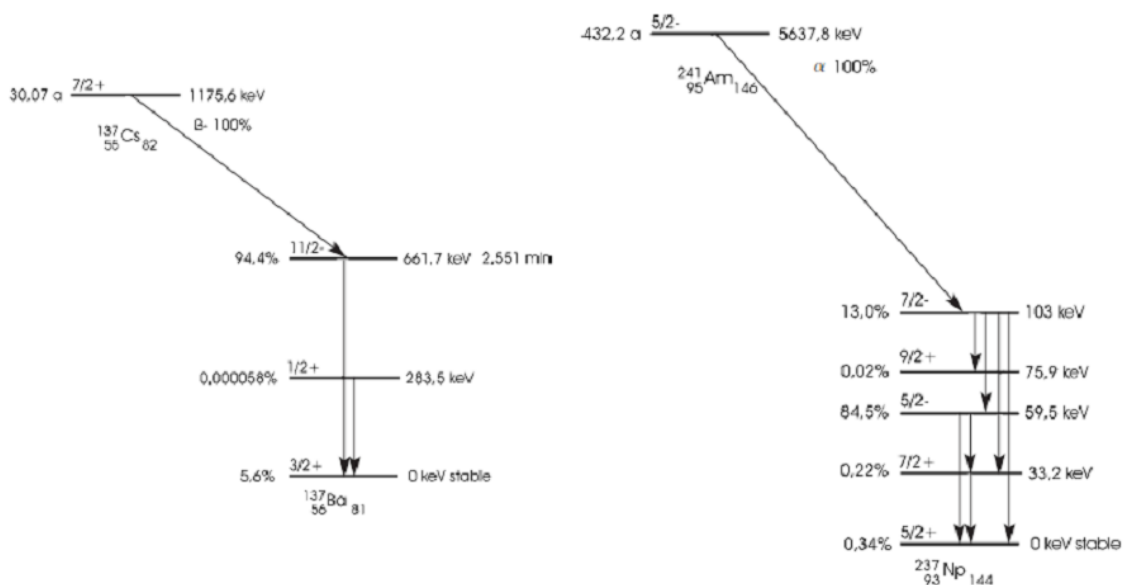
2.Endi yana "Zapis spectra" ning "Useliniy", "Uroven 4" ,"Smesheniy" 1% ga o'rnatilgan programmasidan tanlang.3 sm qalinlikdagi qo'rg'oshinli ekranni detaektorga yaqin turgan <sup>241</sup>AM radiokiv manbasi (340 kbb) va manbali detector orasiga joylashtiring. Qayd qilinuvchi spektrni tekshiring va hisob tezligini detector manbaining kam nurlanish kabi ko'rish kerak. Manbaning qatnashish chastota fonini kuchli o'zgartirmasligi kerak. So'ngra fluoressentli namunani detektorning yaqiniga shunday joylashtirinki , u manba nurlanishi ta'sirida uyg'onsin va bu nurlanish detektorda qayd etilsin.

Namunani sana tezligi maksimal qiymatga yetguncha aralashtiring. (3rasm).

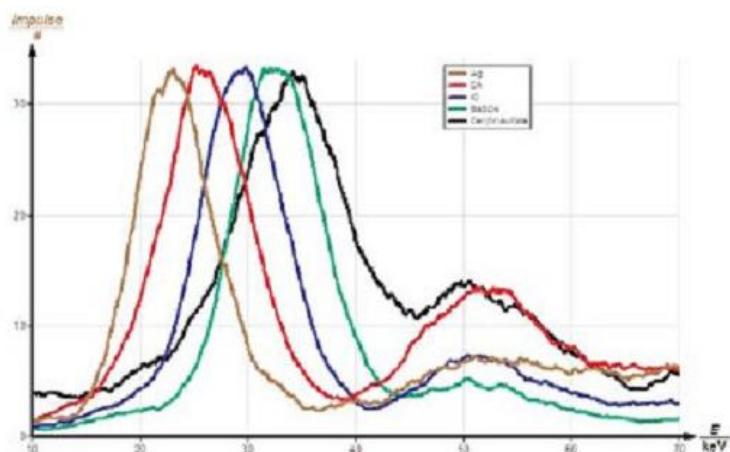
Spektrni qayd etish oynasi bu yerda <sup>241</sup>Am kuchaytirilgan sathda. (4rasm)



**5-rasm.** Kalibrovka oynasi.  $^{241}\text{Am}$  yordamida kalibrovkaning bajarilishi. Kalibrovka oynasi.  $^{241}\text{Am}$  yordamida kalibrovkaning bajarilishi. Namuna tekshirayotgandagi (sanoq) namunasiz holdagidan ko'p bo'lishi kerak. Spekrni o'tkazing, yangi yozilgan spektrda fluoressenisiyasining maksimal nuqtasi (egri chizig'I) aniq va qiymati 60 keV maksimal nuqtasi kichik bo'lishi kerak. "Prinyat danne" tugmasi yordamida ko'ringan spektrlarni saqlab qo'ying. Agar namuna sifatida plastic butilkaga solingan kukundan bo'lsa, eksperiment (tajribani) o'tkazish paytida uni (o'sha holatda) taxlangan (upakovka) holatida ham foydalanish mumkun.



6-rasm.  $^{137}\text{Cs}$  va  $^{241}\text{Am}$  ajralish sxemasi



7-rasm. Fluorosensiya

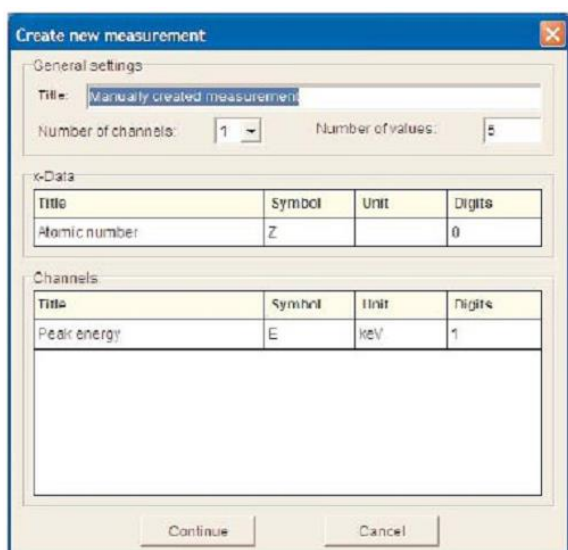
Shishadan (upakovka taxlangan) eng kuchli yutish xususiyatiga ega va ularda fluorensiyasining spektri keng bo'ladi, shuning uchun shisha butikalardagi namunalarni plastic paketlarga joylashtirish kerak. Metall namunalar 59.5 kv energiyasi muhim. Shuni e'tiborga olish kerakki  $^{137}\text{Ba}$  ichki konversiyasi natijasida "Bola" yadrolarning uyg'ongan holatida 32 keV lik kuchli rentgen chiziqlari hosil bo'lishiga sabab bo'ladi.

Tasvirlangan sohani 10-60 keV gacha o'zgartirish uchun, chizilgan spektrlarda "Parametr otobrajeniya" komandasini qo'llang, "Kanal" diagrammasida "Premleni" da "Interpolsiya" ni "Bar" bilan almashtiring.

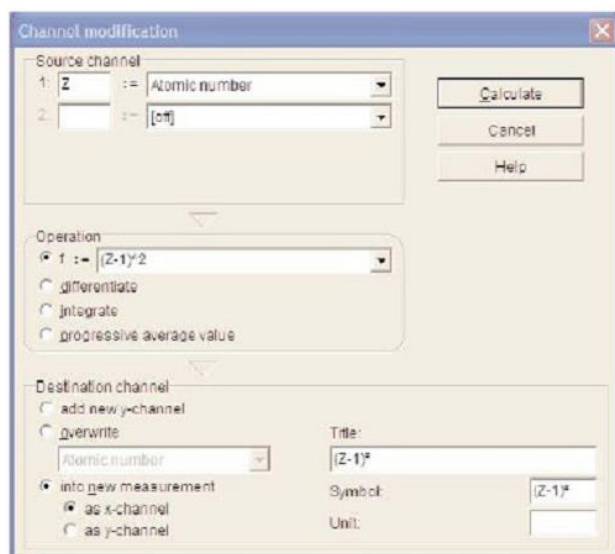
Fluorensiyasining egriligi maksimumi joylashishi aniqroq ko'rinishi uchun yangi diagramma tuzish uchun "Sglajivaniy" asbobidan foydalang.

"Schitvaniy" funksiyasi mos keluvchi energiyalarning egriligining (tik) maksimumini sanaydi.

(7-rasmda) "Izmereniy" bilan "Ispolzovat kanal" natijalarining umumlashgan 1 grafikda tasvirlanganligi ko'rsatilgan.



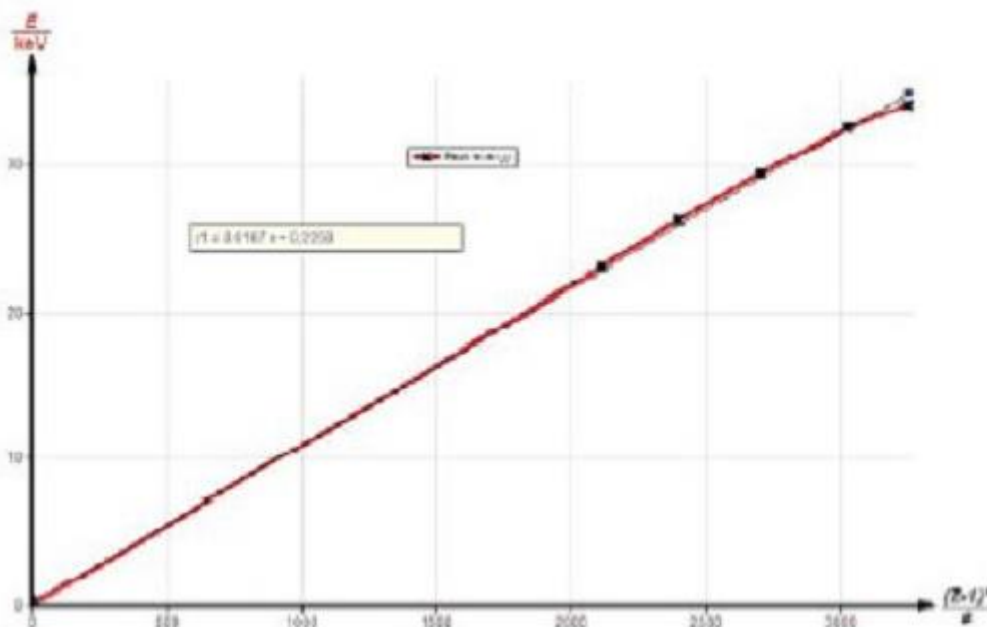
8-rasm O'lchash hosil qilish uchun oyna. modifiksiyalash oynasi



9-rasm Kanallarni

uchun “Izmereniy” “V vedete danne v ruchnuyu” komandiri yordamida 8-rasmda ko’rsatilgandek o’lchashlar hosil qiling.

So’ngra x-kanalli “Analiz yordamida “, “Modifikasiya kanala “ ni  $(Z-1)^2$  ga almashtiring. Nuqtalardan keying sonlar qiymatidagi raqamlar miqdorini “Informasiya” tugmasi yordamida o’zgartirish mumkin.” Regressiya” asbobi yordamida grafik egriligini baholash mumkin.



10-rasm Mozli qonuni grafigi.

Fluorensensiya (egri) chizig’I maksimal nuqtasini bu yerda  $K\alpha$  nurlanish egallagan Rentgen kvanti energiyasi mos energetic sathlar energiyasi ayirmasi bilan aniqlanadi.

Agar nurlanish natijasida biron atomning ichki electron qobig’idan electron uchib chiqsa (mumkin fotoeffektida), u holda hosil bo’lgan vacant joy, yuqoriroq qobiqdagi elektron bilan to’ldiriladi. Bunda energiya foton ko’rinishida nurlanadi Mozli qonuni bu energiya atomlar vodorodining ionizasiya energiyasi bilan Ridberg doimiysi  $R$  atom nomeri  $Z$  va Plank doimiysi  $h$  ni bog’liqligi

$$E_R = 3(4hR_\infty(Z-1)^2)$$

ko’rinishida tasdiqlaydi.

10-rasmda ko’rsatilgandek keltirilgan yaqinlashishlar o’xshash (prorekt) natijalarni beradi. Og’ir atomlar qobiqlarning murakkab tuzilishi natijasida sezilarli chetlanishlar kuzatilishi mumkin edi. Masalan: Seriy Ce lantonoid hisoblanadi va elektronlari f qobiqda joylashgan Bariy esa kimyoviy elementlar jadvalining 2 guruhining bosh guruhida joylashgan va bironta oblogekda electron nomi yo’q.

Grafik egriligiga ko’ra  $0.0107 \text{ keV}$  (10rasm) va  $h=6,626 \cdot 10^{-34} \text{ j*s}$  ni hisobga olgan holda  $R_\infty=(3.45+0.3) \cdot 10^{15} \text{ 1/s}$  ga ega bo’lamiz.  $R_\infty$  uchun jadval qiymatlari.

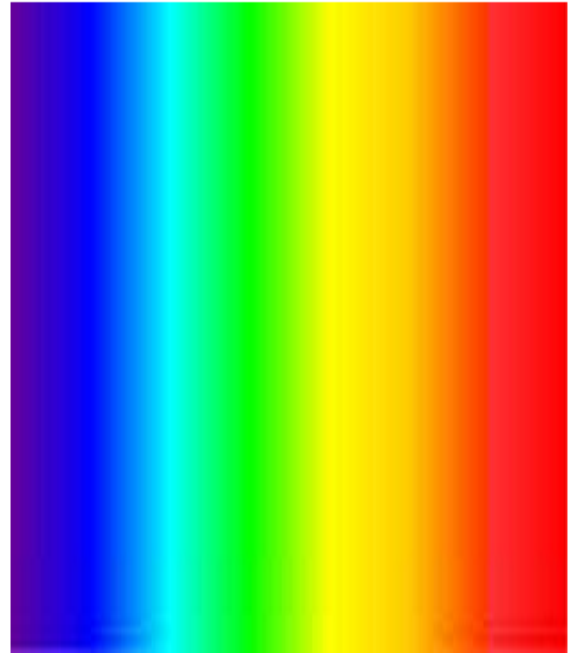
## 19 - LABORATORIYA ISHI

### OQ YORUG'LIK NURINI TARKIBIY QISMLARGA AJRALISHI O'RGANISH

Ko'zga „oq“ bo'lib ko'ringan nur „ko'plab yorug'lik nurlardan tashkil topgan. Prizma yordamida bu rangni spektral ranglarga ajratish va alohida ko'rinuvchi qilish mumkin qaysiki har xil spektral ranglar har xil spektrlar ranglar har xil qaytish va sinish xususiyatiga ega.

#### Qo'llaniladigan asboblari:

- 1 Eksperiment lampa 2 ta 50 vt galogen,
- 1 Prizma,  $60^{\circ}$ ,  $l=45$  mm,  $h=45$  mm, shisha
- optik taglik ,
- 1 optik taglik uchun aylanma ulagich.
- 1 Eksperimental lampa uchun tutqich 2 ta
- 1 Tutqichli stolga prizma uchun .
- 1 Sirpanuvchi tayanchdagi linza .
- 1 Optik taglik uchun sirpanuvchi tayanch.
- 1 Sirpanuvchi tayanchdagi shkalalik ramka
- 1 Ekran,metal 300X300 mm.
- 1 Aylana sirtli diafragma .
- 1 diafragma uchun tutqich.
- 1 Uneversial ta'minlash manbai.
- 1 Qog'oz varaqlari .



#### Qurilma.

- Gorizontol sterjen eksperiment lampani tutqich yuzasiga qo'ying va zich aylantiring.
- Vertikal ipli lampa , $f=100$  mm kondensordan foydalanib , lampani universal ta'minlash manbasiga ulang.(12V).
- Aylanma ulagich yordamida  $l=600$ mm uzunlikdagi qisqa optik taglikka ulang.
- Ekranni qisqa taglikning oxiriga joylashtiring.

Ishni bajarish tartibi:

- Biroz yorug'likni kamaytiring.(xonani qrong'I qiling)
- Lampani eksperimental lampa korpusiga joylashtiringki, cho'g'lanish lampasi tezda ekranda proeksiylanishi uchun .



-Eksperimental lampa ipining tasviri ekranning pastki qismida tasvirlanadigan qilib joylashtiring.

-Optik taglik taglikdagi sirpanuvchi tayanch ramkani ,tutqich bilan biriktirilgan diafraglarni eksperiment lampadan keyin qo'ying.

-aylana yuzali diafragmani diafragma tutqichiga joylashtiring.

-Prizmani prizma qo'yiladigan stolcha markaziga mahkamlang,so'ngra ularni aylanish markazining burilishi ulanishiga vtulka yo'nalishi bo'ylab joylashtiring.

-Nurning yo'nalishi chetlanganligiga bog'liqligini , eksperimentator inteyorit ravishda prizmaning yon tomoni yoki qirrasini orqali ko'rsatish mumkin.(2-rasm).

-Tushuvchi nur prizmaning chetiga emas balki yon tomoniga tishayotganligiga ishonch hosil ,aks holda,2 ta rangdagi spektr hosil bo'ladi.

-Prizmani linzaning balandligi bo'yicha moslang.

-Kalta optic taglikni ( $35^0$ - $40^0$ ) ranglar spektr ekranda aniq ko'ringuncha o'tiring. (2-rasm)

Spektr tarqalishi uchun ekranni yengil buring.

-Mayda qog'oz varag'I yordamida nurning prizмага yo'nalishi kirish joyi va chiqish va nurning ekranga yo'nalishni aniqlang.

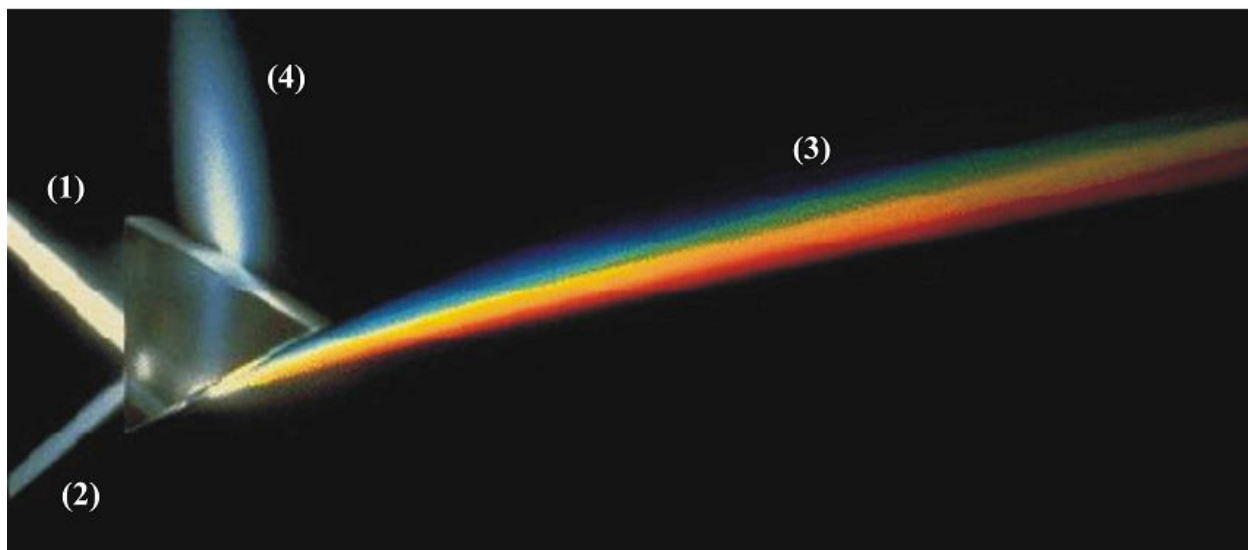
-Qo'shimcha nurlar hosil qilish uchun prizmani o'rnat.

**Kuzatish.**Agar prizma yorug'lik datasi yo'liga joylashsa u holda ekranda tirqishning tasviri yo'qoladi.So'ngra agar qisqa optik taglikni bursak ekranda bir nechta bir-biriga yaqin va bir-biriga yaqin va bir-biriga tutashib ketgan rangli yo'llar hosil bo'ladi.

Ranglar : binafsha , ko'k, yashil, sariq, pushti, qizil, zarg'aldoq.

Yorug'lik nuri prizmaning bir tomoniga burchak ostida tushib,(3rasm), so'ngra boshqa qirrasidan boshqa burchak ostida chiqadi.

Prizmani burganda rangli yo'llar ham bir yo'nalishida buriladi.Agar burilish burchagi katta bo'lsa ,ular keng nisbatan rangsiz burilish burchagi qancha kichik bo'lsa ,yo'llar shuncha yorqin va shuncha bir-biriga yaqin joylashadi.Ekranning



burilish spektrlarni kenkaytiradi.Prizmadan o'tgan rangli yo'llarga qo'shilib ,ko'plab oq nurlar ham hosil bo'ladi.(masalan : (2)va (4) 3- rasmda )

Natijalarni baholash:

Oq nur prizmadan o'tishda u og'adi.(o'zgartradi va unitur ) va uni turli rangli nurlarga ham ajraladi va uni ranglar qo'shilmasiga ajraladi) va uni ranglar qo'shilmasiga ajraladi.

Sinish hamisha prizmaning „ yo'g'on tamonga og'adi.(yo'g'on tamnda hsil bo'ladi.Og'ish yorug'lik nurining shishada sinishdan sodir bo'ladi.Optik zichligi kichik muhitdan (havo),optic zichligi katta bo'lgan muhitga o'tganda nur dastlab tushish nuqtasidagi normal yo'nalishda sinadi.

Optik zichligi katta muhitdan optic zichligi kichik muhitga o'tganda nur prizmadan chiqishda normalga tushish nuqtasida teskari yo'nalishida chiqadi.(3-rasm) .Oq nur turli ranglardan iborat. Har bir rang shishada har xil tushadi va sinadi, prizmadan kichik burchak ostida chiqadi.Ranglar ekranda bir-biriga yaqin joylashgan yo'llar ko'rinishida tasvirlanadi. va bu spektr deb ataladi.

Qo'shimcha ma'lumot.

Yorug'lik oq nuri chegaraviy sirtga tushganida yorug'likning bir qismi to'liq qaytishdan iborat bo'ladi.

Yorug'lik nuri prizмага kirganida (1) uning bir qismi (shisha -havo) chegaraviy sirtidan (2) qaytadi.

Yorug'likning boshqa qismi prizмага kirib , shisha-havo (3) chegarasi sirtida qisman qaytadi va (4) yo'nalishida esa yana qisman to'liq qaytadi.

Yorug'lik nuring prizmadagi harakati uning shisha-hao chegaraviy sirtiga etgunicha davom etadi,so'ngra esa yana shisha-havo chegarasi yo'nalishida qisman qayta boshlanadi.

Qizil rang boshqa nurlarga nisbatan eng kam og'adi, binafsha rang esa ko'p og'adi, ranglar bir-birini to'sib ularning yana oq nurni hosil qiladi.Bu yana bir marta oq yorug'lik nurining tarki haqiqatdan ham har xil ranglardan iborat ekanligini isbotlaydi.

**Eslatma.** 1.Yorug'likning to'lqin uzunliklar bo'yicha taqsimlanishiga dispersiya deyiladi.Boshqacha aytganda, muhit sindirish ko'rsatkichining (n) to'lqin uzunligiga bo'liqligi aytiladi.Odatda to'lqin uzunligi qancha katta bo'lsa sindirish ko'rsatkichi (n) shu muhit uchun shuncha kichik bo'ladi.

Qizil nur uchun sindirish ko'rsatkichi kichik (minimal) binafsha nur uchun katta (maksimal ) bo'ladi.

2.Kamalak ham quyosh nurlarining yomg'ir tomchilarida dispersiyalalanishidan hosil bo'ladi.

3.Tajribani oyoqchalik stolchani prizma tutqichi o'rniga ishlatish orqali (0982400, optic qurilmaning sirpanuvchi tayanchiga o'rnatilgan) optic tagliksiz oddiy usulda o'tkazish mumkin.

### Nazorat savollari

1.Dispersiya nima ?

2.Uch yoqli shisha prizmadan nur o'tganda nurning prizma ichidan o'tish yo'lini va nurning og'ishini chizma orqali tushuntiring.

3.Nurning prizmadan og'ish burchagi  $\delta$  prizma moddasining n absolut sindirish ko'rsatgichi va prizmaning sindirish burchagi  $\theta$  bilan bog'liqlik formulasini tushuntiring.



## ILOVALAR

### Xalqaro sistema(SI)dagi asosiy va qo'shimcha birliklar

№	Kattalik nomi	Kattalik o'lchov birligining			
		O'lcham ligi	Nomi	Belgi si	Ta'rifi
<b>Asosiy birliklar</b>					
1.	<b>Uzunlik</b>	L	metr	m	Kripton 86- atomining $2P_{10}$ va $5d_5$ sathlari orasidagi o'tishga mos bo'lgan nurlanishning vakuumdagi to'liq uzunligidan 1650763,73 marta katta bo'lgan uzunlik 1 metr deb qabul qilingan.
2.	<b>Massa</b>	M	kilogram	kg	Diametri va balandligi 39 mm iborat platina (90%) va iridiy (10%) qotishmasidan tayyorlangan silindrning massasidir.
3.	<b>Vaqt</b>	T	sekund	s	Seziy 133 atomi asosiy holatining ikki o'ta nozik sathlari orasidagi o'tishga mos bo'lgan nurlanish davridan 9192631770 marta katta vaqt 1 sekund deb qabul qilingan.
4.	<b>Tok kuchi</b>	I	amper	A	1 amper - vakuumda bir-biridan 1 m masofada joylashgan ikki parallel cheksiz uzun, lekin kesimi juda kichik bo'lgan to'g'ri o'tkazgichdan o'tganda o'tkazgichning har bir metr uzunligi $2 \cdot 10^{-7}$ N o'zaro ta'sir kuchi hosil qiladigan o'zgarmas tok kuchiga teng.
5.	<b>Termodinamik Harorat</b>	$\Theta$	Kelvin	K	Suvning uchlanma nuqtasini tavsiflovchi termodinamik haroratning $1/273.16$ ulushi 1 kelvin deb qabul qilingan.

6.	<b>Modda miqdori</b>	N	mol	mol	Uglerod-12 ning 0,012 kg massasidagi atomlar soniga teng strukturaviy element(atom, molekula yoki boshqa zarra) lardan tashkil topgan sistemadagi moddaning miqdori 1 mol deb qabul qilingan.
7.	<b>Yorug'lik kuchi</b>	J	kandela	cd	$540 \cdot 10^{12}$ Hz chastotali monoxromatik nurlanish chiqarayotgan manba yorug'ligining energetik kuchi 1 Vt /683 Sr bo'lgan yo'nalishdagi yorug'lik kuchi 1 kandela (sham) deb qabul qilingan.
<b>Qo'shimcha birliklar</b>					
8.	<b>Yassi burchak</b>		radian	<b>rad</b>	Aylana uzunligi radiusiga teng bo'lgan yoyni ajratadigan ikki radius orasidagi burchak 1 radian deb qabul qilingan. (1 rad = 57° 17' 44,8").
9.	<b>Fazoviy burchak</b>		steradian	<b>sr</b>	Uchi shar markazida joylashgan va shu shar sirtidan shar radiusining kvadratiga teng yuzli sirtni ajratuvchi fazoviy burchak 1 steradian deb qabul qilingan.

### Asosiy fizik doimiyliklar

№	Kattalik nomi	Belgisi	Son qiymati
1.	<b>Erkin tushish tezlanishi</b>	g	9,81 m/s <sup>2</sup>
2.	<b>Tortishish doimiysi</b>	G	6,67 · 10 <sup>-11</sup> N·m <sup>2</sup> /kg <sup>2</sup>
3.	<b>Avogadro soni</b>	N <sub>A</sub>	6,02497 · 10 <sup>23</sup> моль <sup>-1</sup>
4.	<b>Gazning molyar hajm</b>	V <sub>0</sub>	22,4 m <sup>3</sup>
5.	<b>Loshmidt soni</b>	n <sub>0</sub>	2,686 · 10 <sup>25</sup> m <sup>-3</sup>
6.	<b>Universal gaz doimiysi</b>	R	8,31 J/(mol·K)
7.	<b>Boltsman doimiysi</b>	k	1,38 · 10 <sup>-23</sup> J/K
8.	<b>Faradey soni</b>	F <sub>A</sub>	9,65 · 10 <sup>4</sup> Kl/mol
9.	<b>Elektronning zaryadi</b>	e	1,6 · 10 <sup>-19</sup> Kl
10.	<b>Elektronning massasi</b>	m <sub>e</sub>	9,1 · 10 <sup>-31</sup> kg
11.	<b>Protonning massasi</b>	m <sub>p</sub>	1,672 · 10 <sup>-27</sup> kg
12.	<b>Neytronning massasi</b>	m <sub>n</sub>	1,675 · 10 <sup>-27</sup> kg
13.	<b>Massaning atom birligi</b>	m.a.b.	1,66 · 10 <sup>-27</sup> kg
14.	<b>Elektr doimiysi</b>	ε <sub>0</sub>	8,85 · 10 <sup>-12</sup> Φ/m
15.	<b>Magnit doimiysi</b>	μ <sub>0</sub>	4π · 10 <sup>-7</sup> Gn/m
16.	<b>Yorug'likning vakuumda tarqalish tezligi</b>	c	3 · 10 <sup>8</sup> m/s
17.	<b>Stefan – Boltsman doimiysi</b>	σ	5,67 · 10 <sup>-8</sup> Wt/(m <sup>2</sup> · K <sup>4</sup> )
18.	<b>Vinning 1- siljish qonuni doimiysi</b>	b	2,89 · 10 <sup>-3</sup> m · K
19.	<b>Vinning 2- siljish qonuni doimiysi</b>	C	1,3 · 10 <sup>-5</sup> Wt/(m <sup>3</sup> · K <sup>-5</sup> )
20.	<b>Plank doimiysi</b>	h	6,626 · 10 <sup>-34</sup> J · s
21.	<b>Vodorod atomi uchun Ridberg doimiysi</b>	R	1,097 · 10 <sup>7</sup> m <sup>-1</sup>
22.	<b>α - zarraning massasi</b>	m <sub>α</sub>	6,64 · 10 <sup>-27</sup> kg
23.	<b>Faradey doimiysi</b>	F	9,65 · 10 <sup>4</sup> Kl/ mol
24.	<b>Elektron uchun Kompton to'lqin uzunligi</b>	γ <sub>C</sub>	2,43 · 10 <sup>-12</sup> m
25.	<b>Birinchi Bor orbitasining radiusi</b>	r <sub>1</sub>	0,529 · 10 <sup>-10</sup> m

### O'qli old qo'shimchalar.

Ko'paytuvchi	Ko'paytuvchi nomi	Old qo'shimcha				
		Kelib chiqishi		Belgisi		
		Ma'nosi	Nomi	O'zbek	Rus	Xalqaro
$10^{18}$	kvintillion	olti	Eksa	E	Э	E
$10^{15}$	kvadrillion	besh	Peta	P	П	P
$10^{12}$	trillion	g'oyat katta	Tega	T	Т	T
$10^9$	milliard	juda katta	Giga	G	Г	G
$10^6$	million	katta	Mega	M	М	M
$10^3$	ming	ming	Kilo	k	к	K
$10^2$	yuz	yuz	Gekto	g	г	h
$10^1$	o'n	o'n	Deka`	da	да	da
$10^{-1}$	o'ndan bir	o'n	Detsi	d	д.	d
$10^{-2}$	yuzdan bir	yuz	Santi	s	с	s
$10^{-3}$	mingdan bir	ming	Milli	m	м	m
$10^{-6}$	milliondan bir	kichik	Mikro	mk	мк	μ
$10^{-9}$	milliarddan bir	mitti	Nino	n	н	n
$10^{-12}$	Trilliondan bir	kichkina	Piko	p	р	p
$10^{-15}$	Kvadrilliondan bir	o'n besh	Fimto	f	ф	f
$10^{-18}$	Kvintilliondan bir	o'n sakkiz	Atto	a	а	a

### Burchakning gradus va radian o'lchovining o'zaro bog'liqligi

<b>Gradus o'lchovi</b>	$360^0$	$270^0$	$180^0$	$120^0$	$90^0$	$60^0$	$45^0$	$30^0$
<b>Radian o'lchovi.</b>	$2\pi$	$\frac{3\pi}{2}$	$\pi$	$\frac{2\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{6}$

### Trigonometrik funksiyalarning ba'zi burchaklardagi qiymatlari

$\alpha^0$	$0^0$	$30^0$	$45^0$	$60^0$	$90^0$	$120^0$	$180^0$	$270^0$	$360^0$
<b>sin<math>\alpha</math></b>	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	0	-1	0
<b>cos<math>\alpha</math></b>	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	$-\frac{1}{2}$	-1	0	1
<b>tg<math>\alpha</math></b>	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$	-	$-\sqrt{3}$	0	-	0
<b>ctg<math>\alpha</math></b>	-	$\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	0	$-\frac{1}{\sqrt{3}}$	-	0	-

## SI sistemasidan tahqari birliklar

Kattalik nomi	O'lchov birliklari va uning SI sistema birliklari bilan bog'lanishi	
<b>Uzunlik</b>	1 angstrom (Å)= $10^{-10}$ m 1 dyum=25,4 mm 1 fut=12 dyum=30,48 sm	1 yard=3 fut=91,44 sm 1 mil=1609,344 m 1 dengiz mili =1852 m
<b>Massa</b>	1 karat (kar)=0,2 g= $2 \cdot 10^{-4}$ kg 1 massa atom birligi (m.a.b)= $1,66 \cdot 10^{-27}$ kg 1 massa texnik birligi (m.t.b)=9,81 kg	
<b>Yassi burchak</b>	1 aylanish (ayl)= $360^{\circ}=2\pi$ rad $\approx 6,283$ rad 1 gradus ( $^{\circ}$ )= $\pi/180$ rad $\approx 1,745 \cdot 10^{-2}$ rad 1 minut ( $'$ )= $(\pi/180) \cdot 10^{-2}$ rad $\approx 2,908 \cdot 10^{-4}$ rad 1 sekund ( $''$ )= $(\pi/648) \cdot 10^{-3}$ rad $\approx 4,848 \cdot 10^{-6}$ rad $1^{\circ} = 60' = 3600''$	
<b>Yuza</b>	1 ar (a)= $10^2$ m <sup>2</sup> 1 gektar (ga)= $10^4$ m <sup>2</sup>	
<b>Hajm</b>	1 litr (l)= $10^{-3}$ m <sup>3</sup>	
<b>Tezlik</b>	1 uzal (uz)=1 dengiz mili/soat=1,852 km/soat=0,514 m/s	
<b>Kuch</b>	1 dina (dina)= $10^{-5}$ N 1 kilogramm-kuch (kG)=9,81 N 1 tonna-kuch (T)= $9,81 \cdot 10^3$ N	
<b>Bosim</b>	1 dina/sm <sup>2</sup> =0,1 Pa 1 kG/m <sup>2</sup> =9,81 Pa 1 millimetr simob ustuni (mm sim.ust.)=1 Torr=133 Pa 1 millimetr suv ustuni (mm suv.ust.)= 9,81 Pa 1 texnik atmosfera (at)=1 kG/sm <sup>2</sup> = $0,981 \cdot 10^5$ Pa 1 fizik atmosfera (atm)=760 Torr= $1,013 \cdot 10^5$ Pa 1 bar= $10^5$ Pa	
<b>Ish, energiya, issiqlik miqdori</b>	1 erg= $10^{-7}$ J 1 kG·m=9,81 J 1 vatt-soat (Vt·soat)= $3,6 \cdot 10^3$ J 1 elektron-volt (eV)= $1,6 \cdot 10^{-19}$ J 1 kaloriya (kal)=4,19 J	
<b>Quvvat</b>	1 ot kuchi (o.k)=735,499 J	
<b>Dinamik yopishqoqlik</b>	1 puaz (P)= $0,1$ N·s/m <sup>2</sup>	
<b>Kinematik yopishqoqlik</b>	1 stoks (St)= $10^{-4}$ m <sup>2</sup> /s	
<b>Magnit oqimi</b>	1 maksvell (Mks)= $10^{-6}$ Vb	
<b>Magnit induksiya</b>	1 gauss (Gs)= $10^{-4}$ Tl	

### Qattiq jismlarning fizik xossalari

Modda	Zichlik, $10^3$ kg/m <sup>3</sup>	Solishtirma issiqlik sig'imi, J/kg·K	Solishtirm a erish issiqligi, $10^4$ J/kg	Chiziqli issiqlik kengayish koeffitsiyent i, $10^{-4}$ K <sup>-1</sup>	Erish harorati, °S
Alyuminiy	2,60	896	32,20	2,30	659
Jez	8,40	386	-	1,90	900
Kumush	10,50	234	8,80	1,90	960
Qo'rg'oshin	11,30	126	2,26	2,90	327
Qalayi	7,20	230	58,60	2,70	232
Muz	0,90	2100	33,50	-	0
Mis	8,90	395	17,60	1,60	1100
Platina	21,45	117	11,3	0,89	1770
Po'lat	7,85	460	-	1,60	1300
Rux	7,0	391	11,70	2,90	420

### Ba'zi bir suyuqliklarning fizik xossalari

Suyuqlik	Zichlik, $10^3$ kg/m <sup>3</sup>	20°S dagi solishtirma issiqlik sig'imi, J/kg·K	20°S dagi sirt taranglik koeffitsiyenti, N/m	Qovushoqligi, (yopishqoqlik) $10^{-4}$ N's/m <sup>2</sup> (20°S da)
Benzol	0,88	1720	0,030	6,50
Glitserin	1,20	2430	0,064	14990,0
Kanakunjut moyi	0,96	1800	0,035	1,20
Kerosin	0,80	2140	0,030	1800,0
Suv	1,0	4190	0,073	10,0
Simob	13,60	138	0,50	15,54
Spirt	0,79	2510	0,020	11,9
Sovun pufagi	-	-	0,040	-

### Dielektriklarning dielektrik singdiruvchanligi

Modda	$\epsilon$	Modda	$\epsilon$
Havo	1,000597	Shifer	6...10
Parafin	2,2	Atsiton	21,4
Ebonit	2,5...4,0	Etil spirti	25,1
Yog'och	3,5...5,0	Metal spirti	33,5
Slyuda	4...6	Suv	81
Chinni	4,5...6,5	Kerosin	2,1
Shisha	5...15	Moy	2,5...5

### Moddalarning magnit singdiruvchanligi

Ferromagnitiklar		Paramagnitiklar		Diamagnitiklar	
Modda	$\mu$	Modda	$\mu$	Modda	M
Permalloy	...50 000	Havo	1,00000038	Suv	0,999991
Temir	...5 000	Platina	1,00026	Vismut	0,999824
Cho'yan	...600	Alyuminiy	1,000021	Osh tuzi	0,9999987
Nikel	...300	Qalay	1,0000044	Oltin	0,999963
Po'lat	...200	Palladiy	1,000692	Shisha	0,999987

### Ayrim o'tkazgichlarning $0^{\circ}\text{S}$ dagi solishtirma qarshiliklari ( $\text{n}\Omega \cdot \text{m}$ )

O'tkazgich	Solishtirma qarshilik	O'tkazgich	Solishtirma qarshilik
Alyuminiy	25,8	Qo'rg'oshin	191,0
Grafit	390,0	Simob	940,0
Mis	17,0	Nixrom	1000,0
Temir	87,0	Po'lat	100,0

### Inson fizikasi (elektr parametrlari)

No	Tana to'qimalarining solishtirma qarshiligi	Om·m
1	Muskullar	1,5
2	Qon	1,8
3	Terining yuqori qavati qavati (quruq)	3,3·10 <sup>5</sup>
4	Suyak	2·10 <sup>6</sup>
<b>Dielektrik singdiruvchanlik</b>		
1	Qon	85,5
2	Quruq teri	40-50
3	Suyak	6-10
4	Insonning tana qarshiligi (bir qo'l boshidan ikkinchisi qo'l oxirigacha - Om)	~15
5	Tana orqali o'tuvchi xafvsiz tok kuchi (mA)	1
6	Tana orqali o'tuvchi xafvli tok kuchi (mA)	~100
7	Xafvsiz elektr kuchlanish (nam joyda V)	12
8	Xafvsiz elektr kuchlanish (quruq joyda V)	36

### Moddalarning elektrokimyoviy ekvivalenti

No	Anionlar	Valentligi	Elektrokimyoviy ekvivalentligi 10 <sup>-6</sup> kg.kl	No	Kationlar	Valentligi	Elektrokimyoviy ekvivalentligi 10 <sup>-6</sup> kg.kl
1	Cl <sup>-</sup>	1	0,367	9	Al <sup>3+</sup>	3	0,0992
2	No <sup>-3</sup>	1	0,643	10	Au <sup>3+</sup>	3	0,681
3	O <sup>2-</sup>	2	0,0829	11	Cu <sup>2+</sup>	2	0,329
4	OH <sup>-</sup>	1	0,177	12	Fe <sup>3+</sup>	3	0,193
5	S <sup>2-</sup>	2	0,167	13	H <sup>+</sup>	1	0,1045
6	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2	0,499	14	Hg <sup>+</sup>	1	2,079
7	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	2	0,311	15	Na <sup>+</sup>	1	0,238
8	Ag <sup>+</sup>	1	1,118	16	Zn <sup>2+</sup>	2	0,339

### Termojuftlik uchun materiallar tanlash

No	Kavsharlanishda ishlatilgan sim materiali	Termopara doimiysi (mkV/ °C)	Kavsharlangan joyning qizdirishdagi chegaraviy t <sub>max</sub> (°C)
1.	Temir – konstantin	53	600
2.	Manganin - konstantin	50	200
3.	Mis - konstantin	40	400
4.	Nixrom – konstantin	57	600
5.	Oltin – palladiy	46	1600
6.	Nixrom – nikel	35	1000
7.	Tellur – platina	400	-
8.	Xromel – kopel	60	600



## **0<sup>0</sup>-90<sup>0</sup> burchaklar uchun sinuslar va tangenslarning qiymatlari jadvali**

Gr lar	Sinus lar	Tang lar	Gr lar	Sinus lar	Tang lar	Gr lar	Sinus lar	Tang lar
0	0,0000	0,0000	31	0,5150	0,6009	61	0,8746	1,804
1	0,0175	0,0175	32	0,5299	0,6249	62	0,8829	1,881
2	0,0349	0,0349	33	0,5446	0,6494	63	0,8910	1,963
3	0,0523	0,0524	34	0,5592	0,6745	64	0,9888	2,050
4	0,0698	0,0699	35	0,5736	0,7002	65	0,9063	2,145
5	0,0872	0,0875	36	0,5878	0,7265	66	0,9135	2,246
6	0,1045	0,1051	37	0,6018	0,7536	67	0,9205	2,356
7	0,1219	0,1228	38	0,6157	0,7813	68	0,9272	2,4755
8	0,1392	0,1405	39	0,6193	0,8098	69	0,9336	2,605
9	0,1564	0,1584	40	0,6428	0,8391	70	0,9397	2,747
10	0,1736	0,1763	41	0,6561	0,8693	71	0,9455	2,904
11	0,1908	0,1944	42	0,6691	0,9004	72	0,9511	3,078
12	0,2079	0,2126	43	0,6820	0,9323	73	0,9563	3,271
13	0,2250	0,2309	44	0,6947	0,9657	74	0,9613	3,486
14	0,2419	0,2493	45	0,7071	1,000	75	0,9659	3,732
15	0,2588	0,2679	46	0,7193	1,036	76	0,9703	4,011
16	0,2756	0,2867	47	0,7314	1,072	77	0,9744	4,331
17	0,2924	0,3057	48	0,7431	1,111	78	0,9781	4,705
18	0,3090	0,3249	49	0,7547	1,150	79	0,9816	5,145
19	0,3256	0,3443	50	0,7660	1,192	80	0,9848	5,671
20	0,3420	0,3640	51	0,7771	1,235	81	0,9877	6,314
21	0,3584	0,3839	52	0,7880	1,280	82	0,9903	7,115
22	0,3746	0,4040	53	0,7986	1,327	83	0,9925	8,114
23	0,3907	0,4245	54	0,8090	1,376	84	0,9945	9,514
24	0,4067	0,4452	55	0,8192	1,428	85	0,9962	11,43
25	0,4226	0,4663	56	0,8290	1,483	86	0,9976	14,30
26	0,4384	0,4877	57	0,8387	1,540	87	0,9986	19,08
27	0,4540	0,5095	58	0,8490	1,600	88	0,9994	28,64
28	0,4695	0,5317	59	0,8572	1,664	89	0,9998	57,28
29	0,4848	0,5543	60	0,8660	1,734	90	1,000	∞
30	0,5000	0,5774						







### Psixrometrik jadval

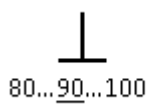


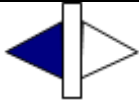
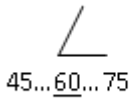





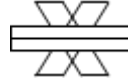


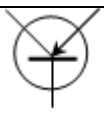
Quruq termometrning ko'rsatishi, °C	Quruq va nam termometrlarning ko'rsatishlarining farqi, °C										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	100	81	63	45	28	11	-	-	-	-	-
2	100	84	68	51	35	20	-	-	-	-	-
4	100	85	70	56	42	28	14	-	-	-	-
6	100	86	73	60	47	35	23	10	-	-	-
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	-	-
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	-
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	-
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39



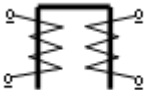
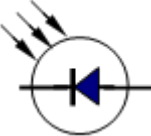
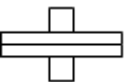
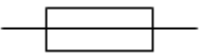


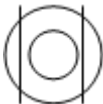
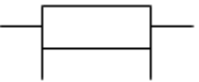
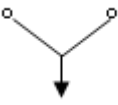
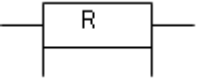

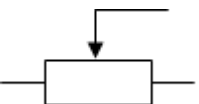
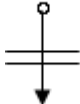
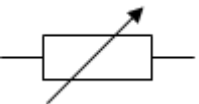


**Psixrometrik jadval**  
**Ko'rsatilgan haroratda to'yingan bug' va suv bug'i parsial bosimining**  
**qiymatlari**

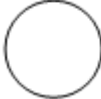





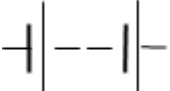

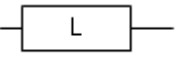




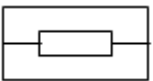

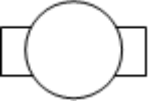

t	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
P, P <sub>a</sub> ning qiymatlari										
10	1228	1206	1244	1253	1261	1270	1278	1287	1295	1304
11	1313	1321	1330	1339	1348	1357	1366	1375	1384	1393
12	1403	1412	1421	1431	1440	1450	1459	1469	1478	1488
13	1498	1503	1518	1538	1548	1558	1568	1568	1579	1588
14	1599	1609	1620	1630	1641	1651	1662	1673	1684	1695
15	1706	1717	1728	1739	1750	1762	1773	1784	1796	1807
16	1819	1830	1842	1854	1866	1878	1890	1902	1914	1926
17	1938	1951	1963	1976	1988	2001	2013	2026	2039	2052
18	2065	2078	2091	2104	2117	2130	2144	2158	2171	2185
19	2198	2212	2226	2240	2254	2268	2282	2296	2310	2325
20	2339	2354	2368	2383	2398	2413	2428	2443	2458	2473
21	2488	2504	2419	2535	2550	2566	2582	2598	2613	2629
22	2646	2662	2678	2694	2711	2727	2744	2767	2777	2794
23	2811	2828	2846	2863	2880	2898	2915	2933	2950	2968
24	2986	3004	3022	3040	3059	3077	3096	3114	3133	3151
25	3170	3189	3208	3227	3247	3266	3286	3305	3325	3344
26	3364	3384	3404	3424	3445	3465	3486	3506	3527	3548
27	3568	3590	3611	3632	3653	3675	3696	3718	3740	3762
28	3784	3806	3828	3850	3873	3895	3918	3941	3964	3987
29	4001	4033	4056	4080	4103	4127	4151	4175	4199	4223
30	4248	4272	4297	4321	4346	4371	4396	4421	4446	4472

## Shartli belgilar

№	Nomi	Shartli belgisi	№	Nomi	Shartli belgisi
1.	O'zgarmas tok	—	12.	Asbob izolyatsiya mustahkamligini sinash kuchlanishini 500 V	
2.	O'zgaruvchan tok ( bir fazali tok )	~	13.	Asbob izolyatsiya mustahkamligini sinash kuchlanishini 500 dan ortiq (masalan, 2 kV)	
3.	O'zgarmas va o'zgaruvchan tok	~	14.	Asbob izolyatsiya mustahkamligini bo'yicha tekshirilmaydi	
4.	Uch fazali tok o'zgaruvchan tok	≡	15.	Asbob yoki yordamchi qism yuqori kuchlanish ostida	
5.	Faza yuklamalari bir-biriga teng bo'lmagan uch fazali tok	≡	16.	Tashqi magnit maydonida asbobni moslash kerak.	N
6.	To'rt simli tarmoq uchun bir o'lchash mexanizmligi asbob	≡	17.	Asbobning aniqlik sinfi	1,5
7.	Asbob shkalasini gorizontal holda o'rnatish zarur	┌	18.	Moslagich (korrektor)	
8.	Asbob shkalasini vertikal holda o'rnatish zarur	└	19.	Magnitoelektrik logometr	

9.	Darajaning tik holatida ish doirasi $80^\circ$ dan $100^\circ$ gacha bo'lganda qo'llash		20.	Qo'zg'aluvchan (ramkali) magnitoelektrik asbob	
10.	Asbob shkalasini gorizon-tal tekislikka nisbatan $60^\circ$ holda o'rnatish zarur		21.	Qo'zg'aluvchi magnitli magnitoelektrik asbob	
11.	Darajaning gorizontal tekislikka nisbatan qiyalik holati $45^\circ$ dan $75^\circ$ gacha bo'lganda asbobni qo'llash.		22.	Elektromagnit logometr	
№	Nomi	Shartli belgisi	№	Nomi	Shartli belgisi
23.	Qo'zg'aluvchi magnitli magnitoelektrik logometr		34.	Qutbli elektromagnit asbob	
24.	Ferrodinamik asbob		35.	Izolyatsilanmagan issiqlik o'tkazgich	
25.	Elektrodinamik logometr		36.	Izolyatsilangan issiqlik o'tkazgich	
26.	Ferrodinamik logometr		37.	O'lchash zanjiridagi electron o'tkazgich	

27.	Bimetall (qo'shmetal) asbob		38.	To'g'rilagich (diod)	
28.	Elektromagnit logometr		39.	Fotodiod	
29.	Elektrodinamik asbob		40.	Eruvchan saqlagich	
30.	Induksion asbob		41.	Qarshilik ( faol)	
31.	Induksion logometr		42.	Tarmoqlagich (shunt)	
32.	Simli qizdiriladigan issiqlik asbobi		43.	Qo'shimcha qarshilik	
33	Titrash (vibratsion) asbob		44.	Reostat	
№	Nomi	Shartli belgisi	№	Nomi	Shartli belgisi
45.	Elektrosta		56.	O'zgaruvchan qarshilik	
46.	Elektrostatik to'siq ( ekran)		57.	Chug'lanma lampa	

47.	Magnit to'sigi		58.	Qung'iroq	
48.	Astatik asbob	ast 24	59.	Karnay	
49.	Korpusga ulash		60.	Galvanik element yoki batareyya	
50.	Yerga ulash		61.	Galvanik element yoki batareyyalar tuplami	
51.	Termojuftlik		62.	Qo'shimcha induktiv qarshilik	
52.	Kondensator		63.	Induktiv g'altak	
53.	Q'zgaruvchan sig'imli kondensator		64.	Munosib hujjatga tayanish zarur	
54.	Isitgich		65.	Fotoqarshilik	
55.	Dvegatel generator yoki		66.	Mikrafon	

### Old qo'shimchalar.

<b>E</b> eksa	$10^{18}$	<b>d</b> detsi	$10^{-1}$
<b>P</b> peta	$10^{15}$	<b>s</b> santi	$10^{-2}$
<b>T</b> tera	$10^{12}$	<b>m</b> milli	$10^{-3}$
<b>G</b> giga	$10^9$	<b>μ</b> mikro	$10^{-6}$
<b>M</b> mega	$10^6$	<b>n</b> nano	$10^{-9}$
<b>k</b> kilo	$10^3$	<b>p</b> piko	$10^{-12}$
<b>g</b> gekto	$10^2$	<b>f</b> femto	$10^{-15}$
<b>da</b> deka	$10^1$	<b>a</b> atto	$10^{-18}$

### Asosiy kattaliklar:

1. Uzunlik            **[l]**=m            metr
2. Massa             **[m]**=kg            kilogramm
3. Vaqt                **[t]**=s                sekund
4. Tok kuchi         **[I]**=A                amper
5. Temperatura     **[T]**=K                kelvin
6. Modda miqdori   **[v]**=mol              mol
7. Yorug'lik kuchi   **[I]**=kd                kandella



## Fizik asboblari va ularning qo'llanilishi

№	Asbob	O'lchanadigan kattalik
1.	Akselerometr	Tezlanish
2.	Ampermetr	Tok kuchi
3.	Ariometr	Suyuqlik zichligi
4.	Avometr	Tok kuchini, kuchlanish va qarshilik
5.	Barometr	Atmosfera bosimi
6.	Bolometr	Issiqlik nurlanishining quvvati
7.	Dinamometr	Kuch
8.	Elektrometr	Zaryad
9.	Gigrometr	Shudiring nuqtasini aniqlash uchun ishlatiladi
10.	Manometer	Suyuqlik yoki gazlarning bosimi
11.	Menzurka	Suyuqlik hajmi
12.	Ommetr	Qarshilik
13.	Psixrometr	Havoning nisbiy namligi
14.	Ruletka.	Uzunlik
15.	Chizg'ich.	Uzunlik.
16.	Sekundomer	Vaqt
17.	Soat	Vaqt

18.	Spidometr	Oniy tezlik
19.	Tarozi	Massa
20.	Termistor	Temperatura
21.	Termometr	Temperatura
22.	Taxometr	Mashina va mexanizmlarning aylanish chastotasi
23.	Vattmetr	Quvvat
24.	Voltmeter	Kuchlanish
25.	Chastotometr	Chastota

**Molyar massa( $\times 10^{-3}$  kg/mol).**

Modda	Molyar massa	Modda	Molyar massa	Modda	Molyar massa
vodorod	2	alyumeniy	27	CO <sub>2</sub>	44
geliy	4	azot	28	Cl	55
uglerod	12	havo	29	temir	56
suv	18	kislород	32	oltin	197
neon	20	argon	40	uran	235

## Elementar zarralar

Zarra nomi	Zaryadi	Massasi
Elektron	$-1,6 \cdot 10^{-19}$ Kl	$9,1 \cdot 10^{-31}$ kg
Proton	$1,6 \cdot 10^{-19}$ Kl	$1,67 \cdot 10^{-27}$ kg
Neytron	0	$1,67 \cdot 10^{-27}$ kg

## Bazi bir kimyoviy elementlar.

( ${}^A_ZX$  A-massa soni; Z-tartib raqami yoki protonlar soni).

Belgisi	Nomi	Valentligi	Belgisi	Nomi	Valentligi
${}^1_1H$	Vodorod	+1	${}^4_2He$	Geliy	
${}^7_3Li$	Litiy	+1	${}^9_4Be$	Berilliy	+2
${}^{11}_5B$	Bor	+3	${}^{12}_6C$	Uglerod	+2;4
${}^{14}_7N$	Azot	-3;+5	${}^{16}_8O$	Kislorod	-2
${}^{19}_9F$	Ftor	-1	${}^{20}_{10}Ne$	Neon	
${}^{23}_{11}Na$	Natriy	+1	${}^{27}_{13}Al$	Alyuminiy	+3
${}^{31}_{15}P$	Fosfor	-3;+5	${}^{32}_{16}S$	Oltingugut	-2;4;+6
${}^{35}_{17}Cl$	Xlor	-1	${}^{40}_{18}Ar$	Argon	
${}^{39}_{19}K$	Kaliy	+1	${}^{40}_{20}Ca$	Kalsiy	+2
${}^{56}_{26}Fe$	Temir	+2;+3	${}^{59}_{27}Co$	Kobalt	+2+3

$^{59}_{28}\text{Ni}$	Nikel	+2	$^{64}_{29}\text{Cu}$	mis	+1;+2
$^{65}_{30}\text{Zn}$	Rux	+2	$^{73}_{32}\text{Ge}$	Germaniy	4
$^{75}_{33}\text{As}$	Mishyak	+5;-3	$^{80}_{35}\text{Br}$	Brom	-1;+7
$^{84}_{36}\text{Kr}$	Kripton		$^{108}_{47}\text{Ag}$	Kumush	+1
$^{115}_{49}\text{In}$	Indiy	+3	$^{127}_{53}\text{I}$	Yod	-1;+7
$^{131}_{54}\text{Xe}$	Ksenon		$^{197}_{79}\text{Au}$	Oltin	+1
$^{201}_{80}\text{Hg}$	Simob	+2;+1	$^{207}_{82}\text{Pb}$	Qo'rg'oshin	+2;4
$^{209}_{83}\text{Bi}$	Vismut	+5;-3	$^{238}_{92}\text{U}$	Uran	
$^{237}_{93}\text{Np}$	Neptuniy		$^{244}_{94}\text{Pu}$	Plutoniya	

**Molekulalarning diametrlari. ( $\cdot 10^{-10}\text{m}$ )**

Vodorod	2,5	Geliy	2
Kislorod	3	Azot	3,2
Xlor	3,7	Suv	3
Karbonat anhidrid	3,3	SO <sub>2</sub>	3,4

### Elementar zarralar va ularning belgilanishi.

${}_{-1}^0\beta$	$\beta$ -arracha	${}_{-1}^0e$	elektron	${}_{1}^1p$	proton
${}_{0}^1n$	neytron	${}_{2}^4\alpha$	$\alpha$ -zarracha	${}_{2}^4He$	geliy
${}_{1}^2H$	Deyteriy (deytron)	${}_{1}^2D$	Deyteriy (deytron)	${}_{1}^0e$	pozitron
${}_{0}^0\gamma$	foton	${}_{0}^0n$	neytrino	${}_{1}^3H$	Tritiy (Triton)
${}_{1}^3T$	Tritiy	${}_{-1}^1p$	antiproton	${}_{1}^1H$	Vodorod

### Atom o'lchamlari.

Atom diametrining tartibi (m)	$10^{-10}$
Vodorod atomining radiusi (m)	$0,53 \cdot 10^{-10}$
Geliy atomining radiusi (m)	$1,05 \cdot 10^{-10}$
Uran atomining radiusi (m)	$1,5 \cdot 10^{-10}$
Atom hajmining tartibi ( $m^3$ )	$10^{-30}$
Atom yadrosi diametrining tartibi (m)	$10^{-15} - 10^{-14}$
Geliy atomi yadrosining radiusi (m)	$2 \cdot 10^{-15}$
Uran atomi yadrosining radiusi (m)	$8,5 \cdot 10^{-15}$
Atom yadrosining hajmining tartibi ( $m^3$ )	$10^{-45} - 10^{-42}$
Qattiq jism atomlari orasidagi masofaning tartibi (m)	$10^{-10}$

**l** – uzunlik [m]

**s** – yo'l, masofa [m]

**t** – vaqt [s]

**v** – tezlik [m/s]

**a** – tezlanish [m/s<sup>2</sup>]

**h** yoki **H** – balandlik [m]

**v** – chastota [Gs, Hz, 1/s, s<sup>-1</sup>]

**T** – davr [s]

**ω** – burchakli tezlik [rad/s]

**R** yoki **r** – radius [m]

**m** – massa [kg]

**V** – hajm [m<sup>3</sup>]

**ρ** – zichlik [kg/m<sup>3</sup>]

**F** – kuch [N]

**P** – bosim [Pa]

**μ** – ishqalanish koeffitsienti

**N** – normal bosim kuchi [N]

**k** – bikirlik [N/m]

**x** yoki **Δl** absolyut uzayish

(deformatsiya) [m]

**ε** -- nisbiy uzayish

**E** – Yung moduli [Pa]

**S** – yuza [m<sup>2</sup>]

**η** – foydali ish koeffitsenti

**σ** – mehanik kuchlanish [Pa]

**p** – bosim [Pa]

**K** yoki **I** – kuch impulsu [N·s]

**p** – jism impulsu [kg·m/s]

**M** – kuch momenti [N·m]

**W** yoki **E** – energiya [J]

**A** – ish [J]

**N** – quvvat [Vt yoki W]

**ω** – siklik chastota [rad/s]

**λ** – to'lqin uzunligi [m]

**x<sub>m</sub>** yoki **A** – amplituda [m]

**I** – intensivlik [Vt/m<sup>2</sup> yoki W/m<sup>2</sup>]

**C** – issiqlik sig'mi [J/K yoki J/°C]

**c** – solishtirma issiqlik sig'mi [J/(kg·K)  
yoki J/(kg·°C)]

**t** – harorat [°C]

**T** – absolyut harorat [K]

**Q** – issiqlik miqdori [J]

**λ** – solishtirma erish issiqligi [J/kg]

**q** – solishtirma yonish issiqligi [J/kg]

**L** yoki **r** – solishtirma bug'lanish  
issiqligi [J/kg]

**v** – modda miqdori [mol]

<b>M</b> – molyar massa [kg/mol]	<b>P</b> – elektr toki quvvati [Vt yoki W]
<b>n</b> – molekular konsentratsiyasi [ $m^{-3}$ ]	<b>k</b> – elektro-kimyoviy ekvivalent [kg/C]
<b>U</b> – ichki energiya [J]	<b>z</b> yoki <b>n</b> – valentlik.
<b><math>\sigma</math></b> – sirt taranglik koeffitsienti [N/m]	<b><math>\mu</math></b> – magnit singdiruvchanlik
<b><math>\rho</math></b> – absolyut namlik [kg/m <sup>3</sup> ]	<b>B</b> – magnit induktsiyasi vektori [Tl ]
<b><math>\phi</math></b> – nisbiy namlik [%]	<b>H</b> – magnit maydon kuchlanganligi [A/m]
<b>d</b> yoki <b>D</b> – diametr [m]	<b>L</b> – induktivlik [Gn yoki H]
<b>r</b> yoki <b>d</b> – oraliq masofa [m]	<b>n</b> – sindirish ko'rsatkichi
<b><math>\epsilon</math></b> – dielektrik singdiruvchanlik	<b>D</b> – optik kuchi [dptr]
<b>U</b> – kuchlanish[V]	<b>F</b> – fokus masofasi [m]
<b>q</b> – zaryad [Kl yoki C]	<b>f</b> – tasvir bilan linza orasidagi masofa [m]
<b><math>\phi</math></b> – potentsial [V]	<b>d</b> – buyum bilan linza orasidagi masofa [m]
<b>E</b> – elektr maydon kuchlanganligi [V/m yoki N/C]	<b>h</b> – buyumning balandligi [m]
<b><math>\sigma</math></b> – zaryadning sirt zichligi [C/m <sup>2</sup> ]	<b>H</b> – tasvirning balandligi [m]
<b>C</b> – elektr sig'im [F]	<b>X<sub>L</sub></b> yoki <b>R<sub>L</sub></b> – induktiv qarshilik [ $\Omega$ ]
<b><math>\omega</math></b> – energiya zichligi [J/m <sup>3</sup> ]	<b>X<sub>C</sub></b> yoki <b>R<sub>C</sub></b> – sig'im qarshilik [ $\Omega$ ]
<b>I</b> – tok kuchi [A]	
<b>R</b> – (tashqi) qashilik [ $\Omega$ ]	
<b>r</b> – (ichki) qashilik [ $\Omega$ ]	
<b><math>\xi</math></b> – elektr yuro'tuvchi kuch (EyuK) [V]	
<b>j</b> – tok zichligi [A/m <sup>2</sup> ]	
<b><math>\rho</math></b> – solishtirma qarshilik [ $\Omega \cdot m$ ]	

### Birliklar .

$$1\text{\AA} = 10^{-10} \text{ m.}$$

$$1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J.}$$

$$1\text{MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J.}$$

### GREK ALFAVITI

$\text{A}\alpha$ –alfa	$\text{X}\chi$ –xi
$\text{H}\eta$ –eta	$\text{E}\varepsilon$ –epsilon
$\text{N}\nu$ –nyu	$\text{\Lambda}\lambda$ –lambda
$\text{T}\tau$ –tau	$\text{P}\rho$ –ro
$\text{\Xi}\xi$ –ksi	$\text{\Psi}\psi$ –psi
$\text{Y}\upsilon$ –ipsilon	$\text{Z}\zeta$ –dzeta
$\text{\Gamma}\gamma$ –gamma	$\text{M}\mu$ –my
$\text{I}\iota$ –yota	$\text{\Sigma}\sigma$ –sigma
$\text{\Phi}\phi$ –fi	$\text{X}\chi$ –xi
$\text{\Delta}\delta$ –del'ta	$\text{E}\varepsilon$ –epsilon
$\text{K}\kappa$ –kappa	$\text{\Lambda}\lambda$ –lambda
$\text{\Pi}\pi$ –pi	$\text{\Omega}\omega$ –omega



## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Nazarov O'.Q. «Umumiy fizika kursi» 2-qism (Elektr va elektromagnetizm) Toshkent, «O'zbekiston», 2002 yil.
2. Detlaf A.A, Yavorskiy B.M “Kurs fiziki”, Moskva, Visshaya shkola, 1989 g.
3. Trofimova T.I “Kurs fiziki”, Moskva, Visshaya shkola, 1999 g.
4. Safarov A.S. «Umumiy fizika kursi» (Elektromagnetizm va to'lqinlar), Toshkent, «O'qituvchi», 1992 yil.
5. M.Ismoilov, P.Xabibullayev, M.Xaliulin «Fizika kursi» «O'zbekiston», Toshkent, 2000 yil.
6. Haydarova M.Sh., Nazarov O'.Q. «Fizikadan laboratoriya ishlari», Toshkent, «O'qituvchi» 1989 yil.
7. Maysova N. N “Praktikum po kursu obshey fiziki”, Moskva, Visshaya shkola, 1970 g.
8. Budarina, S.A., Isroilov A. A «Fizikadan laboratoriya mashg'ulotlari» «O'qituvchi», T., 1993
9. Sulstonov N. Fizika kursi. Darslik. T. «Fan va texnologiya». 2007y.
10. Ahmadjonov O.I. Fizika kursi 1-qism. T: O'qituvchi.
11. Risboyev A.S., Xolboyev A.M va boshqalar «Mexanika va molekulyar fizikadan laboratoriya ishlarini bajarishga oid metodik qo'llanma». ToshDTU. 2002y.
12. Yusupov D.B, Kamolxo'jayev Sh.M va boshqalar «Fizika fanidan laboratoriya ishlari uchun uslubiy ko'rsatma» T: ToshDTU.2005y.
13. Kamolxo'jayev Sh.M, Gaipov A.G., Himmatqulov O. «Mexanika va molekulyar fizikadan ma'ruzalar matni» ToshDTU. 2003 y
14. Douglas S. Giancoli, Physics: Principles with Applications, Prentice Hall: 6th edition January 17, 2004 USA
15. Raymond A. Serway . John W. Jewett . Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics, Cengage Learning; 9 edition (January 17,2013), Brooks/cole Channel Center Street Boston, MA 02210 USA.
16. A. Gaibov, O. Ximmatqulov. Fizika, (nashriyotda)
17. Sultanov N. Fizika kursi. Darslik, T: Fan va Texnologiya, 2007
189. Abdo'raxmonov K.P., Egamov O'. Fizika kursi. Darslik -Toshkent, 2010
19. Trofimova T.N. Kurs fiziki.Uchebnik. -M.: «Akademiya», 2007
20. Detlaf A.A., Yavorskiy B.M., Kurs fiziki.Uchebnik -M.: “Akademiya”. 2007
21. Qodirov O., Boydadayev A. Fizika kursi. Qism-3: Kvant flzikasi T: O'zbekiston,2005
22. Ismoilov M., Xabibullayev P.K., Xaliulin M. Fizika kursi. Darslik, T: O`zbekiston, 2000
23. Gaibov A.G., Ximmatkulov O. Fizika. O`quv qo'llanma-T. Nashr, 2018
24. Kamolxo'jaev Sh.M., Gaibov A.G., Ximmatkulov O. Mexanika va molekulyar fizikadan ma'ruzalar matni. ToshDTU, 2003.
25. Axmadjonov O. Fizika kursi. Darslik, 1-3 k.-T., “O'qituvchi”, 1999
26. Xudoyberganov A.M., Maxmudov A.A. Atom fizikasi. “Navruz”. 2018

27. Maysova V.V., Praktikum po kursu obshey fiziki. Uchebnik -M.: Nauka. 1995
28. Chertov A., Vorob'ev A. Fizikadan masalalar to'plami. Darslik -T.: O`zbekiston, 1997
29. Mirziyoyev Sh.M. Tanqidiy tahlil, qat'iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik - har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo'lishi kerak. O`zbekiston Respublikasi Vazirlar Maxkamasining 2016 yil yakunlari va 2017 yil istiqbollari bagishlangan majlisidagi O`zbekiston Respublikasi Prezidentining nutqi. // "Xalq so'zi" gazetasi. 2017 y., 16 yanvar, №11.
30. O`zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi. - T.: O`zbekiston, 2017. - 46 b.
31. O`zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida. - T.:2017 yil 7 fevral, PF-4947-sonli Farmoni.
32. Yusupov D.B., Komolo'jayev Sh.M., Gaibov A.G., Uzoqov A.A. Fizika fanidan laboratoriya ishlari uchun uslubiy ko'rsatma. - T: ToshDTU, 2015
33. Kamolo'jayev SH.M., Gaibov A.G., Eshqulov A. "Elektr va magnetizm" qismidan laboratoriya ishlari to'plami. O'quv qullanma -T: ToshDTU, 2005
34. Ximmatqulov O., Eshqulov A.A., Vaxobov K.I. Metodicheskie ukazaniya k laboratornim rabotam po dissipline «Fizika», chast I -II. - T: TGTU, 2016.
35. Yusupov D.B., Uzoqov A.A. Metodicheskie ukazaniya k laboratornim rabotam po fizike chast II, -T: TGTU, 2010.
36. Yusupov D.B. Uchebno-mstodicheskoe posobie dlya prakticheskix zanyatiy po razdelu "Kvantovaya mexanika"-T: TGAI, 2003.

