

O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O`RTA MAXSUS
TA'LIM VAZIRLIGI

YORQIN TOSHMURODOV QAXRAMONOVICH
ZAMIRA BEKNOZAROVA FARMANOVNA

**«FIZIKA» FANIDAN LABORATORIYA
ISHLARINI BAJARISH BO`YICHA
O`QUV Q O`LLANMA**

**5430600- Qishloq va suv xojaligida energiya ta`minoti va
bosqa bakalavr yo`nalishida ta'lim olayotgan talabalarga mo`ljallangan.**

TOSHKENT – 2019

YORQIN TOSHMURODOV QAXRAMONOVICH
ZAMIRA BEKNOZAROVA FARMANOVNA

Fizikadan laboratoriya ishlari - T. TIQXMMI. 2019. - 180 b.

ANNOTASIYA

Mazkur o`quv qo`llanma, O`zbekiston Respublikasi texnika oliy o`quv yurtlarining fizika kafedralarida uzoq yillar davomida to`planilgan tajribalar va rivojlangan xorijiy mamlakatlar oliy o`quv yurtlarining keyingi yillarda qo`llayotgan fizika fanining dasturlaridan foydalanildi.

Qo`llanmaga kiritilgan har bir laboratoriya ishida qat'iy ketma-ketlikka rioya qilingan. Dastlab ishning maqsadi, so`ngra ish to`g`risida qisqa va aniq nazariy ma'lumot bayon etiladi. Bu o`rinda shuni ta'kidlash kerakki, mualliflar talabalarning vaqtini tejash maqsadida imkon boricha ishning nazariyasini uning tavsifida yetarli darajada to`la yoritishga harakat qilganlar. Laboratoriya mashg`ulotlarni bajarishda, mos ravishda ilg`or pedagogik texnologiyalardan foydalanish usullari namuna sifatida yoritilgan. Talaba yanada chuqurroq va atroflicha keng nazariy bilimlarni qo`llanmada hamda, har bir laboratoriya ishi uchun tavsiya etilgan darslik va o`quv qo`llanmalardan ham o`zlashtirishi mumkin.

ANNOTATION

This training manual has been used in many years of experience in physics departments of the technical high schools of the Republic of Uzbekistan, as well as in recent years the programs of physics of advanced foreign countries have been used.

Each laboratory included in the application is strictly adhered to. Initially, the purpose of the work is to summarize the work briefly and clearly. It should be noted that the authors have tried to adequately describe the theory of work in its description so as to save time. The laboratory has been described as a model for the proper use of pedagogical technologies in implementing the exercises. The student may also be able to apply a broader and broader theoretical knowledge, and also provide the textbooks and tutorials recommended for each laboratory work.

АННОТАЦИЯ

Данное учебное пособие использовалось на многолетнем опыте на физических факультетах технических вузов Республики Узбекистан, а также в последние годы были использованы программы по физике передовых зарубежных стран.

Каждая лаборатория, включенная в заявку, строго соблюдается. Первоначально целью работы является краткое и четкое подведение итогов работы. Следует отметить, что авторы постарались адекватно описать теорию труда в ее описании, чтобы сэкономить время. Лаборатория была описана как модель для правильного использования педагогических технологий при выполнении упражнений. Студент также может применять более широкие теоретические знания, а также предоставлять учебники и учебные пособия, рекомендуемые для каждой лабораторной работы.

Taqrizchilar:

Toshkent To`qimachilik va Yengil
Sanoat instituti, "Fizika va elektrotexnika"
kafedrası dotsenti X.I. Isaev
TIQXMMI, dotsent. f.m. f.n., A.Axmedov

KIRISH

O'zbekiston Respublikasida kadrlar tayyorlash milliy dasturi asosida, Oliy O'quv yurtlarining asosiy vazifasi har tomonlama yetuk, jamiyat hayotiga moslashgan va o'z kasbi bo'yicha fanni yuqori saviyada o'zlashtirgan kadrlar tayyorlashdan iboratdir.

Hozirgi paytda davlat andozalari (standartlari) asosida barcha yo'nalishlar bo'yicha bakalavrlar tayyorlash uchun o'quv rejaları va fanlarning namunaviy dasturlari ishlab chiqilmoqda. Unda halqaro umum ta'lim andozalarining qo'llanilishi yoshlarni o'qitishda o'zbek xalqining boy ma'naviy merosidan, hamda jahonning ilg'or tajribalaridan keng foydalanish imkonini beradi.

Mazkur o'quv qo'llanma, O'zbekiston Respublikasi texnika oliy o'quv yurtlarining fizika kafedralarida uzoq yillar davomida to'planilgan tajribalar va rivojlangan xorijiy mamlakatlar oliy o'quv yurtlarining keyingi yillarda qo'llayotgan fizika fanining dasturlaridan foydalanildi.

Talabalarning fizika fanini o'zlashtirish uchun o'qitishning ilg'or va zamonaviy usullaridan foydalanish, yangi informatsion pedagogik texnologiyalarni tadbiiq qilish muhim ahamiyatga egadir. Laboratoriya darslarida mos ravishda ilg'or pedagogik texnologiyalardan foydalaniladi. Texnika yo'nalishdagi institutlarning barcha ixtisosliklari bo'yicha talabalarga tavsiya etilayotgan o'quv qo'llanma mualliflarning ko'p yillik ish tajribasi samarasidir. Mualliflar qo'llanmani tayyorlashda, birinchidan, talabalarni hozirgi zamon fizikasi yutuqlarini hisobga olgan holda tayyorlangan laboratoriya mashg'ulotlari bo'yicha o'zbek tilidagi zamonaviy qo'llanma bilan ta'minlashni, ikkinchidan, bo'lajak muhandislarning fizikaviy qonun, hodisa va jarayonlarni chuqurroq o'rganishlarga, ularning tajriba o'tkazish va o'lchashlarning oddiy uslublarini o'zlashtirishlariga ko'maklashishni o'z oldilariga maqsad qilib qo'yishdi.

Qo'llanmaga kiritilgan har bir laboratoriya ishida qat'iy ketma-ketlikka rioya qilingan. Dastlab ishning maqsadi, so'ngra ish to'g'risida qisqa va aniq nazariy ma'lumot bayon etiladi. Bu o'rinda shuni ta'kidlash kerakki, mualliflar talabalarning vaqtini tejash maqsadida imkon boricha ishning nazariyasini uning tavsifida yetarli darajada to'la yoritishga harakat qilganlar. Laboratoriya mashg'ulotlarni bajarishda, mos ravishda ilg'or pedagogik texnologiyalardan foydalanish usullari namuna sifatida yoritilgan.

Har bir mashqda ishni bajarish uchun zarur qurol va asboblarning nomlari, ish-ning bajarilish tartibi hamda talaba o'zini tekshirib ko'rishi uchun sinash savollari keltirilgan. Talabalarga yengillik yaratish maqsadida qo'llanmaning oxirida fizikaviy kattaliklarning turli sharoitdagi qiymatlarini jadvallari bilan birga ularning Halqaro tizimdagi o'lchov birliklari ham keltirilgan. Shuningdek, fizikaviy va matematik doimiylarning jadvallari ham ilova qilingan.

1 - LABORATORIYA ISHI
MAVZU: SILINDRIK SHAKLDAGI QATTIQ JISMNING
ZICHLIGINI ANIQLASH

Ishning maqsadi:

Silindrik shakldagi qattiq jism zichligini aniqlash yordamida natijalarni o`lchash va hisoblash uslubi bilan tanishish hamda o`lchov asboblardan foydalanish va xatoliklarni aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar:

1. Shtangensirkul.
2. Mikrometr.
3. Silindrik jism.
4. Tarozi va tarozi toshlari.

NAZARIY MUQADDIMA

Hajm birligidagi jismning massasiga zichlik (ρ) deyiladi, ya'ni

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

bunda ρ -jism zichligi,

Ayrim moddalarning zichliklari jadvalda keltirilgan. Jadvalda temperatura va atmosfera bosimi ham ko`rsatilgan (ularning ta'siri suyuqliklar va qattiq jismlar uchun sezilarli darajada kichik). Havoning zichligi suvning zichligidan 1000 baravar kichikligiga e'tibor bering [1].

Jismlarning zichliklari					
Qattiq jismlar		Suyuqliklar		Gazlar	
Modda	zichligi (kg/m ³)	Modda	zichligi (kg/m ³)	modda	zichligi (kg/m ³)
Alyuminiy	2,70 x 10 ³	Suv (4 ⁰ S)	1,000 x 10 ³	Havo	1,29
Temir va po`lat	7,8 x 10 ³	Dengiz suvi	1,025 x 10 ³	Geliy	0,179
Mis	8,9 x 10 ³	Plazma	1,03 x 10 ³	Karbonat angidrid	1,98
Qo`rg`oshin	11,3 x 10 ³	Qon	1,05 x 10 ³	Suv bug`i (100 ⁰ S)	0,598
Oltin	19,3 x 10 ³	Simob	13,6 x 10 ³		

m- jism massasi, V-jism hajmi.

Silindsimon jism hajmi $V = \frac{\pi D^2}{4} h$ (2)

formula bo`yicha hisoblanadi. Bunda D- silindrning diametri, h- silindrning balandligi.

Silindrning har xil kesimida va har xil yo`nalishida uning diametri va balandligini bir necha marta o`lchab, ularning o`rtacha arifmetik qiymatini olish kerak.

Diametr va balandlikni besh marta o`lchab, ularning o`rtacha arifmetik qiymatlari hisoblanadi:

$$D_{o'rt} = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5}{5} \quad (3)$$

$$h_{o'rt} = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5}{5} \quad (4)$$

D_1, D_2, D_3, D_4, D_5 lar silindr diametrining har bir o'lashdagi qiymatlari bo'lib, mikrometr yordamida, h_1, h_2, h_3, h_4, h_5 lar esa balandlik qiymatlari bo'lib, shtangensirkul yordamida o'lchanadi.

Diametr va balandliklarning bu o'rtacha qiymatlarini (2) ga qo'yib silindrning hajmi topiladi, massasi esa tarozida tortiladi. Natijani qanday darajada aniqligini bilish uchun maksimal absolyut xato va nisbiy xatolarini aniqlash kerak.

O'rtacha diametr uchun maksimal absolyut xato quyidagicha topiladi:

$$\begin{aligned}\Delta D_1 &= |D_{o'r} - D_1| \\ \Delta D_2 &= |D_{o'r} - D_2| \\ \Delta D_3 &= |D_{o'r} - D_3| \\ \Delta D_4 &= |D_{o'r} - D_4| \\ \Delta D_5 &= |D_{o'r} - D_5|\end{aligned}\quad (5)$$

(5) formula bo'yicha diametrning o'rtacha qiymati va alohida o'lchangan qiymatlari orasidagi ayirmalar hisoblanadi. Bu ayirmalar absolyut xato deyiladi. O'rtacha absolyut xato:

$$\Delta D_{ur} = \frac{\Delta D_1 + \Delta D_2 + \Delta D_3 + \Delta D_4 + \Delta D_5}{5} \quad (6)$$

formula bo'yicha hisoblanadi. Keyin diametrining o'rtacha maksimal nisbiy xatosi

$$E_D = \frac{\Delta D_{yp}}{D_{yp}} \cdot 100\%$$

formula bo'yicha hisoblanadi. Bu yo'l bilan hisoblangan silindr balandligining absolyut $\Delta h_{o'r}$ va maksimal nisbiy xatosi

$$E_h = \frac{\Delta h_{yp}}{h_{yp}} \cdot 100\% \quad \text{hisoblanadi.}$$

Hisoblangan hajmi V -uchun maksimal nisbiy xatoni topishda quyidagi qoidani tadbiiq qilamiz:

Ko'paytmaning nisbiy xatosi ko'paytuvchilar nisbiy xatolarining yig'indisiga teng. Bu qoida bo'yicha:

$$E_V = \frac{\Delta V_{yp}}{V_{yp}} = 2 \frac{\Delta D_{yp}}{D_{yp}} + \frac{\Delta h_{yp}}{h_{yp}} + \frac{\Delta \pi}{\pi} \quad (7)$$

E_V -hajmning maksimal nisbiy xatosi. E_ρ ni topish uchun (1) formulaga quyidagi qoidani tadbiiq qilamiz:

Kasrning nisbiy xatosi sur'at va maxrajlarining nisbiy xatolarining yig'indisiga teng, ya'ni

$$E_\rho = \frac{\Delta \rho_{yp}}{\rho_{yp}} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta V_{yp}}{V_{yp}} \quad (8)$$

Silindr massasini tarozida tortishda uning sezgirligiga bog'liq bo'lgan maksimal absolyut xatolik $\Delta m = 0,1$ gr ga teng. (8) formula bo'yicha zichlikning maksimal nisbiy xatoligi aniqlanadi. Uni zichlikning o'rtacha qiymatiga ko'paytirib, zichlikning maksimal absolyut xatosi $\Delta \rho_{o'r}$ aniqlanadi, ya'ni:

$$\rho_{yp} = \frac{m}{V_{yp}}; \quad \Delta \rho_{yp} = E_\rho \cdot \rho_{yp} \quad (9)$$

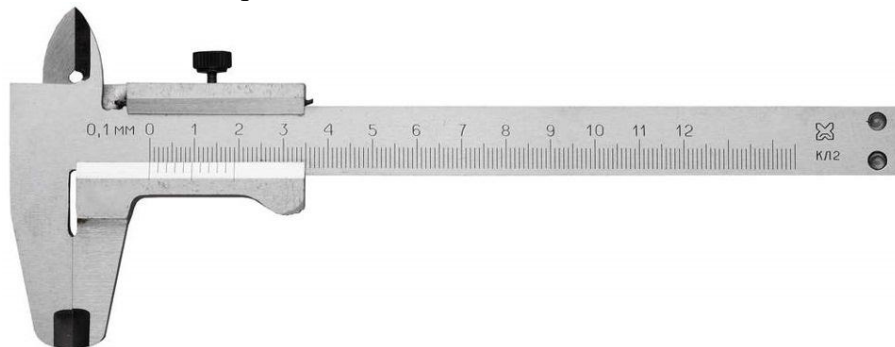
Zichlikning haqiqiy qiymati (ρ_{xak}) shartli ravishda quyidagicha ko'rsatiladi:

$$\rho_{xak} = \rho_{ypr} \pm \Delta \rho_{ypr} \quad (10)$$

O'LCHOV ASBOBLARI BILAN ISHLASH

Shtangensirkul. Detallarning o'lchamlarini millimetrning o'ndan bir ulushi qadar aniqligigacha o'lchash uchun shtangensirkul ishlatiladi (1-rasm). Shtangensirkul- ning asosiy qismi santimetr va millimetrlarga bo'lingan (bo'linma qiymati 1mm) chizg'ichdir. Chizg'ichning bir uchiga oyoqcha mahkamlangan. Chizg'ich bo'ylab oyoqchali ramka sirpanadi. Ramkaga darcha ochilgan. Darcha chekkasiga (chizg'ich shkalasi tomondan) shkala-nonius kiritilgan. Bu shkalaning o'n bo'limi 9 mm ga teng, demak har bir bo'limi 0,9 mm ga teng. Ba'zi shtangensirkullarning ramkasida 20 ta bo'linmasi bo'lib, ular chizg'ich shkalasining 19 mm ga mos keladi.

Shtangensirkul oyoqchalari bir-biriga jipslashtirilganda ikkala shkala nollari ustma-ust tushadi. Berilgan detal o'lchamlarini aniqlash usuli uchun u shtangensirkul oyoqlari orasiga qisiladi va noniusning nolnchi shtrixi vaziyatidan boshlab chizg'ich shkalasidan butun millimetrlar soni aniqlanadi. So'ngra nonius shkalasi shtrixlaridan noldan boshlab qaysi biri chizg'ich shkalasi shtrixlardan biri bilan mos kelishi qaraladi.



1-rasm. Shtangensirkul

Noldan boshlab sanalgan bo'linmalar soni millimetrning o'ndan bir bo'lagidagi songa mos keladi. Detailning o'lchamini aniq topish uchun chizg'ich bo'yicha hisoblangan butun millimetrlar o'ndan bir bo'laklari qo'shiladi.

Mikrometr: Mikrometr yordamida detallar o'lchamlarini shtangensirkulga nisbatan kattaroq aniqlik bilan o'lchash mumkin (2-rasm).

Mikrometrning asosiy qismi 1-po'lat skobadan iborat. Uning bir tomoniga 2 qo'zg'almas tayanch, ikkinchi tomoniga 3 vtulka mahkamlangan. Vtulka ichiga 4 mikrometrik vint kiritilgan. Mikrometrik vintning o'ng tomoni mikrometr vtulkasini qoplab turuvchi 5 baraban bilan birikkan. Baraban aylantirilganda mikrometrik vint ham aylanadi. Vint qadami 0,5 mm ga teng bo'lgani uchun vintning o'lchash sirti barabanning bir marta aylanganda mikrometrning qo'zg'almas tayanchiga nisbatan 0,5 mm siljiydi.



2-rasm. Mikrometr

Vtulkaning sirtiga bo'yлама ariqcha o'yilgan. Uning yuqorisida millimetrlarga bo'lingan shkala, pastida esa yuqorigi shkalaning har bir millimetрни ikkiga bo'luvchi shtrixli shkala joylashgan. Barabanning chap cheti 50 ga teng bo'lakka bo'lingan. Bu esa mikrometrik vintning burilishida bir aylanishning 1/50 ulushigacha aniqlik bilan o'lchashga imkon beradi.

Mikrometrik vintning o'lchash tekisligi qo'zg'almas tayanch tekisligiga teyganda barabanning nolnchi chizig'i vtulka shkalasidagi nolnchi chiziq qarshisida to'xtaydi. Detallarning o'lchamlarida o'lchashda uni qo'zg'almas tayanch bilan mikrometrik vintning o'lchash tekisligi orasiga joylashtiriladi va barabanni aylantirib, tayanch hamda mikrometrik vint tekisliklari detailning o'lchanishi kerak bo'lgan nuqtalariga tegiziladi.

O`lchanayotgan detal deformatsiyalanmasligi uchun mikrometrik vintning o`lchanadigan detalni kesish kuchi shaqqildoq vositasida cheklanadi. Mikrometr yordamida detal o`lchamlarini vtulka shkalasi bo`yicha 0,5 mm aniqlikgacha hisoblash mumkin. Millimetrning yuzdan bir ulushlari esa vtulkadagi "bo`ylama ariqcha" qarshisiga to`g`ri kelgan mikrometr barabanidagi shkala bo`yicha hisoblanadi.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Mikrometr bilan silindrning har xil joyidan diametrini o`lchang. (D_1, D_2, D_3, D_4, D_5).
2. Shtangensirkul bilan silindr balandligini besh marta har xil joyidan o`lchang (h_1, h_2, h_3, h_4, h_5).
3. (3) formula bo`yicha silindrning o`rtacha diametrini toping.
4. (5) formula bo`yicha har xil o`lchashdagi absolyut xatolar $\Delta D_1, \Delta D_2, \Delta D_3, \Delta D_4, \Delta D_5$ larni hisoblang.
5. (6) formula bo`yicha o`rtacha diametrning maksimal absolyut xatosi ($\Delta D_{o`rt}$) ni toping.
6. Diametrning o`rtacha maksimal nisbiy xatosi $E_D = \frac{\Delta D_{ypr}}{D_{ypr}} \cdot 100\%$ ni toping.
7. Shu aytilgan usulda silindrning o`rtacha balandligi ($h_{o`rt}$), absolyut xatolar ($\Delta h_1, \Delta h_2, \Delta h_3, \Delta h_4, \Delta h_5$), maksimal absolyut xato ($\Delta h_{o`rt}$) va maksimal nisbiy xato $E_h = \frac{\Delta h_{ypr}}{h_{ypr}} \cdot 100\%$ larni hisoblang.
8. (2) formulaga diametr va balandlikning o`rtacha qiymatlarini qo`yib silindr hajmini hisoblang.
9. (7) formulalar bo`yicha silindr hajmining maksimal nisbiy xatosini toping.
10. Tarozida jismning massasi m ni o`lchang.
11. (8) va (9) formulalar bo`yicha zichlikning nisbiy va absolyut xatolarini aniqlang.
12. (1) formula bo`yicha silindrning zichligini aniqlang.
13. (10) formula yordamida zichlikning haqiqiy qiymati (ρ_{xak}) ni hisoblang.

KUZATISH JADVALI

No	h	Δh	E_h	D	ΔD	E_D	$V_{o`rt}$	E_V	m	Δm	$\rho_{o`rt}$	E_ρ	$\Delta \rho$	ρ_{xak}
1														
2														
3														
4										0,1gr				
5														
o`rt														

NAZORAT SAVOLLARI

1. Zichlik deb nimaga aytiladi?
2. Shtangensirkul va mikrometr qanday asbob?
3. Maksimal absolyut xato qanday formulada hisoblanadi?
4. Maksimal nisbiy xato qanday formulada topiladi?
5. Nisbiy xato bo`yicha absolyut xato qanday topiladi?
6. Ko`paytmaning nisbiy xatosi deb nimaga aytiladi?
7. Kasrning nisbiy xatosi deb nimaga aytiladi?
8. Asbobning aniqligi deb nimaga aytiladi?

Mashg`ulotga pedagogik texnologiya metodlarini qo`llash
«Blits» metodi

1-ilova

Talaba javobi	To`g`ri javob	Ishni bajarish tartibi
		(3) formula bo`yicha silindrning o`rtacha diametrini toping.
		(6) formula bo`yicha o`rtacha diametrning maksimal absolyut xatosi ($\Delta D_{o`rt}$) ni toping.
		(5) formula bo`yicha har xil o`lchashdagi absolyut xatolar $\Delta D_1, \Delta D_2, \Delta D_3, \Delta D_4, \Delta D_5$ larni hisoblang.
		Diametrning o`rtacha maksimal nisbiy xatosi $E_D = \frac{\Delta D_{ypr}}{D_{ypr}} \cdot 100\%$
		Shu usulda silindrning o`rtacha balandligi ($h_{o`rt}$), absolyut xatolar ($\Delta h_1, \Delta h_2, \Delta h_3, \Delta h_4, \Delta h_5$), maksimal absolyut xato ($\Delta h_{o`rt}$) va maksimal nisbiy xato $E_h = \frac{\Delta h_{ypr}}{h_{ypr}} \cdot 100\%$ larni hisoblang.
		(2) formulaga diametr va balandlikning o`rtacha qiymatlarini qo`yib silindr hajmini hisoblang.
		Tarozida jismning massasi m - ni o`lchang.
		(8) va (9) formulalar bo`yicha zichlikning nisbiy va absolyut xatolarini aniqlang.
		(7) formulalar bo`yicha silindr hajmining maksimal nisbiy xatosini toping.
		formula bo`yicha silindrning zichligini aniqlang.
		(10) formula yordamida zichlikning haqiqiy qiymati (ρ_{xag}) ni hisoblang.

“Aqliy hujum” metodi

2-ilova

№	Nazariy savollar
1	Zichlik deb nimaga aytiladi?
2	Zichlik qanday o`lchov birlikda o`lchanadi?
3	Maksimal absolyut xato qanday aniqlanadi?
4	Maksimal nisbiy xato qanday aniqlanadi?
5	Ko`paytmaning nisbiy xatosi deb nimaga aytiladi ?
6	Kasrning nisbiy xatosi deb nimaga aytiladi?
7	Zichlikning nisbiy xatosi qanday hisoblanadi?
8	Asbobning aniqligi deb nimaga aytiladi?

2-LABORATORIYA ISHI

MAVZU: GALILEY TARNOVIDA YUMALAB ISHQALANISH KOEFFITSIENTINI VA SHAR TO`SIQQA URILGANDAGI KUCH IMPULSINI ANIQLASH

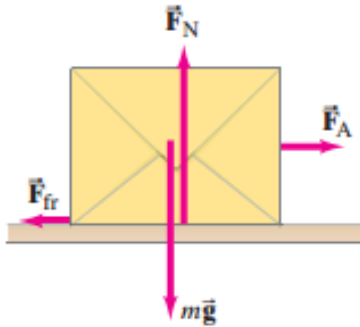
Ishning maqsadi:

Qiya tekislikdagi jism harakati hamda yumalab ishqalanish koeffitsienti va shar to`siqqa urilgandagi kuch impulsini tajriba yo`li bilan aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar:

1. Galiley tarnovi
2. Chizg`ich
3. Sharcha
4. Sekundomer
5. Tarozi va toshlari

NAZARIY MUQADDIMA

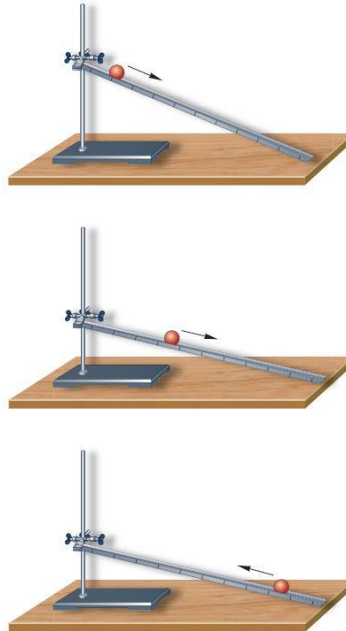


1-rasm.

F_{fr} – ishqalanish kuchi,
 F_A – tortishish kuchi,
 F_N – reaksiya kuchi,
 mg – og`irlik kuchi [1].

Mexanikaga oid masalalarni hal etishda ishqalanish kuchlari bilan ish ko`rishga to`g`ri keladi. Bir-biriga tegib turgan jismlar yoki bir jismning o`zaro tegib turgan bo`laklari bir-biriga nisbatan ko`chganda hosil bo`ladigan **kuchlar ishqalanish kuchlari deb ataladi.**

Tarnovdan yumalab tushayotgan sharga bir necha kuch ta`sir etadi: og`irlik kuchi, ishqalanish va havoning qarshilik kuchi.



2-rasm.

Og`irlik kuchi $P=mg$ (1)

Og`irlik kuchini ikkita tashkil etuvchilarga ajratish mumkin: R_n - sharni qiya tekislikka siquvchi kuch

$$P_n = P \cos \alpha \quad (2)$$

va qiya tekislik bo'ylab harakatlantiruvchi kuch

$$F = P \sin \alpha \quad (3)$$

Qiya tekislik bo'ylab harakatlanayotgan shar harakat yo'nalishiga qarshi ishqalanish kuchi ta'sir etadi. Bu ishqalanish kuchi normal bosim kuchiga (ushbu holda P_n), ishqalanish koeffitsienti va shar radiusiga (r) bog'liqdir.

$$F_{\text{ishk}} = \frac{k}{r} \cdot P_n = \frac{k}{r} P \cos \alpha \quad (4)$$

k - dumalanish ishqalanish koeffitsienti bo'lib, shar hamda qiya tekislik materialiga bog'liq va uzunlik birligiga ega.

Quyidagi mulohazalar asosida ham (4) formulaga ega bo'lish mumkin. Dumalayotgan sharga bir necha kuch ta'sir etadi.

P - og'irlik kuchi

F_{ishq} - ishqalanish kuchi

F - ta'sir etuvchi kuch

Sharga ta'sir etuvchi kuchlarning teng ta'sir etuvchisi $\vec{N} = \vec{F}_{\text{mumk}} + \vec{P} + \vec{F}$ orqa tomonga ortgan bo'ladi, chunki shar manfiy chiziqli tezlanishga ega. N kuch chizig'i shar markazidan yuqoriroqda o'tishi kerak, aks holda kuch musbat tezlanish beradi. Kuchlarning teng ta'sir etuvchisining qo'yilish nuqtasi " k " masofaga siljigan $k \ll r$ bo'lganligi uchun qiya tekislik burchagi ham juda kichik bo'ladi, shu sababli $\sin \alpha \approx \alpha$. Shuning uchun 3- rasmdan og'irlik kuchi reaksiya kuchiga taxminan teng bo'ladi, ya'ni $N \approx P$ yoki $N = P \cos \alpha$. Sharga ta'sir etuvchi kuch va ishqalanish

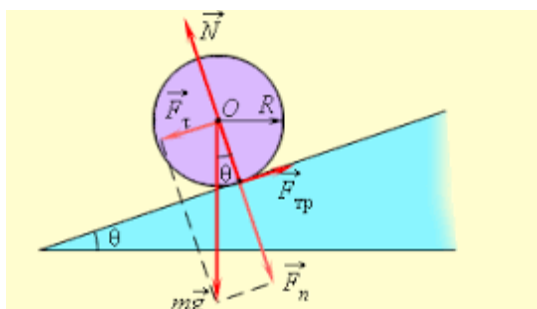
kuchi orasida quyidagi bog'lanish mavjud: $F = N \sin \alpha \approx F_{\text{ishq}}$ yoki $F = N \alpha \approx F_{\text{ishq}}$. Rasmdan $\sin \alpha = \frac{k}{r}$

bo'lganligi uchun $F_{\text{ishq}} = N \alpha = N \frac{k}{r}$ yoki $F_{\text{ishq}} = P \frac{k}{r} \cos \alpha$ yoki $F_{\text{ishq}} = P \frac{k}{r} \cos \alpha$.

Bundan $F_{\text{ishq}} \cdot r = P \cdot k$

Bu tengliklardan ko'rinadiki " k " kuch yelkasi vazifasini bajarar ekan. Shu sababli uzunlik birligida o'lchanadi.

Ishqalanish kuchi momenti normal bosim kuchini " k " ga ko'paytmasiga teng. " k " kattalikni dumalanish kuchlari momentining koeffitsienti deyiladi.



3-rasm. Galiley tarnovi

$$F_{\text{ishq}} = \frac{k}{r} \cdot P_n$$

Qarshilik kuchi (F_{qar}) esa jism shakli va uni muhitdagi harakat tezligiga bog'liq. Ushbu ishda kuchni qiymati kichik bo'lganligi sababli unga ta'sir etuvchi qarshilik kuchini hisobga olmasa ham bo'ladi.

Dumalayotgan shar ishqalanish (F_{ishq}) va kuchlarning teng ta'sir etuvchisi tufayli tezlanish olib tekis tezlanuvchan harakatlanadi, ya'ni

$$ma = F - F_{\text{ishq}} \quad (5)$$

(1) dan " m " ni, (3) dan F ni va (4) dan F_{ishq} qiymatlarini hisobga olinsa:

$$\frac{P}{g} a = P \sin \alpha - \frac{k}{r} P \cos \alpha \quad (6) \quad \text{dan}$$

$$a = g \left(\sin \alpha - \frac{k}{r} \cos \alpha \right) \quad (7)$$

Dumalayotgan sharni tezlanishi qiya tekislikni og'ish burchagi (α), ishqalanish koeffitsienti va shar radiusiga bog'liq. Agar $F = F_{\text{ishq}}$ va $\alpha = 0$ bo'lsa, shar tekis dumalaydi, ya'ni

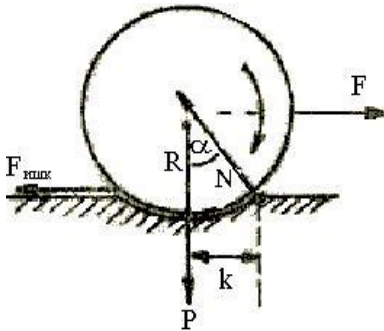
$$P \sin \alpha = \frac{k}{r} P \cos \alpha \quad \frac{k}{r} = \text{tg} \alpha$$

$$F > F_{\text{ishq}} \quad \text{da esa} \quad P \sin \alpha > \frac{k}{r} P \cos \alpha$$

$\frac{k}{r} > \text{tg} \alpha$ da harakat sekinlanuvchan,

$\frac{k}{r} < \text{tg} \alpha$ da harakat tezlanuvchan bo'ladi,

(7) formuladan ishqalanish koeffitsientini aniqlash mumkin:



4-rasm. Dumalayotgan shar

$$k = \frac{r}{\cos \alpha} \left(\sin \alpha - \frac{a}{g} \right) \quad \vartheta_0 = 0 \quad \text{da} \quad l = \frac{at^2}{2} \quad \text{va} \quad a = \frac{2l}{t^2}$$

bu yerda l - sharni bosib o'tgan yo'li, t - uni harakatlanish vaqti, " a " ni qiymatini hisobga olsak:

$$k = \frac{r}{\cos \alpha} \left(\sin \alpha - \frac{2l}{gt^2} \right)$$

yoki

$$k = r \left(\text{tg} \alpha - \frac{2l}{gt^2 \cos \alpha} \right) \quad (8)$$

Bu " k " ni hisoblash formulasidir. Unga shar radiusi (r), masofaga (l) harakatlanish vaqti (t) va qiya tekislik burchagi (α) o'lchab qo'yiladi. Sharni to'siqqa urilgandagi kuch impulsini o'lchash uchun Nyutonning ikkinchi qonunidan foydalanamiz.

$$\vec{F} \Delta t = m \vec{\vartheta}_1 + m \vartheta_1 \quad (9)$$

Jism impulsining o'zgarishi **kuch impulsiga** teng.

Jism massasini uning tezligiga ko'paytmasi bilan o'lchanadigan kattalikka jism **impulsi deyiladi** ($m\vartheta$). Moduli bo'yicha

$$\Delta(F \cdot t) = m(\vartheta_1^1 - \vartheta_1) \quad (6)$$

ga teng, chunki shar to'siqqa urilib qaytganida tezligi yo'nalishi o'zgaradi.

ϑ_1 - sharni urilguncha bo'lgan tezligi

ϑ_1^1 - sharni to'siqqa urilib qaytish vaqtidagi tezligi.

Sharni urilguncha bo'lgan tezligi $\vartheta_1 = a t = \frac{2l}{t^2} t = \frac{2l}{t}$

urilgandan keyingi tezligi

$$\vartheta_1' = \frac{2l_1}{t_1}$$

l - qaytish masofasi, t_1 - o`sha masofani bosib o`tish uchun ketgan vaqt, t_1 ni tajribada o`lchash qiyin bo`lganligi uchun ϑ_1^1 aniqlashda sharni to`siqqa urilguncha va urilgandan keyingi kinetik energiyalarining nisbatlaridan foydalanamiz. E_k -sharni urilguncha to`liq kinetik energiyasi bo`lib, h_3 balandlikda potensial energiya bilan ishqalanish kuchi bajargan ishi ayirmasiga teng:

$$E_k = E_{\text{pot}} - A$$

$$E_k = mgh_3 - \frac{k}{r} Pl \cos \alpha$$

$h_3 = l \sin \alpha$ ga teng (4-rasm).

Urilgandan keyingi shar kinetik energiyasi l_1 masofadagi ishqalanish kuchini yengish vaqtdagi bajarilgan ishga, h_3 - balandlikka ko`tarilishdagi berilgan potensial energiyalarga sarf bo`ladi (4-rasm), ya'ni

$$h_4 = l_1 \sin \alpha$$

$$E_k^1 = mgh_4 + \frac{k}{r} mgl_1 \cos \alpha$$

$$E_k = mgl_1 \sin \alpha + \frac{k}{r} mgl_1 \cos \alpha$$

Sharni urilguncha to`liq kinetik energiyasi:

$$E_k = \frac{m\vartheta_1^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2}$$

Bu yerda J - sharni inersiya momenti bo`lib

$$J = \frac{5}{2} mr^2 \quad \text{ga teng.}$$

$\vartheta = \omega r$ bog`lanishni hisobga olsak

$$E_k = \frac{m\vartheta_1^2}{2} + \frac{2m\vartheta_1^2}{10} = \frac{7m\vartheta_1^2}{10}$$

Shunga o`xshash shar urilgandan keyingi kinetik energiyasi

$$E_k' = \frac{m\vartheta_1^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2} = \frac{7m\vartheta_1^2}{10}$$

nisbat

$$\frac{E_k'}{E_k} = \frac{mgl_1 \sin \alpha + \frac{k}{r} mgl_1 \cos \alpha}{mgl \sin \alpha - \frac{k}{r} mgl \cos \alpha} \quad \text{dan}$$

$$\frac{\vartheta_1'^2}{\vartheta_1^2} = \frac{mgl_1 \sin \alpha + \frac{k}{r} mgl_1 \cos \alpha}{mgl \sin \alpha - \frac{k}{r} mgl \cos \alpha} = \frac{l_1 \left(\sin \alpha + \frac{k}{r} \cos \alpha \right)}{l \left(\sin \alpha - \frac{k}{r} \cos \alpha \right)}$$

$$\mathfrak{S}'_1 = \mathfrak{S}_1 \sqrt{\frac{l_1 \left(\sin \alpha + \frac{k}{r} \cos \alpha \right)}{l \left(\sin \alpha - \frac{k}{r} \cos \alpha \right)}} = \mathfrak{S}_1 \sqrt{\frac{l_1}{l} \left(1 + \frac{2k}{rtg\alpha - k} \right)}$$

Shunday qilib,

$$F\Delta t = m(\mathfrak{S}'_1 + \mathfrak{S}_1) = m\mathfrak{S}_1 \left[1 + \sqrt{\frac{l_1}{l} \left(1 + \frac{2k}{rtg\alpha - k} \right)} \right]$$

yoki

$$F\Delta t = m \frac{2l}{t} \left[1 + \sqrt{\frac{l_1}{l} \left(1 + \frac{2k}{rtg\alpha - k} \right)} \right] \quad (10)$$

(10) formula bo'yicha kuch impulsini hisoblanadi.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

- Galiley tarmovini o'qituvchi tomonidan berilgan uzunlikka (l) qo'ying. h_1 va h_2 balandliklarni o'lchang va $h_2 - h_1$ qiymatini jadvalga yozing.
- Shar radiusini (r) o'lchang.
- Sharni tortib, uni massasini (m) aniqlang.
- To'siq qo'yib shar dumalanishi vaqtida bosib o'tgan masofani o'lchang (l).
- Sekundomer ishlashini tekshiring va shar dumalanishi uchun ketgan vaqt (t) ni o'lchang.
- Sharning to'siqqa urilib qaytish masofasi (l_1) ni o'lchang.
- Hamma o'lchashlarni kamida 5 marta takrorlang va ularni qiymatini jadvalga yozing.
- $\frac{h_2 - h_1}{l} = \sin \alpha$, α qiymati bo'yicha $\cos \alpha$ va $tg \alpha$ lar topiladi.
- (8) formula bo'yicha dumalanish ishqalanish koeffitsientini, (10) formula bo'yicha kuch impulsini hisoblang.

KUZATISH JADVALI

№	m	$h_2 - h_1$	l	l_1	T	r	K	Δk	E_k	F Δt
1										
2										
3										
4										
5										
o'rt										

NAZORAT SAVOLLARI

- Ishqalanish kuchlari nimalarga bog'liq? Dumalanish ishqalanishchi?
- Tarnovdan dumalayotgan shar tezlanishi nimalarga bog'liq?

3. Jism impulsini deb nimaga aytiladi?
4. Kuch impulsini nima?
5. Jism impulsini, kuch impulsini o'lchov birligi?
6. "k" ni hisoblash formulasini keltirib chiqaring.
7. "k" nimalarga bog'liq?

**Mashg'ulotga pedagogik texnologiya metodlarini qo'llash
«Blits» metodi**

1-ilova

Talaba javobi	To'g'ri javob	Ishni bajarish tartibi
		<i>Sharni tortib, uni massasini (m) aniqlang</i>
		<i>Sekundomer ishlashini tekshiring va shar dumalanishi uchun ketgan vaqt (t) ni o'lchang.</i>
		<i>Galiley tarnovini o'qituvchi tomonidan berilgan uzunlikka (l) qo'ying. h_1 va h_2 balandliklarni o'lchang va h_2-h_1 qiymatini jadvalga yozing.</i>
		<i>Sharning to'siqqa urilib qaytish masofasi (l_1) ni o'lchang</i>
		<i>To'siq qo'yib shar dumalanishi vaqtida bosib o'tgan masofani o'lchang (l).</i>
		<i>Shar radiusini (r) o'lchang.</i>
		<i>Hamma o'lchashlarni kamida 5 marta takrorlang va ularni qiymatini jadvalga yozing.</i>
		<i>(8) formula bo'yicha dumalanish ishqalanish koeffitsientini, (10) formula bo'yicha kuch impulsini hisoblang.</i>
		<i>$\frac{h_2 - h_1}{l} = \sin \alpha$, α qiymati bo'yicha $\cos \alpha$ va $\operatorname{tg} \alpha$ lar topiladi.</i>

“Aqliy hujum” metodi

2-ilova

№	Nazariy savollar
1	<i>Ishqalanish kuchi deb nimaga aytiladi?</i>
2	<i>Ishqalanish kuchlari nimalarga bog'liq?</i>
3	<i>Dumalanish Ishqalanish kuchi nimalarga bog'liq??</i>
4	<i>Tarnovdan dumalayotgan shar tezlanishi nimalarga bog'liq?</i>
5	<i>Jism impulsini deb nimaga aytiladi?</i>
6	<i>Kuch impulsini nima?</i>
7	<i>Jism impulsini, kuch impulsini o'lchov birligi?</i>

3 - LABORATORIYA ISHI
MAVZU: HALQANING TEBRANISHI METODI BILAN OG'IRLIK
KUCHINING TEZLANISHINI ANIQLASH

Ishning maqsadi:

Fizik mayatnik tebranish qonunlarini tebranayotgan halqa misolida o`rganish va tebranayotgan halqa yordamida erkin tushish tezlanishini o`lchash.

Kerakli asboblari va materiallari:

1. Halqalar to`plami
2. Shtangensirkul
3. Sekundomer

NAZARIY MUQADDIMA

Qattiq jismni aylanma harakatga keltirish uchun aylanish o`qiga parallel bo`lmagan va aylanish o`qidan o`tmaydigan tashqi F kuch bilan qattiq jismning biror nuqtasiga ta'sir etish kerak.

Masalan, F kuch aylanish o`qiga ko`ndalang (perpendikular) bo`lmagan tekislikda yotsin. Bu vaqtda jismning aylanma harakati kuch kattaligiga va kuch yo`nalishidan aylanish o`qigacha bo`lgan masofasiga (kuch yelkasiga) bog`liq bo`ladi.

Kuchning kuch yelkasiga ko`paytmasi bilan o`lchanadigan kattalikka aylanish o`qiga nisbatan **kuch momenti** deyiladi.

$$M = F \cdot r \quad (1)$$

Agarda aylanma harakatlanayotgan jismni xayolan bir necha m_i massali bo`laklardan iborat deb hisoblasak va har bir massa aylanish o`qidan r_i masofada joylashgan bo`lsa, u vaqtda elementar bo`lakcha, masofaning aylanish o`qidan joylashish masofasining kvadratiga ko`paytmasi elementar bo`lakcha **inersiya momenti** deyiladi.

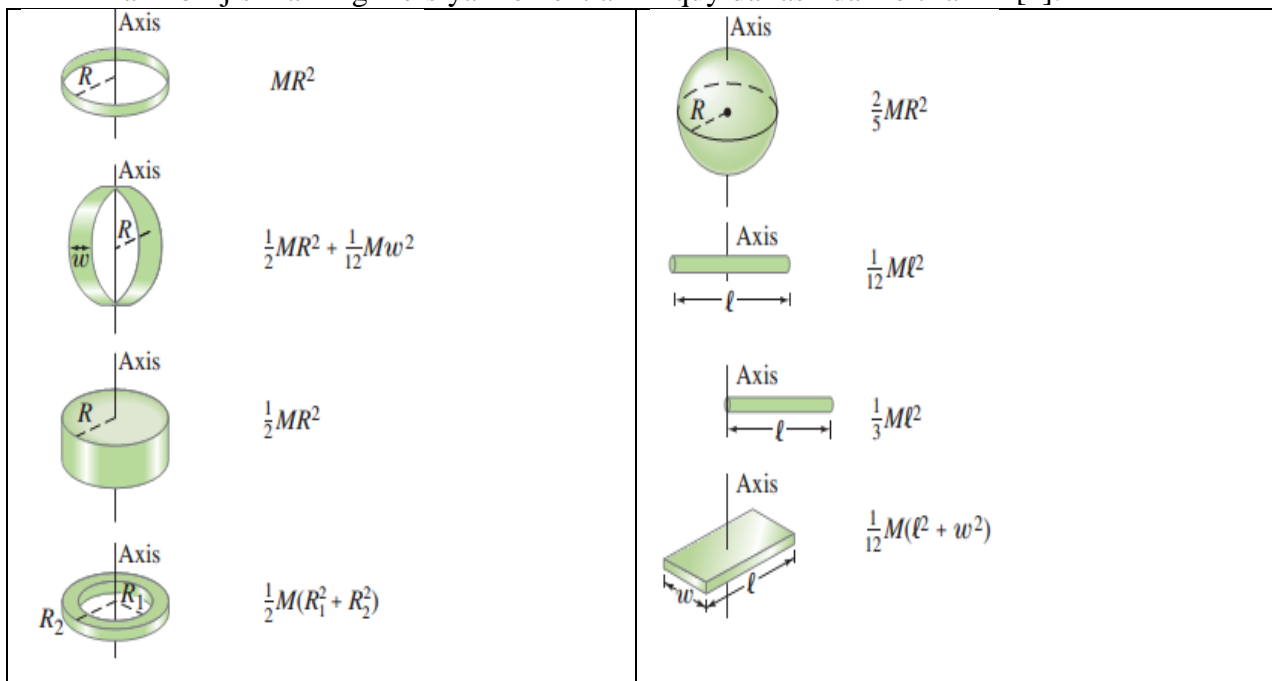
$$J_i = m_i r_i^2 \quad (2)$$

Jismning inersiya momenti jismni tashkil etuvchi bo`laklar inersiya momentlarining yig`indisiga teng.

$$J = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2$$

Jism inersiya momenti faqatgina massasiga bog`liq bo`lmay, aylanish o`qiga nisbatan jism joylanishiga ham bog`liqdir. Shuning uchun turli jismlarning inersiya momentlari aylanish o`qi turiga qarab har xil bo`ladi. Har bir xol uchun alohida hisoblanadi (1-rasm).

Ba`zi bir jismlarning inersiya momentlarini quyida rasmda keltiramiz [1]:



1-rasm

Masalan, yupqa halqa uchun $J = mr^2$, disk uchun $J = \frac{1}{2} mr^2$ qalin halqa uchun

$$J = \frac{1}{2} m(R_1^2 + R_2^2) \quad \text{ko`rinishda bo`ladi.}$$

Agar biror jismning og`irlik markazidan o`tuvchi o`qqa nisbatan inersiya momenti ma`lum (J_0) bo`lsa, Shteyner teoremasi bo`yicha o`sha o`qqa parallel bo`lgan har qanday o`qqa nisbatan (J) inersiya momentini topish mumkin.

$$J = J_0 + md^2 \quad (3)$$

Bunda J - og`irlik markazidan o`tuvchi o`qqa parallel bo`lgan har qanday o`qqa nisbatan inersiya momenti

m - jism massasi

d - og`irlik markazidan aylanish o`qigacha bo`lgan masofa.

Jismga ta`sir etuvchi kuch momenti bilan jism inersiya momentlari o`zaro bog`liqdir, ya`ni

$$M = J\varepsilon \quad (4)$$

Bunda ε - jismning burchak tezlanishi

J - jismning inersiya momenti

(4) tenglama **aylanma harakat dinamikasining asosiy qonunini** ifodalaydi.

Agar ixtiyoriy shakldagi jismni gorizontal o`qqa osib, muvozanat holatidan chetga chiqarsak, kuch momenti ta`sirida tebranadi. Og`irlik kuchi $P = mg$ ni normal P_n va urinma P_t tashkil etuvchilarga ajratsak (2) rasmda ko`rinib turibdiki, jism P_t -kuch ta`sirida muvozanat vaziyati tomon harakatlanadi:

$$P_t = P \sin \alpha = mg \sin \alpha$$

Aylanish o`qiga nisbatan og`irlik kuchining momenti.

$$M = P_t r = r \cdot mg \sin \alpha \quad \text{ga teng bo`ladi.}$$

Kuch momenti (M) ta`sirida tebranma harakatlanayotgan har qanday jism **fizik mayatnik deyiladi.**

Kichik burchakka og`dirilgan **fizik mayatnik tebranish davri**

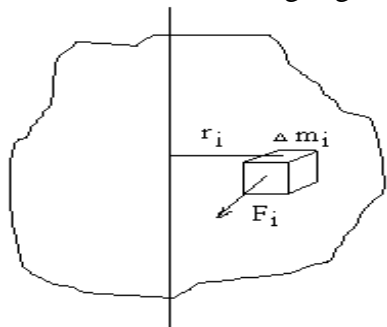
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mgr}} \quad (5) \quad \text{dan topiladi.}$$

Bu yerda

J - mayatnik inersiya momenti

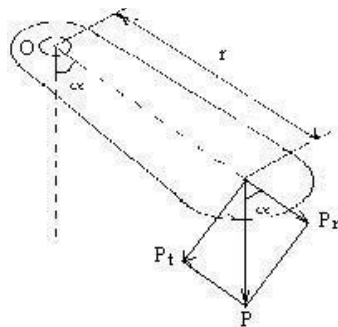
r - og`irlik markazidan aylanish o`qigacha bo`lgan masofa

g - og`irlik kuchining tezlanishi



2-rasm.

Aylanma harakatlanayotgan jism



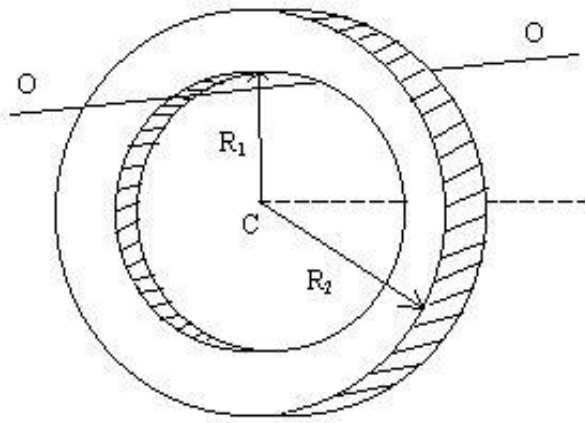
3-rasm.

Tebranayotgan jism

(5) tenglamani “ g ” ga nisbatan yechsak:

$$g = \frac{4\pi^2 J}{T^2 m} \quad (6)$$

bo`ladi.



4-rasm.Fizik mayatnik

Bu formulani (3) rasmda ko'rsatilgan, tebranayotgan halqaga qo'llaymiz. (4- rasmda) O - mayatnikning tebranish o'qidan o'tgan tayanch nuqta, S - halqaning og'irlik markazi, R_1 - halqaning ichki radiusi, R_2 - halqaning tashqi radiusi, R_2-R_1 -halqa qalinligi.

Bu holat uchun Shteyner teoremasini tadbiq etsak:

$$J=J_0+mR_1^2 \quad (7)$$

J_0 - qiymatini (7) qo'ysak halqani O nuqtadan o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya momenti:

$$J=\frac{1}{2} m(R_1^2 + R_2^2) + mR_1^2 = \frac{1}{2} m(3R_1^2 + R_2^2) \quad (8)$$

ko'rinishga ega bo'ladi.

Inersiya momentining qiymatini (6) formulaga qo'ysak:

$$g=\frac{4\pi^2 m(3R_1^2 + R_2^2)}{2R_1 mT^2} = \frac{2\pi^2 (3R_1^2 + R_2^2)}{R_1 T^2} \quad (9)$$

Halqaning tebranish davrini, ichki va tashqi radiuslarini o'lchab, so'ngra og'irlik kuchi tezlanishini aniqlash ishning asosiy maqsadidir.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Shtangensirkul bilan halqaning ichki D_1 va tashqi D_2 diametrlarini o'lchab, so'ngra R_1 va R_2 larni toping.
2. Sekundomer bilan "n" ta tebranish uchun sarflangan vaqtni, so'ngra tebranish davrini $T=\frac{t}{n}$ dan toping.
3. Halqaning radiusi va tebranish davrini kamida 3 marta o'lchab o'rtacha qiymatini (9) ga qo'yib "g" topiladi.
4. Tajribani 2 ta halqa bilan bajarib, qiymatlari jadvalga yoziladi.
5. Hisoblarning absolyut va nisbiy xatolari topiladi.
6. O'lchash va hisoblash natijalarini quyidagi jadvalga albatta yozing.

KUZATISH JADVALI

N _o	R_1	R_2	t	N	T	g	Δg	E_g
1								
2								
1								
2								

NAZORAT SAVOLLARI

1. Qanday mayatnikga fizik mayatnik deyiladi?
2. Qanday mayatnikga matematik mayatnik deyiladi?
3. Qanday kuch tasirida mayatnik tebranma harakatlanadi?
4. Kuch momenti va inersiya momenti deb nimaga aytiladi?
5. Shteyner teoremasining mazmuni nimadan iborat?
6. Og'irlik kuchi tezlanishi deb nimaga aytiladi va u turli sistemalarda qanday birliklarda o'lchanadi?
7. Fizik mayatnik tebranish davri massasiga bog'liqmi?

**Mashg'ulotda pedagogik texnologiya usullarini qo'llash
«Blits» metodi**

1-ilova

Talaba javobi	To'g'ri javob	Ishni bajarish tartibi
		<i>Tajribani 2 ta halqa bilan bajarib, qiymatlari jadvalga yoziladi</i>
		<i>O'lchash va hisoblash natijalarini quyidagi jadvalga albatta yozing</i>
		<i>Halqaning radiusi va tebranish davrini kamida 3 marta o'lchab o'rtacha qiymatini (9) ga qo'yib "g" topiladi</i>
		<i>Hisoblarning absolyut va nisbiy xatolari topiladi</i>
		<i>Shtangensirkul bilan halqaning ichki D_1 va tashqi D_2 diametrlarini o'lchab, so'ngra R_1 va R_2 larni toping</i>
		<i>Sekundomer bilan "n" ta tebranish uchun sarflangan vaqtni, so'ngra tebranish davrini $T = \frac{t}{n}$ dan toping</i>

“Aqliy hujum” metodi

2-ilova

№	Nazariy savollar
1	<i>Qanday mayatnikga fizik mayatnik deyiladi?</i>
2	<i>Qanday mayatnikga matematik mayatnik deyiladi?</i>
3	<i>Qanday kuch ta'sirida mayatnik tebranma harakatlanadi?</i>
4	<i>Kuch momenti va inersiya momenti deb nimaga aytiladi?</i>
5	<i>Shteyner teoremasining mazmuni nimadan iborat?</i>
6	<i>Og'irlik kuchi tezlanishi deb nimaga aytiladi va u turli sistemalarda qanday birliklarda o'lchanadi?</i>
7	<i>Fizik mayatnik tebranish davri massasiga bog'liqmi?</i>
8	<i>Tebranma harakatni xarakterlovchi kattaliklarni ayting.</i>

4 - LABORATORIYA ISHI
MAVZU: AG`DARMA MAYATNIK YORDAMIDA OG`IRLIK KUCHI
TEZLANISHINI ANIQLASH

Ishning maqsadi:

Ag`darma mayatnik yordamida og`irlik kuchi tezlanishini o`lchash.

Kerakli asbob va materiallar:

1. Ag`darma mayatnik
2. Sekundomer
3. Chizg`ich

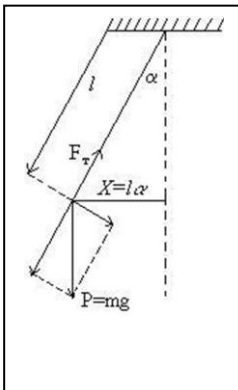
NAZARIY MUQADDIMA

Ma`lum vaqt oralig`ida takrorlanadigan jarayon yoki harakatga **tebranma harakat deyiladi** [1].

Og`irlik kuchi maydonida kichik amplituda bilan tebranayotgan matematik mayatnik

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \quad (1)$$

tenglikdan aniqlanadigan davrga egadir. Bu yerda



l - matematik mayatnik uzunligi

T - tebranish davri, ya`ni bir marta to`liq tebranishga ketgan vaqt

g - og`irlik kuchi tezlanishi

F_t - ipning taranglik kuchi.

1-rasmdan ko`rinishicha og`irlik kuchining (R) tashkil etuvchisi

$$F = P \sin \alpha \quad (2)$$

ga teng bo`lib, mayatnikni muvozanat holatiga qaytaradi.

Og`irlik maydonida tebranayotgan fizik mayatnik tebranish davri

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{mgd}} \quad (3)$$

tenglama bo`yicha aniqlanadi.

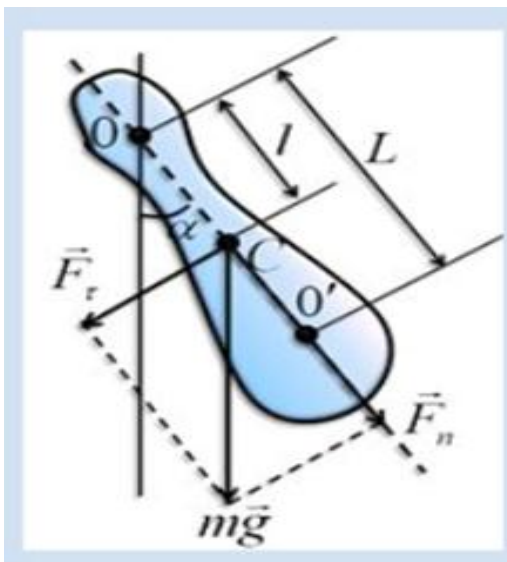
Bu yerda d - aylanish o`qidan og`irlik markazigacha (S) bo`lgan masofa

m - mayatnik massasi

J - mayatnik inersiya momenti

Mayatnik inersiya momenti (J), tebranish davri (T) aylanish o`qidan og`irlik markazigacha bo`lgan masofani (d) o`lchangandan so`ng (3) tenglama yordamida og`irlik kuchi tezlanishini hisoblash mumkin. Murakkab shakldagi jism inersiya momentini aniq hisoblash ancha qiyin. Fizik mayatnik tebranish davri kabi davr bilan tebranayotgan matematik mayatnik uzunligi, ya`ni mayatnikning keltirilgan uzunligi tushunchasini kiritsak, u holda (1) formula

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



2-rasm. Tebranayotgan jism

Ko'rinishga ega bo'ladi. Bu yerda $L = \frac{J}{md}$

fizik mayatnikning keltirilgan uzunligi bo'lib (3) va (4) ni solishtirishdan kelib chiqqan. Mayatnik tebranish o'qini oldingi tebranishi o'qi va og'irlik markazi bilan tutashtiruvchi to'g'ri chiziq bo'ylab (L) masofaga siljirilgan vaqtda ham mayatnik yana o'sha davr bilan tebranishni isbotlash mumkin.

Demak, mayatnik bir xil davr bilan tebrangan ikki o'qni to'ssak, o'qlar orasidagi masofa L mayatnik keltirilgan uzunligi bo'ladi.

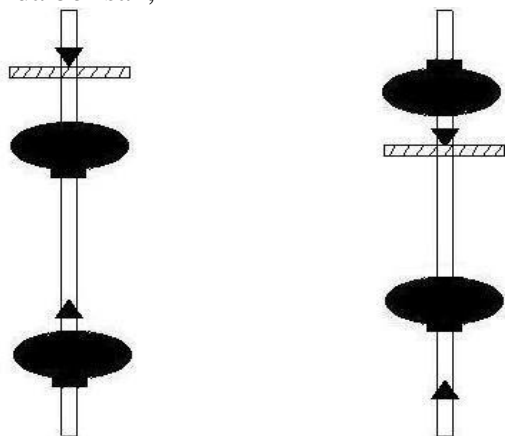
Mayatnik davri (T) va keltirilgan uzunligi (L) o'lchansa (4) formuladan og'irlik kuchi tezlanishini topish mumkin. Ushbu ishda ag'darma mayatnikdan foydalaniladi. Oddiy ag'darma mayatnik (3-rasm) ikkita osangi va ikkita tayanch chizmali (mayatnik osiladigan nuqtalar) sterjendan iborat.

Mayatnikni birinchi va ikkinchi tayanchlarga osib uni ikkala holda ham bir xil davr bilan tebranishini o'lchash jarayonidagi prizma va posangilarni holatini belgilab olish kerak.

Agarda mayatnik keltirilgan uzunligi uni prizma qirralari orasidagi masofasiga teng bo'lib, uni haqiqiy tebranish davri (T) bo'lsa ham, mayatnikning ikkita tayanchiga qo'yib (ya'ni ikkala o'q bo'ylab) tebratilganda davrlari turlicha (T_1 va T_2) ga teng bo'lib, ularga L dan farqli L_1 va L_2 keltirilgan uzunliklar mos keladi. Ularga mos tengliklarni qo'yidagicha yoza olamiz:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}; \quad T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{L_1}{g}}; \quad T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{L_2}{g}}$$

Yuqoridagi qiymatlarni kvadratga oshirib so'ngra birinchi tenglikni keyingilariga alohida-alohida bo'lsak,



3- rasm. Ag'darma mayatnik

$$LT_1^2 = L_1 T^2, \quad LT_2^2 = L_2 T^2 \quad (5)$$

ga erishamiz. Spteyner teoremasini L_1, L_2 uchun qo'llab

$$L_1 = \frac{J_1}{ml_1} = \frac{J_0 + ml_1^2}{ml_1} = \frac{J_0}{ml_1} + l_1$$

$$L_2 = \frac{J_2}{ml_2} = \frac{J_0 + ml_2^2}{ml_2} = \frac{J_0}{ml_2} + l_2$$

nisbatlarni yoza olamiz.

$$L = l_1 + l_2 - \text{prizmalar orasidagi masofa}$$

Bu qiymatlarni (5) tenglikdagi L_1 , L_2 va L o'rniga qo'yib

$$(l_1 + l_2)T_1^2 = \left(l_1 + \frac{J_0}{ml_1}\right)T^2$$

$$(l_1 + l_2)T_2^2 = \left(l_2 + \frac{J_0}{ml_2}\right)T^2 \quad \text{ga ega bo'lamiz}$$

$\frac{J_0}{m}$ ga qisqartirsak

$$l_1 T_1^2 - l_2 T_2^2 = (l_1 - l_2)T^2 \quad \text{ko'rinishga ega bo'ladi va}$$

$$T = \frac{l_1 T_1^2 - l_2 T_2^2}{l_1 - l_2} \quad (6)$$

(4) tenglikni (g) ga nisbatan yechib va unga topilgan T ni qiymatini qo'ysak, ya'ni

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad \text{dan} \quad g = \frac{4\pi^2 L}{T^2} \quad \text{yoki}$$

$$g = \frac{4\pi^2 L(l_1 - l_2)}{l_1 T_1^2 - l_2 T_2^2} \quad (7)$$

Ag'darma mayatnik tebranish davrining taqribiy qiymati uchun (7) tenglama bilan oson va katta aniqlikda (g) ni hisoblash mumkin.

QURILMANING TUZILISHI

Ag'darma mayatnik– sterjenga (A) mustahkam mahkamlangan ikkita prizma (D) va ikkita posangilardan iborat. (C) posangi prizmalar orasida joylashgan, ikkinchi posangi (B) esa sterjen uchiga joylashib, noniusli shkala bo'yicha siljiydi va vint orqali kerakli holatda mahkamlanadi.

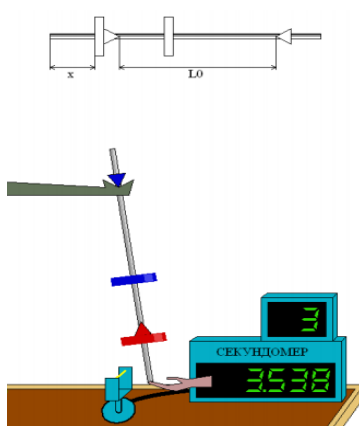
Prizmalar orasidagi masofa mayatnik tebranishida uni amplitudasi 5° dan oshmasligi kerak, mayatnikning birinchi va ikkinchi prizmalarga osib 50-100 ta tebranish uchun T_1 va T_2 tebranish davrlari topiladi:

$$T_1 = \frac{t_1}{n_1}; \quad T_2 = \frac{t_2}{n_2} \quad (8)$$

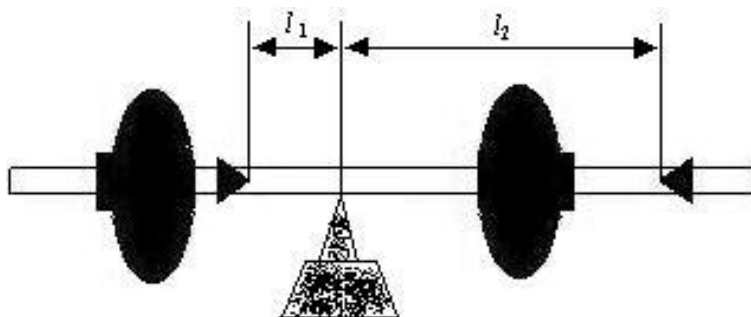
4-rasm. Qurilma tuziliishi

bu yerda

t_1 - birinchi prizмага :
uchun ketgan vaqt,
 t_2 - ikkinchi prizмага :
uchun ketgan vaqt.



l_1 va l_2 masofalarni aniqlash uchun mayatnikni asta olib qirrali taglik ustiga qo'yiladi va muvozanat holatiga erishiladi. Muvozanat holatidagi qirra bilan tayanch prizmalargacha bo'lgan masofalar l_1 va l_2 ni beradi (5-rasm). Masofalar chizg'ich bilan 1 mm aniqlikkacha o'lchanadi.



5-rasm.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Mayatnikni qirrali tayanchga gorizontal joylashtirib muvozanat holatiga keltiring, l_1 va l_2 masofalarni o'lchang hamda $L = l_1 + l_2$ ni jadvalga yozing.
2. Mayatnikni (D_1) prizma osib, kichik amplitudali tebranma harakatga keltiring. n_1 ta tebranishga ketgan t_1 vaqtni o'lchang va $T_1 = \frac{t_1}{n_1}$ ni hisoblab jadvalga yozing.
3. Mayatnikni (D_2) prizma osib yuqoridagi tajribani takrorlang va $T_2 = \frac{t_2}{n_2}$ ni hisoblab jadvalga yozing.
4. (7) formula bo'yicha og'irlik kuchi tezlanishini hisoblang va jadvalga yozing.

KUZATISH JADVALI

N ^o	l_1	l_2	L	T_1	T_2	g	Δg	E_g
1								
2								
3								
4								

NAZORAT SAVOLLARI

1. Fizik mayatnik deb nimaga aytiladi?
2. Fizik mayatnik keltirilgan uzunligi deb nimaga aytiladi?
3. Spteyner teoremasini aytib bering va formulasini yozing?
4. Og'irlik kuchi tezlanishini ag'darma mayatnik bilan o'lchashda qanday afzalligi bor?
5. Fizik va matematik mayatnikning tebranish davrlari formulalarini yozib bering.

*Mashg'ulotda pedagogik texnologiya usullarini qo'llash
«Blits-o'yin» texnologiyasi metodi*

1-ilova

Talaba javobi	To'g'ri javob	Ishni bajarish tartibi
		Mayatnikni (D_2) prizma osib yuqoridagi tajribani takrorlang va

		$T_2 = \frac{t_2}{n_2}$ ni hisoblab jadvalga yozing
		(7) formula bo'yicha og'irlik kuchi tezlanishini hisoblang va jadvalga yozing
		Mayatnikni qirrali tayanchga gorizontal joylashtirib muvozanat holatiga keltiring, l_1 va l_2 masofalarni o'lchang hamda $L = l_1 + l_2$ ni jadvalga yozing
		Mayatnikni (D_1) prizмага osib, kichik amplitudali tebranma harakatga keltiring. n_1 ta tebranishga ketgan t_1 vaqtni o'lchang va $T_1 = \frac{t_1}{n_1}$ ni hisoblab jadvalga yozing

“Aqliy hujum” metodi

2-ilova

<i>Nö</i>	<i>Nazariy savollar</i>
1	<i>Fizik mayatnik deb nimaga aytiladi?</i>
2	<i>Fizik mayatnik keltirilgan uzunligi deb nimaga aytiladi?</i>
3	<i>Spteyner teoremasini aytib bering va formulasini yozing?</i>
4	<i>Og'irlik kuchi tezlanishini ag'darma mayatnik bilan o'lchashda qanday afzalligi bor?</i>
5	<i>Fizik va matematik mayatnikning tebranish davrlari formulalarini yozib bering</i>

5 - LABORATORIYA ISHI

MAVZU: PRUJINALI MAYATNIKNING TEBRANISHINI O'RGANISH

Ishning maqsadi:

Prujinali mayatnik tebranishini o'rganish orqali uning tebranish davri, Prujina bikrligi va so'nar tebranishning logarifmik dekrementini aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar:

1. Shkalali taglikka o'rnatilgan prujinali mayatnik
2. Sekundomer
3. Har xil massali yuklar

NAZARIY MUQADDIMA

O'zaro bog'lanib, tebrana oladigan jismlar to'plamiga tebranish sistemasi deyiladi. Eng oddiy tebranish sistemasi prujinali mayatnik (1-rasm) ni ko'raylik.

Prujinali mayatnik (m) massali yuklar osilgan elastik prujinadan iborat. Yuk massasiga nisbatan prujina massasining juda kichik bo'lgani uchun hisobga olinmaydi. Prujinaga yuk osilgan vaqtdagi ya'ni boshlang'ich uzunligi l_0 ga teng bo'lsa, unga yuk osilgan vaqtda Δl ga cho'ziladi va buni prujinaning statik uzayishi deyiladi. Osilgan yuk og'irligi prujina elastiklik kuchiga teng bo'lgan vaqtda mayatnik muvozanat holatda bo'ladi.

$$mg = k\Delta l \quad (1)$$

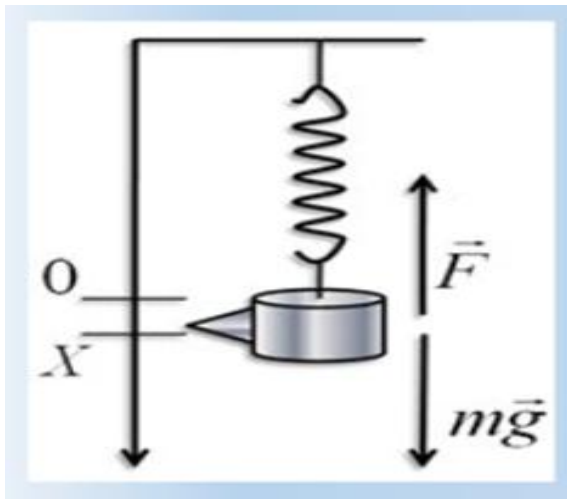
Yukni muvozanat vaziyatidan pastga (X) masofaga siljitaylik. Bu vaqtda prujina $\Delta l + x$ ga uzayib, qiymati uncha katta bo'lmaganligi uchun Guk qonuniga bo'ysunadi va bu vaqtda yukka ta'sir etuvchi natijaviy kuch

$$F = mg - k(\Delta l + x)$$

ga teng bo'ladi. (1) ni e'tiborga olganda

$$F = -kx$$

(2) ga teng bo'ladi.



1-rasm. Prujinali mayatnik

(K) ni qaytaruvchi kuch koeffitsienti deyiladi.

Prujinali mayatnikda qaytaruvchi kuch vazifasini elastiklik kuchi, qaytaruvchi kuch koeffitsienti vazifasini prujina bikrligi bajaradi.

Prujina uzunligi bir birlikka o'zgargan vaqtdagi prujinani deformatsiyalovchi kuchga son qiymati jihatidan teng bo'lgan kattalikka prujinaning bikrlilik koeffitsienti deyiladi.

Yukni muvozanat vaziyatidan pastga $x_0 = A_0$ masofaga siljitib qo'yib yuborilganida, u vertikal tebranma harakatlanadi. Yukka qisqa vaqt oralig'ida havoning qarshilik kuchini hisobga olinmasa ham bo'ladi. U vaqtda yuk harakat tenglamasi Nyutoning ikkinchi qonuniga asosan

Minus ishora siljish kuchga qarama-qarshi yo'nalganligini ifodalaydi. Shunday qilib, yukni muvozanat vaziyatidan siljirilgan vaqtdagi natijaviy kuch siljish kattaligiga proporsional bo'lib muvozanat vaziyati tomon yo'naldi. Bu kuch yukni muvozanat vaziyatiga qaytarishga intilgani uchun u qaytarish kuch, (2) dagi

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx \quad (3)$$

ga teng bo`ladi. Bu vaqtdagi siljish (X) vaqtga bog`liq

$$x = A_0 \sin \omega t \quad (4)$$

qonuni asosida o`zgaradi.

Bu yerda A_0 - amplituda, maksimal siljish

ω - tebranishning siklik chastotasi

T - tebranish davri.

(4) tenglama (3) tenglamani yechimi bo`lib, u oddiy garmonik tebranma harakatning differensial tenglamasidir. Yukni x- masofaga siljitish uchun elastik kuchi $F = -kx$ ga qarshi

$$A = \int_0^x (-F) dx = \int_0^x kx dx = \frac{kx^2}{2}$$

ish bajarish kerak. Bu ish tebranish sistemasining potensial energiyasini hosil etishga sarf bo`ladi. Muvozanat vaziyatidagi potensial energiyasi nolga teng. Desak, yukni (x) ga siljitishda sistema

$$E_n = \frac{kx^2}{2} \quad (5)$$

potensial energiyaga ega bo`ladi. Yuk muvozanat vaziyatidan eng katta siljigan ($x = A_0$) vaqtda sistema eng katta potensial energiyaga ega bo`ladi, ya`ni

$$E_n = \frac{kA_0^2}{2} \quad (6)$$

Yuk muvozanat vaziyatidan o`tayotgan ($x = 0$) vaqtda esa, sistema eng katta kinetik energiyaga ega bo`ladi:

$$E_k = \frac{m\vartheta_{\max}^2}{2}$$

bu yerda $\vartheta = \frac{dx}{dt} = A_0 \omega \cos \omega t$; $\vartheta_{\max} = A_0 \omega$ da

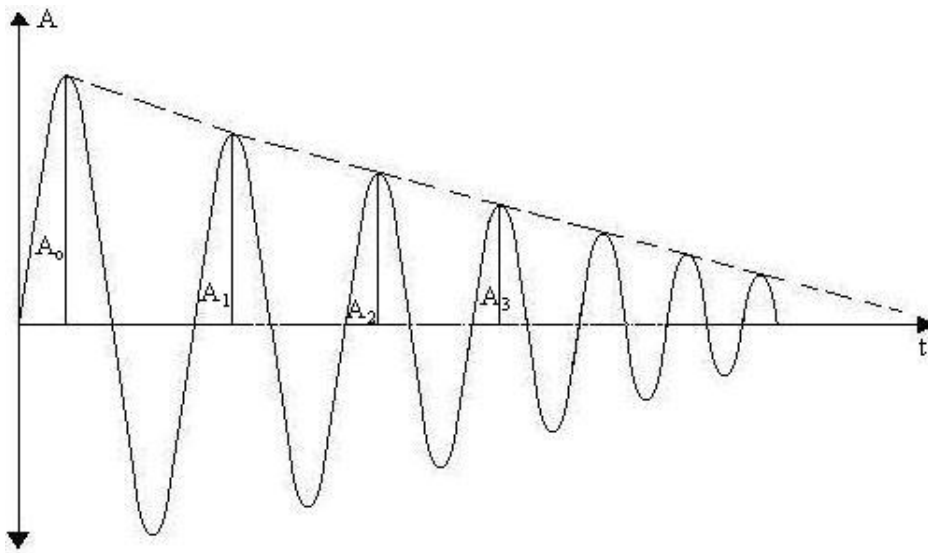
$$E_k = \frac{mA_0^2 \omega^2}{2} \quad (7)$$

Ishqalanish kuchlarini hisobga olinmasa ham bo`ladi, u vaqtda energiyaning saqlanish qonuni bo`yicha

$$E_n = E_k \quad \text{yoki} \quad \frac{kA_0^2}{2} = \frac{m}{2} A_0^2 \omega^2$$

Undan $k = m\omega^2$ yoki $k = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2$ va $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

Shunday qilib, elastik prujinaga osilgan jism tebranish davri yuk og`irligi va amplitudaga bog`liq bo`lmay faqat yuk massasi va prujinaning bikrlilik koeffitsientiga bog`liq ekan.



2-rasm. So`nar tebranishlar grafigi

Sekin tebranma harakat qilayotgan yukning harakat tezligi qarshilik kuchiga proporsional o`zgaradi.

$$F_{\text{kar}} = -r\dot{x} = -r \frac{dx}{dt}$$

Tekshirilayotgan vaqt kattaroq (bir necha sekunndan oshiq) bo`lganda esa yukni tebranma harakatiga havo qarshilik ko`rsatish sezilarli bo`lib, vaqt o`tishi bilan tebranish amplitudasi kamaya boradi. Bunday tebranishlar so`nar tebranishlar deyiladi (2-rasm). Shu sababli yukni so`nar tebranma harakat tenglamasi

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx - r \frac{dx}{dt} \quad \text{ga teng bo`ladi.}$$

Tebranish amplitudasi eksponential qonun bo`yicha kamaya boradi va t vaqt momenti uchun

$$A = A_0 e^{-\beta t} \text{ ga teng bo`ladi.}$$

A_0 – boshlang`ich amplituda

e – natural logarifm asosi

β - so`nish koeffitsienti.

Bir-biridan bir davr orqada qolgan natural logarifmlar ikkita amplitudasining nisbatiga so`nishning logarifmik dekrementi deyiladi.

$$\Delta = \ln \frac{A_{n-1}}{A_n} = \ln \frac{A_0 e^{-\beta t}}{A_0 e^{-\beta(t+T)}} = \beta T$$

Bir davrga orqada qolgan tebranishlar amplitudasi bir-biridan juda oz farq etadi shu sababli so`nish koeffitsientini aniqroq hisoblash uchun bir-biridan «n» davrga farq etuvchi tebranish amplitudalari o`lchanadi. Tenglik nisbatlari:

$$\frac{A_0}{A_1} = e^{\beta T}; \quad \frac{A_1}{A_2} = e^{\beta T}; \quad \frac{A_{(n-1)}}{A_n} = e^{\beta T}$$

ni ko`paytirsak

$$\frac{A_0}{A_1} \cdot \frac{A_1}{A_2} \cdot \frac{A_2}{A_3} \dots \frac{A_{(n-1)}}{A_n} = e^{\beta T} \cdot e^{\beta T} \dots e^{\beta T} = (e^{\beta T})^n \text{ hosil bo`ladi.}$$

Demak,
$$\ln \frac{A_0}{A_n} = n\beta T \quad (9)$$

(n) qanchalikkattabo`lsa, (β) so`nishko`rsatkichishunchalikasi hisoblanadi.

QURILMA TUZILISHI VA ISHNI BAJARISH TARTIBI

Silindr shakldagi spiralsimon prujinaga osilgan yuk (m) prujinali mayatnikdir (3-rasm). Yuk tebranish amplitudasini vizer yordamida vertikal shkala bo`yicha hisoblanadi. Bikrlik koeffitsientini statistik metod bilan o`lchash uchun shkala bo`yicha qo`shimcha yuk osilgan vaqtdagi prujina uzayishini o`lchash lozim. Prujina uzayishi va qo`shimcha yuk massasini bilgach, (1) formula yordamida prujinaning bikrlik koeffitsientini hisoblash mumkin:

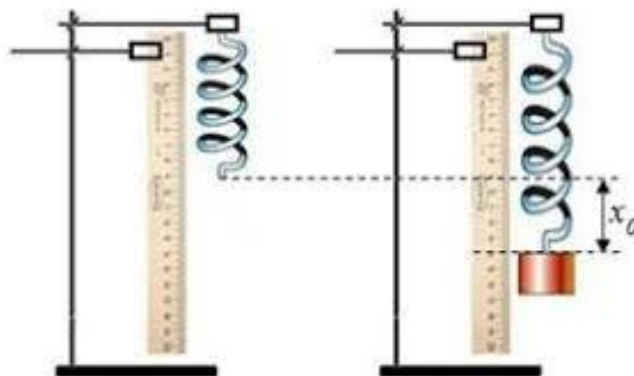
$$k = \frac{mg}{\Delta l}$$

So`ngra tebranish davri (T) o`lchanadi.

Buning uchun prujinaga osilgan yukni pastga bir necha santimetrga cho`zib qo`yib yuboriladi hamda mayatnik n ta to`liq tebranish uchun ketgan vaqtni sekundomer yordamida o`lchanadi. Davr

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \text{tenglama bo`yicha hisoblanadi va natijani } T = \frac{t}{n} \quad \text{bilan solishtiriladi. So`nishning}$$

logarifmik dekrementini aniqlash uchun prujinaning statik muvozanat holatida ko`rsatgichini shkaladagi vaziyati belgilab olinadi, so`ngra yukni muvozanat holatidan pastga tortib turib shkala bo`yicha boshlang`ich amplitudasi (A_0) o`lchanadi.



3- rasm. Qurilma tuzilishi

Yukni qo`yib yuborish bilan birga sekundomer (n) to`liq tebranishga ketgan vaqni (t) o`lchash uchun yurgiziladi. Bundan tashqari shkala bo`yicha amplitudalardan oxirigisi o`lchanadi. A_0 , A_n va (t), (n) – tebranish sonlari va shuningdek mayatnik tebranishi davrini bilgach (β) va (Δ) larni hisoblash mumkin:

$$\Delta = \beta T; \quad \ln \frac{A_0}{A_n} = n\beta T \quad \Delta = \frac{\ln \frac{A_0}{A_n}}{n}$$

Hamma o`lchashlar kamida uch marta takrorlanadi.

Osilgan yuk massasi va prujinali mayatnik tebranish davrini bilgach (6) formula bo`yicha bikrlik koeffitsienti hisoblab va u statistik metod bilan olingan natijaga solishtiriladi.

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} \quad \text{va} \quad k = \frac{mg}{\Delta l}$$

Ma'lum bo'lgan A_0 , A_n , k yordamida mayatnikning boshlang'ich zapas energiyasi va oxirgi holat energiyasi

$$E_1 = \frac{kA_0^2}{2} \quad E_n = \frac{kA_n^2}{2}$$

tenglamalar bo'yicha hisoblanadi. Bu tenglamalardan muhitning qarshiligini yengish uchun sarf bo'lgan energiyani topish mumkin:

$$\Delta E = E_1 - E_n = \frac{k}{2} (A_0^2 - A_n^2)$$

O'lchash natijalarini jadvalga yoziladi.

KUZATISH JADVALI

N_2	K	$T = \frac{t}{n}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$	A_0	N	A_n	Δ	E_0	E_n	ΔE
1										
2										
3										

NAZORAT SAVOLLARI

1. Prujinali mayatnik tebranish davri nimalarga bog'liq?
2. Prujina bikrligi deb nimaga aytiladi?
3. So'nuvchi va garmonik tebranish differensial tenglamalarini yozing. Ular nima bilan farq etadi?
4. So'nishning logarifmik dekrementi deb nimaga aytiladi?

Mashg'ulotda pedagogik texnologiya usullarini qo'llash
«Blits-o'yin» texnologiyasi metodi

1-ilova

<i>Talaba javobi</i>	<i>Tug'ri javob</i>	<i>Ishni bajarish tartibi</i>
		<i>Prujina uzayishi va qo'shimcha yuk massasini bilgach, (1) formula yordamida prujinaning bikrlik koeffitsientini hisoblash mumkin:</i> $k = \frac{mg}{\Delta l}$
		<i>Bikrlik koeffitsientini statistik metod bilan o'lchash uchun shkala bo'yicha qo'shimcha yuk osilgan vaqtdagi prujina uzayishini o'lchash lozim.</i>
		<i>Yuk tebranish amplitudasini vizer yordamida vertikal shkala bo'yicha hisoblanadi.</i>
		<i>So'nishning logarifmik dekrementini aniqlash uchun prujinaning statik muvozanat holatida ko'rsatgichini shkaladagi vaziyati belgilab olinadi, so'ngra yukni muvozanat holatidan pastga tortib turib shkala bo'yicha boshlang'ich amplitudasi (A_0) o'lchanadi.</i>
		<i>Yukni qo'yib yuborish bilan birga sekundomer (n) to'liq tebranishga ketgan vaqni (t) o'lchash uchun yurgiziladi. Bundan tashqari shkala bo'yicha amplitudalardan oxirgisi o'lchanadi</i>
		<i>So'ngra tebranish davri (T) o'lchanadi.</i>

	<p>prujinaga osilgan yukni pastga bir necha santimetrغا cho`zib qo`yib yuboriladi hamda mayatnik n ta to`liq tebranish uchun ketgan vaqtni sekundomer yordamida o`lchanadi. Davr $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ tenglama bo`yicha hisoblanadi va natijani $T = \frac{t}{n}$ bilan solishtiriladi.</p>
	<p>A_0, A_n va $(t), (n)$ – tebranish sonlari va shuningdek mayatnik tebranishi davrini bilgach (β) va (Δ) larni hisoblash mumkin:</p>

“Aqliy hujum” metodi

2-ilova

Nazariy savollar	
№	
1	Prujinali mayatnik tebranish davri nimalarga bog`liq?
2	Prujina bikrligi deb nimaga aytiladi?
3	So`nuvchi va garmonik tebranish differensial tenglamalarini yozing. Ular nima bilan farq etadi?
4	So`nishning logarifmik dekrementi deb nimaga aytiladi?
5	Tebranish davri (T) deb nimaga aytiladi?
6	Prujining bikrlilik koeffitsientini qanday hisoblash mumkin:
7	$k = \frac{mg}{\Delta l}$ ni o`lchov birligi.

6- LABORATORIYA ISHI

MAVZU: REZONANS HODISASI YORDAMIDA HAVODA TOVUSH TARQALISH TEZLIGINI ANIQLASH

Ishning maqsadi:

Rezonans metodi bilan havodagi tovush to`lqini tarqalish tezligi va to`lqin uzunligini o`lchash.

Kerakli asbob va materiallar:

1. Maxsus asbob
2. Tovush chastotali generator

NAZARIY MUQADDIMA

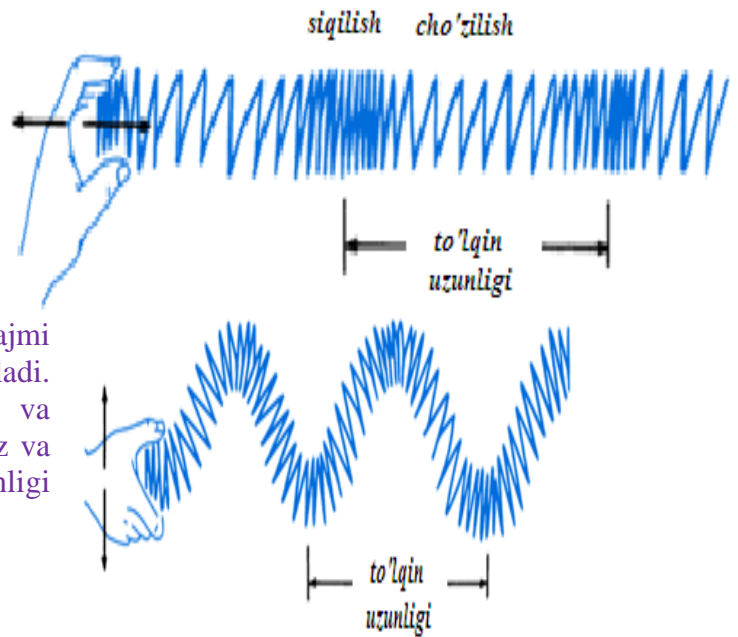
Biror tashqi kuch ta`siri ostida muvozanat vaziyatidan chetga chiqarilgan va o`z holiga qo`yilgan jismning tebranishi erkin yoki xususiy tebranish deyiladi.

Muhitda tebranishning tarqalishiga to`lqin deyiladi. To`lqin yo`nalishi bu muhitda tebranishlarning tarqalish yo`nalishidir. Zarrachalar yo`nalishiga qarab to`lqinlar bo`ylama va ko`ndalang to`lqinlarga ajraladi.

Agar muhit zarrachalarining tebranma harakati to`lqin tarqalish yo`nalishi bilan mos kelsa, bunday to`lqin bo`ylama to`lqin deyiladi. Bo`ylama to`lqin navbat bilan keluvchi qator zichlanish va siyraklanishlardan iborat (1-rasm).

1-rasm

Agar muhit zarrachalarining tebranma harakati to`lqin tarqalish yo`nalishiga perpendikulyar yo`nalgan bo`lsa, bunday to`lqin ko`ndalang to`lqin deyiladi. Ko`ndalang to`lqin navbat bilan keluvchi do`ngliklar va botiqliklardan iborat (2-rasm).



2-rasm

Qattiq jismlarda jismning shakli va hajmi o'zgarganda elastik kuchlar vujudga keladi. Shuning uchun qattiq jismlarda bo'ylama va ko'ndalang to'lqinlar tarqalishi mumkin. Gaz va suyuqliklarda esa elastik kuchlar bo'lmaganligi sababli ko'ndalang to'lqinlar tarqala olmaydi.

Havodagi tovush to'lqini-bo'ylama to'lqinidir. Bir davrga teng bo'lgan vaqt ichida tebranishning muhitda tarqalish masofasi to'lqin uzunligi deb ataladi. Tebranishning tarqalish tezligi (ϑ) chastotasi (ν) va to'lqin uzunligi (λ) orasidagi bog'lanish quyidagi tenglama bilan ifodalanadi.

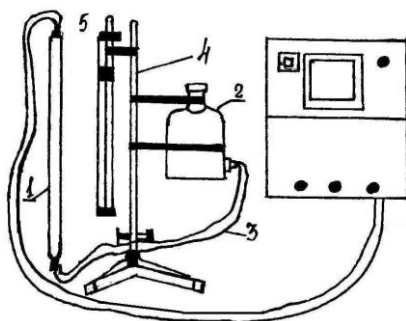
$$\lambda = \frac{\vartheta}{\nu} = \vartheta T \quad (1)$$

T- tebranish davri.

QURILMANING TUZILISHI VA O'LCHASH METODI

Ushbu laboratoriya ishida maxsus asbob ishlatiladi. U baland metall shtativga (4) mahkamlangan, diametri 30 mm, uzunligi 1- metr shisha nay (1) va rezina trubasi (3) orqali tutashgan suv rezervuari (2) dan iborat (3-rasm).

Suvli rezervuar metall sterjen bo'ylab yuqori va pastga harakat etishi va vint (5) yordamida aniq balandlikda mahkamlanishi mumkin. Shisha naydagi suv sathini aniqlash uchun shtativning ikkinchi tomoniga masshtabli chizg'ich (6) o'rnatilgan. Shisha nayning ochiq uchiga 3-rasmda ko'rsatilganidek qilib tovush generatori bilan ulangan dinamik o'rnatilgan. U tovush generatori bergan chastotasida tovush to'lqinlarini tarqatadi. Tovush generatori hosil qilgan tovush chastotalari telefon orqali mexanik tebranishga aylanadi. Tovush to'lqinining havoda tarqalish tezligini o'lchash usuli turg'un to'lqin xossasiga asoslangandir. Tarqalayotgan va biror muhitdan qaytgan to'lqinlarning ustma-ust tushishi natijasida hosil bo'lgan to'lqin turg'un to'lqin deyiladi (3-rasm).

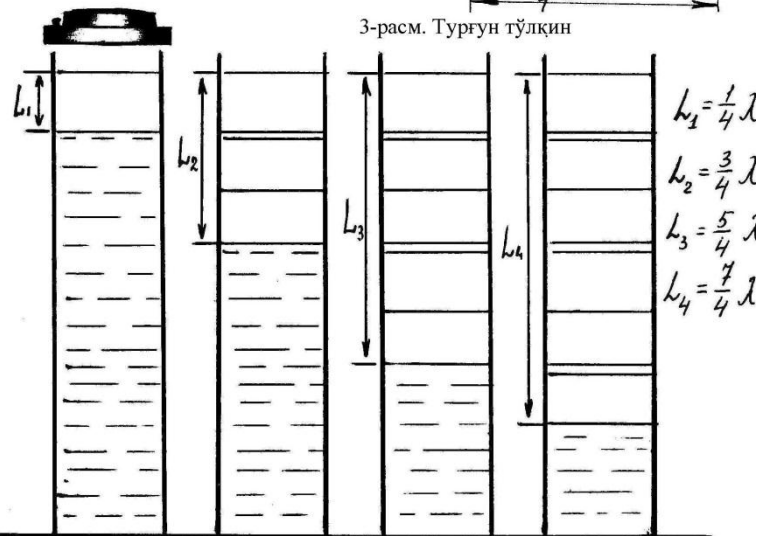
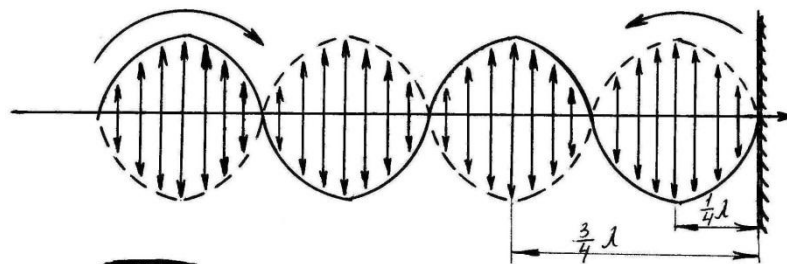
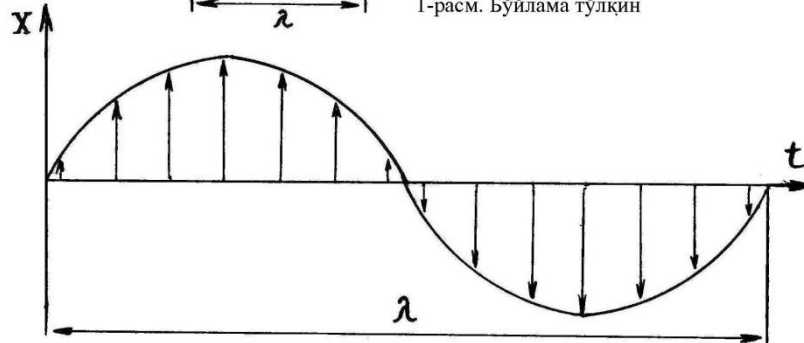
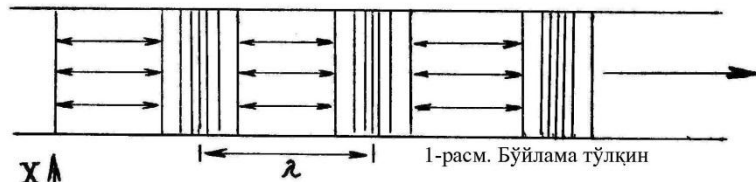


Tebranish amplitudalari maksimal bo'lgan nuqtalar turg'un to'lqinning do'ngligi, tebranish amplitudalari minimal bo'lgan nuqtalar esa turg'un to'lqinning tuguni deyiladi. Akustik zichligi kattaroq bo'lgan muhitdan qaytgan to'lqin fazasi qarama-qarshi kattalikka o'zgarish natijasida yarim to'lqin uzunligi yo'qoladi. Naydagi havo o'zgarish natijasida yarim to'lqin uzunligi yo'qoladi.

3-rasm. Qurilma tuzilishi

Naydagi havo ustuni ma'lum bir uzunlikka erishganda havo ustuni bo'ylab suvga tomon yo'nalgan tovush to'lqini bilan suv sathidan qaytgan tovush to'lqinlarining fazalari qarama-qarshi bo'lib, bu to'lqinlar qo'shilishi natijasida natijaviy amplituda eng katta qiymatga erishgan holdagina tovush kuchayadi. Bu esa akustik rezonans hodisasidir.

Rezonans deb, biror jismni tebranishga majbur etuvchi kuch chastotasi jismning xususiy tebranish chastotasiga yaqin kelganda, jism tebranish amplitudasi keskin ortib ketishi hodisasiga aytiladi.



Ushbu hodisada generatorni tovush tebranish chastotasi, naydagi havo ustunining xususiy chastotasiga yaqinlashadi, va havo ustunini tebranishi maksimal amplitudaga erishadi. Tovush to'lqinining suv sirtidan qaytgan nuqtasida to'lqin tuguni, nay ochiq qismida esa to'lqin do'ngligi hosil bo'ladi. Tovush to'lqinining birinchi kuchayishi naydagi havo ustuning uzunligi tovush to'lqini

uzunligining $\frac{\lambda}{4}$ ga teng bo'lganda ro'y beradi. Har gal havo ustunida to'lqin uzunligining tok sondagi chorak qismi joylashsa, shisha nay ichidagi havo ustuni intensiv tovush chiqaradi (4-rasm).

$$\text{ya'ni:} \quad (2n-1) \frac{\lambda}{4} = L + 0,8R \quad (2)$$

bunda L - rezonanslovchi havo ustunining uzunligi

λ - tovush to'lqin uzunligi

n - rezonanslovchi havo ustunining tartib nomeri

R- havo ustuni radiusi, ya'ni havo ustuni joylashgan nay radiusi

(2) chi tenglamadan

$$\lambda = \frac{4(L + 0,8R)}{2n - 1} \quad (3)$$

tovush to'lqinining uzunligini topish mumkin. (1) va (3) tenglamalardan foydalanib t^0 - temperaturadagi tovush tarqalish tezligini aniqlash mumkin:

$$\vartheta = \lambda \nu \quad \text{yoki}$$

$$\vartheta = \frac{4(L + 0,8R)\nu}{2n - 1} \quad (4)$$

ν - tovush chastotasi o'qituvchi tomonidan berilib, generator shkalasida aniqlanadi.

Tebranish chastotasini bilib va havo ustuni uzunligini (5) chizg'ich yordamida o'lchangan tovush to'lqin uzunligi hamda uni tarqalish tezligini aniqlash mumkin.

Tovush to'lqinining havoda tarqalish tezligi temperaturaga ham bog'liq bo'ladi

$$\vartheta_0 = \frac{\vartheta}{\sqrt{1 + \beta t^0}} \quad (5)$$

bu yerda ϑ_0 - 0^0 S da tovush tarqalish tezligi

β - tovush tezligining temperatura koeffitsienti,

ϑ - t^0 S da tovush tarqalish tezligi

$\beta = 0,004 \text{ } 1/\text{K}$ ga teng.

Tovush to'lqinining 0^0 S da havoda tarqalish tezligi quyidagi formula bo'yicha hisoblandi:

$$\vartheta_0 = \frac{4(L + 0,8R)\nu}{(2n - 1)\sqrt{1 + \beta t^0}} \quad (6)$$

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Rezervuarni yuqoriga harakatlantirib, naydagi suv sathi maksimal ko'tarilishiga erishing. Generatorni ulang. Tovush generatori yordamida o'qituvchi belgilagan ν - chastotali tovush tebranishlari hosil etiladi.
2. Suv rezervuarini asta pastga yoki yuqoriga kuchaygan tovush eshitilguncha siljtiladi va birinchi tovush kuchaytiruvchi havo ustunining uzunligi aniqlanadi.
3. Xuddi shu yo'l bilan ikkinchi, uchinchi va x.k rezonans beruvchi havo ustunlarining uzunliklari o'lchanadi va jadvalga yoziladi.
4. Olingan natijalardan foydalanib (3) tenglama yordamida tovush to'lqinining uzunligi va (6) tenglama yordamida havoda tarqalish tezligi har bir tajriba uchun hisoblanadi va jadvalga natija yoziladi.
5. Tajribada aniqlangan tovush tarqalish tezlikning jadvaldagi qiymati bilan solishtirilib nisbiy xato

$$E_g = \frac{\vartheta_o - \vartheta_{\text{ж}}}{\vartheta_{\text{ж}}} \text{ hisoblanadi.}$$

KUZATISH JADVALI

№	L	v	t ⁰	ϑ ₀	ϑ _j	Δϑ	λ	E _g
1								
2					332 m/c			
3								
4								

NAZORAT SAVOLLARI

1. Rezonans deb nimaga aytiladi va u qanday sharoitda kuzatiladi?
2. Erkin yoki xususiy tebranish deb qanday tebranishga aytiladi?
3. To`lqin deb nimaga aytiladi, ko`ndalang va bo`ylama to`lqin debchi?
4. To`lqin tarqalish tezligi, davri, chastotasi va to`lqin uzunliklari orasida qanday bog`lanish bor?

Mashg`ulotda pedagogik texnologiya usullarini qo`llash «Blits-o`yin» texnologiyasi metodi

1-ilova

Talaba javobi	To`g`ri javob	Ishni bajarish tartibi
		<i>Suv rezervuarini asta pastga yoki yuqoriga kuchaygan tovush eshitilguncha siljiriladi va birinchi tovush kuchaytiruvchi havo ustunining uzunligi aniqlanadi</i>
		<i>Olingan natijalardan foydalanib (3) tenglama yordamida tovush to`lqinining uzunligi va (6) tenglama yordamida havoda tarqalish tezligi har bir tajriba uchun hisoblanadi va jadvalga natija yoziladi</i>
		<i>Rezervuarni yuqoriga harakatlantirib, naydagi suv sathi maksimal ko`tarilishiga erishing. Generatorni ulang. Tovush generatori yordamida o`qituvchi belgilagan v - chastotali tovush tebranishlari hosil etiladi</i>
		<i>Xuddi shu yo`l bilan ikkinchi, uchinchi va x.k rezonans beruvchi havo ustunlarining uzunliklari o`lchanadi va jadvalga yoziladi</i>
		<i>Tajribada aniqlangan tovush tarqalish tezlikning jadvaldagi qiymati bilan solishtirilib nisbiy xato</i> $E_g = \frac{\vartheta_o - \vartheta_{\text{ж}}}{\vartheta_{\text{ж}}}$ <i>hisoblanadi.</i>

“Aqliy hujum” metodi

2-ilova

№	Nazariy savollar
1	<i>Rezonans deb nimaga aytiladi va u qanday sharoitda kuzatiladi?</i>
2	<i>Erkin yoki xususiy tebranish deb qanday tebranishga aytiladi?</i>
3	<i>To`lqin tarqalish tezligi, davri, chastotasi va to`lqin uzunliklari orasida qanday bog`lanish bor?</i>
4	<i>Tovush tarqalish tezligi temperaturaga qanday bog`liq?</i>
5	<i>Qanday to`lqinga turg`un to`lqin deyiladi va u qanday hosil bo`ladi?</i>
6	<i>Nima uchun suyuqlik va gazlarda ko`ndalang to`lqin hosil bo`lmaydi?</i>
7	<i>Tovush tarqalish tezligi temperaturaga qanday bog`liq?</i>
8	<i>Rezonans usuli bilan tovush tarqalish tezligini aniqlash formulasini yozing.</i>

7 - LABORATORIYA ISHI
MAVZU: EGILISH BO`YICHA YUNG MODULINI ANIQLASH

Ishning maqsadi:

Egilish elastik deformatsiyasini o`rganish va Yung modulini aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar:

1. Egilish bo`yicha maxsus asbob
2. Tekshiriladigan nusxalar
3. Yuklar
4. Shtangensirkul
5. Chizg`ich

NAZARIY MUQADDIMA

Deformatsiya va uning turlari

Qattiq jismlar mexanikasida absolyut qattiq jism tushunchasidan foydalanamiz. Lekin tabiatda absolyut qattiq jism yo`q, chunki hamma jismlar biror kuch ta'sirida o`zining shakli va hajmini o`zgartiradi, ya'ni deformatsiyalanadi.

Deformatsiya ikki turga bo`linadi: Tashqaridan qo`yilgan kuchlarning ta'siri to`xtatilgandan keyin yo`qolib ketuvchi deformatsiya **elastik deformatsiya deyiladi**. Kuchlarning ta'siri to`xtagandan so`ng jism o`zining avvalgi holatini tiklanmasa bunday deformatsiya **plastik deformatsiya deb ataladi [1]**.

Deformatsiyalanish jarayonida qattiq jismni tashkil etuvchi zarrachalar (molekulalar va atomlar) ning ma'lum qismi bir-birlariga nisbatan siljiydi. Bunday siljishga qattiq jism tarkibidagi zaryadlangan zarrachalar orasidagi elektromagnit kuchlari qarshilik ko`rsatadi. (Zaryadlangan zarrachalar orasidagi o`zaro ta'sir kuchlari elektromagnit ta'sir kuchlari deb ataladi). Natijada deformatsiyalanayotgan qattiq jismda son jihatidan tashqaridan qo`yilgan kuchga teng, lekin qarama-qarshi yo`nalishga ega bo`lgan ichki kuch-elastiklik kuchi vujudga keladi.

Elastik deformatsiyada, tashqi kuchlar hosil bo`lgan ichki kuchlarni natijalovchi jismni istalgan kesimida jismga ta'sir etayotgan tashqi kuch bilan muvozanatlashadi. Shu sababli elastik deformatsiyada ichki elastik kuchlarni jismga qo`yiladigan tashqi kuch qiymatiga orqali aniqlash mumkin.

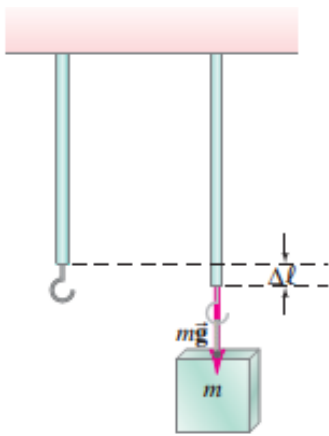
Ichki elastik kuch qiymati kuchlanish bilan xarakterlanadi. Yuza birligiga (S) ta'sir etayotgan natijaviy elastik kuchga (F) kuchlanish deyiladi.

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad (1) \quad \text{N/m}^2 \text{ larda o`lchanadi.}$$

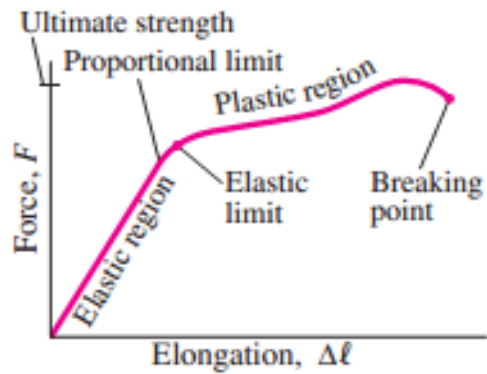
Kuch (S) yuzaga normal bo`ylab yo`nalgandagi kuchlanishi normal, shu yuzaga urinma bo`ylab yo`nalgandagina tangensial kuchlanish deyiladi. Bir birlik boshlang`ich uzunligi yoki hajmiga to`g`ri kelgan absolyut uzayishiga (Δx) nisbiy deformatsiya deyiladi.

$$\varepsilon = \frac{\Delta X}{X} \quad (2)$$

bu yerda $\Delta X = |X_1 - X_0|$ jism o`lchami o`zgarishning absolyut qiymati.



1-rasm. Guk qonuni: Δl qo'yilgan kuchga to'g'ri proporsional



2-rasm. Qattiq jismlar uchun kuch va absolyut uzayish orasidagi bog'lanish [1].

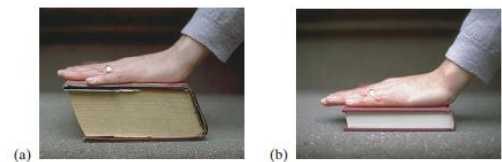
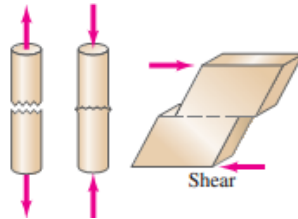
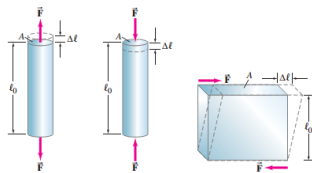
Guk tajriba orqali elastik deformatsiyalanganda jismdagi kuchlanish nisbiy deformatsiyaga to'g'ri proporsionalligini aniqlanadi.

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (3)$$

bu yerda E – proporsionallik koeffitsienti bo'lib elastiklik moduli yoki Yung moduli deyiladi.

(3) - formula istalgan ko'rinishdagi elastik deformatsiya uchun Guk qonuni ifodalaydi.

Yung moduli (E) har bir modda uchun o'zgarmas bo'lib, uni qiymati faqat deformatsiyalanayotgan jism materialiga bog'liq.



3-rasm. Mexanik kuchlanish turlari

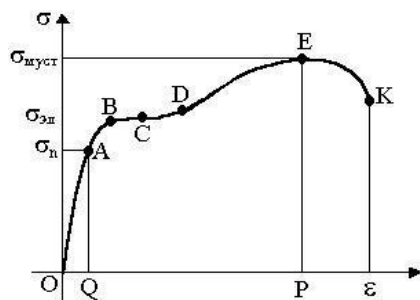
- a) cho'zilish;
- b) siqilish;
- v) siljish

4-rasm. Mexanik kuchlanish ta'sirida jismlarning buzilishi

5-rasm. Kitob qanchalik qalin bo'lsa, siljish shuncha ko'p va aksincha.

Agar $\varepsilon=1$ ga teng bo'lsa, u vaqtda $\sigma=E$ bo'ladi, ya'ni Yung moduli bir birlik nisbiy deformatsiya hosil etuvchi mexanik kuchlanish son qiymatiga teng.

Deformatsiya kuchlanishiga proporsional bo'lgandagi kuchlanish chegarasi proporsionallik chegarasi deyiladi (A nuqta 6-rasm).



6-rasm. Deformatsiya'ni kuchlanishga bog'liqligi grafigi

Deformatsiya orttirilganda elastik xarakteri saqlanadi ammo σ va E orasidagi bog'lanishni ifodalovchi grafik to'g'ri chiziqchiligi buziladi. Plastik deformatsiya boshlanguncha bo'lgan eng katta kuchlanish elastiklik chegarasi deyiladi (B nuqta). Elastiklik chegarasidan kuchlanish chekli qiymatdan ortsa, jismda qoldiq deformatsiya paydo bo'ladi, ya'ni jismdan deformatsiyalovchi kuch olingach, u o'zining dastlabki holiga qaytmaydi.

Plastik deformatsiya o'quvchanlik chegarasi bilan xarakterlanadi (D- nuqta). O'quvchanlik chegarasidagi kuchlanishlarda tashqi kuch oshirilmasa ham deformatsiya o'rta boradi.

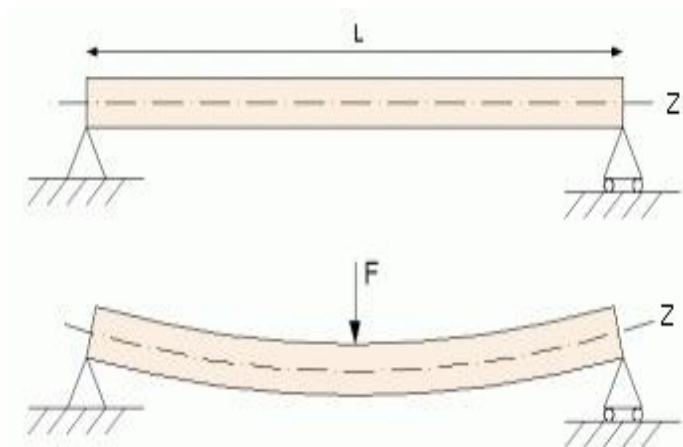
Jismning yemirilishigacha (sinishi, uzulishi) bo'lgan eng katta kuchlanishga mustahkamlik chegarasi deyiladi (E – nuqta).

Qattiq jismlar uchun Yung moduli muhim elastik o'zgarma kattalik bo'lib, uni aniqlash ushbu ishning asosiy maqsadini tashkil etadi. Bu ishda Yung moduli egilish bo'yicha aniqlanadi.

STERJENNI EGILISHI BO'YICHA YUNG MODULINI ANIQLASH

Jism egilishi yoki siqilishi uni shakli deformatsiyalanganini ifodalaydi. Agar ko'ndalang kesimi to'g'ri to'rtburchak bo'lgan AB sterjenni ikkita (m va n) prizmalar ustiga qo'yib uning o'rtasiga R kuch bilan ta'sir qilsak, sterjen egiladi (7-rasm, a).

Bu egilishda sterjenning ustki qatlamlari siqilib (7-rasm, B) ostki qatlamlari cho'ziladi. Buning natijasida sterjenni dastlabki holiga qaytaradigan elastiklik kuchi ham shuncha katta bo'ladi. O'rtasidagi neytral qatlamdan uzoqlashgan (NN) sari, elastiklik kuchlari ko'paya boradi.



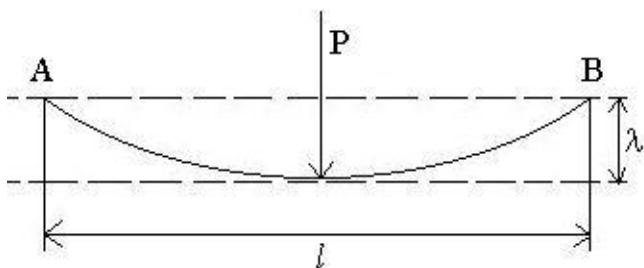
Neytral qatlamga yaqin qatlamlarda bu kuchlar juda oz bo'ladi, praktik tomonidan ularning ahamiyati yo'q. Shuning uchun amalda egilmaydigan qilib olingan yaxlit sterjen o'rniga kavak sterjenlarni muvaffaqiyat bilan ishlatish mumkin. Sterjen o'rtasining yuk qo'yilmaganda va yuk qo'yilganida vaziyatlarining oralig'ini egilish masofasi (λ - strela progiba) deyiladi.

7- rasm. Egilish deformatsiyasi

Egilish masofasi (λ) egilish deformatsiyasini o'lchami bo'lib, Guk qonuni bo'yicha

$$\lambda = \alpha F \quad (5)$$

bu yerda α - proporsionallik koeffitsientni bo'lib, moddaning elastik xossalariga, jism o'lchami va ko'ndalang kesimi shakliga bog'liq.



F– deformatsiyalovchi kuch

$$F = mg$$

kattaligi yuk og'irlik kuchi bilan aniqlanadi. Bunda m – yuk massasi, g – erkin tushish tezlanishi.

Nazariy tomondan

8-rasm. Egilish masofasi.

$$\alpha = \frac{l^3}{4Eab^3} \quad (6)$$

l - sterjenning tayanch nuqtalari orasidagi masofa,

a - sterjenning eni

b - sterjenning qalinligi

E - Yung moduli

(6) dagi α ning qiymatini (5) ga qo`ysak:

$$\lambda = \frac{mgl^3}{4Eab^3} \quad (7)$$

bundan

$$E = \frac{mgl^3}{4ab^3\lambda} \quad (8)$$

bu ishda Yung moduli (8) formula bo`yicha hisoblanadi. Bu kattalikni hisoblash egilish masofasi, sterjen o`lchamlari (a, b, l) metrlarda, yuk og`irligi N larda olinadi.

Eslatma: (8) formula hisobini osonlashtirish uchun quyidagi ko`rinishda olinadi:

$$E = K \frac{mg}{\lambda} \quad \text{b}y \quad \text{ep}d\alpha \quad K = \frac{l^3}{4ab^3}$$

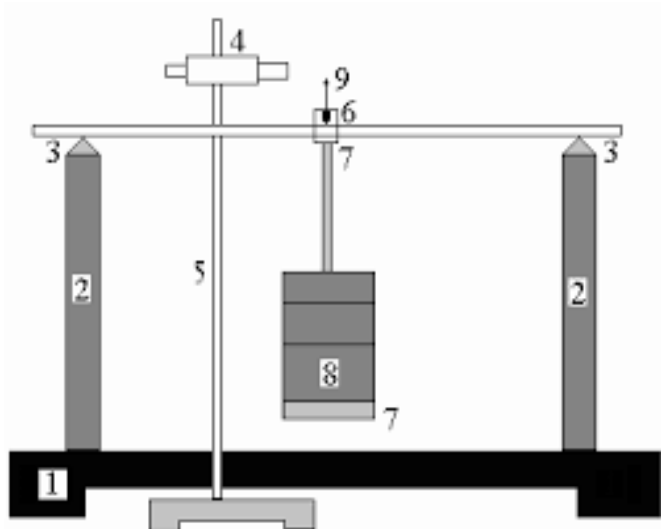
bir marta hisoblanadi.

Hisoblar «SI» birliklar sistemasida olinadi.

ASBOBNING TAVSIFI

1–Qurilma.

Bu asbob mustahkam to`g`ri burchakli yog`och ramkadan iborat (9- rasm).



9-rasm. Asbob tuzilishi

Ramkaning (1) vertikal ustunchalariga bir – biriga parallel va bir xil balandlikda uch qirrali ikkita metall prizmalar (2) tik o`rnatilgan, bu prizmalar ustiga tekshiriladigan nusxa qo`yiladi (to`g`ri burchakli kesimga ega bo`lgan sterjen 3).

Ramkaning gorizontaal yuqori tomoni o`rta qismiga metalldan yasalgan kesma va noniusga ega mufta (4) o`rnatilgan. Mufta bo`ylab millimetr bo`linmalarga ega bo`lgan kichik sterjen bemaol harakatlana oladi.

Sterjen ustki qismiga yuklar qo`yish uchun metall stolcha pastki uchiga uch qirrali metall prizma (6) o`rnatilgan. Tayanch prizmalar (2) parallel qilib o`rnatilgan. Bu prizma qirradi tekshiriladigan jismga (3) tegib turadi. Nonius har bir yuk (F) qo`yilgandagi egilish masofasi (λ) o`lchash uchun ishlatiladi.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Shtangensirkul bilan «a» va «b» larni kamida 5 marta har xil joyidan o`lchang va ularning o`rtachasini jadvalga yozing.
2. Prizma qirralari orasidagi masofani (l) o`lchang va jadvalga yozing.
3. Tekshiriladigan sterjenni tayanch prizmalar ustiga qo`ying va uni o`rta qismiga tayanch prizmalarga parallel (yuk qo`yiladigan metall sterjen bilan yog`och sterjen orasiga) alyumin prizmani qo`yib nonius bo`yicha nolinchi hisobni oling. Boshlang`ich egilish (λ) masofasini unga ta`sir etuvchi sterjen va yog`och og`irligi hosil etadi.
4. Asta sekin metall sterjen stolchasiga yuklar qo`ya borib, nonius bo`yicha birinchi hisoblarni oling ($n_0, n_1, n_2 \dots$). Nonius ko`rsatkichi farqi ($n_2 - n_1$) egilish masofa qiymatini beradi. ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$).
5. Qo`yilgan yuklarni kamaytira borib yana nonius bo`yicha ikkilamchi hisoblarni ($n_1^1, n_2^1 \dots$) oling va egilish masofalarini (λ_1^1, λ_2^1) aniqlang.
6. Birlamchi va ikkilamchi egilish masofasini o`rtacha hisobi qiymatini $\lambda_{ypr} = \frac{\lambda + \lambda}{2}$ dan topib jadvalga yozing.
7. Sterjen ustidan hamma qo`shimcha yuklarni olib, yana asbobni nolinchi holatini aniqlang.
8. Yung moduli qiymatini (8) formula yordamida har bir tajriba uchun alohida toping va ularni o`rtacha arifmetik qiymatini

$$E = \frac{E_1 + E_2 + \dots + E_n}{n}$$

formuladan aniqlang.

9. E ni topilgan qiymatlarini jadvaldagi qiymati bilan solishtiring va o`lchash nisbiy xatosini aniqlang.

KUZATISH JADVALI

№	M	Yuk qo`yganda		Yuk olinganda		$\lambda_{o`rt}$	l	a	b	E	ΔE	E_E
		n_0	n_i	n_0^1	n_1^1							
1												
2												
3												
4												

NAZORAT SAVOLLARI

1. Kuchlanish nima va u qanday birliklarda o`lchanadi?
2. Deformatsiya o`lchami deganda nimani tushunasiz?
3. Elastiklik chegarasi deb nimaga aytiladi? Mustahkamlik chegarasi debchi?
4. Yung moduli nima va uning fizik ma`nosi qanday?
5. Egilishda sterjen tolalari qanday deformatsiyalanadi?
6. Egilishda yaxlit sterjen o`rniga kavak sterjen ishlatish mumkinmi?
7. Hisoblash formulasini yozib bering va undagi simvollarni aytib bering.
8. Asbob tuzilishi va ishlashini tushuntiring.

Mashg`ulotda pedagogik texnologiya usullarini qo`llash «Blits-o`yin» texnologiyasi metodi

1-ilova

Talaba javobi	To`gri javob	Ishni bajarish tartibi
		<i>Prizma qirralari orasidagi masofani (l) o`lchang va jadvalga yozing</i>
		<i>Asta-sekin metall sterjen stolchasiga yuklar q`iya borib, nonius bo`yicha birinchi hisoblarni oling ($n_0, n_1, n_2 \dots$). Nonius ko`rsatkichi farqi ($n_2 - n_1$)</i>

		<i>egilish masofa qiymatini beradi. ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$)</i>
		<i>Sterjen ustidan hamma qo`shimcha yuklarni olib, yana asbobni nolinchi holatini aniqlang</i>
		<i>Qo`yilgan yuklarni kamaytira borib yana nonius bo`yicha ikkilamchi hisoblarni ($n_1^1, n_2^1 \dots$) oling va egilish masofalarini (λ_1^1, λ_2^1) aniqlang</i>
		<i>E ni topilgan qiymatlarini jadvaldagi qiymati bilan solishtiring va o`lchash nisbiy xatosini aniqlang</i>
		<i>Tekshiriladigan sterjenni tayanch prizmalar ustiga qo`ying va uni o`rta qismiga tayanch prizmalarga parallel (yuk qo`yiladigan metall sterjen bilan yog`och sterjen orasiga) alyumin prizmani qo`yib nonius bo`yicha nolinchi hisobni oling. Boshlang`ich egilish (λ) masofasini unga ta`sir etuvchi sterjen va yog`och og`irligi hosil etadi</i>
		<i>Birlamchi va ikkilamchi egilish masofasini o`rtacha hisobi qiymatini</i> $\lambda_{ypr} = \frac{\lambda + \lambda}{2}$ <i>dan topib jadvalga yozing</i>
		<i>Yung moduli qiymatini (8) formula yordamida har bir tajriba uchun alohida toping va ularni o`rtacha arifmetik qiymatini</i> $E = \frac{E_1 + E_2 + \dots + E_n}{n}$ <i>formuladan aniqlang</i>
		<i>Shtangensirkul bilan «a» va «b» larni kamida 5 marta har xil joyidan o`lchang va ularning o`rtachasini jadvalga yozing</i>

“Aqliy hujum” metodi

2-ilova

<i>N^o</i>	<i>Nazariy savollar</i>
1	<i>Kuchlanish nima va u qanday birliklarda o`lchanadi?</i>
2	<i>Deformatsiya o`lchami deganda nimani tushunasiz?</i>
3	<i>Elastiklik chegarasi deb nimaga aytiladi? Mustahkamlik chegarasi debchi?</i>
4	<i>Yung moduli nima va uning fizik ma`nosi qanday?</i>
5	<i>Egilishda sterjen tolalari qanday deformatsiyalanadi?</i>
6	<i>Egilishda yaxlit sterjen o`rniga kavak sterjen ishlatish mumkinmi?</i>
7	<i>Hisoblash formulasini yozib bering va undagi simvollarni aytib bering.</i>
8	<i>Asbob tuzilishi va ishlashini tushuntiring.</i>

8 - LABORATORIYA ISHI

MAVZU: PUAZEYL USULI BILAN ICHKI ISHQALANISH (YOPISHQOQLIK) KOEFFITSIENTINI SUVNI KAPILLYAR NAYCHADAN OQIZISH YORDAMIDA ANIQLASH

Ishning maqsadi:

Suvni ichki ishqalanish koeffitsientini aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar:

- 1. Kapillyar naychali maxsus qurilma.*
- 2. Menzurka*
- 3. Sekundomer*

NAZARIY MUQADDIMA

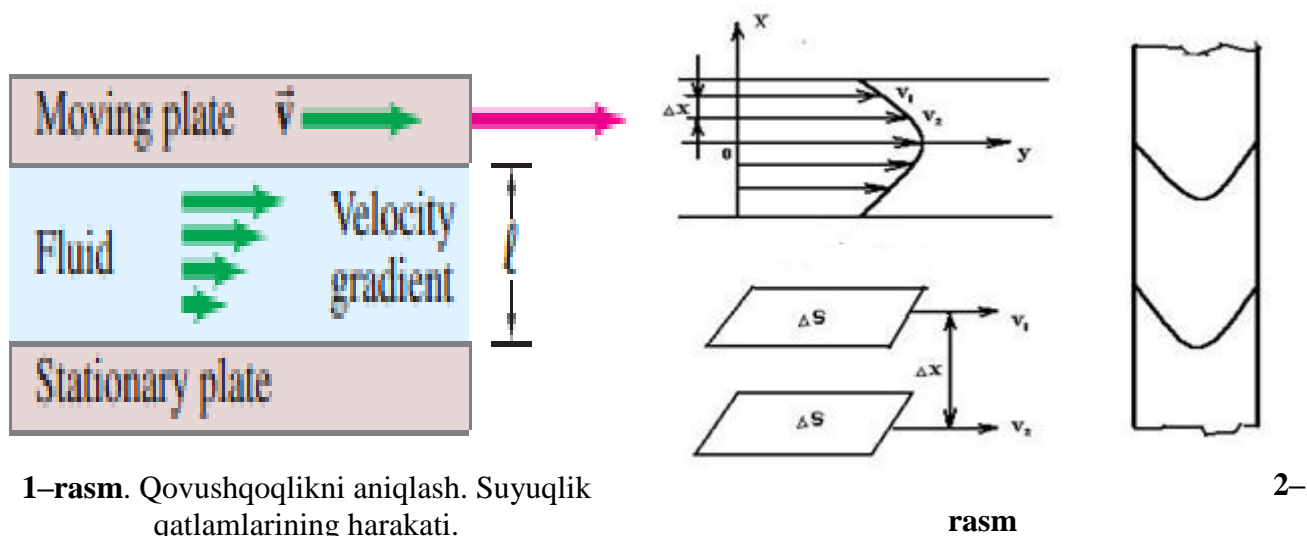
Qovushqoqlik

Biror rangsiz yopishqoq suyuqlik (masalan glitserin) solingan naychaga rangli suyuqlik quyib kranni ochsak rangli suyuqlikning o`rtasi cho`zinchoq (konussimon) shaklni egallaydi (1-rasm).

Chunki suyuqlikning qatlam tezliklari katta bo`lib idish devorlariga yaqinlashgan sari tezligi kamayadi va idish devorida nolga teng bo`ladi. Agarda suyuqlikni idish devoriga nisbatan parallel bir necha qatlamlardan iborat deb qarasaq qatlam tezliklari 2-rasmdagidek bo`ladi.

Idish devoriga yopishgan birinchi qatlam tezligi nolga teng bo`ladi, chunki yopishqoqlik kuchi katta. Ikkinchi qatlam birinchiga qaraganda ma`lum tezlikda harakatlanib ishqalanish kuchi hosil bo`ladi.

Uchinchi qatlam ikkinchi qatlamdan kattaroq tezlik bilan harakatlanadi va hokazo. Shunday qilib bir - biriga yopishib harakatlanayotgan qatlamlar orasida tangensial ichki ishqalanish kuchlari vujudga kelib, qatlam tezliklarini o`zgartiradi.



1-rasm. Qovushqoqlikni aniqlash. Suyuqlik qatlamlarining harakati.

rasm

2-

Ichki ishqalanishga ega bo`lgan suyuqlik **yopishqoq suyuqlik** deyiladi.

ΔX masofadagi qatlam tezliklarining o`zgarishi. Qatlamlari bir-birini ustida harakatlanib yo`nalishini o`zgartirmasdan harakatlanadigan suyuqlik harakati qatlam yoki Laminar oqim deyiladi. Qatlamlar orasidagi bir-birlik masofada suyuqlik tezligi o`zgarishini xarakterlaydigan (masofa harakat tezligiga tik yo`nalgan bo`ladi) kattalikka tezlik gradienti deyiladi.

Faraz etaylik, qatlamlar tezliklari ϑ_1 va ϑ_2 bo`lib, ular orasidagi masofa ΔX bo`lsa tezlik gradienti

$$\frac{\vartheta_1 - \vartheta_2}{\Delta X} = -\frac{\Delta \vartheta}{\Delta X}; \quad \left[\frac{\Delta \vartheta}{\Delta X} \right] = C^{-1} \quad (1)$$

Bunda $\Delta \vartheta = \vartheta_1 - \vartheta_2$ esa ΔX masofadagi tezlikning o`zgarishi.

Agar $\Delta X = 1\text{m}$ bo`lsa $\left[\frac{\Delta \vartheta}{\Delta X} \right] = \frac{[\Delta \vartheta]}{\text{M}}$ bo`lganda, tezlik gradienti bir-biridan bir birlik

masofada joylashgan suyuqlik qatlamlar orasidagi tezlik o`zgarishiga tengdir. Nyuton qatlamlar orasidagi vujudga kelgan ichki ishqalanish kuchi "F", tezlik gradienti $\left(\frac{\Delta \vartheta}{\Delta X} \right)$ va ishqalanuvchi qatlam yuzalariga to`g`ri proporsional ekanligini ko`rsatadi: ya`ni tangensial ichki ishqalanish kuchlari

$$F = \eta \cdot \frac{\Delta \vartheta}{\Delta X} \cdot \Delta S \quad (2)$$

Bunda suyuqlikning η fizik xususiyati va tabiatiga bog`liq bo`lgan koeffitsienti bo`lib, unga ichki ishqalanish koeffitsienti yoki suyuqlik yopishqoqligi deyiladi. (2)- formuladan

$$\eta = \frac{F}{\frac{\Delta \mathcal{G}}{\Delta X} \cdot \Delta S} \quad (3)$$

Bu yerda $\frac{\Delta \mathcal{G}}{\Delta X} = 1c^{-1}$ va $\Delta S = 1 m^2$ ga teng bo'lganda η son qiymati jihatdan ta'sir etuvchi

kuch (F) ga teng ekanligi kelib chiqadi. Demak, yopishqoqlik koeffitsienti tezlik gradienti bir birlikka o'zgarganda bir birlik yuzalar orasida vujudga kelgan ichki ishqalanish kuchiga teng ekan.

Ichki ishqalanish koeffitsientini teskari qiymatiga teng bo'lgan kattalik oquvchanlik koeffitsienti deyiladi, ya'ni

$$\varphi = \frac{1}{\eta}$$

Yopishqoqlik koeffitsientini SGS sistemasida "Puaz" (Fransuz fizigi Puazeyli sharafiga qo'yilgan) bilan o'lchanadi. Ishqalanuvchi qatlam yuzalari $1cm^2$, bo'lib, tezlik gradienti bir birlikka o'zgarganda ichki ishqalanish kuchi bir dina bo'lgan vaqtdagi yopishqoqlik koeffitsienti bir Puazga teng bo'ladi.

Agar (3) formulaga

$$\left. \begin{array}{l} F = 1 \text{ дина} \\ \frac{\Delta \mathcal{G}}{\Delta X} = 1c^{-1} \\ \Delta S = 1cm^2 \end{array} \right\} \text{larni qo'ysak}$$

$$\eta = 1 \frac{\text{дина} \cdot \text{сек}}{\text{см}^2} = 1 \text{ puaz bo'ladi.}$$

SI sistemada yopishqoqlik $\frac{H \cdot c}{M^2}$ da o'lchanadi.

$$1 \text{ puaz} = 0,1 \frac{H \cdot c}{M^2}$$

0,01 puaz = 1 santipuaz.

20,5 °S dagi toza suvning yopishqoqligi 1 santipuazga, 0°S da esa 1,792 santipuazga teng.

Suyuqlikning yopishqoqligi temperaturaga bog'liq bo'lib, temperatura oshgan sari yopishqoqlik kamaya boradi. Bu bog'lanish turli suyuqliklar uchun turlicha bo'lib, tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Yopishqoqlik koeffitsienti (η) ni aniqlash uchun ko'pincha kapillyar naychadan oqayotgan suyuqlikdan foydalaniladi. Faraz etaylik, balandligi "H" bo'lgan A idishdagi suyuqlik, radiusi "r" va uzunligi "l" bo'lgan kapillyar naychadan tekis harakatlanayotgan bo'lsin.

U holda, "t" sekundda oqib chiqqan suyuqlik hajmi (V) quyidagi puazeyl formulasiga asosan aniqlanadi.

$$V = \frac{\pi r^4 (P_1 - P_2) \cdot t}{8 \cdot \eta \cdot l} \quad (5)$$

bundan

$$\eta = \frac{\pi r^4 (P_1 - P_2) \cdot t}{8 \cdot V \cdot l} \quad (6)$$

η - yopishqoqlik koeffitsienti

$P_1 - P_2$ - suyuqlik oqib chiqqan vaqtdagi bosimlar farqi bo'lib, u quyidagicha hisoblanadi:

$$P_1 - P_2 = \left(\frac{h_1 + h_2}{2} - h \right) \cdot \rho \cdot g \quad (7)$$

Bunda h_1 - stol sirtidan A idishdagi suyuqlik sathigacha bo'lgan dastlabki balandlik.

h_2 - tajribadan keyingi suyuqlik sathigacha bo'lgan balandlik

h - stol sirtidan kapillyar naycha o'rtasigacha bo'lgan balandlik

ρ - tekshirilayotgan suyuqlikning berilgan temperaturadagi zichligi

g - og'irlik kuchi tezlanishi.

Bu (7) ifodani (6) ga qo'yib yopishqoqlik koeffitsientini hisoblash formulasini hosil qilamiz

$$\eta = \frac{\pi \eta^4 \left[\frac{h_1 + h_2}{2} - h \right] \cdot \rho g t}{8 \cdot l \cdot V} \quad (8)$$

Yuqorida aytganimizdek suyuqliklar va gazlarda qovushqoqlik deb nomlanuvchi ichki ishqalanish mavjud. Qovushqoqlikni suyuqlik qatlamlarining bir biriga nisbatan harakatidagi ishqalanish deb tushunish mumkin. Suyuqliklarda qovushqoqlik molekularning o'zaro tortishish kuchi tufayli, gazlarda esa molekularning to'qnashishi tufayli yuzaga keladi.

Har xil muhitlarning qovushqoqligi har xil bo'ladi. Suyuqliklar gazlarga qaraganda ko'proq qovushqoqlikka ega bo'ladi. Qovushqoqlik miqdor jihatdan qovushqoqlik koeffitsienti η (grekcha "eta" harfi) kattalik bilan beriladi. Bu kattalik quyidagicha aniqlanadi. Ikkita yassi plastinka orasida suyuqlik bor. Birinchi plastinka qo'zg'almas, ikkinchisi esa birinчисiga parallel holda harakatlanadi. Shuning uchun suyuqlikning yuqori qatlami yuqori plastinkaning tezligiga teng tezlik bilan harakatlanadi, pastki qatlam esa qo'zg'almas qoladi. pastki qatlam o'zidan yuqori qatlamning tezligini kamaytiradi, bu qatlam esa o'zidan yuqoridagi qatlamni va h.k. Shunday qilib, suyuqlikning harakat tezligi 0 dan \mathcal{G} gacha chiziqli o'zgaradi. Tezlik o'zgarishining masofaga nisbati \mathcal{G}/l tezlik gradienti deyiladi. Yuqorigi plastinani harakatga keltirish uchun kuch talab qilinadi. Aniq bir suyuqlik uchun bu kuch F plastinka yuzasiga A va tezligiga \mathcal{G} to'g'ri proporsional, plastinkalar oralig'iga l teskari proporsional bo'ladi: $F \sim \mathcal{G}A/l$.

Agar har xil suyuqliklarni taqqoslaydigan bo'lsak, qaysi suyuqlikning qovushqoqligi katta bo'lsa, kuch ham shuncha katta bo'ladi:

$$F = \frac{\eta A \mathcal{G}}{l} \quad (9)$$

Bu yerdan $\eta = Fl / \mathcal{G}A$. Demak, qovushqoqlik koeffitsienti XBS da $H \cdot c / \text{m}^2 = \Pi a \cdot c$ da o'lchanadi (paskal-sekund). SGS sistemasida esa bu kattalik puaz (santipuaz) larda o'lchanadi; $1 \text{ s} = 10^{-2}$. 1- jadvalda turli suyuqliklar va gazlarning yopishqoqlik koeffitsienti ularning temperaturalari bilan birga keltirilgan, chunki temperatura o'zgarishi bilan qovushqoqlik koeffitsienti ham o'zgaradi.

<i>1-jadval. Ayrim suyuqlik va gazlarning qovushqoqlik koeffitsienti</i>	
<i>Suyuqlik yoki gaz (temperatura $^{\circ}S$)</i>	<i>Qovushqoqlik koeffitsienti ($\text{a}\cdot\text{s}$)</i>
<i>Suv ($0^{\circ}S$)</i>	1.8×10^{-3}
<i>Suv ($20^{\circ}S$)</i>	1.0×10^{-3}
<i>Suv ($100^{\circ}S$)</i>	0.3×10^{-3}
<i>Qon ($37^{\circ}S$)</i>	$\approx 4 \times 10^{-3}$
<i>Qon plazmasi ($37^{\circ}S$)</i>	$\approx 1.5 \times 10^{-3}$
<i>Etil spirti ($20^{\circ}S$)</i>	1.2×10^{-3}
<i>Dvigatelg` moyi (SAE 10) ($30^{\circ}S$)</i>	200×10^{-3}

Glitserin ($20^{\circ}S$)	1500×10^{-3}
Havo ($20^{\circ}S$)	0.018×10^{-3}
Vodorod ($0^{\circ}S$)	0.009×10^{-3}
Suv bug`i ($100^{\circ}S$)	0.013×10^{-3}
• $1 \text{ a.s} = 10^{-6} = 1 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$	

Laminar oqim. *Puazeyl* formulasi

Agar suyuqlik (gaz) qovushqoqlikka ega bo`lmaganida uning gorizontall trubada oqishi uchun hech qanday kuch talab qilinmas edi. Lekin qovushqoqlik sabab ixtiyoriy suyuqlikning trubada statsionar oqishi uchun trubaning bosh qismi va oxiri orasida bosimlarning farqini vujudga keltirish kerak; bu oddiy suv yoki neft, hattoki odam qon aylanish sistemasida qonning aylanishi bo`lsin.

Trubaning ko`ndalang kesim yuzasidan birlik vaqt ichida oqib o`tayotgan suyuqlik oqimi (suyuqlik hajmi), suyuqlikning qovushqoqligiga, bosimlar farqiga va trubaning o`lchamlariga bog`liq bo`ladi. Frantsuz olimi J.L.Puazeyl (1799-1869) bu bog`liqlikni o`rganib chiqdi va bu ifoda *Puazeyl formulasi* deb nomlanadi:

$$Q = \frac{\pi R^4 (P_1 - P_2)}{8\eta l} \quad (10)$$

Bu yerda R – trubaning ichki radiusi, l – trubaning uzunligi, $P_1 - P_2$ – truba oxirlaridagi bosimlarning farqi, η – qovushqoqlik, Q – suyuqlik oqimi.

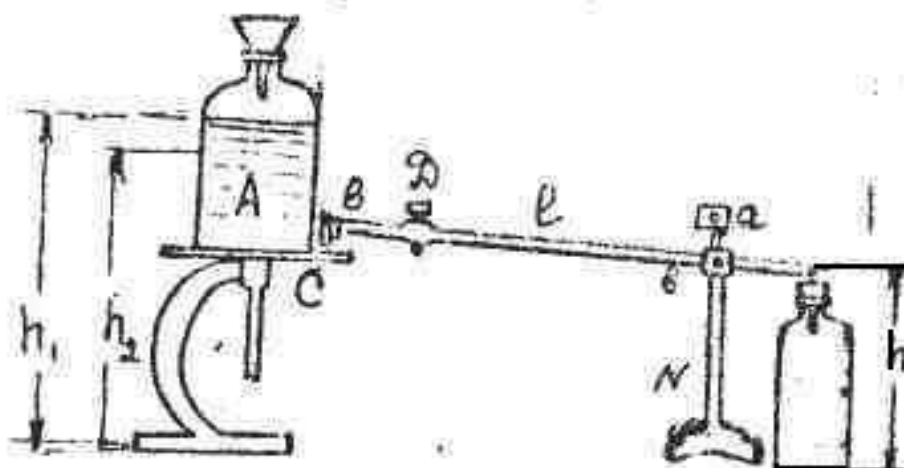
(10) ifoda faqat laminar oqim uchun o`rinli.

Puazeyl formulasidan ko`rinadiki, suyuqlik oqimining tezligi “bosim gradientiga” to`g`ri va suyuqlikning qovushqoqligiga teskari proporsional. Bundan tashqari, bu kattalik truba radiusining to`rtinchi darajasiga bog`liq. Bundan ko`rinadiki, agar radiusni ikki marta kamaytirsak, suyuqlik bosimi 16 marta kamayadi [1].

ASBOBNING TUZILISHI

Suvning ichki ishqalanish koeffitsientini aniqlash uchun qo`llaniladigan asbob 4-rasmda tasvirlangan. Bu asbob stolga mahkamlangan hajmi 5 litr bo`lgan A idishdan iborat bo`lib past tomoniga (V) naycha ulangandir. Tekshirilayotgan suyuqlik solingan “A” idishlar I kapilyar shisha naycha bilan D kiskichli rezina naycha orqali o`zaro ulangan.

Kapilyar naychani ishchi va tinch holatlarda ushlab turish uchun “A” va “V” polkali shtativdan foydalaniladi. Kapilyar naycha - qalin devorli shisha naychadan iborat bo`lib. Uzunligi (l) va (r) radiusning qiymatlari berilgan.



3-rasm. Asbob tuzilishi

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Kapilyar naychani uzunligi l ni o`lchang.

2. A idishdagi suv sathining dastlabki balandligi “ h_1 ” ni o`lchang.
3. Kapillyar naychanning rezina qismini qisqich bilan qisib ishchi holatiga (polkaga) tushiring va stoldan naycha o`rtasigacha bo`lgan balandlik “ h ”ni o`lchang.
4. Bo`sh menzurkani kapillyar naycha uchining tagiga qo`ying va naychani qisqichdan bo`shatib, vaqtni belgilang 100-120 sek. davomida suvni oqizing. Vaqt va oqqan suv hajmini yozib oling.
5. Berilgan vaqt ichida suvni oqizib bo`lgach yana naychani qisqich bilan qising va uni yuqori ko`tarib shtativning “A” holatiga qo`ying.
6. Tajribadan so`ng stoldan suv sathigacha bo`lgan balandlik h_2 ni o`lchang (suv uchun hajm jihatidan og`irligiga teng deb olsa bo`ladi).
7. Topilgan qiymatlarni (8) formulaga qo`yib suv uchun yopishqoqlik koeffitsientining qiymatini (SI) sistemada hisoblab jadvalga yozing.
8. A idishdagi suv temperaturasini t^0 tajribani oxirida yozib oling.

KUZATISH JADVALI

№	h ₁	h ₂	H	V	t	l	r	η	Δη	E _η
1										
2										
3										

$$\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ g/sm}^3$$

NAZORAT SAVOLLARI

1. Tezlik gradienti deb nimaga aytiladi va qaysi birlikda o`lchanadi?
2. Yopishqoqlik koeffitsienti deb nimaga aytiladi va qaysi birlikda o`lchanadi?
3. Nima uchun temperatura oshganda suyuqlikning yopishqoqligi kamayadi, gazlarda esa aksincha?
4. Laminar oqim deb qanday oqimga aytiladi?
5. Bernulli tenglamasini yozib bering?

Mashg`ulotda pedagogik texnologiya usullarini qo`llash «Blits-o`yin» texnologiyasi metodi

1-ilova

Talaba javobi	To`g`ri javob	Ishni bajarish tartibi
		<i>Kapillyar naychanning rezina qismini qisqich bilan qisib ishchi holatiga (polkaga) tushiring va stoldan naycha o`rtasigacha bo`lgan balandlik “h”ni o`lchang</i>
		<i>Berilgan vaqt ichida suvni oqizib bo`lgach yana naychani qisqich bilan qising va uni yuqori ko`tarib shtativning “A” holatiga qo`ying</i>
		<i>A idishdagi suv sathining dastlabki balandligi “h₁” ni o`lchang</i>
		<i>Bo`sh menzurkani kapillyar naycha uchining tagiga qo`ying va naychani qisqichdan bo`shatib, vaqtni belgilang 100-120 sek. davomida suvni oqizing. Vaqt va oqqan suv hajmini yozib oling</i>
		<i>Topilgan qiymatlarni (8) formulaga qo`yib suv uchun yopishqoqlik koeffitsientining qiymatini (SI) sistemada hisoblab jadvalga yozing</i>
		<i>Tajribadan so`ng stoldan suv sathigacha bo`lgan balandlik h_2 ni o`lchang (suv uchun hajm jihatidan og`irligiga teng deb olsa bo`ladi)</i>

		<i>A idishdagi suv temperaturasi t^0 tajribani oxirida yozib oling</i>
		<i>Kapillyar naychani uzunligi l ni o'lchang</i>

“Aqliy hujum” metodi

2-ilova

<i>№</i>	<i>Nazariy savollar</i>
<i>1</i>	<i>Tezlik gradienti deb nimaga aytiladi va qaysi birlikda o'lchanadi</i>
<i>2</i>	<i>Yopishqoqlik koeffitsienti deb nimaga aytiladi va qaysi birlikda o'lchanadi?</i>
<i>3</i>	<i>Nima uchun temperatura oshganda suyuqlikning yopishqoqligi kamayadi, gazlarda esa aksincha?</i>
<i>4</i>	<i>Laminar oqim deb qanday oqim aytiladi?</i>
<i>5</i>	<i>Bernulli tenglamasini yozib bering.</i>
<i>6</i>	<i>Puazeyl formulasidan</i>
<i>7</i>	<i>Suyuqlik yopishqoqligi deb nimaga aytiladi?</i>
<i>8</i>	<i>Puazeyl formulasini yozing.</i>
<i>9</i>	<i>Oq`uvchanlik koeffitsienti deyiladi,</i>

9-LABORATORIYA ISHI

MAVZU: SHARCHANING ERKIN TUSHISHI USULIDA SUYUQLIKNING ICHKI ISHQALANISH KOEFFITSIENTINI ANIQLASH

Ishning maqsadi:

Suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsientini tajriba yo`li bilan aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar:

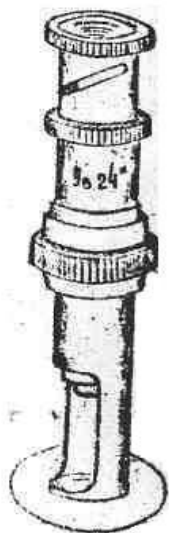
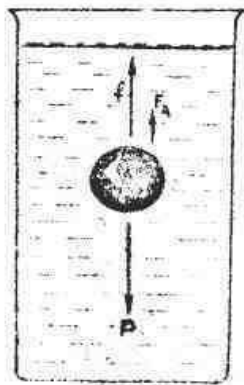
- 1. Suyuqlik solingan silindrik idish*
- 2. Sekundomer*
- 3. Masshtabli chizg`ich*
- 4. Okulyar mikrometrli mikroskop*
- 5. Sharchalar*

NAZARIY MUQADDIMA

Tinch holatdagi suyuqlikka tashlangan jismning erkin tushishini kuzataylik.

Qattiq jism suyuqlikka tegishi bilanoq, suyuqlik molekulalarini jism sirtiga yopishgan monomolekular qatlam hosil bo`lib, jism bilan birga harakatlanadi. Jism sirtiga yopishgan bu qatlam jism bilan birgalikda bir xil tezlik bilan harakat etadi. Bu monomolekular qatlam suyuqlikdagi qo`shni molekulalarini ham o`ziga jalb etadi.

Suyuqlik qatlamlari orasidagi ichki ishqalanish mavjud bo`lgani uchun jismga yaqinroq bo`lgan qatlamga nisbatan kichik tezlik bilan harakat etayotgan molekulalar orasida ichki ishqalanish kuchi hosil bo`ladi. Bu ichki ishqalanish kuchi jism harakatiga to`sqinlik qiladi. Bu kuch jism yo`nalishiga qarama-qarshi yo`nalgan bo`ladi.



Tajribalar shuni ko`rsatadiki, qarshilik kuchi jismning harakat tezligiga, chiziqli o`lchamlari va geometrik formasiga va muhitning ichki ishqalanish koeffitsientiga bog`liq ekan. Muhitning qarshilik kuchi sferik shakldagi jism (sharcha) uchun ancha sodda usulda aniqlanadi. Agar sharcha tinch holatdagi suyuqlikda, og`irlik ku chi ta'sirida harakatlanayotgan bo`lsa,

1-rasm a),b).

STOKS tomonidan bajarilgan nazariy hisoblashlar ishqalanish kuchi uchun tubandagi ifodani hosil etadi.

$$f=3\pi\eta d\vartheta \quad (1)$$

Bu yerda η - suyuqlikning ishqalanish koeffitsienti
 d - sharcha diametri
 ϑ - sharchaning harakat tezligi.

Suyuqlikdagi sharchaga og`irlik kuchi va Arximed qonuniga asosan ko`tarish kuchi ta'sir etadi (1-rasm. a). Bu kuchlarning teng ta'sir etuvchisi:

$$F=gV(\rho-\rho') \quad (2)$$

Bu yerda $g=9,8 \text{ m/c}^2$ og`irlik kuchi tezlanishi
 ρ - sharcha zichligi
 ρ' - suyuqlik zichligi
 V - sharcha hajmi

“F” va “F” kuchlar ta'siri ostida shar tezlanuvchan harakat etadi. Nyutonning ikkinchi qonuni bu hol uchun

$$F-f=m a \quad (3)$$

ko`rinishda ifodalanadi. Bu yerda
 m - shar massasi.

F - kuch sharcha tezligini oshira boradi.

Sharni harakat tezligi oshishi bilan muhitning qarshilik kuchi (f) ham orta boradi. Shar harakati davomida shunday holat bo`ladiki Arximed va STOKS kuchlarining absolyut qiymatlari bir xil bo`ladi. Bu holatdan keyin shar o`zgarmas “ ϑ ” tezlik bilan harakatlanadi, u holda:

$$gV =(\rho-\rho')=3\pi\eta d\vartheta \quad (4)$$

Bu formulaga sharcha hajmi $V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{1}{6} \pi d^3$ ni qo`yib “ η ”ni topamiz

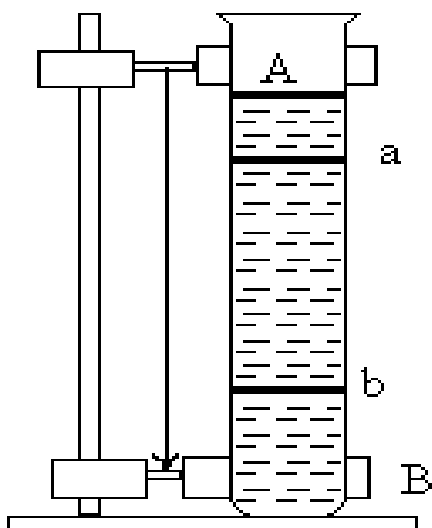
$$\eta = \frac{g(\rho - \rho') \cdot d^2}{18\vartheta} \quad (5)$$

Tekis harakat tezligi “ v ” ni sharcha oʻtgan maʼlum masofa “ l ” va bu yoʻlni oʻtish uchun ketgan vaqt “ t ” orqali ifoda etish mumkin:

$$\eta = \frac{g(\rho - \rho') \cdot d^2}{18 \cdot l} t \quad (6)$$

Shunday qilib, sharchaning tekis harakatini kuzatgan holda ishqalanish koeffitsientini (η) aniqlash mumkin. Shuni ham esda tutish kerakki, ishqalanish koeffitsienti temperaturaga bogʻliq boʻlib, temperatura ortishi bilan “ η ” ning qiymati kamaya boradi.

ASBOBNING TUZILISHI



Suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsientini (η) ni oʻlchash uchun ishlatiladigan asbob 2-rasmda koʻrsatilgan. U silindrik shisha idishdan iborat boʻlib, “A” bu idish taxtadan yasalgan “V” taglikka oʻrnatilgan. Silindr tekshiriladigan suyuqlik (masalan: glitserin) bilan toʻldirilgan. Silindrning tashqi tomonida “a” va “v” belgilar halqasimon joylashgan boʻlib, ular orasidagi masofa “ l ” dir. “a” halqasimon belgi suyuqlik sirtidan pastroqda joylashgan “ l ” masofaning oʻtishi

2-rasm. Asbobning tuzilishi

uchun ketgan vaqt sekundomer bilan oʻlchanadi. Sharcha diametr esa okulyar mikrometrli mikroskop orqali aniqlanadi. Okulyar mikrometr shkalalariga boʻlingan yupqa shisha plastinka mikroskop okulyarning fokal tekisligiga oʻrnatilgan. Mikroskopdan qaralganda shkala va sharcha tasviri birgalikda koʻrinadi. Okulyar mikrometrdagi har bir boʻlimning son qiymati mikroskopda koʻrsatilgan.

ISHNI BAJARILISHI TARTIBI

1. Mikroskop yordamida uchta sharcha diametrlarini oʻlchang va jadvalga yozing.
2. Har bir sharcha silindrining markaziga yaqin qilib tashlang hamda yuqoriga belgi (“a”) dan oʻtayotgan vaqtida sekundomerni yurgazing: “V” belgidan oʻtayotganida esa sekundomerni toʻxtating. Sekundomerda oʻlchangan vaqtni jadvalga yozing.
3. “a” va “v” belgilar orasidagi masofani 1 mm aniqlikda oʻlchang va jadvalga yozing.
4. Fizikaviy kattaliklarning son qiymatlarini (6) formulaga qoʻyib ichki ishqalanish koeffitsientini va oʻlchash xatoliklarini hisoblang.

KUZATISH JADVALI

№	d	L	t	ρ	ρ'	η	$\Delta\eta$	E_η
1								
2								
3								

NAZORAT SAVOLLARI

1. Ichki ishqalanish kuchlarining hosil bo'lish sabablari va qaysi kattaliklarga bog'liqligini tushuntiring.
2. Yopishqoq suyuqlikda harakatlanayotgan sharchaga ta'sir etuvchi kuchlarni aytib bering.
3. Suyuqlikda sharchani tekis tushish shartini tushuntirib bering.
4. Ichki ishqalanish koeffitsientining fizik ma'nosini va uni o'lchash birligini ayting.

Mashg'ulotda pedagogik texnologiya usullarini qo'llash *«Blits-o'yin» texnologiyasi metodi*

1-ilova

Talaba javobi	To'g'ri javob	Ishni bajarish tartibi
		<i>Har bir sharcha silindrining markaziga yaqin qilib tashlang hamda yuqoriga belgi ("a") dan o'tayotgan vaqtida sekundomerni yurgazing: "V" belgidan o'tayotganida esa sekundomerni to'xtating. Sekundomerda o'lchang vaqtni jadvalga yozing</i>
		<i>Fizikaviy kattaliklarning son qiymatlarini (6) formulaga qo'yib ichki ishqalanish koeffitsientini va o'lchash xatoliklarini hisoblang.</i>
		<i>Mikroskop yordamida uchta sharcha diametrlarini o'lchang va jadvalga yozing</i>
		<i>"a" va "v" belgilar orasidagi masofani 1 mm aniqlikda o'lchang va jadvalga yozing</i>

“Aqliy hujum” metodi

2-ilova

№	Nazariy savollar
1	<i>Ichki ishqalanish kuchlarining hosil bo'lish sabablari va qaysi kattaliklarga bog'liqligini tushuntiring.</i>
2	<i>Yopishqoq suyuqlikda harakatlanayotgan sharchaga ta'sir etuvchi kuchlarni aytib bering.</i>
3	<i>Suyuqlikda sharchani tekis tushish shartini tushuntirib bering.</i>
4	<i>Ichki ishqalanish koeffitsientining fizik ma'nosini va uni o'lchash birligini ayting.</i>

10 – LABORATORIYA ISHI

MAVZU: KLEMAN - DEZORM USULI BILAN GAZ ISSIQLIK SIG'IMLARINI NISBATINI ANIQLASH

Ishning maqsadi:

Kleman - Dezorm usuli bilan gaz issiqlik sig'imlari nisbati C_R / C_V ni o'lchash.

Kerakli asboblardan va materiallardan:

1. *Kleman - Dezorm qurilmasi*
2. *Manometr*
3. *Nasos*

NAZARIY MUQADDIMA GAZNING ISSIQLIK SIG'IMI

Gazning holatini uchta kattalik - holat parametrlari: bosim - R , hajm - V va temperatura T bilan xarakterlash mumkin. Bu kattaliklarni o'zaro bog'lovchi tenglamaga moddaning holat tenglamasi deyiladi. Ideal gaz uchun esa holat tenglama Mendeleev – Klayperon tenglamasidir. U bir mol gaz uchun:

$$PV = RT \quad (1)$$

bunda R - universal gaz doimiysi.

Gaz issiqlik sig'imining kattaligi isitish sharoitlariga bog'liq bo'lib, bu bog'lanishni aniqlash uchun holat tenglamasi (1) dan va termodinamikaning birinchi qonunidan foydalanamiz.

Termodinamikaning 1-qonuni: sistemaga berilgan issiqlik miqdori - dQ , uning ichki energiyasi dU ni oshirishga va sistemaning tashqi kuchlarga qarshi ish bajarish - dA ga sarflanadi, ya'ni:

$$dQ = dU + dA \quad (2)$$

Issiqlik sig'imining ta'rifi ko'ra:

$$C = \frac{dQ}{dT} = \frac{dU}{dT} + \frac{dA}{dT} \quad (3)$$

Bu tenglamadan ko'rinadiki, issiqlik sig'imi gazning qanday usul bilan isitilishiga qarab har xil qiymatlariga ega bo'lishi mumkin, chunki dT ning birdan – bir qiymatiga dA va dU ning har xil qiymatlari to'g'ri kelishi mumkin. Elementar ish dA ga teng:

$$dA = PdV \quad (4)$$

Temperatura o'zgarganda ideal gazda o'tadigan asosiy protsesslarni ko'rib chiqaylik, bunda gazning massasi o'zgarmas va bir molga teng deb olinadi. Bir mol gazni bir gradusga isitish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdoriga molyar issiqlik sig'imi deyiladi.

1. IZOXORIKJARAYON

Agar temperatura o'zgarganda jismning (gazning) hajmi o'zgarmasdan qolsa, ya'ni $V=const$ bo'lsa, bunday protsessga izoxorik protsess deyiladi. U holda $dV = 0$ bo'ladi. (4) formulaga asosan $dA = 0$ bo'ladi. (2) formulaga asosan gazga berilgan barcha issiqlik uning ichki energiyasini oshirishga sarflanadi. U holda (3) formulaga asosan o'zgarmas hajmda gazning molyar issiqlik sig'imini quyidagicha yozish mumkin

$$C_V = \frac{dU}{dT} + P \frac{dV}{dT} \quad (6)$$

O'zgarmas bosimda ($p = const$) o'tadigan protsessga izobarik protsess deyiladi. Bu xol uchun (3) formulani quyidagicha yozish mumkin:

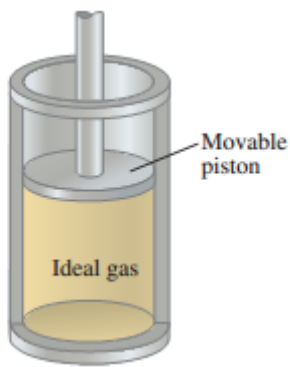
$$PdV + VdP = RdT \quad (7)$$

$p = const$ bo'lganda $dP = 0$ bo'ladi. Shuning uchun $PdV = RdT$. Bu munosabati (6) ga qo'ysak va dU ni S_1dT bilan almashtirsak:

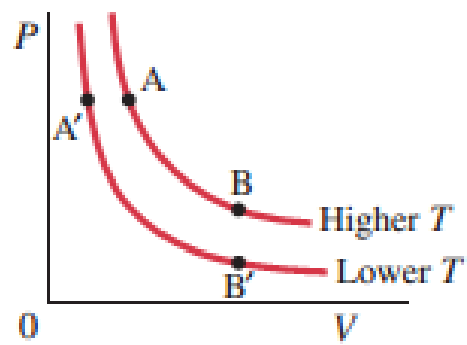
$$C_P = C_V + R \quad (8)$$

2. IZOTERMIK JARAYON

Izotermik [rotsess deb temperatura o'zgarmas ($T=const$) bo'lganda o'tadigan [rotsessga aytiladi. Bu holda $dT = 0$ va termodinamikaning 1 qonuni quyidagicha yoziladi: $dQ = dA$ ya'ni gazning ichki energiyasi o'zgarmasdan qoladi va uzatilgan issiqlik ish bajarishga sarflanadi.



1–rasm. Silindrsimon harakatlanuvchi porshenli idishga solingan



2–rasm. Har xil temperaturalardagi gazlarning izotermalari. ideal gaz.

Shuning uchun, bosimning hajmga bogʻlanish grafigida izoterma 2–rasmda koʻrsatilganidek boʻladi. Egri chiziqdagi har bir nuqtaning, masalan A nuqtaning bosimi va hajmi har xil boʻladi (yuqori temperaturalarda).

Idishda massasi ancha katta boʻlgan va tashqi muhit bilan issiqlik almashinishida temperaturasi oʻzgarmaydigan gaz bor. Bu holatda gazning siqilish va kengayish jarayoni sekin amalga oshirilgani uchun temperatura oʻzgarmas boʻladi. Agar gazga boshlangʻich A holatda Q issiqlik miqdori berilsa, sistemaning bosimi va hajmi oʻzgarib, sistemaning holati V nuqtaga koʻchadi (2–rasm). Temperatura oʻzgarmas saqlansa, gaz kengayib, ish bajariladi va porshen maʼlum masofaga siljiydi. Temperatura va massa oʻzgarmasa, sistemaning ichki energiyasi ham oʻzgarmaydi:

$$\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T = 0.$$

Demak, termodinamikaning birinchi qonuniga koʻra:

$\Delta U = Q - W = 0$, va $W = Q$: izotermik jarayonda bajarilgan ish sistemaga berilgan issiqlik miqdoriga teng.

Adiabatik jarayon ($Q = 0$)

Tashqi muhit bilan issiqlik almashmaydigan jarayonga adiabatik jarayon deb ataladi, yaʼni ($Q = 0$). Bu jarayon juda ham tez sodir boʻladigan jarayon hisoblanadi, shuning uchun issiqlik almashinishga ulgirmaydi. Adiabatik jarayonga yaqin keladigan misollardan biri – ichki yonuv dvigatellardagi gazning kengayishidir. Ideal gazning adiabatik kengayishi 3–rasmda keltirilgan. $Q = 0$ boʻlgani uchun

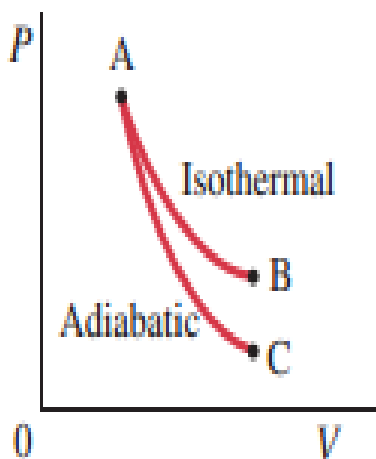
$$\Delta U = -W \text{ boʻladi.}$$

AB – izoterma, AC – adiabata.

Boshqacha qilib aytganda, ichki energiyaning kamayishi bilan temperatura ham kamayadi.

$pV (= nRT)$ koʻpaytma C nuqtada B nuqtaga qaraganda kichik boʻladi (AB egri chiziq izotermik jarayon boʻlib,

bunda $\Delta U = 0, \Delta T = 0$).



3-rasm

Adiabatik siqilishda gaz ustida ish bajariladi va ichki energiyaning ortishi bilan temperatura ham ortadi. Dizelli dvigatellarda gaz 15 marta tezroq adiabatik siqiladi

3. ADIABATIK JARAYON

Tashqi muhit bilan issiqlik almashmasdan ($Q=0$) turib o'tadigan protsessga adiabatik protsess deyiladi. Bunda termodinamikaning 1 qonuni quyidagicha ifodalanadi:

$$dQ = 0, \quad dU + dA = 0: \quad dA = -dU$$

Ya'ni adiabatik protsessda kengayish va siqilishda bajarilgan ish gaz ichki energiyasining o'zgarishi hisobiga sodir bo'ladi.

Adiabatik protsess uchun tenglama (puasson tenglamasi) ni keltirib chiqaramiz.

$$dA = -dU, \text{ lekin } dA = p dV \text{ va } dU = C_v dT$$

shuning uchun

$$p dV = -C_v dT \quad (9)$$

(7) tenglamani (9) ga bo'lib, (8) ni hisobga olib, quyidagini hosil qilamiz:

$$1 + \frac{V}{P} \frac{dP}{dV} = \frac{C_p - C_v}{C_v}$$

yoki

$$\frac{dP}{P} = -\gamma \frac{dV}{V} \quad (10)$$

bunda

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

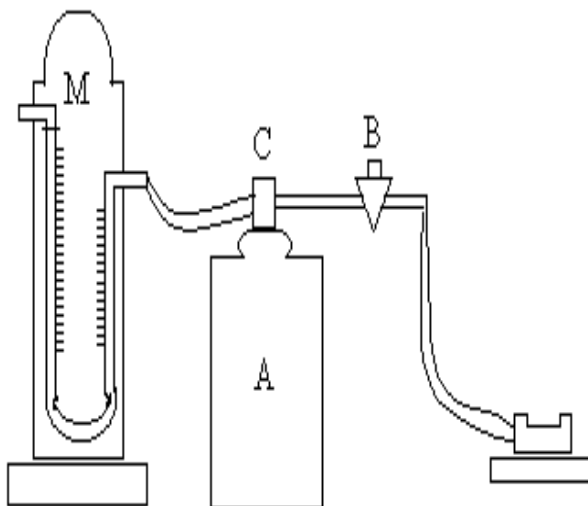
(10) tenglamani integrallab va potensirlab puasson tenglamasini hosil qilamiz:

$$pV^\gamma = \text{const}$$

4. HAVO UCHUN C_p/C_v NI ANIQLASH

C_p/C_v nisbati Kleman - Dezorm asbobi yordamida aniqlash mumkin. U asbob havosi bo'lgan A ballondan, nasosdan va suvli manometr - M dan iborat (4-rasm). V - kran berkilgan. A - ballonga nasos bilan havo dam beriladi. Ballondagi havo bosimi ortadi va quyidagi teng bo'ladi:

$$p_1 = p_0 + h_1$$



Bunda h_1 - balandlikdagi havoning atmosfera bosimi R dan ortiqcha bosimi. H kattalik M - manometr bilan o'lchanadi. So'ngra V - kranni qisqa vaqtga ochiladi, bunda ballondagi havo bosimi atmosfera bosimiga tenglashadi ($p_2 = p_0$). Keyin kran tezda yopiladi. Ballonga nasos bilan tortilgan V hajmga ega bo'lgan havoning massasi - m bo'lsin.

4-rasm. Asbobning umumiy ko'rinishi

Kran ochilganda havoning bir qismi ballondan chiqib ketadi, uni massasini Δm bilan belgilaylik. U holda ballonda qolgan havoning massasi $m_1 = m - \Delta m$ bo'ladi. V hajmni egallagan m_1 massali havo kran ochilmasdan avval V_1 kichikroq hajmni egallagan edi. Protsess qisqa vaqtli va gaz bilan ballon devorlari orasida issiqlik almashishi sezirli bo'lmagani uchun uni adiabatik protsess deb hisoblash mumkin. Unda puasson tenglamasiga asoslanib, m_1 massali gaz uchun

$$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma \quad (12)$$

Adabiatik kengayish natijasida gazning temperaturasi qisqa vaqt ichida xona temperaturasiga tenglashadi, bunda gazning bosimi $R_3 = N + h_2$ gacha ortadi. Gazning boshlang'ich va oxirgi holatlari bir xil temperaturada kuzatiladi. Shuning uchun **Boyl-Mariott qonuni quyidagicha yoziladi:**

$$p_1 V_1 = p_3 V_3 \quad (13)$$

(12) va (13) tenglamalarini γ ga nisbatan yechsak, quyidagi munosabat hosil bo'ladi:

$$\gamma = \frac{\lg P_1 - \lg P_2}{\lg P_1 - \lg P_3} \quad (14)$$

Bu holda R_1 va R_3 lar R_2 dan kam farq qilgani uchun (14) tenglama qiymatlarning logarifmlarini ayrimlari nisbatini shu qiymatlarining ayrimlari nisbati bilan almashtirish mumkin, ya'ni

$$\gamma = \frac{P_1 - P_2}{P_1 - P_3} \quad (15)$$

$P_1 = H + h_1$, $P_2 = H$; $P_3 = H + h_2$ bo'lgani uchun, ularni (15) ga qo'ysak:

$$\gamma = \frac{H + h_1 - H}{H + h_1 - H - h_2} = \frac{h_1}{h_1 - h_2}$$

U holda
$$\gamma = \frac{h_1}{h_1 - h_2} \quad (16)$$

dan γ hisoblanadi.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. A – idishga nasos bilan havo yuborib, manometr suyuqligi sathlarining farqini 15-20 sm bo'lishiga erishiladi va idish ichidagi temperatura atrof muhit temperaturasiga tenglashguncha, ya'ni manometr suyuqligi sathlarining farqi o'zgarmasdan qolguncha kutib turiladi (bunda 2 – 3 minut vaqt ketadi).
2. Manometrdan sathlar ayirmasini, ya'ni havoning qo'shimcha bosimi h_1 ni o'lchab mm suv ustunida yozib olinadi.
3. Kran to'la ochiladi (ya'ni A idish atmosferaga tutashtiriladi) va manometrdan suyuqlikning sathlari bir-biriga tenglashishi bilan kran berkitiladi.
4. 2-3 minutdan so'ng adiabatik kengayishda sovigan gazning temperaturasigacha ko'tariladi va qo'shimcha bosim h_2 o'lchanadi.

Eslatma: h_1 va h_2 lar U shaklidagi manometr suyuqligi sathlarini balandliklari oraidagi farq bo'lib, mm larda o'lchanadi.

5. (16) formula yordamida γ ni, ya'ni C_p/C_v nisbatni hisoblanadi.
6. Olingan natijalar jadvalga kiritiladi va quyidagi xatoliklar hisoblanadi:

$\Delta\gamma$, $\Delta\gamma_{urt}$,

$$E_\gamma = \frac{\Delta\gamma_{ypr}}{\gamma_{ypr}} 100 \%$$

7. γ ning haqiqiy qiymati quyidagicha yoziladi:

$$\gamma_{xak} = \gamma_{o'rt} \pm \Delta\gamma_{o'rt}$$

KUZATISH JADVALI

№	h ₁	H ₂	γ	γ _{o`rt}	Δγ	Δγ _{o`rt}	E _γ
1							
2							
3							
4							
5							
o`rt							

Mashg`ulotda pedagogik texnologiya usullarini qo`llash «Blits-o`yin» texnologiyasi metodi

1-ilova

Talaba javobi	To`g`ri javob	Ishni bajarish tartibi
		A – idishga nasos bilan havo yuborib, manometr suyuqligi sathlarining farqini 15-20 sm bo`lishiga erishiladi va idish ichidagi temperatura atrof muhit temperaturasiga tenglashguncha, ya`ni manometr suyuqligi sathlarining farqi o`zgarmasdan qolguncha kutib turiladi (bunda 2 – 3 minut vaqt ketadi).
		(16) formula yordamida γ ni, ya`ni S/S _V nisbatni hisoblanadi.
		Olingan natijalar jadvalga kiritiladi va quyidagi xatoliklar hisoblanadi: $\Delta\gamma, \Delta\gamma_{urt}, E_{\gamma} = \frac{\Delta\gamma_{ypr}}{\gamma_{ypr}} 100 \%$
		Manometrdan sathlar ayirmasini, ya`ni havoning qo`shimcha bosimi h ₁ ni o`lchab mm suv ustunida yozib olinadi.
		Kran to`la ochiladi (ya`ni A idish atmosferaga tutashtiriladi) va manometrdan suyuqlikning sathlari bir-biriga tenglashishi bilan kran berkitiladi.
		2-3 minutdan so`ng adiabatik kengayishda sovigan gazning temperaturasigacha ko`tariladi va qo`shimcha bosim h ₂ o`lchanadi.
		Eslatma: h ₁ va h ₂ lar U shaklidagi manometr suyuqligi sathlarini balandliklari
		Knopkani bosib isitgich o`chiriladi
		Probirkaga suv quyilib, so`ngra o`lchanayotgan nusxa tushiriladi

11- Laboratoriya ishi ELEKTROSTATIK MAYDONNI TEKSHIRISH

Kerakli asbob va materiallar:

1. Turli shakldagi elektrodli elektrolitik vanna.
2. Telefon yoki galvanometr.
3. Voltmetr. 4. Reostat.

Ishning maqsadi:

Elektrostatik maydonni tekshirish, ekvipotensial chiziqlarni aniqlash.

NAZARIY MUQADDIMA

Tajribalarni ko`rsatishicha zaryadlangan jismlar o`zaro ta`sirlashadi: bir xil ishorali zaryadlangan jismlar bir-birini itaradi, har xil ishorali zaryadlangan jismlar esa o`zaro tortishadi.

Agar biror zaryadlangan jismning o'lchamlari shu jumladan boshqa jismlargacha bo'lgan masofaga nisbatan cheksiz kichik deb hisoblash mumkin bo'lsa, bunday zaryadlangan jism nuqtaviy deb ataladi.

Ikkita nuqtaviy zaryadning o'zaro ta'sir kuchi Kulon qonuni bilan aniqlanadi

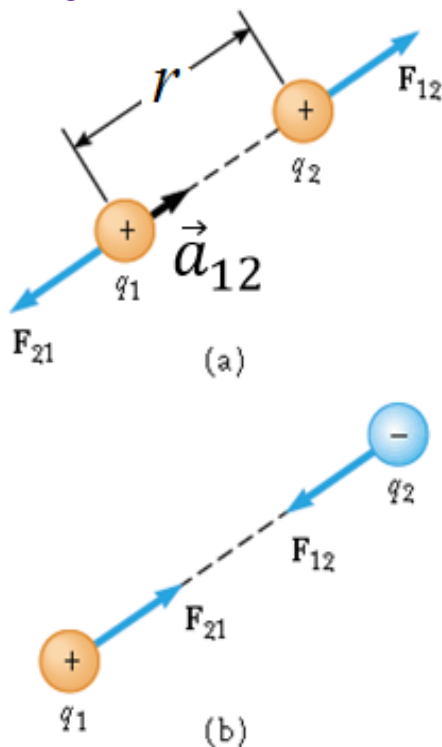
$$F = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon \cdot r^2} \quad (1)$$

bu yerda k -proporsionallik koeffitsienti, SI sistemasida

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

ϵ_0 - elektr doimiysi

ϵ - muhitning dielektrik singdiruvchanligi



1 - rasm. Qo'zg'almas nuqtaviy zaryadga ta'sir etuvchi kuch

Qo'zg'almas zaryadlangan jismlarning o'zaro ta'siri, shu zaryadlangan jismlar vujudga keltirgan elektrostatik maydon orqali yuz beradi.

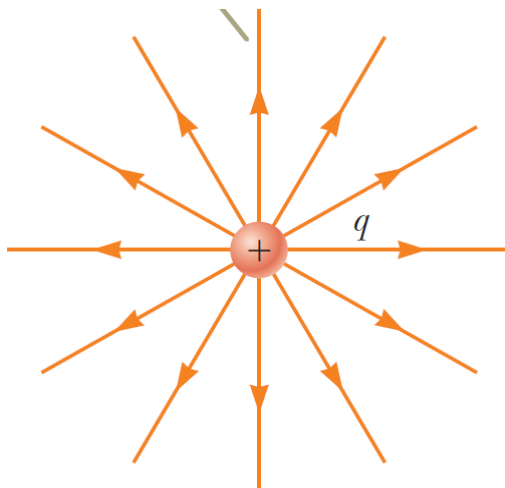
Elektrostatik maydonni asosiy xarakteristik kattaliklaridan biri elektrostatik maydonni kuchlanganlik vektori (E) dir. Elektrostatik maydon kuchlanganligi vektori son qiymati jihatdan ushbu maydonga kiritilgan birlik sinash zaryadga ta'sir qiluvchi kuchga teng. E ning yo'nalishi musbat zaryadga ta'sir qilayotgan kuchning yo'nalishiga mos keladi.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad (2)$$

Elektr maydon kuchlanganligi birligi qilib, bir birlik zaryadga ta'sir etuvchi kuch nuqtadagi kuchlanganlik

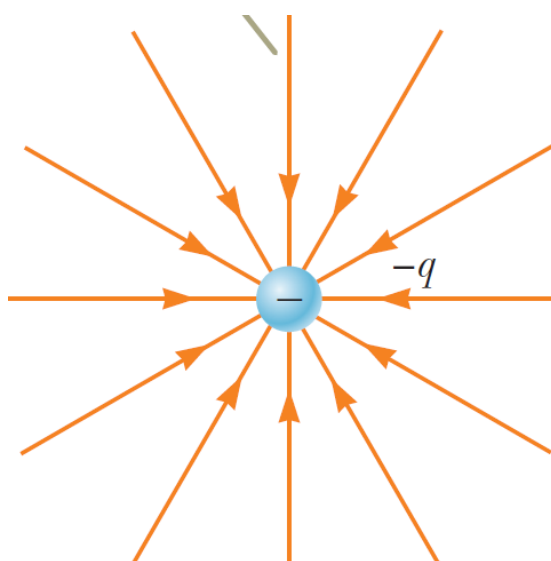
$$[E] = 1 \frac{H}{K_n} = 1 \frac{B}{M}$$

qabul qilinadi. SI birliklar sistemasida elektr maydon kuchlanganligi V/M orqali ifodalanadi. Maydonni grafik usulda tasvirlash uchun E vektor chiziqlari tushunchasi kiritiladi. Elektr maydon chiziqlari yoki kuch chiziqlari deb shunday chiziqqa aytiladiki, uni har bir nuqtasiga o'tkazilgan urinma elektr maydon kuchlanganlik vektorining yo'nalishini beradi. (3-rasm).



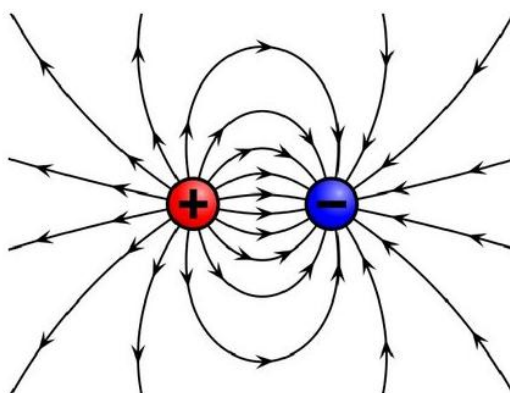
1- rasm. Musbat nuqtaviy zaryad elektr maydon kuch chiziqlari.

Manfiy zaryad uchun esa, kuch chiziqlari yoʻnalishi zaryadga yoʻnalgan boʻladi (2- rasm). Kuch chiziqlari bir zaryaddan chiqib ikkinchi zaryadda tugaydi [3].



2- rasm. Manfiy nuqtaviy zaryad elektr maydon kuch chiziqlari

Kuch chiziqlariga normal boʻlgan bir birlik yuzadan oʻtuvchi kuch chiziqlari soni elektr maydon kuchlanganlik vektorining qiymatini beradi.



3-rasm. Elektr maydon kuch chiziqlari.

Kuch chiziqlari musbat zaryadlardan boshlanib manfiy zaryadlarda tugaydi.

Elektrostatik maydonni xarakterlovchi kattalik bo'lib, zaryadning potensial energiyasi W , shu zaryad kattaligiga nisbati bilan o'lchanadi.

$$\varphi = \frac{W}{q_0} \quad (3)$$

Ya'ni elektr maydonning berilgan nuqtasini potentsiali deb shu nuqtaga olib kiritilgan birlik zaryadning potensial energiyasiga teng bo'lgan kattalikka aytiladi.

$W = K \frac{q_0 q_1}{r}$ ekanligini e'tiborga olgan holda $\varphi = \frac{q}{r}$ deb yozish mumkin.

bu formula maydonning berilgan nuqtasidagi potentsialning qiymatini beradi.

Elektr maydonida zaryad harakatlanganda potensial energiyani o'zgarishiga teng bo'lgan ish bajaradi $A = (W_2 - W_1)$

$$W_2 = q_0 \varphi_2 \quad \text{va} \quad W_1 = q_0 \varphi_1 \quad \text{ekanligini e'tiborga olib}$$

$$A = q_0 (\varphi_2 - \varphi_1) \quad (4)$$

tenglamani hosil qilamiz. Bu yerda φ_1 va φ_2 -maydonning berilgan nuqtalarini potentsiali.

q_0 -maydonning bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga harakatlanuvchi zaryad.

Potensial bilan maydon kuchlanganligi orasidagi bog'lanishni topaylik. Zaryadni kuchlanganlik chizig'i bo'yicha biror kesmaga ko'chirishda bajargan ish

$$dA = Fd\ell = qEd\ell \quad (5)$$

ga teng. Bu ish zaryad potensial energiyasini kamaytirish hisobiga bajariladi.

$$dW = -qd\varphi \quad (6)$$

Bu yerda $d\varphi$ -potensialni o'zgarishi

$$\text{Oxirgi ikki tenglamalardan } qEd\ell = -qd\varphi \quad (7)$$

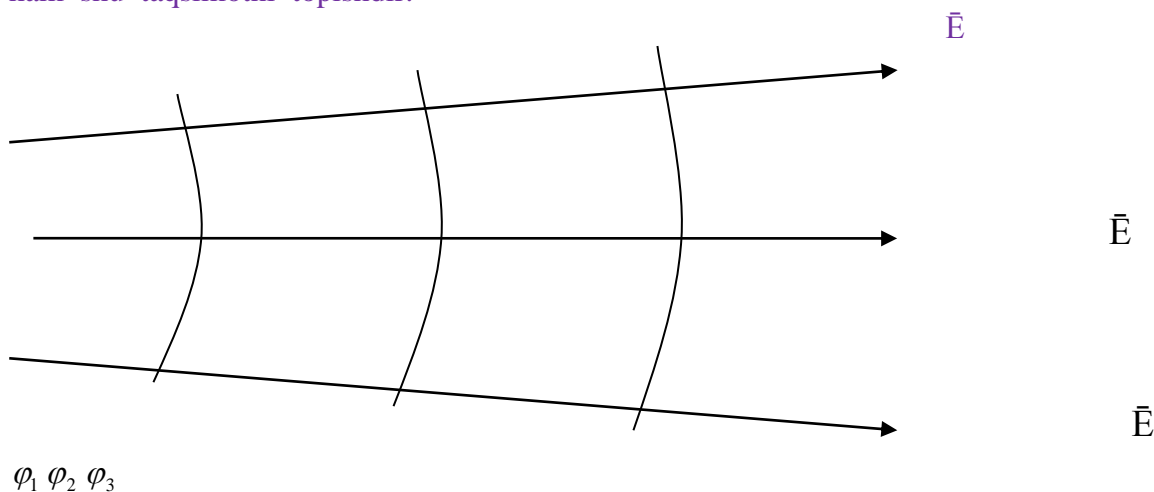
$$\text{Bu yerda} \quad E = -\frac{d\varphi}{dl} = -\text{grad}\varphi \quad (8)$$

$\frac{d\varphi}{dl}$ ifoda berilgan yo'nalishda potentsialning o'zgarish tezligini ko'rsatadi.

Elektr maydon kuchlanganligi potentsialning teskari ishora bilan olingan gradientiga teng. Minus ishora maydon kuchlanganligi potentsial kamayishi tomonga yo'nalganligini ko'rsatadi (4-rasm).

Elektr maydonda bir xil potentsialli nuqtalarning geometric o'rinlaridan tashkil topgan sirtga ekvipotensial sirt deyiladi.

Ekvipotensial sirt nuqtalari uchun $E = \text{const}$. Ekvipotensial sirtning barcha nuqtalari bir xil potentsialda bo'lgani tufayli unda zaryad ko'chishi ish talab qilmaydi. Bu degan so'z, zaryadga ta'sir qiluvchi kuch har doim siljishga perpendikulyar demakdir. Bunday kuch chiziqlari ekvipotensial sirtlarga doim perpendikulyar bo'ladi degan xulosa chiqadi. Ekvipotensial chiziqlar yordamida kuch chiziqlari elektr maydonidagi taqsimotini topish mumkin. Ushbu ishdan maqsad ham shu taqsimotni topishdir.



4-rasm Ekvipotensial chiziqlar

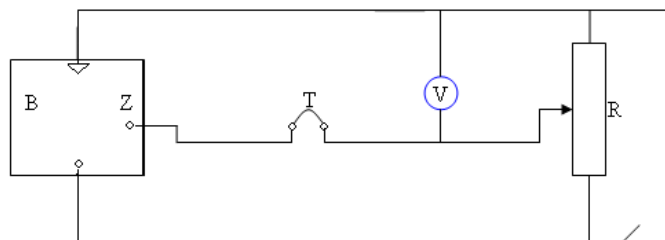
Ekvipotensial va kuch chiziqlari taqsimotini o'rganishdagi eng sodda va ishonchli metod bu elektrodlar sistemasi orasidagi maydonni o'rganishdir. Tekshiriladigan maydonni hosil qiluvchi elektrodlar o'zgaruvchan tok manbaiga ulanib, elektr tokini yomon o'tkazuvchi suyuqlik (masalan: vodoprovod suvi) quyilgan vanna ichiga joylashtiriladi. Kalit ulanganda elektrodlar orasidagi suyuqlik orqali o'zgaruvchan tok o'ta boshlaydi. Natijada ekvipotensial sirtlarning shakli xuddi elektrodlariga doimiy potensial va elektrodlar orasida elektr tokini o'tkazmaydigan muhit mavjud bo'lgandagi kabi bo'ladi.

Agarda bunday vannaga indikator bilan ulangan kichkina sharcha ko'rinishidagi elektrozonni tushirilsa, zond va zond tushirilgan nuqta potentsiali noldan farqli bo'lganda indikator tok mavjudligini ko'rsatadi; agarda zond ushbu nuqta potentsiali teng bo'lsa indikator tok o'tmaydi. Indikator sifatida telefon yoki galvanometr ishlatish mumkin. Shunday usulda zondga ma'lum kuchlanish berib, indikator yordami bilan bir xil bo'lgan nuqtalarni topish mumkin va bu nuqtalarni o'zaro birlashtirib mos potensial uchun potensial chiziq o'tkaziladi. Zond potentsiali o'zgartirilib, har bir potensialga mos bo'lgan ko'pgina ekvipotensial chiziqlarni chizish mumkin. Ular yordamida esa kuch chiziqlari o'tkaziladi.

Bizning kafedra laboratoriyasida elektrostatik maydonni tekshirish konstruksiyasi jihatdan bir oz farq qiluvchi ikki qurilmada olib boriladi.

Birinchi qurilma

Qurilma sxemasi (3-rasmda) tasvirlangan. Yassi elektrostatik vanna elektrostatik maydonni tekislikda tekshirishga imkon beradi. Indikator qilib qarshiligi katta bo'lgan telefon olinadi. Telefon simlarining bir uchi potensiometr ga ulanib, ikkinchi uchi zond orqali o'zgaruvchan tok manbaidan beriladi.



5-rasm. Qurilmaning sxemasi

Zondga kuchlanish potensiometr orqali beriladi. Kuchlanish voltmetr orqali o'lchanadi. Vanna tubiga mahkamlangan millimetrlarga darajalangan qog'ozda teng potensial nuqtalari holati belgilanadi.

BIRINCHI QURILMADA ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. 3-rasm bo'yicha elektr sxemasi tekshirish.
2. vannadagi suvni miqdorini tekshirilsin, ehtiyoj bo'lsa, qo'shilsin.
3. millimetrga darajalangan qog'oz bo'lagiga mos masshtabda elektrodning shakli va formasi tushirilgan.
4. potensiometr yordamida zondga ma'lum potensial berilsin. Zond koordinata o'qi qiymatlari ($U=0, +4, +6, +8$ va hokazo) bo'lganda to'g'ri chiziq bo'yicha harakatlanish va telefon tovushlarining so'ngan holatlariga mos keluvchi koordinata nuqtalari topilsin. Topilgan nuqtalarni grafikka tushirib bir chiziq bilan o'zaro birlashtirilib ekvipotensial chiziq o'tkaziladi.
5. zond potentsiali o'zgartirilib, tajriba bir necha bor takrorlansin, teng potensial chiziqlari o'tkazilsin.
6. ekvipotensial chiziqlar yordamida kuchlanganlik chiziqlari qurilsin va ularni yo'nalishi ko'rsatilsin.

Ikkinchi qurilma



6-rasm Qurilmaning sxemasi

Ikkinchi qurilma birinchisidan asosan konstruktsiya bo'yicha farq qiladi. Qurilma umumiy ko'rinishi 6-rasmda berilgan. Organik shishadan qilingan vannada (1) elektrodlar (2) kerakli holatda qisqichlar yordamida mahkamlanadi. Bu qurilmada elektr maydonni tekshirish, ya'na ekvipotensial chiziq holatini aniqlash maxsus qurilma pantegrafta bajariladi.

Pantegraf richagi uchiga gorizontalk tekislik bo'yicha harakatlana oladigan vertikal zond (3) mahkamlanadi. Zondni pastki qismi elektrolitga joylashtiriladi, yuqori qismi esa egiluvchan sim yordamida galvanometr bilan ulanadi. Pantegraf richagini ikkinchi uchiga vertikal qasamayza (4) o'rnatilgan, uning yordamida teng potensial nuqtalar holati qog'oz bo'lagiga belgilanadi. Pantegraf richagi sistemasi shunday qurilganki, zondni barcha gorizontalk siljishlari qalamni qog'oz ustidagi avtomatik siljishni vujudga keltiradi.

Agar maydoning biror nuqtasida zond joylashtirilganda galvanometr strelkasi "nolga" kelsa, demak nol potentsiali va shu nuqtadagi maydon potentsiali o'zaro teng bo'ladi. Berilgan potentsialda galvanometrni ko'rsatishiga qarab zond yordamida bir nechta(6-7) nuqta aniqlanadi. Ularni o'rni qog'oz bo'lagiga pantograf nayzasi yordamida belgilanadi.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. toza qog'oz bo'lagi qurilma stoliga joylashtiriladi (6), vannaga keragicha suv quyiladi, elektrodlar qisqichlarga mahkamlanadi.
2. T2 tumbler "grubo" holatiga, so'ngra T1 tumbler "vkl" holatiga qo'yiladi.
3. potentsiometr surgichi rahbar ko'rsatgan kuchlanishga qo'yiladi, zondni vannada siljitib galvanometr ko'rsatishi nol bo'lgandagi nuqta topiladi. Tumbler T2 "tochno" holatiga o'tkazilib galvanometrtdagi tok kuchi 1-0 holat qalam yordamida belgilanadi. Ushbu metod bilan shu kuchlanishdagi 6-7 nuqta topiladi. Qog'ozda topilgan nuqtalarni o'zaro birlashtirib ushbu potentsial (φ) ga mos keluvchi ekvipotensial chiziq olinadi.
4. shunday usulda φ_1 , φ_2 , φ_3 potentsiallar uchun ham tajriba o'tkaziladi.
5. olingan ekvipotensial chiziqlar yordamida elektrostatik maydon kuchlanganlik chiziqlari o'tkazilsin, ularni yo'nalishi ko'rsatilsin.

NAZORAT SAVOLLAR

1. Elektrostatik maydon deb nimaga aytiladi?
2. Elektrostatik maydon kuchlanganligi deb nimaga aytiladi va qanday birliklarda o'lchanadi?
3. Potensial va potensial gradiyenti deb nimaga aytiladi?
4. Maydon kuchlanganligi bilan potensial orasida qanday bog'liqlik bor?
5. Elektrostatik maydon kuch chiziqlari deb nimaga aytiladi?
6. Qanday chiziq ekvipotensial chiziq deb aytiladi?
7. Zaryadni ekvipotensial chiziq bo'yich ko'chirishda bajarilgan ish nimaga teng?

Mashg'ulotda pedagogik texnologiya usullarini qo'llash

1-ilova

B.B. B. metodiga asoslangan tarqatma material

	Tushuncha	Bilaman	Bildim	Bilmayman
1	<i>Elektr maydon deb nimaga aytiladi?</i>			
2	<i>Maydon kuchlanganligi nima?</i>			
3	<i>Potensial deganda nima tushuniladi?</i>			
4	<i>Kulon qonunining ta'rif?</i>			
5	<i>Ekvipotensial sirtlar qanday chiziladi? Uning ta'rifini keltiring.</i>			
6	<i>Elektr maydonda bajarilgan ish formulasini yozing.</i>			
7	<i>Elektr maydon kuch chiziqlari deb qanday chiziqlarga aytiladi.</i>			
8	<i>hisoblash formulasini tushunti-rib bering.</i>			

“Aqliy hujum” metodi

2-ilova

№	Nazariy savollar
1	<i>Elektrostatik maydon deb nimaga aytiladi?</i>
2	<i>Kulon qonunini ta'riflang.</i>
3	<i>Maydon kuchlanganligi debnimaga aytiladi?</i>
4	<i>Kuch chiziqlari bilan ekvipotensial sirtlar o'zaro qanday joylashgan?</i>
5	<i>Maydon potentsiali deb nimaga aytiladi?</i>
6	<i>Elektrostatik maydonda bajarilgan ish nimaga teng?</i>

**Laboratoriya – 12
UITSTON KO'PRIGI YORDAMIDA REZISTOR
QARSHILIGINI ANIQLASH**

Kerakli asbob va materiallar:

1. Reoxord. 2. Galvanometr.
3. Qarshiliklar magazini.
4. Noma`lum qarshilik.
5. Kalit va tok manbai.

Ishning maqsadi:

Tajriba yo'li bilan Uitston ko'prigi yordamida qarshilikni o'lchash.

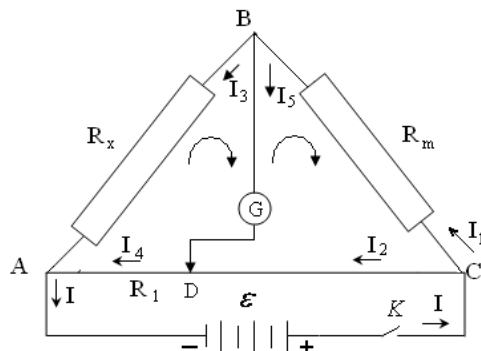
NAZARIY MUQADDIMA

Praktikada no`malum qarshiliklarni (Rx) o'lchash uchun Uitston ko'prigidan keng foydalaniladi. (1-rasm). A va S nuqtalar “K” kalit orqali “ Y” tok manbaiga ulangan. Bu nuqtalar orasida reoxord deb ataluvchi darajalangan chizg'ich ustiga tortilgan bir jinsli ingichka sim ulanadi. Reoxordning A va S nuqtalariga no`malum qarshilik (Rx) hamda qarshiliklar magazinidan olinuvchi ma`lum qarshilik (Rm) parallel ulanadi. V va D nuqtalar orasiga galvonometr ulanib, kontakti reoxord bo'yicha harakatlanadi. Uitson ko'prigining ishlash prinsipi Kirxgof qonunlarining qo'llanishiga asoslangan.

Kirxgofning 1-qonuni. Uchtadan kam bo'lmagan o'tkazgichlarning uchrashgan nuqtasi uchun qo'llaniladi.

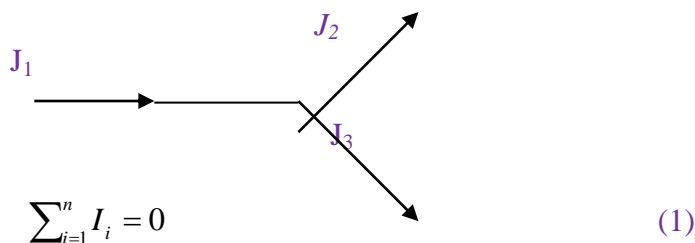
Bunday nuqtalar zanjir tuguni deyiladi. Barqaror rejimda tugunga keluvchi tok kuchlarining yig'indisi tugundan chiquvchi tok kuchlarning yig'indisiga teng, tugunga keluvchi tok musbat,

tugundan chiquvchi toklarni manfiy deb hisoblaganda Kirxgofning 1-qonunini quyidagicha ta'riflash mumkin.



1-rasm. Uitston ko'prigining sxemasi

Zanjir tugunuda tok kuchlarning algebraik yig'indisi nolga teng, ya'ni $I_1 + I_2 + I_3 = 0$



Kirxgofning 2-qonuni: har qanday berk zanjirdan tok manbaalarining elektr yurituvchi kuchlarining algebraik yig'indisi, tok kuchining tegishli bu zanjir qismlari qarshiliklariga ko'paytmalarining algebraik yig'indisiga teng.

$$\sum_{i=1}^n E = \sum_{i=1}^n I_i R_i \quad (2)$$

Kirxgof qonunlarini qo'llashda quyidagi qoidalarga amal qilish lozim:

1. zanjirning turli qismlaridagi tok yo'nalishini strelka bilan ko'rsatish kerak.
2. zanjirni aylanib o'tish yo'nalishini tanlab olish kerak, soat strelkasi yo'nalishi bo'yicha yoki soat strelkasi yo'nalishiga qarama-qarshi.
3. yo'nalish zanjirni aylanib o'tish yo'nalishi bilan mos keluvchi tok musbat ishora bilan olinadi, tok kuchining qarshilikka ko'paytmasining ishorasini belgilashda hisobga olinadi.
4. berk zanjirni aylanib o'tish yo'nalishida potensialni oshiruvchi yoki aylanib o'tishda manbaaning ichida minusidan plusiga tomon yo'nalishidagi EYUK musbat EYUK hisoblanadi. Bunga misol tariqasida 2-rasmda tasvirlangan zanjirning ma'lum qismi uchun isoralar qoidasini hisobga olgan holda, Kirxgofning tenglamalarini tuzaylik.

Kirxgofning 1-qonunining (1) tugun uchun quyidagicha yozish mumkin.

$$I + I_3 = I_2 \quad \text{yoki} \quad I + I_3 - I_2 = 0$$

Kirxgofning 2-qonuniga asoslangan holat berk zanjir (1,2,3,1) uchun quyidagi tenglamalarni yozish mumkin.

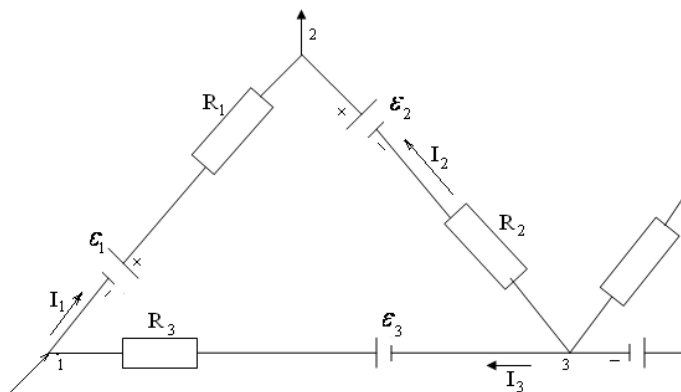
$$I_1 R_1 - I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_1 - E_2 + E_3$$

Kirxgofning qonunlarining Uitson ko'prigiga tadbiiq etamiz.

Zanjirning ayrim qismlaridan tok yo'nalishlari strelka bilan ko'rsatilgan.

Kirxgofning birinchi qonunini tugunlarga tadbiiq etib, quyidagilarga ega bo'lasiz.

- (S) $I = I_1 + I_2$ (3)
- (B) $I_1 = I_3 + I_5$ (4)
- (D) $I_4 = I_5 + I_2$ (5)



2-rasm. Tarmoqlangan zanjir.

Nomaʼlum qarshilikni oʻlchash uchun qarshiliklar magazinidan maʼlum (RM) qarshilikni bilgan holda, D harakatlanuvchi kontakti shunday holatga keltiriladiki, unda VD koʻprikdan toʻk oʻtmay qoladi, ($I_5=0$) va galvanometr strelkasi nolga keladi. U vaqtda (4) va (5) tenglamalar quyidagi koʻrinishda yoziladi

$$I_1 = I_3 \quad (6) \quad \text{va} \quad I_2 = I_4 \quad (7)$$

AV va VS qismlarida tok kuchi bir xil ($I_1 = I_4$) Kirxgofning ikkinchi qonunini AVDA zanjir uchun tadbiiq etamiz. Shuning uchun zanjirni soat strelkasi boʻylab aylanib oʻtamiz. AV qismdagi tok kuchining qarshilikka koʻpaytmasi $-I_3 R_3$ ga, AVqismida esa tok kuchini qarshilikka koʻpaytmasi nolga teng, chunki bu qismdan tok oʻtmaydi ($I_5=0$).

DA qismidagi tok kuchining qarshilikka koʻpaytmasi $I_4 R_1$ ga teng, lekin

$$R_1 = p \frac{l_1}{S} \quad \text{ga teng}$$

Bu yerda: l_1 - reoxord A va D nuqtalari orasidagi simning uzunligi
 p - reoxorddagi simning solishtirma qarshiligi
 S - uning koʻndalang kesimi.

I_3 oldidagi minus ishora zanjirini aylanib oʻtish yoʻnalishiga qarshi yoʻnalishini koʻrsatadi.

AVDA zanjirida tok manbalari boʻlmaganligi va $\sum_{i=1}^n I_i R_i = \sum_{i=1}^n E_i$ ga tengligini eʼtiborga olsak, AVDA zanjir uchun Kirxgofning 2-qonuni quyidagi koʻrinishga ega boʻladi.

$$-I_3 R_x + 0 + I_4 p \frac{l_1}{S} \quad \text{yoki} \quad I_3 R_x = I_4 p \frac{l_1}{S} \quad (8)$$

DVSD zanjir uchun Kirxgofning 2-qonunini tadbiiq etib quyidagi, tenglamalarga ega boʻlamiz.

$$-I_1 R_m + I_2 p \frac{l_2}{S} - 0 = 0$$

tenglamadagi l_2 –reoxordning DS qismidagi sim uzunligi

$$I_1 R_m = I_2 p \frac{l_2}{S} \quad (9)$$

(6) va (7) tengliklarni hisobga olgan holda , (8) ni (9) ga boʻlib quyidagilarni hosil qilamiz.

$$\frac{R_x}{R_m} = \frac{l_1}{l_2} \quad \text{yoki} \quad R_x = R_m \frac{l_1}{l_2} \quad (10)$$

(10) formula yordamida esa R_x nomaʼlum qarshiliklarni aniqlaymiz. Ushbu ish quyidagi 3 ta vazifa asosida bajariladi:

- rezistor qarshiliklari R_1 va R_2 larni alohida-alohida oʻlchash.
- oʻzaro ketma-ket ulangan ikkita rezistor qarshiligini oʻlchash, hamda natijasini $R_{UM}=R_1+R_2$ (10a) formula (R_1 va R_2 lar qiymati birinchi vazifadan olinadi) orqali topilgan R umumiy bilan solishtirish.
- oʻzaro parallel ulangan ikkita resistor qarshiligini oʻlchash, hamda natijani

$$\frac{I}{R_{UM}} = \frac{I}{R_1} + \frac{I}{R_2} \quad (10b)$$

formula orqali topilgan, ulangan qarshilik bilan solishtirish, o'lchashning nisbiy xatosi

$$\frac{\Delta R_x}{R_x} = \left(\frac{\Delta l_1}{l_1} - \frac{\Delta l_2}{l_2} \right) \quad (11)$$

formula orqali ifodalanadi.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. D sirpanuvchi kontrakti reoxord o'rtasiga joylashtiring.
2. qarshiliklar magazinidan R_x ga yaqinroq R_M qarshiligini ta'minlab oling. Buning uchun qarshiliklar magazinidan ixtiyoriy qarshilik eltib, bir daqiqa kalitni ulang. Agarda galvanometr strelkasi keskin og'ib ketsa, u vaqtda (R_M) ma'lum qarshilik son qiymatini o'zgartirib galvanometr strelkasining minimaliga erishing.
3. So'ngra reoxordni D kontakti siljitish yordamida ko'priktan tok o'tmasligiga erishing.
4. R_M ni yaqin qiymatlaridan bir nechta o'n shkalada reoxord shkalalari uzunliklarini hisobini oling.
5. (10) formula yordamida rezistorni tekshirayotgan noma'lum qarshilikni hisoblang.
6. 2- rezistor qarshiligini o'lchang (buning uchun 1, 2, 3, 4, 5 punktlar takrorlanadi).
7. (11) formula yordamida o'lchangan kattaliklarni nisbiy holatini hisoblang.
8. ikkita rezistorni o'zaro ketma-ket ulang va (10) formula bo'yicha qarshilikni o'lchang, o'lchash natijasini (10a) formula bilan taqqoslang.
9. ikkita rezistorni o'zaro paralell ulang va (10) formula bo'yicha qarshilikni hisoblang, natijani formula bilan taqqoslang.

$$R_{um} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (10b)$$

NAZORAT SAVOLLAR

1. Kirxgof qonunlarini ta'riflab bering.
2. $R_x = R_M \frac{l_1}{l_2}$ formulani keltirib chiqaring
3. R_x o'lchamini aniqligi nimalarga bog'liq?
ADSV zanjir uchun Kirxgofning qonun tenglamasini yechib bering.
4. Adsv zanjir uchun Kirxgofning qonun tenglamasini yechib bering

Mashg'ulotda pedagogik texnologiya usullarini qo'llash

1-ilova

B.B. B. metodiga asoslangan tarqatma material

	<i>Tushuncha</i>	<i>Bilaman</i>	<i>Bildim</i>	<i>Bilmayman</i>
1	<i>Tok deb nimaga aytiladi?</i>			
2	<i>Qanday tokdan foydalandingiz?</i>			
3	<i>hisoblash formulani yozib bering.</i>			
4	<i>Absolyut xatolikni qanday topamiz?</i>			
5	<i>Nisbiy xatolik qanday topiladi?</i>			
6	<i>Kuchlanish, tok kuchi o'lchov birliklari qanday?</i>			
7	<i>Tok kuchi deb nimaga aytiladi?</i>			

<i>N_o</i>	<i>Nazariy savollar</i>
1	<i>Elektrostatik maydon deb nimaga aytiladi?</i>
2	<i>Qarshilik deb nimaga aytiladi? O'lchov birligi qanday?</i>
3	<i>Om qonunining ta'rifi qanday?</i>
4	<i>Qarshiliklarni ketma-ket va parallel ulashda umumiy qarshilik qanday topiladi? hisoblash formulani izohlab bering.</i>
5	<i>Sxemadagi barcha asboblarning vazifalarini aytib bering.</i>
6	<i>“Ko'priq” nima vazifa bajaradi</i>
7	<i>Qarshiliklar magazini nima?</i>

13- laboratoriya ishi

KATTA QARSHILIKLARNI O'LCHASH

Kerakli asbob va materiallar:

1. Galvonometr. 2. Katta noma'lum qarshiliklar.
3. Qarshiliklar magazini. 4. Voltmetr.

Ishning maqsadi:

Katta qarshiliklarni o'lchash usuli bilan tanishish.

NAZARIY MUQADDIMA

Katta qarshiliklarni Uitston ko'prigi bilan o'lchab bo'lmaydi, chunki katta qarshiliklar Uitston ko'prigida katta kuchlanish pasayishi hosil qiladi. Bu holda katta EYuK li tok manбайдan, hamda kuchlanishda katta qarshiliklarni o'lchovchi asbobdan foydalanish zarur bo'ladi. Shuning uchun 10^5 va 10^6 Om bo'lgan katta qarshiliklar ko'pincha tok kuchi va kuchlanishlar orqali Om qonunidan foydalangan holda o'lchanadi. Bu holda tok kuchi sezgir galvanometr yoki elektrometr bilan o'lchanadi. Buning uchun galvanometr shuntlanadi.

Shunt deganda o'lchov asbobining o'lchash chegarasini oshirish uchun qo'llaniladigan, galvanometr parallel ulangan, qo'shimcha qarshilik tushuniladi.

Shunt qarshiligi Kirxgof qonunlari asosida topiladi.

Tarmoqlangan zanjir uchun Kirxgof qonunlari: Kirxgofning 1-qonuni uchtadan kam bo'lmagan, o'tkazgichlarning o'tkazgan nuqtasi uchun qo'llaniladi. Bunday nuqta zanjir tuguni deyiladi. Barqaror sharoitda tugunga keluvchi tok kuchlarning yig'indisi tugundan chiquvchi tok kuchlarining yig'indisiga teng, tugunga keluvchi toklar musbat tugundan chiquvchi toklarni manfiy deb hisoblaganda Kirxgofning birinchi qonunini quyidagicha ta'riflash mumkin. Zanjir tugunida tok kuchlarining algebraik yig'indisi nolga teng. Ya'ni: $I_1 - I_2 - I_3 = 0$

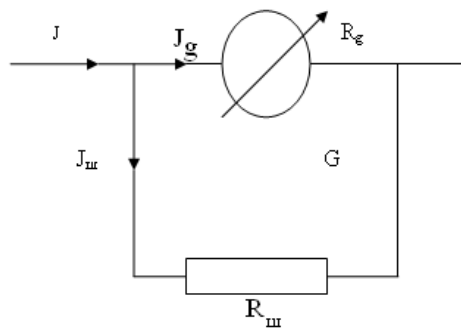
$$\sum_{i=1}^n I_i = 0$$

Kirxgofning 2-qonuni har qanday berk zanjirda tok manbaalarining elektr yurituvchi kuchlarini algebraik yig'indisi, tok kuchining shu zanjirning tegishli qismlari qarshiliklariga ko'paytmalarining algebraik yig'indisiga teng.

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

Kirxgof qonunlarini qo'llashda quyidagi amallarga rioya qilish kerak:

1. Zanjirni aylanib o'tish yo'nalishini tanlab olish kerak, soat strelkasi yo'nalishi bo'yicha yoki soat strelkasi yo'nalishiga qarama-qarshi;
2. Yo'nalish zanjirini aylanib o'tish yo'nalishi bilan mos keluvchi tok musbat ishora bilan olinadi;
3. Aylanib o'tish yo'nalishida potentsialni oshiradigan elektr yurituvchi kuch musbat deb olinadi.



1-rasm

Kirxgofning 1-qonuniga asosan $I_0 = I_g + I_{Sh}$ (1)

Va II-qonuniga asosan $I_g R_g - I_{Sh} R_{Sh} = C$

Yoki $I_g R_g = R_{Sh} I_{Sh}$ (2)

(1) va (2) dan shunt qarshiligini topamiz: $R_{Sh} = \frac{I_g R_g}{I_0 - I_g}$

Galvanometr bilan shunt (qo'shimcha qarshilik) qarshiligi, o'lchanayotgan noma'lum qarshilikdan juda kichik bo'lgani uchun galvanometr bilan shunt kuchlanish pasayishi

$$U = \frac{R_g \cdot R_{III}}{R_g + R_{III}} \cdot I_0$$

O'lchanayotgan noma'lum qarshilik R_x kuchlanish pasayishi $I_0 R_x$ dan juda kichik bo'ladi.

Natijada $R_x = \frac{U}{I_0}$ (3) bo'ladi.

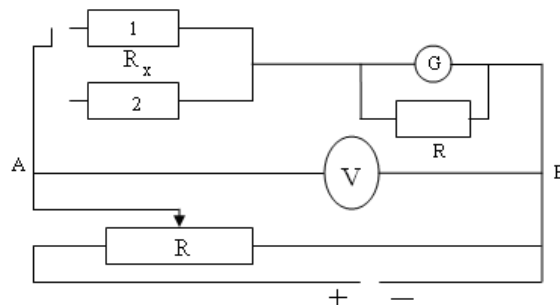
Bu formulada U - voltmetr ko'rsatilishi;

I_0 - katta qarshilikdan o'tuvchi tok.

O'tayotgan I_0 tokni, galvanometr toki I_g orqali ifodalash galvanometrni ulangan qo'shimcga qarshilik R_{Sh} va galvanometr qarshiligi R_g ni bilish kerak(1-rasm).

Buning uchun (2) dan I_{Sh} ni topib (1)ga quyidagi natijaga ega bo'lamiz:

$$I_{III} = \frac{I_g R_g}{R_{uu}}; I_0 = I_g + \frac{I_g R_g}{R_{uu}} = I_g \left(1 + \frac{R_g}{R_{uu}} \right) \quad (4)$$



1-rasm. Qurilmaning sxemasi.

(4) dagilifodasini (3) tenglamagayozilsa

$$R_x = \frac{U}{I_g \left(1 + \frac{R_g}{R_w} \right)} \quad (5) \text{ ni hosil qilamiz.}$$

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. 1-rasm bo'yicha yig'ilgan sxemani tekshiring.
2. Galvanometr shuntlovchi qarshiliklar magazinidan qarshilik tanlab olinadi(100-250) Om.
3. Sxemani tok manbaiga ulang.

4. Reostat surgichi yordamida o'qituvchi tomonidan berilgan kuchlanishni voltmetrda hosil qiling.
5. Birinchi noma'lum katta qarshilik (1-holatdan o'tayotgan tokni) $I_{g1}=n_1 \cdot C_1=n_1 \cdot 1 \cdot 10^{-7}$ formulani hisoblang. n_1 - galvanometr strelkasi ko'rsatayotgan son.
6. Kalitni ikkinchi qarshilikka (2-holat) ulab, galvanometr ko'rsatishini yozib oling va 2-qarshilikdan o'tayotgan tokni $I_{g2}=n_2 \cdot 1 \cdot 10^{-7}$ formula yordamida hisoblang.

R_{x1}, R_{x2} qarshiliklarni $R_x = \frac{U}{I_g \left(1 + \frac{R_g}{R_w} \right)}$ formulasi yordamida hisoblang. R_g

galvanometrda yozilgan.

7. Har bir qarshilik uchun tajribani kamida 3-marta takrorlang va natijalarni jadvalga yozing.
8. Topilgan noma'lum qarshiliklarni absolyut va nisbiy xatolarini hisoblang
9. Topilgan noma'lum qarshiliklarni absolyut va nisbiy xatolarini hisoblang.

Kuzatish jadvali

Qarshilik	R_n	U	I_{g1}	I_{g2}	R_g	R_{x1}	R_{x2}	ΔR_{x1}	E_{x1}

NAZORAT SAVOLLAR

1. Kirxgof qonunlarini yozib bering.
2. Berk zanjir uchun Om qonuni.
3. Galvanometrning ishlashini tushuntiring.

Mashg'ulotda pedagogik texnologiya usullarini qo'llash

1-ilova

B.B. B. metodi

	<i>Tushuncha</i>	<i>Bilaman</i>	<i>Bildim</i>	<i>Bilmayman</i>
1	<i>O'tkazgich qarshiligi to'g'risida tushuncha</i>			
2	<i>O'tkazgich qarshiliginig temperaturaga bog'liqligi</i>			
3	<i>O'tkazgich qarshiliginig o'lchash usullari</i>			
4	<i>Tarmoqlangan zanjirlar uchun Kirxgoff qonunlari</i>			

2-ilova

"Aqliy hujum" metodi

Nazariy savollar

<i>№</i>	
1	<i>O'tkazgich qarshiligi to'g'risida tushuncha</i>
2	<i>O'tkazgich qarshiliginig temperaturaga bog'liqligi</i>
3	<i>O'tkazgich qarshiliginig o'lchash usullari</i>
4	<i>Tarmoqlangan zanjirlar uchun Kirxgoff qonunlari</i>

14 – laboratoriya ishi YARIM O'TKAZGICHLI DIODNI VOLT AMPER XARAKTERISTIKASINI OLISH

Kerakli asbob va materiallar.

1. Mikroampermetr, 2. Milli-ampermetr,
3. Voltmetr, 4. Selenli to'g'irlagich,
5. Reostat.

Ishning maqsadi:

Yarim o'tkazgichlar nazariyasi bilan tanishish va n-p o'tishini o'rganish.

NAZARIY MUQADDIMA

Metallarda erkin elektronlar konsentratsiyasi juda katta ($10^{22} - 10^{23} \text{ sm}^3$) shuning uchun materiallarni elektr tokiga qarshiligi katta emas. Dielektrlarda erkin elektron konsentratsiyasi kam ($n < 10^{14} \text{ sm}^3$), qarshiligi esa katta. Elektr qarshiligiga nisbatan yarim o'tkazgichlar metall va dielektriklarni oraliq holatini egallaydi.

Metallar solishtirma qarshiligi $10^8 - 10^6 \text{ Om m}$, yarim o'tkazgichlarda $10^3 - 10^2 \text{ Om m}$, dielektrlarda esa 10^8 Om m dan katta yarim o'tkazgichlarning solishtirma qarshiligi temperatura, yorug'lik, aralashmalar ta'sirini o'zgarishiga qarab o'zgaradi.

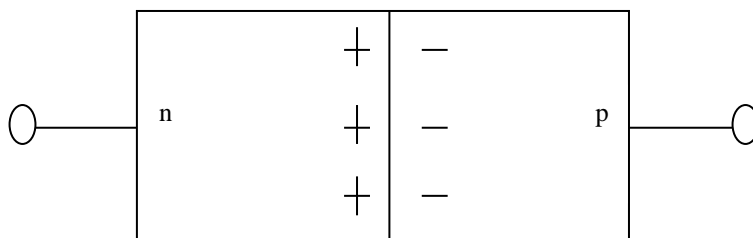
Metallardan farqli ravishda yarim o'tkazgichlarni qarshiligi temperatura kamayishi bilan sezilarli darajada ortadi, yarim o'tkazgichlardagi bunday o'ziga xoslik ularda erkin elektronlar konsentratsiyasi temperatura pasayishi bilan kamayishidir. Mendeleev jadvalini uchinchi, to'rtinchi, beshinchi, oltinchi gruppada elementlari ko'pgina metall oksidlari, sul'fidlari va boshqa birikmalar, yarim o'tkazgichlardir. Yarim o'tkazgichlarda o'tkazuvchanlik erkin elektronlarni harakatlantiruvchanligi (n-o'tkazuvchanlik) va teshiklarni harakatlantiruvchanligi (p-o'tkazuvchanlik) bilan tushuntiriladi. Teshiklar bu elektronlar egallamagan atom bog'lanishlaridir. Teshiklar elektr maydonida o'zlarini go'yo musbat zaryad tashuvchi kabi tutadi va erkin elektronlarga qarama – qarshi, maydon bo'yicha harakatlanadi.

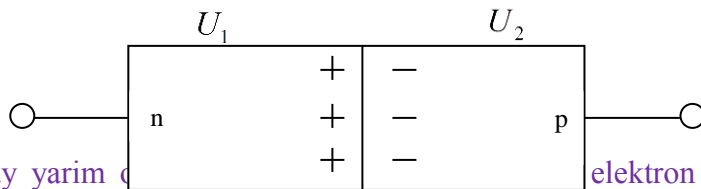
Xususiy o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan yarim o'tkazgichlarda (xususiy yarim o'tkazgichlar) erkin elektronlarni konsentratsiyasi teshiklar konsentratsiyasiga teng bo'ladi. Tok tashuvchi rolda ham elektronlar ham teshiklar ishtirok etadi.

(n, p – o'tkazuvchanlik). Si, Ge elementlar xususiy o'tkazuvchanlikka ega. Xususiy o'tkazgichlarda tok tashuvchilarning konsentratsiyasi (elektronlar va teshiklar) moddaning tarkibiga kirgan aralashmaga bog'liq emas, balki kristallni xususiy energetik spektrini xarakteriga bog'liq. Shu bilan birga, bir qator moddalarda tok tashuvchilar konsentratsiyasi ularni tarkibiga kirgan aralashmalar bilan aniqlanadi. Bunday yarim o'tkazgichlarga aralashmali yarim o'tkazgichlar deyiladi. Moddaga kiritilgan 10% aralashma qarshiligi $10^3 - 10^6$ marta kamaytiradi va erkin elektronlar yoki teshiklar konsentratsiyasini oshiradi. Kremniy va germaniy (IV gruppada elementlari) yarim o'tkazgichlar juda yaxshi o'rganilgan va keng ko'lamda qo'llaniladi.

Ularga V gruppada (fosfor, mishyak) elementlari qo'shish (alohida texnologik usulda bajariladi) erkin elektronlar konsentratsiyasini keskin oshirib yuboradi (donor aralashma). Bunday aralashmali yarim o'tkazgichlarga n- tipdagi yarim o'tkazgichlar deyiladi (asosiy tok tashuvchilar –erkin elektronlardir). Kremniy yoki germaniyga III gruppada elementlarini qo'shish (masalan bor V) qo'shimcha teshiklar hosil bo'lishiga olib keladi (akseptor aralashma). Bunday aralashmali yarim o'tkazgichlar p o'tkazuvchanlikka ega bo'ladi. Asosiy tok tashuvchilar – teshiklar n – o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan yarim o'tkazgich va p- o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan yarim o'tkazgich bir biriga kontakt qilinsa amaliy ahamiyatga ega bo'lgan n – p – o'tish hosil bo'ladi. n – p – o'tishiga misol qilib, ham elektron, ham teshik o'tkazuvchanlik sohalari mavjud bo'lgan germaniy yoki kremniy monokristallini ko'rish m

U_1 (1-rasm). U_2

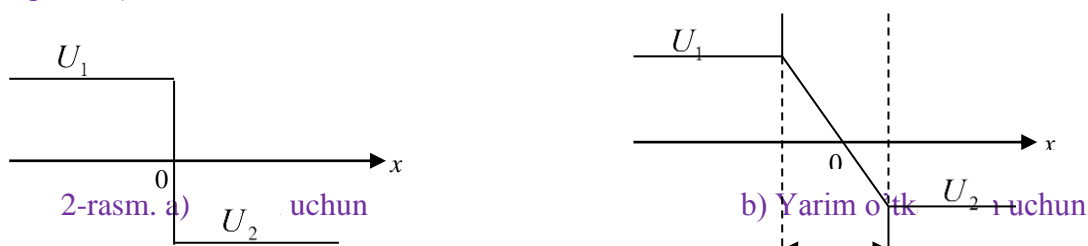




Bunday yarim o'tkazuvchanlik sohasidan teshikli elektron o'tkazuvchanlik sohasiga diffuziyalanadi. Natijada n-p o'tish sohasida potentsiallar farqi $U = U_1 - U_2$ bo'lgan ikkilangan elektr qatlami hosil bo'ladi. Kontakt potensial farqidir. Yarim o'tkazgichlar kontaktidagi potensial farqi hosil bo'lish mexanizmi metallardagi kabi bo'ladi.

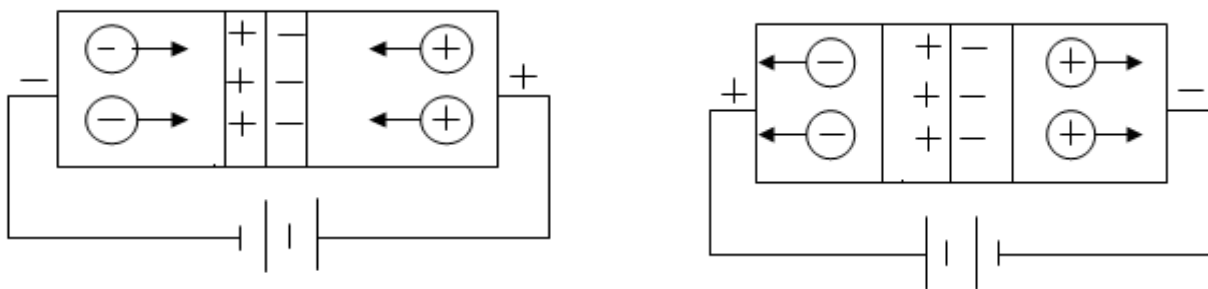
Metall bilan yarim o'tkazgichlardagi tok tashuvchi konsentratsiyasini turlichaligi bu o'rinda sezilarli farqni hosil qiladi. Metallarda erkin elektronlar konsentratsiyasi shunchalik yuqorigi elektronlarni bir metall sirtidan ikkinchi metall sirtiga o'tishi hisobiga kontakt potentsiallar farqi hosil bo'ladi.

Shuning uchun, metallarda ikkilangan elektr qatlamini qalinligi 10^{-8} sm (yoki atom o'lchami tarkibida), ikki metal kontakti biror qarshilik vujudga kelmaydi, potensial ber metallardan sakrab o'zgaradi (2-rasm, a)



Yarim o'tkazgichlarda tok tashuvchilar konsentratsiyasi metallardagiga nisbatan kam bo'ladi. Ularda kontakt potentsiallar farqi elektronlarni (teshiklarni) bir turdagi yarim o'tkazgichdan boshqa turdagi yarim o'tkazgichga o'tish natijasida vujudga keladi. Yarim o'tkazgichlarda n-p – o'tish qalinligi d bir nechta atom o'lchamiga teng bo'ladi (2-rasm, b).

Ushbu ikkilangan elektr qatlami bo'yicha potensial tekis o'zgaradi, ikkilangan elektr qatlam ma'lum qarshilikka ega bo'ladi va uni o'lchami atom o'lchamlaridan bir necha bora katta bo'ladi. ($d = 10^{-5}$ sm va kattaroq) n-p – o'tish egallab turgan sohada asosiy tok tashuvchilar yetarli darajada kam shuning uchun ushbu soha qarshiligi yetarlicha kattadir. Bu soha to'siq qatlami deb yuritiladi 2-rasm, b da elektr toki yo'qligidagi n-p – o'tishdagi to'siq qatlami qalinligi punktir chiziqlar



bilan ko'rsatilgan.

3-rasm. n-p – o'tishni tashqi maydonga bog'liqligi.

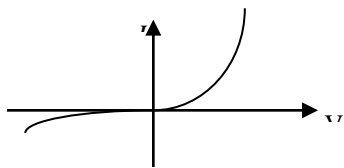
Agarda n-p – o'tishga tashqi kuchlanishni 3-rasm, a da ko'rsatilgandek qo'ysak, u holda tok tashuvchilar n-p – o'tishda siljishadi.

Tashqi maydon, yarim o'tkazgichlar chegarasidan elektronlarni n – sohaga va teshiklarni p – sohaga olib ketish uchun intiladi, natijada to'siq qatlam muvozanat holatidagiga nisbatan kengayadi.

Tok bu holatda juda kichik bo'ladi. kuchlanishni bunday yo'nalishiga teskari yo'nalish deyiladi. Agarda n-p – o'tishga kuchlanish 3-rasm, b da ko'rsatilgandek qo'yilsa, bu holda asosiy tok tashuvchilar yarim o'tkazgichlar chegarasiga qarab harakatlanadi.

n-p – o'tish kengligi qisqaradi, uning qarshiligi kamayadi, tok qiymati esa teskari yo'nalishdagi tok qiymatiga nisbatan sezilarli ortadi.

O'tayotgan tokni quyidagi kuchlanishga bog'liqlik egri chizig'i n-p – o'tishni voltamper xarakteristikasi deyiladi (4-rasm).



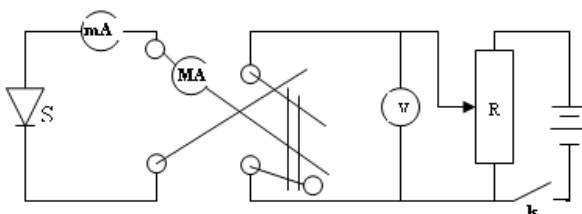
4-rasm. Yarim o'tkazgichli diodning voltamper xarakteristikasi.

Shu holat e'tiborliki, n-p – o'tishli yarim o'tkazgich ma'lum teskari kuchlanishgacha bardosh beradi, so'ngra dielektrlardagi kabi teshilish yuz beradi. Germaniy va kremniy asosidagi n-p – o'tishli yarim o'tkazgich elementlari radiotexnikada va elektrotexnikada keng qo'llanilmoqda. Ushbu ishdan maqsad selenli to'g'irlagichning xususiyatlarini o'rganish.

Yarim o'tkazgichli diodni voltamper xarakteristikasini o'lchash.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. 5-rasm asosida sxema yig'ilsin.



5-rasm. Qurilmaxemasi.

2. Ish boshlanishidan oldin potentsiometr surilgichini olinadigan kuchlanish nolga teng bo'ladigan holatga qo'yish kerak.
3. Qayta ulagich "K" tokni to'g'ri yo'naltiriladigan holatga o'tkazilsin (+belgi).
4. Potentsiometr R ni surilgichini asta – sekin siljitib – 1V, 2V, 3V, 4V, 5V kuchlanishlar o'rnatilsin.
5. Olingan milliampermetr ko'rsatishlari (I+) va voltmetr ko'rsatishlari jadvalga yozib borilsin.
6. Diodni berayotgan kuchlanish qiymatini o'zgartirmasdan qayta ulagich "K" ni tok teskari yo'nalishga oqadigan holatga o'tkazilsin.
7. Kuchlanishni shu qiymatlari uchun milliampermetr ko'rsatishlari (I+) jadvalga kiritilsin.
8. O'lchash tugagach potentsiometr R surilgichi boshlang'ich holatga qaytarilsin, sxema esa tok manбайдan uzilsin.
9. Dioddan oqib o'tuvchi tok qo'yilgan kuchlanishga bog'liqlik grafigi chizilsin (4-rasmga qaralsin).

№	Berilayotgan kuchlanish U (volt)	To'g'ri tok I (mA)	Teskari tok I (μ A)	$K = \frac{I_+}{I_-}$

NAZORAT SAVOLLAR

1. Bitta yarim davrli to'g'irlagichni elektr sxemasini tushuntiring.
2. Diod tuzilishini tushuntiring.
3. Xususiy va aralashmali o'tkazuvchanlik nima?

4. Teshikli o'tkazuvchanlikni tushuntiring.
5. Voltamper xarakteristikasini grafigi chizilsin.
6. Donor va aktseptor aralashmalari ta'sirini tushuntiring.
7. n-p – o'tish qanday xususiyatga ega.

Mashg'ulotda pedagogik texnologiya usullarini qo'llash

1-ilova

B.B. B. metodiga asoslangan tarqatma material

	Tushuncha	Bilaman	Bildim	Bilmayman
1	Bitta yarim davrli to'g'irlagichni elektr sxemasini tushuntiring.			
2	Diod tuzilishini tushuntiring.			
3	Xususiy va aralashmali o'tkazuvchanlik nima?			
4	Teshikli o'tkazuvchanlikni tushuntiring.			

2-ilova

“Aqliy hujum” metodi

№	Nazariy savollar
1	Yarim o'tkazgichli diod to'g'risida tushuncha
2	Donor va akseptor aralashmalar ta'siri to'g'risida.
3	Teshikli o'tkazuvchanlik.
4	Yarim o'tkazgichli diod to'g'risida tushuncha

15 – LABORATORIYA ISHI

YER MAGNIT MAYDONI KUCHLANGANLIGINING GORIZONTAL TASHKIL ETUVCHISI VA TANGENS –GALVONAMETR DOIMIYLIGINI ANIQLASH

Kerakli asbob va materiallar:

1. Tangens galvonometr. 2. O'zgarmas tok manbai.
3. Ampermetr. 4. Reostat, kalit.

Ishning maqsadi:

Yer magnit maydoni kuchlanganligining gorizonttal tashkil etuvchisi o'lchash va tangens-galvonometr doimiyligini hisoblash.

NAZARIY MUQADDIMA

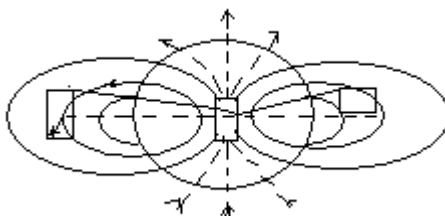
<p>Yer butun bir katta shar shaklidagi magnitdir. Magnit qutblari geografik qutblarga yaqin joylashgan. Yerning shimoliy geografik qutbida janubiy magnit qutbi S, yerning janubiy qutbida shimoliy magnit qutb N joylashgan. Yerning magnit qutblari geografik qutblarga mos kelmaydi. Er bu misoli katga magnetdir. Lekin uning magnet kutblari geografik kutblar emas (Er aylanish uqida 1- rasml).</p>	
--	--

Yerni magnit maydonini Yer markazida joylashgan dipol «ab» ni magnit maydoni bilan mos keladi deb ko'rish mumkin. (2-rasm).

Oxirgi gepotezalarga ko'ra yerni magnit maydoni yer yadrosining yuzasi bo'yicha sirkulyatsiya qilayotgan toklar bilan qisman tog' jinslari magnitlanganligi va yerni radiatsiyalangan joylari bilan bog'liqdir. Yer magnit maydoni kuch chiziqlari ekvatorda gorizonttal (V nuqta), magnit qutblari (A nuqta) esa vertikal. Boshqa nuqtalarda esa (S nuqta) biror burchak ostida yo'nalgandir. Bu holda yer magnit maydon kuchlanganligini tashkil etuvchilarga ajratish mumkin.

$$N = N_t + N_v$$

(N_t – gorizonttal tashkil etuvchi; N_v – vertikal tashkil etuvchi)



2-rasm. Yer magnit maydon kuch chiziqlarining yo'nalishi.

Vertikal o'qqa o'rnatilgan magnit strelkasi faqat gorizonttal tashkil etuvchi ta'sirida buriladi. Magnit strelkasining bu yo'nalishi magnit meridianini yo'nalishi qilib olinadi.

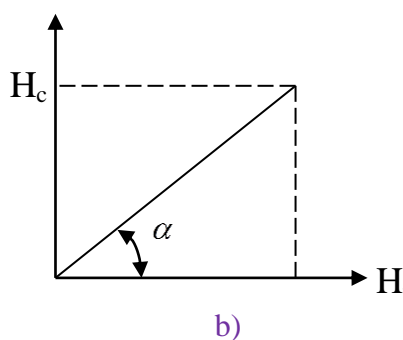
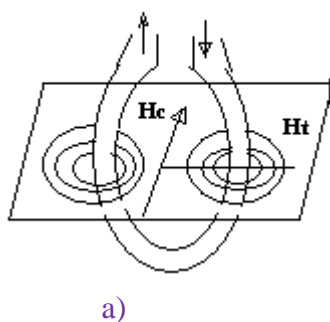
Magnit strelkasi joylashgan vertikal tekislikka magnit meridian tekisligi deyiladi.

Yer magnit maydoni kuchlanganligining gorizonttal (N_t) tashkil etuvchisini aniqlashda N o'ramli, R radiusli g'altakdan, ya'ni yassi vertikal o'qqa ega bo'lgan tangens-galvanometr asbobidan foydalaniladi. G'altakning markazidan kompas joylashgan (kompasning magnit strelkasining holati graduslarga bo'lingan shkaladan aniqlanadi).

Tangens-galvanometrdan tok o'tmaganda magnit strelkasi Yer magnit meridiani bo'yicha yo'nalgan bo'ladi. G'altakni vertikal o'q atrofida burib, g'altak tekisligini magnit meridian tekisligiga moslashtirish mumkin. Bu holda strelka magnit meridian bo'yicha joylashadi. ($0^\circ - 180^\circ$ chiziq bo'yicha).

Tangens-galvanometr g'altigidan tok o'tkazilganda magnit strelkasi biror «a» burchakka buriladi, chunki magnit strelkasiga ikkita maydon ta'sir etadi.

Yer magnit maydon kuchlanganligining gorizonttal tashkil etuvchisi va g'altakdan tok o'tgan vaqtdagi hosil bo'lgan maydon (N_1) (2-rasm).



2-rasm

Magnit strelkasi ikkala maydon kuchlanganligi teng ta'sir etuvchisi (N) yo'nalishi bo'ylab joylashadi.

$$N = N_t + N_s$$

2b-rasmdan ko'rinadiki,

$$\text{tg } \alpha = \frac{H_c}{H_t} \quad (1)$$

dan

$$H_t = \frac{H_c}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (2)$$

Demak, N ni aniqlash uchun magnit strelkasi burilishi (α) va g'altak markazidagi maydon kuchlanganligini o'lchash kerak.

G'altak markazidagi magnit maydoni kuch chiziqlari yo'nalishini parma qoidasi yordamida aniqlanadi.

Parma dastasini g'altakdan o'tayotgan tok bo'ylab aylantirilgan vaqtda, parmani ilgari noma harakati yo'nalishi g'altak markazidagi kuch chiziqlari yo'nalishini ko'rsatadi.

Bu maydonning kattaligi SI sistemasida

$$H_t = \frac{NI}{2R} \quad (3) \text{ formuladan aniqlanadi.}$$

bu yerda: N - o'ramlar soni

I - tok kuchi

R - g'altakning radiusi metrlarda.

(3) ifodadan N ning qiymatini (2) ifodaga qo'ysak,

$$H_t = \frac{H_c}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{H \cdot I}{2R \cdot \operatorname{tg} \alpha} \quad (4) \text{ hosil bo'ladi.}$$

$$I = \frac{2 \cdot H_t \cdot R}{N} \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

(5) ifodadan ko'rinadiki, strelkasini burilishi burchagi (α) g'altakdagi tok kuchiga bog'liq, u holda

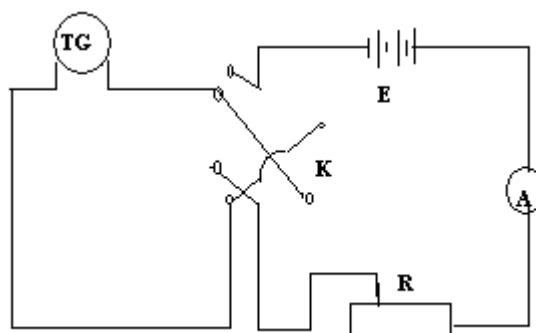
$$I = C \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (6)$$

bu yerda
$$C = \frac{2 \cdot H_t \cdot R}{N} \quad (7)$$

$$C = \frac{I}{\operatorname{tg} \alpha}$$

S - ga tangens-galvanometr doimiyligi son jihatdan shunday tok kuchiga tengki, bu tok g'altakdan o'tganda strelkani og'ish burchagi 45° bo'ladi. Tangens-galvanometr doimiyligini aniqlash ham bizning vazifamizdir. Tangens-galvanometr doimiyligi (7) formula yordamida hisoblanadi va yana $\alpha = 45^\circ$ da tok bo'yicha (8) formuladan tekshiriladi.

Tangens - galvanometr doimiyligini bilgan holda, bu asboddan ampermetr sifatida foydalanish mumkin. G'altakdan o'tayotgan tok kuchi burchak tangensiga to'g'ri proporsionaldir.



3-rasm. Qurilmaning elektr sxemasi.

ISHNING BAJARISH TARTIBI

1. 3-rasm bo'yicha elektr zanjiri tekshiriladi:

TG - tangens-galvanometr

K - ikki tomonli kalit kommutator

R - reostat

Ye - tok manbai.

2. Tangens galvanometr g'altakning tekisligini magnit meridian tekisligi (strelka uchlari 0^0 - 180^0) yo'nalish bo'ylab joylashtiriladi. (tangens-galvanometrda tok o'tmagan vaqtda).

3. Reostat qarshiligini maksimumga o'rnatib, kalit (K) ulanadi va qarshilikni kamaytira borib, ampermetr ko'rsatilishini o'qituvchi tomonidan berilgan tok kuchi qiymatiga qo'yiladi. Berilgan tok kuchining qiymatida magnit strelkaning og'ish burchagini har ikkala uchlaridagi α'_1, α''_1 qiymatlari yozib olinadi va jadvalga yoziladi.

4. Tok miqdorini o'zgartirmay K kalit qutbini o'zgartirib, zanjirdagi tok yo'nalishi o'zgartiriladi. Kompas strelkasi boshqa tomonga og'adi. Strelkaning og'ishini ikkala uchlaridagi qiymati α'_1 va α''_1 aniqlanadi va jadvalga yoziladi.

5. Strelka og'ish burchagini 4 xil qiymatdan burchaklarning o'rtacha (α_{or})

6. Tok kuchining boshqa qiymatlari uchun tajriba 3-4 marta takrorlanadi.

7. G'altak radiusi chizg'ich bilan o'lchanadi.

8. (4) formuladan N_t hisoblanadi.

9. (7) va (8) formulalar bilan tangens – galvanometr doimiyligi hisoblanadi.

Kuzatish jadvali

No	α_1		α_2		$tg\alpha$	I	N	R	H_t	C
	α'_1	α''_1	α'_2	α''_2						

o'rtacha

Nazorat savollar

1. Aylanaviy tok markazidagi magnit kuchlanganligi nimaga bog'liq?
2. Aylanaviy tok markazidagi kuchlanganlik chiziqlarni yo'nalishi qanday aniqlanadi?
3. Tangens-galvanometr tuzilishi va ishlash printsipini tushuntiring.
4. Tangens-galvanometr doimiyligi fizik ma'nosini ayting.
5. Nima uchun tangens-galvanometr g'altagi magnit meridian yo'nalishiga orientirlanadi?
6. Tangens-galvanometr yordamida zanjirdagi tok kuchi qanday o'lchanadi?

Mashg'ulotda pedagogik texnologiya usullarini qo'llash

1-ilova

B.B. B. metodiga asoslangan tarqatma material

No	Bilaman	Bilmoqchiman	Bildim
1	Toklarning magnit maydoni		
2	Magnit maydon induksiyasi va kuchlanganligi orasidagi boglanish		
3	Aylanma tokning markazidagi magnti maydon kuchlanganligi		

4	Tangens-galvanometr doimiysini qanday kataliklarga bog'liqligi		
---	--	--	--

2-ilova

“Aqliy hujum” metodi

№	Nazariy savollar
1	Aylanaviy tok markazidagi magnit kuchlanganligi nimaga bog'liq?
2	Aylanaviy tok markazidagi kuchlanganlik chiziqlarni yo'nalishi qanday aniqlanadi?
3	Tangens-galvanometr yordamida zanjirdagi tok kuchi qanday o'lchanadi?
4	Nima uchun tangens-galvanometr g'altagi magnit meridian yo'nalishiga orientirlanadi?
5	Tangens-galvanometr doimiyligi fizik ma'nosini ayting.
6	Tangens-galvanometr tuzilishi va ishlash printsipini tushuntiring.

16 – laboratoriya ishi

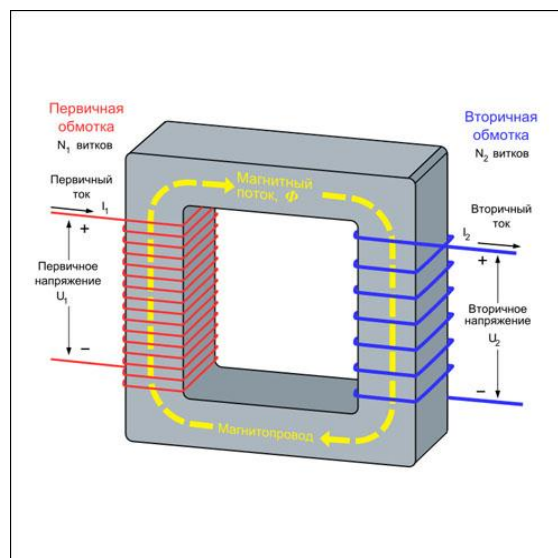
TRANSFORMATORNING TRANSFORMATSIYALASH KOEFFITSIENTINI VA F.I.K. ANIQLASH

Kerakli asbob va materiallar: 1. Transformator. 2. Voltmetr 2ta. 3. Ampermetr 2ta. 4. Reostat. 5. Kalitlar. 6. Avtotransformator (LATR). 7. Surgichli geoxord. 8. Kichik qarshilikka ega bo'lgan telefon.

Ishning maqsadi: Transformatorning transformatsiyalash koefitsientini va F.I.K. ni aniqlash.

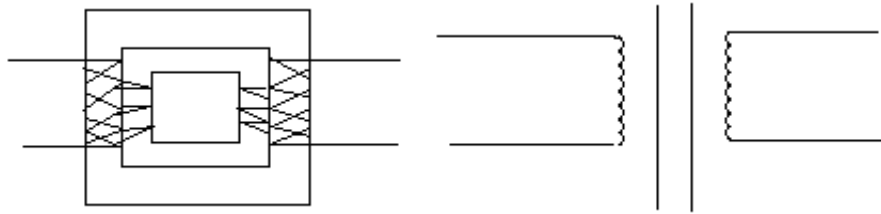
NAZARIY MUQADDIMA

Transformator deb, bir kuchlanishdagi o'zgaruvchan tokni, ikkinchi xil kuchlanishli o'zgaruvchan tokka aylantirib beruvchi asbobga aytiladi



1-rasm

Transformator elektromagnit induksiya hodisasiga asoslangan holda ishlaydi. Transformator temir o'zakdan va unga joylashtirilgan o'ramlar soni n_1 , bo'lgan birlamchi va o'ramlar soni n_2 bo'lgan ikkilamchi g'altakdan iboratdir. Temir o'zak bir-biridan izolyatsiyalangan elektrotexnik po'lat plastinkalaridan yasalgan. Ikki chulg'amli transformatorning sxemasi 2a-rasmda, shartli belgilashlari esa 2b-rasmda berilgan.



2-rasm. Ikki chulg'amli transformatorning sxemasi. (a) va shartli belgilari (b).

Transformatorni birlamchi g'altagini o'zgaruvchan tok manbaiga ulasak, o'zgaruvchan magnet oqimi F hosil bo'ladi. Magnet oqimi ma'lum qismi (F_k) o'zak orqali o'tib ikkilamchi g'altakni kesib o'tadi, qolgan qismi (F_s) g'altakni kesib o'tadi, havoni kesib o'tadi. Bu oqim (F_s) birlamchi g'altakning sochilish oqimi deb ataladi. Demak (F_k) magnet oqimining asosiy qismi bo'lib, ishchi oqim deb ataladi.

$$F = F_k + F_s$$

Agar magnet oqimni hosil qilayotgan o'zgaruvchan tok kuchlanishi sinusoidal bo'lsa, $U = U_0 \cdot \sin \omega \cdot t$ o'zakdan o'tuvchi magnet oqimi ham sinusoidal bo'ladi. $F_u = F_0 \cdot \sin \omega \cdot t$ hosil bo'lgan o'zgaruvchan magnet oqimi birlamchi g'altakni kesib o'tib o'zinduksiya E_{YuK} Ye E_1 va ikkilamchi g'altakni kesib o'tib induksiya E_{YuK} E_2 ni hosil qiladi. Transformatorning birlamchi va ikkilamchi g'altagida hosil bo'lgan induksiya E_{YuK} ni oniy qiymati quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$E_1 = -n_1 \frac{d\phi_k}{dt} = -n_1 \phi_k \omega \cos \omega t = n_1 \phi_0 \omega \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

$$E_2 = -n_2 \frac{d\phi_k}{dt} = -n_2 \phi_k \omega \cos \omega t = n_1 \phi_0 \omega \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

Bu formulalardan ko'rinadiki, induksiya E_{YuK} magnet oqimidan faza jihatidan $90^\circ \left(\frac{\pi}{2} \right)$ orqada qoladi.

$Ye_0 = -n_1 F_0 \omega = n_1 F_0 2\pi f$ induksiya E_{YuK} ni amplituda qiymatini ifodalaydi.

Bu erda f - o'zgaruvchan tok chastotasi (ffff)

Induksiya E_{YuK} ning effektiv qiymati quyidagi formula bilan ifodalanadi.

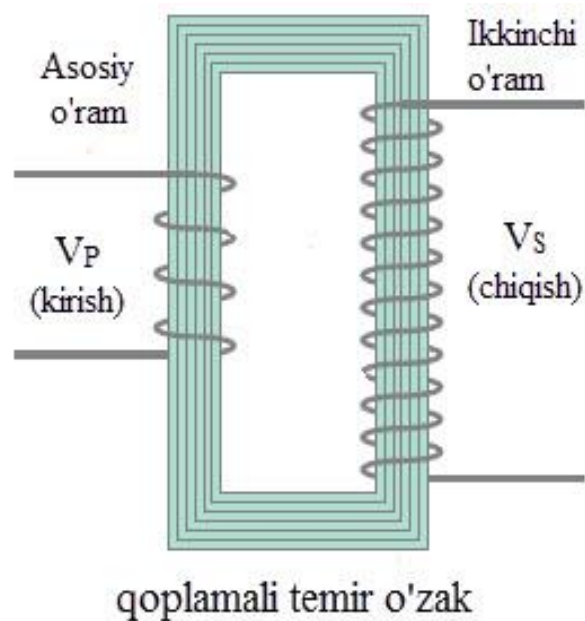
$$E_1 = \frac{E_k}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} n_1 \cdot \phi \cdot f = 4,44 n_1 \cdot \phi \cdot f$$

$$E_2 = \frac{E_k}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} n_2 \cdot \phi \cdot f = 4,44 n_2 \cdot \phi \cdot f$$

Induksiya E_{YuK} ning effektiv qiymatlarini nisbati bilan o'lchanadigan kattalik transformatsiyalash koeffitsienti deyiladi.

$$K = \frac{E_1}{E_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

Bu formuladan ko'rinadiki, transformatorning ikkilamchi g'altagining o'ramlar soni $n_2 > n_1$ dan katta bo'lsa, Ye_2 ham katta bo'ladi. Natijada transformator kuchaytiruvchi $K > 1$ deyiladi, birlamchi g'altakni o'ramlar soni $n_1 > n_2$ dan katta bo'lsa, $Ye_1 > Ye_2$ bo'ladi. Transformator esa pasaytiruvchi $K < 1$ deyiladi (3-rasm).



3-rasm

Transformatorning birlamchi g'altagiga berilayotgan o'zgaruvchan tok kuchlanishi U_1 birlamchi g'altakdan hosil bo'lgan, induksiya $E_{YuK} E_1$, sochilish oqimi hosil qilgan induksiya $E_{YUK} E_2$ va birlamchi g'altakning aktiv qarshiligidagi kuchlanish pasayishiga (I_1, R_1) teng bo'ladi.

Ikkilamchi g'altakdagi kuchlanish U_2 induksiya $E_{YuK} E_1$ ga va ikkilamchi g'altakning aktiv qarshiligidagi kuchlanish pasayishiga (I_1, R_1) teng bo'ladi.

$$U_2 = -E_2 + I_2, R_2$$

Transformatorning salt ishlashi

Transformatorning birlamchi g'altagi o'zgaruvchan tok manbaiga ulanib, ikkilamchi g'altagi iste'molchiga ulanmagan bo'lsa, transformator salt ishlaydi. Transformatorni salt ishlashida o'zgaruvchan magnit oqimining ishchi oqimi F_u ning 0,25% sochilish oqimi tashkil qiladi, shuning uchun sochilish oqimini hosil qilgan induksiya $E_{YuK} E_s$ o'zinduksiya $E_{YuK} E_1$ juda kichikdir. Odatda transformatorning salt ishlash toki nominal tokning 3-6% ni tashkil qiladi, shuning uchun birlamchi g'altakdagi kuchlanishi pasayishi I_1, R_1 – kichik qiymatlarga ega. Demak, transformatorni birlamchi g'altagidagi kuchlanish U_1 o'zinduksiya $E_{YuK} E_{e1}$ ga teng bo'ladi.

$$U_2 = -E_1 - Y_{e2} + I_1, R_1 \quad \text{dan} \quad U_1 = -E_1$$

Salt ishlashida ikkilamchi g'altakdagi kuchlanish U_2 induksiya $E_{YuK} E_2$ ga teng bo'ladi, chunki ikkilamchi g'altakdan o'tuvchi tok $I_2 = 0$ ga teng.

Transformatorning salt ishlayotgan vaqtida ikki voltmeter yordamida U_1 va U_2 o'lchanib quyidagi formula yordamida transformatsiyalash koeffitsientini hisoblash mumkin.

$$K = \frac{E_1}{E_2} = \frac{U_1}{U_2}$$

Transformatorning foydali ish koeffitsienti F.I.K.

Hozirgi zamon transformatorlari, ayniqsa katta quvvatli transformatorning F.I.K. juda yuqoridir (F.I.K. 90-99%).

Kichik quvvatli transformatorlarda esa F.I.K. ancha past. Transformatorlarni F.I.K. foydali quvvatni, umumiy quvvatga bo'lgan nisbati bilan aniqlanadi.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{I_2 U_2}{I_1 U_1}$$

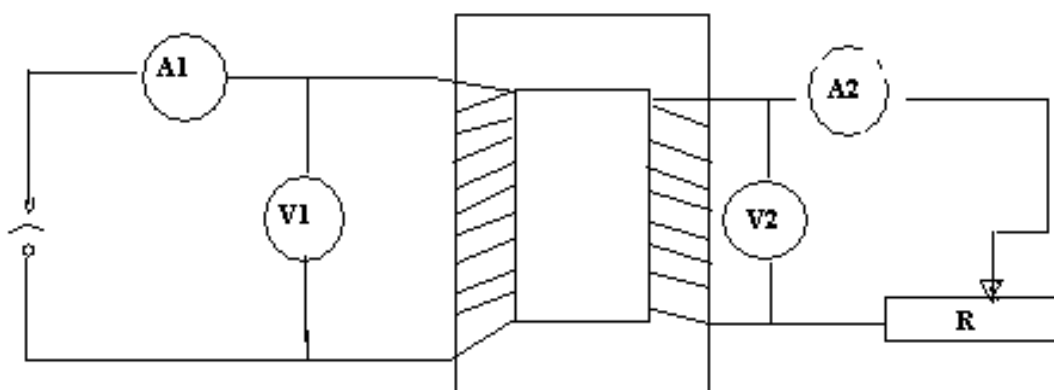
Transformatorning ishlashida g'altaklarning qizishi, o'zakdagi Fuko toklari, magnit oqimini yo'qolishi, o'zakning qayta magnitlanishi tufayli energiya isrof bo'ladi. Lekin bu isroflar juda kichik, shuning uchun F.I.K. hisoblashda

$$\eta = \frac{I_2 U_2}{I_1 U_1} \quad \text{formula o'rinlidir.}$$

Transformatorning transformatsiyalash koeffitsientini va F.I.K. ni aniqlash

1. 2-rasmdagi sxema bo'yicha zanjirni tuzing.
2. Ikkilamchi g'altakdagi kalitni uzib qo'ying. Birlamchi g'altakni o'zgaruvchan tok manbaiga ulang va transformatorni salt ishlayotgan vaqtda o'lchov asboblarini ko'rsatishini yozib oling.
3. $K = U_1 / U_2$ formula yordamida transformatsiyalash koeffitsientini hisoblang.
4. K – bo'yicha transformator kuchaytiruvchini yoki pasaytiruvchini aniqlang.
5. Reostatning surilgichini qarshilikning eng katta qiymatiga qo'ying.
6. Kalit K bilan ikkilamchi g'altakni ulang. Asta-sekin ikkilamchi g'altakdagi tokni oshirib, voltmeter va ampermetr ko'rsatishini yozib boring.

O'lchashlar natijasi jadvalga yoziladi va formula F.I.K. hisoblanadi.



4-rasm. Ikki chulg'amli transformatorning elektr sxemasi.

Kuzatish jadvali

Ikkilamchi g'altak		Birlamchi g'altak		F.I.K.		
Kuzatish natijasi		Kuzatish natijasi				
	Hisoblash natijasi		Hisoblash natijasi			
I_2	U_2	P_2	I_1	U_1	P_1	P_2/P_1

7. Olingan natijalari yordamida F.I.K. ning ikkilamchi g'altakdano'tuvchitokkuchi (Y₂) gabog'liqgrafiginichizing.

$$\eta = f(I_2)$$

Nazorat savollar

1. Transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipi?
2. Transformatorning koeffitsienti deb nimaga aytiladi?
3. Transformatsiyalash koeffitsientini aniqlashda kompensasiya usulini ma'nosi nima?
4. Transformatorni salt ishlashi deb nimaga aytiladi?
5. Transformator qanday energiya yo'qolishlari ro'y beradi?
6. Transformatorning F.I.K. qanday topiladi?

Mashg'ulotda pedagogik texnologiya usullarini qo'llash

<i>№</i>	<i>Bilaman</i>	<i>Bilmoqchiman</i>	<i>Bildim</i>
1	<i>Elektromagnit induksiya xodisasi to'g'risida tushuncha</i>		
2	<i>Avtotransformatorning tuzilishi va ishlash prinsipi</i>		
3	<i>Avtotransformatorning transformatsiyalash koeffitsiyenti .</i>		
4	<i>Transformator va avtotransformatorning bir biridan farqi</i>		

2-ilova

“Aqliy hujum” metodi

<i>№</i>	<i>Nazariy savollar</i>
1	<i>Transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipi?</i>
2	<i>Transformatorning koeffitsienti deb nimaga aytiladi?</i>
3	<i>Transformatsiyalash koeffitsientini aniqlashda kompensasiya usulini ma'nosi nima? Transformatorni salt ishlashi deb nimaga aytiladi?</i>
4	<i>Transformator qanday energiya yo'qolishlari ro'y beradi?</i>
5	<i>Transformatorning F.I.K. qanday topiladi?</i>

**17 - LABORATORIYA ISHI
MIKROSKOP YORDAMI BILAN SHISHANING SINDIRISH KO'RSATKICHINI
ANIQLASH**

Ishning maqsadi:

Shishaning sindirish ko'rsatkichini tajriba yo'li bilan aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar:

1. Mikroskop
2. Ikki tomoni bir-biriga tik qilib ko'rilgan (chizilgan) shisha plastinkacha
3. Mikrometr yoki shtangensirkul.

NAZARIY MUQADDIMA

Yorug'lik jism sirtiga tushganda qaytish va sinish hodisalarini geometrik optikaning quyidagi qonunlari ifodalaydi.

I.QAYTISH QONUNI

1. Tushgan va qaytgan nurlar, hamda nurlarning ikki muhit chegarasiga tushish nuqtasiga o'tkazilgan normal bir tekislikda yotadi.
2. Qaytish burchagi i_1 tushish burchagi i_1 ga teng (1-rasm).

II. SINISH QONUNI

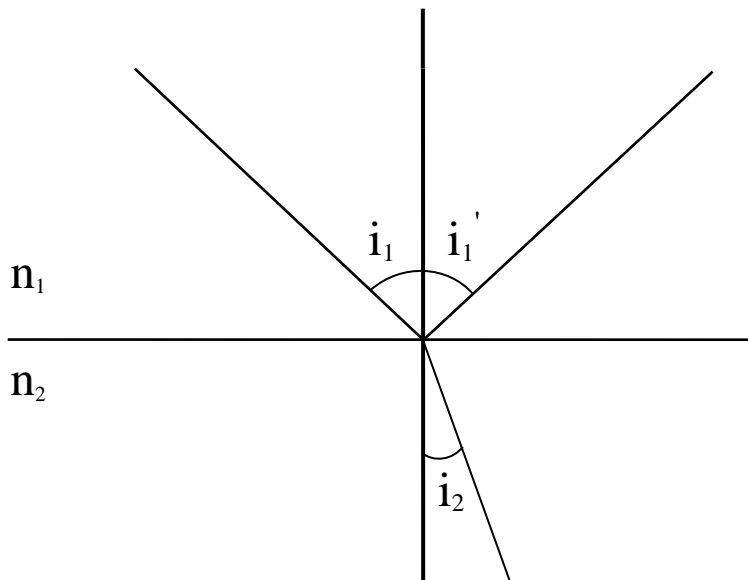
1. Tushgan va singan nur, nurning tushish nuqtasiga o'tkazilgan normal n_1 bilan bir tekislikda yotadi.
2. Tushish burchagi sinusining (i_1) sinish burchagi (i_2) sinusiga nisbati berilgan ikki muhit uchun o'zgarmas kattalik bo'lib, ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan sindirish ko'rsatkichi (n_{21}) deb ataladi (1- rasm).

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_{21} \quad (1)$$

Agar birinchi muhit o'rnida vakuum bo'lsa, u holda ikkinchi muhitning vakuumga nisbatan sindirish ko'rsatkichini shu muhitning absolyut *sindirish ko'rsatkichi deyiladi*. Yorug'lik bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tganda uning tezligi o'zgaradi.

$$\frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = \frac{\sin i_1}{\sin i_2} \quad (2)$$

Bu yerda: ϑ_1 - yorug'likning birinchi muhitdagi tarqalish tezligi;



1-rasm

ϑ_2 - yorug'likning ikkinchi muhitdagi tezligi;

i_1 - yorug'likning birinchi muhitdagi normalga nisbatan tushish burchagi;

i_2 - normalga nisbatan ikkinchi muhitdagi sinish burchagi.

Agar yorug'lik vaakuumdan zichligi katta bo'lgan muhitga sinib o'tsa, u holda $\vartheta_1 = c$ yorug'likni vakuumdagi tezligi bo'lib, $\vartheta_2 = \vartheta_2$ desak (2) formula quyidagicha yoziladi.

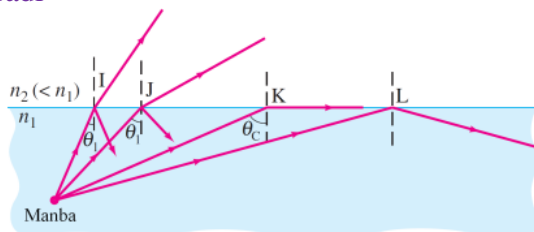
$$\frac{c}{\vartheta_2} = \frac{\sin i_1}{\sin i_2} \quad (3)$$

Yuqoridagi ta'rifga ko'ra absolyut sindirish ko'rsatkichi

$$n = \frac{c}{\vartheta}, \quad n = \frac{\sin i_1}{\sin i_2}$$

Bu yerda: ϑ - yorug'likning optik zichligi katta bo'lgan muhitdagi tezligi;
 s - yorug'likning vakuumdagi tezligi.

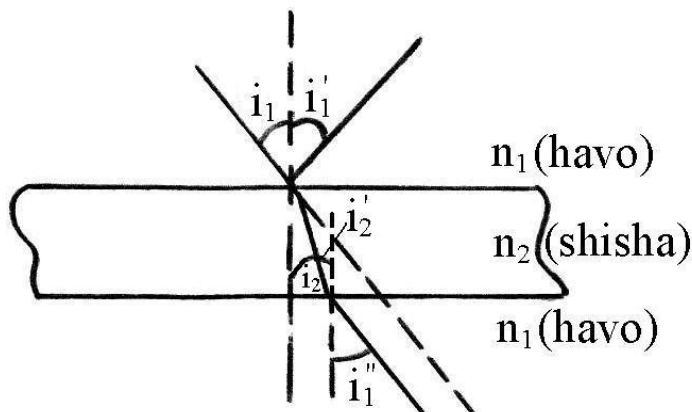
Ikkinchi muhitning sindirish ko'rsatkichi kichik bo'lgandagina, to'la ichki qaytishi hodisasi ro'y beradi



23-26-rasm. $n_2 < n_1$ bo'lganida, agar tushish burchagi $\theta_1 > \theta_c$ bo'lsa, xuddi L nur kabi yorug'lik nurlari to'la ichki qaytadi. Agar $\theta_1 < \theta_c$, I va J kabi yorug'lik nurlarining bir qismi qaytadi va qolgan qismi sinadi.

Havo uchun $n=1,0000292$ bo'lib, taqriban 1 deb olinadi. Shuning uchun yorug'lik nuri havodan shisha plastinkasiga tushsa, bir qismi yorug'lik shisha sirtidan qaytadi va shishadan sinib o'tadi. U vaqtda havo-shisha va shisha-havo uchun quyidagi tenglamalar o'rinli bo'ladi:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin i_1}{\sin i_2} \quad \text{va} \quad \frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin i_2'}{\sin i_1''} \quad (4)$$



2-rasm. Yassi parallel yoqli shisha plastinkadagi nur yo'li.

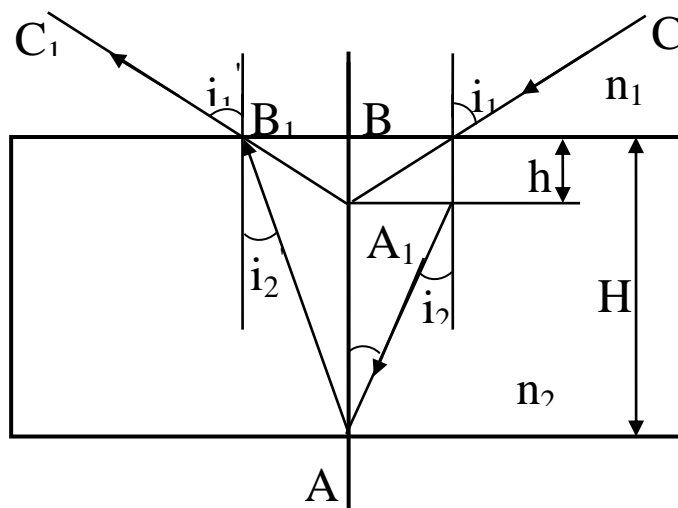
Demak, nur optik zichligi kichik bo'lgan muhitdan optik zichligi katta bo'lgan muhitga sinib o'tishda,

- a) $n_1 < n_2$ bo'ladi;
- b) $i_1 > i_2$ bo'ladi.

Aksincha, optik zichligi katta bo'lgan muhitdan optik zichligi kichik bo'lgan muhitga sinib o'tishda

- a) $n_1 > n_2$
- b) $i_1 < i_2$ bo'ladi.

Quyida yassi, parallel yoqli plastinkada yorug'lik nurini tushishi va undan sinib qaytishlari (3-rasmda ko'rsatilgan).



3-rasm. Yassi plastinkada yorug'lik nurini tushishi va undan sinib qaytishi.

Yorug'lik nuri SV yo'nalishida yassi shisha (shaffof jism) plastinkaga tushganda ikki muhit chegarasida sinib va qaytib (SV), (VA), (AV₁) va nihoyat (V₁S₁) yo'nalishda bo'ladi. n₁-muhit havo, n₂-muhit esa shisha plastina. Lekin kuzatuvchi yuqoridan pastga qarab kuzatayotgan bo'lsa, shisha qalinligi o'zgargandek bo'ladi. Haqiqatan ham kuzatuvchiga nisbatan yorug'lik nurini (A) nuqtasi, o'z

o'rnida ko'rinmay (A_1 nuqtada, ya'ni (A) nuqtadan yuqoriroqda ko'rinadi. Bu faraziy (A_1) nuqta, (A) nuqtaning mavhum tasviri deyiladi.

3 -rasmda $AO = N$ - shisha plastinkani haqiqiy qalinligi, $A_1O = h$ - shisha plastinkaning mavhum qalinligi.

Tushish va sinish burchaklari juda kichik bo'lganida ularning sinusini tangenslarga almashtirish mumkin. Shuning uchun (3) formula o'rnida (3-rasm uchburchak A_1OB dan):

$$\operatorname{tgi}_1 = \frac{OB}{OA_1} = \frac{OB}{h}, \quad n = \frac{\operatorname{tgi}_1}{\operatorname{tgi}_2} \dots \quad (5)$$

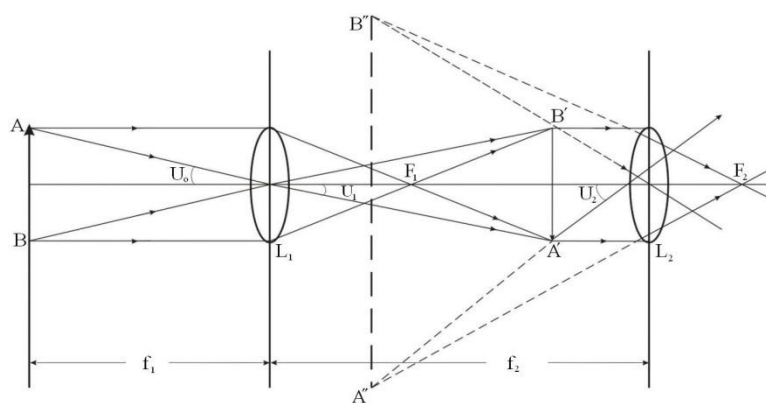
Shunga o'xshash: $\triangle AOB$ dan: $\operatorname{tgi}_2 = \frac{OB}{OA} = \frac{OB}{H}$ bo'ladi.

Bularni (5) formulaga qo'yilsa,

$$n = \operatorname{tgi}_1/\operatorname{tgi}_2 = OA/OA_1 = H/h \text{ yoki } n=H/h \quad (6)$$

Demak, (6) formulaga ko'ra plastinkaning haqiqiy qalinligini uning mavhum qalinligiga nisbati shisha plastinkani sindirish ko'rsatkichini beradi.

ASBOBNI TUZILISHI VA UNDA O'LCHASH METODI

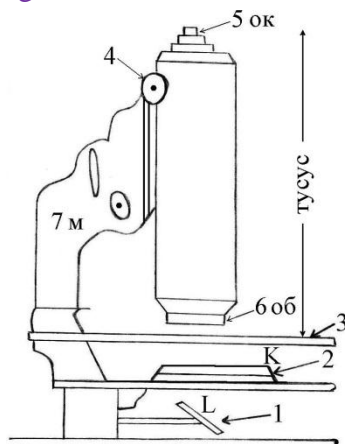


4-rasm. Mikroskopdagi yorug'lik nurlari yo'lining optik sxemasi ko'rsatilgan.

Rasmda (L_1)-ob'ektiv, (L_2)-okulyar, AB - buyum kattaligi, $A'B'$ -buyum tasviri, f_1 - ob'ektivning fokus oralig'i, f_2 -okulyarning fokus oraligi, $A'B'$ buyumning kattalashgan mavhum tasviri.

IShNI BAJARISh TARTIBI

1. Shisha plastinkachaning haqiqiy qalinligi Hni mikrometr bilan har yeridan (kamida 5 ta yeridan) qalinligi o'lchanadi va jadvalga yoziladi.
2. Shisha plastinkachadagi qirilgan chiziqlarini, ya'ni shishani mavhum qalinligini mikroskop yordamida aniqlanadi.
3. Mikroskopni quyidagicha ishga tushiriladi.



5-rasmda mikroskopning tashqi ko'rinishi berilgan.

Yoritgich lampochkani manbaga ulab mikroskopni pastki qismidagi ko'zg'aluvchi ko'zgu (1) ga to'g'rilanadi. Bu vaqtda okulyar (5) dan qaralganda yoritilganlik maksimal holatga erishgan bo'lishi kerak. Agar mikroskopda kondensator (2) bo'lsa, u vaqtda alohida burash vinti bilan yoritilganlikni to'g'rilash kerak.

4. Ikki tomoni qirilgan shisha plastinkani mikroskopni (3) taxtachasi ustiga qo'yiladi.

5. Tubus vinti (4) yordami bilan ob'ektiv (6) ni shisha plastinka ustiga tekkuncha pastga tushiriladi.

Shishani ustki qirilgan chizig'i okulyar (5) orqali aniq va ravshan ko'ringunga qadar tubus vinti (4) buraladi. Mikrometr (7) ni soat strelkasiga teskari yo'nalishda burab undagi darajani (O_1O) holatga keltirib qo'yiladi. So'ngra mikrometrdan (n') hisoblab olinadi.

6. Endi shisha plastinkani ostki chizilgan chizig'ini aniq va ravshan ko'ringuncha mikrometr vintini soat strelkasi yo'nalishida burab boriladi. Chizik aniq va ravshan ko'ringungacha buralgandagi buralishlar soni (m) hisoblanadi va mikrometr darajasidan (n'') hisoblab olinadi.

Bu yerda (m) vintni to'liq buralishlar soni; (n'') esa vintni qisman buralgan darajasi.

7. mikrometr bir marta to'liq aylangandagi bo'linma soni $Q=50$. Demak, Q , m , n' va n'' larni bilgan holda, umumiy bo'linmalar soni (N) quyidagicha

$$N = (Q - n') + mQ = n'' \quad \text{hisoblanadi.}$$

8. Shisha plastinkaning mavhum qalinligi

$$h = \alpha N$$

ga teng.

Bu yerda: $\alpha = 0,002$ mm teng bo'lib, mikrometr boshchasi bitta bo'limiga buralganda tubus qancha (mm) balandlikka ko'tarilishini ko'rsatadi. Olingan natijalar jadvalga kiritiladi. Nihoyat shishani sindirish ko'rsatkichini aniqlash uchun (6) formulani o'rtacha hisobidan foydalanamiz.

$$n_{o'rt} = H_{o'rt} / h_{o'rt} \quad (7)$$

Absolyut va nisbiy xatoliklarni aniqlab, shishaning haqiqiy sindirish ko'rsatkichi $n = (n_{o'rt} \pm \Delta n)$ topiladi.

jadval

Tar-tib №	Shisha plastinka qalinligi			Tubusni siljishi ostki, ustki chiziq				Mavhum qalinligi		
	N	$N_{o'rt}$	ΔN	$Q-n'$	M	n''	N	h	$h_{o'rt}$	Δh
1.										

2.										
3.										
4.										
5.										
6.										
7.										
8.										

TEKSHIRISH UChUN SAVOLLAR

1. Muhitni sindirish ko'rsatkichi deb nimaga aytiladi?
2. Absolyut va nisbiy sindirish ko'rsatkichlar orasida qanday farq bor?
3. Mikroskopni optik sxemasini chizing.

Mashg'ulotda pedagogik texnologiya usullarini qo'llash

1-ilova

B.B. B. metodiga asoslangan tarqatma material

	<i>Tushuncha</i>	<i>Bilaman</i>	<i>Bildim</i>	<i>Bilmayman</i>
1	<i>Muxitni sindirish ko'rsatkichi</i>			
2	<i>Absolyut sindirish ko'rsatkichi</i>			
3	<i>Nisbiy sindirish ko'rsatkich</i>			
4	<i>Qaytish qonuni</i>			
5	<i>Sinish qonuni</i>			
6	<i>Mikroskop</i>			
7	<i>Mikrometr.</i>			
8	<i>Okulyar</i>			
9	<i>Ob'ektiv.</i>			
10	<i>Ko'zgu</i>			

2-ilova

“Aqliy hujum” metodi

<i>№</i>	<i>Nazariy savollar</i>
1	Muhitni sindirish ko'rsatkichi deb nimaga aytiladi?
2	2. Absolyut va nisbiy sindirish ko'rsatkichlar orasida qanday farq bor?
3	3. Mikroskopni optik sxemasini chizing.

18 - LABORATORIYA ISHI REFRAKTOMETR YORDAMIDA SUYUQLIKNING SINDIRISH KO'RSATKICHINI ANIQLASH

Ishdan maqsad: Har xil konsentratsiyali suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichini aniqlash.

Kerakli saboblar: 1. IRS - 22 tipidagi refraktometr;
2. Turli konsentratsiyali qand eritmaları (qorishtirgich shisha tayoqcha);
3. Kolbada distillangan suv;

4. Prizmalarni tozalash uchun material.

NAZARIY MUQADDIMA

Refraktometr moddalarning sindirish ko'rsatkichini aniqlashga moslashtirilgan optik asboblardan biri hisoblanadi. Ko'pincha suyuq moddalarni sindirish ko'rsatkichini aniqlashda refraktometrdan foydalanish maqsadga muvofiqdir.



Unda suyuqlik moddalarining sindirish ko'rsatkichi $1,3 \leq n \leq 1,7$ intervalda aniqlanadi. Bo'shliqdagi yorug'lik tezligini biror muhitdagi yorug'lik tezligiga nisbati, shu muhitning sindirish ko'rsatkichi deyiladi.

$$n = \frac{c}{v}$$

Bu yerda: n - muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichi;
 c - bo'shliqdagi yorug'lik tezligi;
 v - muhitdagi yorug'lik tezligi.

Suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichini refraktometr yordamida ikki xil usul bilan aniqlash mumkin:

1-usul nurning tug'ri burchakli prizma asosida sirpanishga asoslangan.

2-usul nurninig to'liq ichki qaytishiga asoslangan.

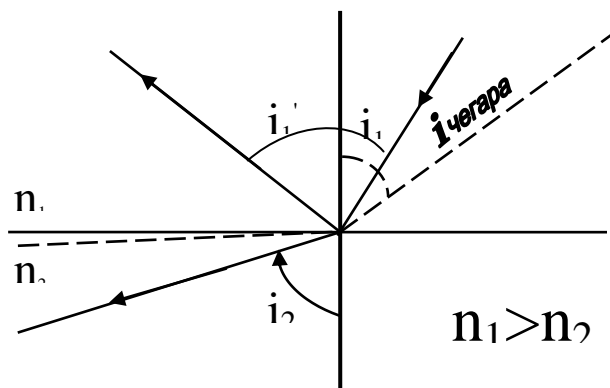
Quyida yorug'lik nurini muhitda to'la ichki qaytish xossasiga asoslanib, suyuq jismlarning sindirish ko'rsatkichini va suyuq aralashmalarning konsentratsiyasini Abbe refraktometri yordamida aniqlashga tushuncha berilgan. Yorug'lik nuri zichligi katta bo'lgan muhitdan zichligi kam bo'lgan muhitga chiqishda, to'liq ichki qaytish hodisasi ro'y beradi. Faraz qilaylik yorug'lik optik zichligi katta bo'lgan muhitdan optik zichlik kichik bo'lgan muhitga sinib chiqayotgan bo'lsin ($n_1 > n_2$): u vaqtda tushish burchagi (i_1) kattalashgan sari, sinish burchagi (i_2) tezroq o'sadi.

Cinish burchagi $i_2 = \pi/2$ ga teng bo'lganda to'la ichki qaytish hodisasi sodir bo'ladi:

$$\frac{\sin i_1}{\sin(\pi/2)} = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{yoki} \quad \sin i_{\text{chegar}} = \frac{n_2}{n_1} \quad (2)$$

Shuning uchun (2) formuladagi (i_{chegar})ni chegaraviy burchak deyiladi.

Tushish burchagi kattalashgan sari qaytgan nur intensivligi orta boradi, singan nur intensivligi esa kamaya boradi. Tushish burchagi $i_1=i_c$ - chegara bo'lganda $i_2= \pi/2$ bo'lib, singan nur intensivligi nolga teng bo'ladi. Bu hodisani to'la ichki qaytish hodisasi deyiladi. 1-rasmda to'la ichki qaytish hodisasi aks ettirilgan.

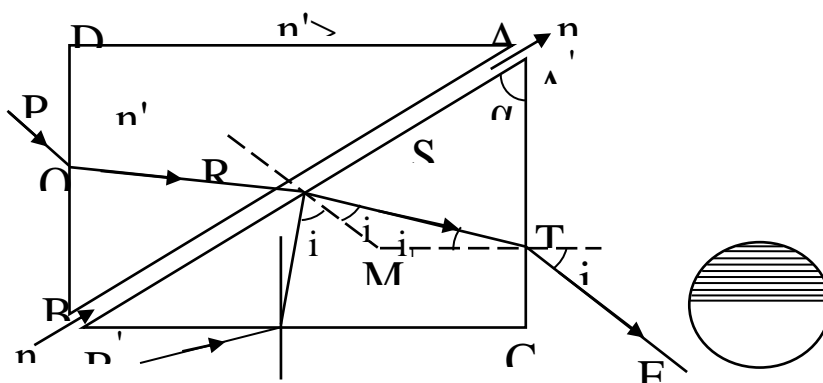


1 - rasm. Yorug'lik nurining tushishi, qaytishi va sinishi chizmasi.

Rasmda i_1 - tushish burchagi
 i' - qaytish burchagi
 i_2 - sinish burchagi
 i_{chegar} -chegaraviy (limit) burchak

ASBOBNI TUZILISHI

Asbobning ishlash prinsipi yorug'likning sindirish ko'rsatkichlarida turlicha bo'lgan ikki muhitning ajralish chegarasidan o'tishida sodir bo'ladigan hodisalarga asoslangan. Refraktometr quyidagi qismlardan tashkil topgan. Asosiy qismi ikkita to'g'ri burchakli prizmadan iborat. Bu prizmalar sindirish ko'rsatkichi $n = 1,7$ ga teng bo'lgan flintdan yasalgan og'ir shishadan iborat. Bu prizmalar orasida sindirish ko'rsatkichi aniqlanishi kerak bo'lgan suyuqlik tomchisi quyiladi. Prizmalarni ustki qismini AV yog'i xiralantirilgan bo'lib, u o'zidan o'tuvchi yorug'lik nurini suyuqlik sirtiga bir xilda sochib berishga xizmat qiladi. Suyuqlik sirtiga tushgan yorug'lik sinib o'tishda $0^0 - 90^0$ ga burchak ostida ostki yoki ikkinchi prizmani diogonal yuziga tushadi.



2 - rasm. Refraktometr prizmalarining chizmasi.

Ammo ustki prizmaning sindirish ko'rsatkichi suyuqlikning sindirish ko'rsatkichidan katta bo'lganidan suyuqlikda (RS) nur sirtida sirpangan nur hisoblanadi. Bu nurlar dastasi ostki prizma chegarasida juda katta sinish burchagi ($<MST$) ni hosil qiladi. So'ngra sinib tashqariga chiqadi.

Demak, RS dastasi uchun

$$n = n' \sin i_1 \quad (3)$$

ga ega bo'lamiz.

Bu yerda: n - suyuqlikning sindirish ko'rsatkichi
 n' - shisha prizmaning sindirish ko'rsatkichi
 i_1 - sinish burchagi
 2 - rasmda T nuqtasi uchun

$$n' \sin i'_1 = \sin i_2 \quad (4)$$

ga ega bo'lamiz.

Prizmani sindirish burchagi

$$\alpha = i_1 + i'_1 \quad (5)$$

i_2 - yorug'lik dastasining prizmadan eng katta chiqish burchagi. (3), (4) va (5) larga asosan suyuqlikning sindirish ko'rsatkichi

$$n = \sin \alpha \cdot \{(n')^2 - \sin^2 i_2\}^{1/2} - \cos \alpha \cdot \sin \alpha \quad (6)$$

ko'rinishda bo'ladi. (6) formula prizmalar oralig'iga tomizilgan suyuqlik (aralashma) ning sindirish ko'rsatkichini beradi.

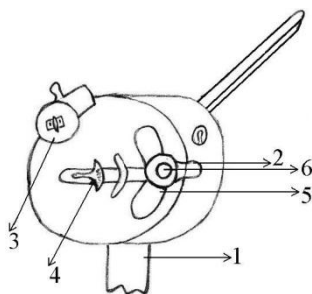
Har ikki prizmalar oraliqlari juda yupqa suyuqlik qatlami (0,1 mm) bo'lganidan, $i'_1 \rightarrow 0^0$, shunga ko'ra $i_2 \rightarrow 0^0$ bo'ladi, va nihoyat (6) tenglik quyidagi sodda holga keladi:

$$n = n' \sin \alpha \quad (7)$$

To'liq ichki qaytishga asoslangan 2-usul bilan tanishishda, nur quyi prizmani B'A' qirrasiga refraktometrning quyi tirqishidan tushayotgan deb faraz qilaylik. Bu nurning B'A' yoqqa tushish burchagi i''_1 bo'lsin (2-rasmga qarang). Agar $i''_1 > i_1$ bo'lsa, nur B'A' qirradan to'la qaytadi. B'A' yondan qaytgan nur A'C yoqqa i'_1 burchak ostida tushib, bu yoqdan i_2 burchak ostida sinib chiqadi. Agar birinchi holdagidek prizmadan chiqayotgan nurlar ko'rish trubasi orqali kuzatilsa, u holda ko'rish maydonining ko'rinish sohasi ikki xil ko'rinishda kuzatiladi: biri (pastki yarmi) yorug' bo'lib, ikkinchisi (yuqori yarmi) qorong'u bo'lib ko'rinadi. Tajriba vaqtida oq yorug'lik manbaidan foydalanilsa, yuqori yarim qorong'usi dispersiyaga ega bo'ladi.

Har ikkalasining bo'linish chegarasini aniq ko'rish uchun kompensatorni ozgina burish kerak. Shu yo'sinda suyuqlik aralashmasining sindirish ko'rsatkichi aniqlanadi.

Quyidagi rasmda refraktometrning tashqi ko'rinishi ko'rsatilgan.



3 - rasmda refraktometrning tashqi ko'rinishi berilgan.

Rasmda:

1. Refraktometrni tutib turuvchi taglik
2. Sterjen
3. Prizmalar
4. Kompensator maxovigi

5. Hisob olinadigan bo'linmalar (shkalalar) unda eritmaning konsentratsiyasi (%) protsentlarda ko'rsatilgan.

6. Lupa.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Refraktometr prizmalari (3) ni ochib, ularni oldin distillangan suv va ho'llangan latta bilan, so'ngra quruq latta bilan artiladi.

2. Shisha tayyoqchasini ajratilgan uchi bilan distillangan suvdan bir-ikki tomchini pastki prizma ustiga tomiziladi va ustki prizmani yopiladi.

3. Prizmaning ko'rinishi sohasini yoritgich bilan eng yaxshi yoritilganlikka keltiriladi. Bu ishni lupa (6) orqali kuzatiladi.

4. Har ikki soha chegarasida spektr ranglarini kompensatorning maxovigi (4) bilan yo'qotiladi.

5. Maxovik (4) yordami bilan kompensator ichida ko'zga ko'ringan gorizontol uchta chiziqchani chizig'i ustiga keltiriladi.

6. Chegara chizish ustiga ustma-ust tushirilgan uchta chiziqcha yonidagi shkaladan (n_0) hisob olinadi.

7. Distillangan suvni sindirish ko'rsatkichi 1,333 deb, shkalaning xatoligi (absolyut xatoligi) quyidagi formuladan topiladi.

$$\Delta n = n_0 - 1,333$$

8. Yuqori prizmani ko'tarib qo'yib, har ikkala prizmaning sirti ko'ringuncha yaxshilab artiladi. So'ngra (1) qand eritmasi aralashgan suyuqlikdan bir-ikki tomchisini pastki prizma tomizilib, ustki prizma yopiladi va (6) punktdagi (n_0) ni aniqlangan singari (n_1) ni aniqlanadi.

9. Shu tariqa boshqa eritmalar ham bir necha marta tajriba o'tkaziladi.

10. Har bir eritmalar uchun topilganlarni jadvalga yoziladi.

11. Yuqoridagi usulda bilan topilgan sindirish ko'rsatkichlarini o'ng tomonida tekshirilayotgan eritma uchun bir yo'la protsentlari ham berilgan, uni lupadan yaqqol ko'rish mumkin. Shunday qilib, eritmalar haqiqiy sindirish ko'rsatkichi

$$n'_1 = n_1 - \Delta n$$

$$n'_2 = n_2 - \Delta n$$

formulalar bilan aniqlanadi.

jadval

Aralashmalar nomeri	Kuzatilayotgan ko'rsatkichlar				Konsentratsiya	Konsentratsiya xatoligi
	n'_1	n'_2	n'_3	n'_4	K	
1. Distillangan suv						
2. № 1						
3. № 2						
4. № 3						
5. № 4						

Distillangan suv uchun $n = 1,333$ va $\Delta n = 0,01$.

TEKSHIRISH UCHUN SAVOLLAR

1. Sindirish ko'rsatkichini absolyut va nisbiy xatoligi deb nimaga aytiladi?
2. Refraktometrning ishlash prinsipini ayting.
3. To'la ichki qaytish hodisasi nimadan iborat?
4. Limit burchagi deb nimaga aytiladi?
5. Eritmaning konsentratsiyasi deb nimaga aytiladi?

Mashg'ulotda pedagogik texnologiya usullarini qo'llash

1-ilova

B.B. B. metodiga asoslangan tarqatma material

	<i>Tushuncha</i>	<i>Bilaman</i>	<i>Bildim</i>	<i>Bilmayman</i>
1	<i>Refraktometrning ishlash prinsipi qanday?</i>			
2	<i>To'la ichki qaytish xodisasi nimadan iborat?</i>			
3	<i>Limit burchagi deb nimaga aytiladi.?</i>			
4	<i>Hisoblash formulani yozing.</i>			
5	<i>Eritmaning konsentratsiyasi deb nimaga aytiladi.</i>			
6	<i>Sindirish ko'rsatkich, absolyut va nisbiy xatoligi deb nimaga aytiladi?</i>			
7	<i>Lupa nima uchun kerak?</i>			
8	<i>Refraktometrning ishlash prinsipi qanday?</i>			
9	<i>To'la ichki qaytish xodisasi nimadan iborat?</i>			
10	<i>Limit burchagi deb nimaga aytiladi.?</i>			

2-ilova

“Aqliy hujum” metodi

<i>№</i>	<i>Nazariy savollar</i>
1	<i>Sindirish ko'rsatkichini absolyut va nisbiy xatoligi deb nimaga aytiladi?</i>
2	<i>Refraktometrning ishlash prinsipini ayting.</i>
3	<i>To'la ichki qaytish hodisasi nimadan iborat?</i>
4	<i>Limit burchagi deb nimaga aytiladi?</i>
5	<i>Eritmaning konsentratsiyasi deb nimaga aytiladi?</i>

19 - LABORATORIYA ISHI
BESSEL USULI BILAN QABARIQ VA BOTIQ LINZALARNING FOKUS MASOFASINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: Tajriba yo'li bilan qabariq va botiq linzalarning fokus masofasini Bessel usulida aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar: 1. Optik o'rindiq (skamya) 2. Botiq va qabariq linzalar.

NAZARIY MUQADDIMA

Sferik sirtlar bilan chegaralangan shaffof muhit (havo, suv, shisha va h.k.) linza deyiladi. Linzalar, optik asboblardan deb ataluvchi, binokl, teleskop, mikroskop fotoapparatlarda va h.k. larda qo'llaniladi. Linzalar ikki xil bo'ladi:

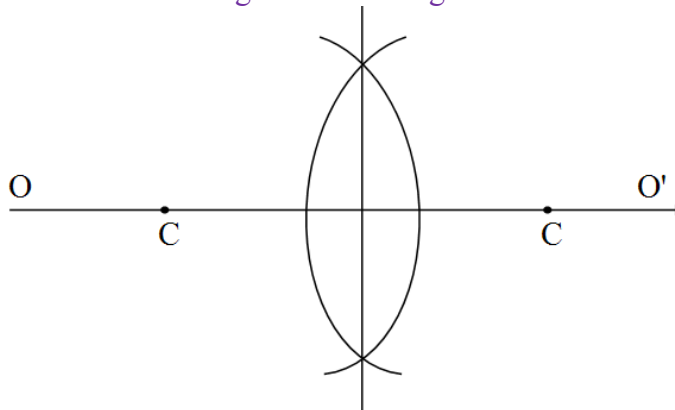
1. Qabariq linza, yorug'lik nurlarini yig'ib beradi.
2. Botiq linza, yorug'lik nurlarini tarqatib beradi.

Linzalarni bir-necha kesik prizmalardan tashkil topgan deb qarash mumkin. Linzani hosil qiladigan sirtlarning egrilik markazlari orqali o'tgan to'g'ri chiziq linzaning bosh optik o'qi deyiladi.

1-rasmda (OO') - bosh optik o'q, (S₁S₂) - linzani hosil qilgan sirtlarning egrilik markazi.

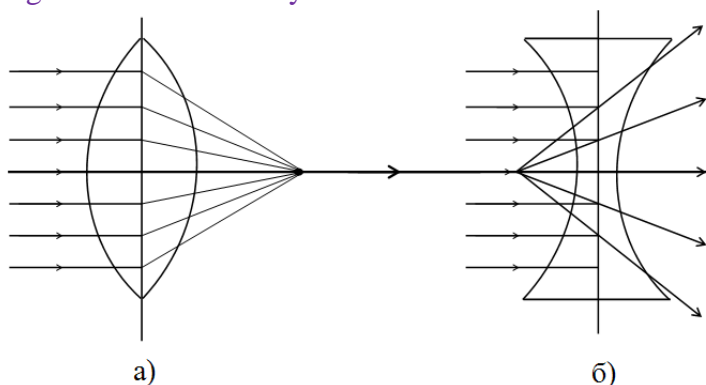
Bosh optik o'qqa parallel bo'lgan yorug'lik nurlari linzadan sinib o'tib, uning fokusida kesishadilar.

Umuman o'zaro parallel nurlar linzaning fokusidan o'tgan fokal tekislikda uchrashadilar.



1-rasm. Linzaning bosh optik o'qi.

2. Botiq linzada bosh optiq o'qqa parallel nurlar linzadan sinib o'tganda, u tarqalib ketadi va tarqalgan nurlarning mavhum davomi optik bo'qining bir nuqtasida kesishadi. Bu nuqta linzaning mavhum fokusi deyiladi.



2-rasm. Qabariq, botiq linzalar va ularda nurlarning yo'li.

Linzaning fokus masofasiga teskari bo'lgan kattalik, linzaning optik kuchi (D) deyiladi.

$$D = \frac{1}{F} \quad (1)$$

Bu yerda: D - linzaning optik kuchi

F - linzaning fokus masofasi

Linzaning optik kuchi dioptriyalarda o'lchanadi. 1 dioptriya deb $F=1\text{m}$ bo'lgandagi kattalikka aytiladi.

$$D = 1 \text{ m}^{-1} = 1 \text{ dptr}$$

Linzaning fokus masofasini aniqlashda quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \quad (2)$$

yoki

$$f = \frac{ab}{(a+b)} \quad (2')$$

Bu tenglamaga qabariq linza formulasi deyiladi.

Bu yerda: a - buyumdan linzagacha bo'lgan masofa;

b - tasvirdan linzagacha bo'lgan masofa;

f - qabariq linzaning fokus masofasi.

Tarqatuvchi linza (botik linza) bosh fokusi mavhum bo'lganidan, uning optik kuchi ham botiq bo'ladi. U holda botiq linza formulasi quyidagicha bo'ladi:

$$-\frac{1}{f} = \frac{1}{a} - \frac{1}{b} \quad (3)$$

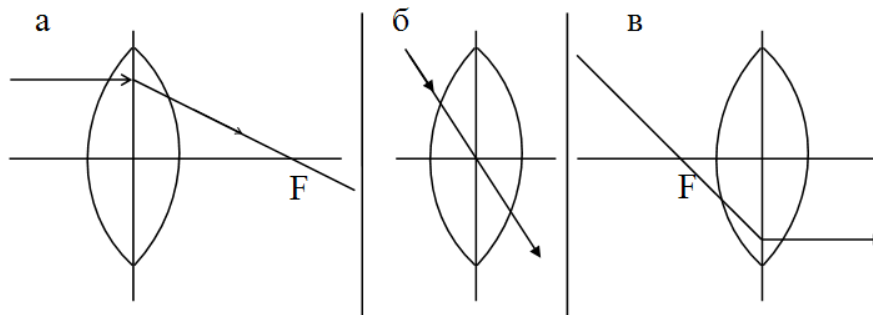
yoki

$$f = \frac{ab}{(a-b)} \quad (3')$$

LINZADA BUYUM TASVIRINI YASASH

Buyumning tasvirini yasashda bu buyumning bir necha nuqtalarining tasvirlarini topish va so'ngra ulardan buyumning tasvirini hosil qilish kerak. Nuqtaning tasvirini yasashda uchta nurdan foydalanish qulay:

- a) optik o'qqa parallel nur, linzada sinib uning fokusini kesib o'tadi.
- b) linzaning optik markazidan o'tuvchi nur sinmasdan o'tadi.

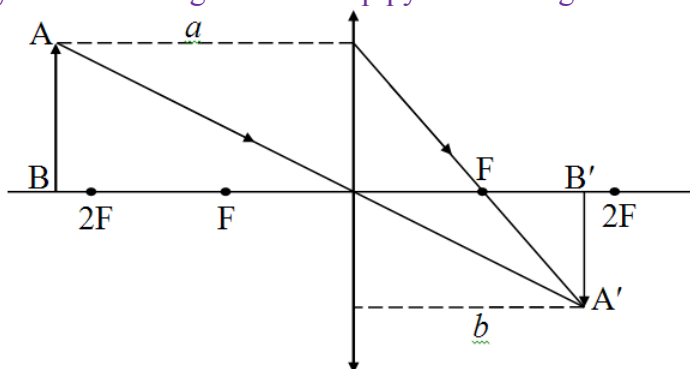


3-rasm. Linzada tasvir yasash.

Nuqtaning tasvirini yasashda nurlarning ikkitasidan foydalanilsa kifoya. Buyumning linzaga nisbatan joylashish masofasiga bog'liq ravishda tasvir kattalashgan yoki kichiklashgan, haqiqiy yoki mavhum, tug'ri yoki teskari bo'lishi mumkin.

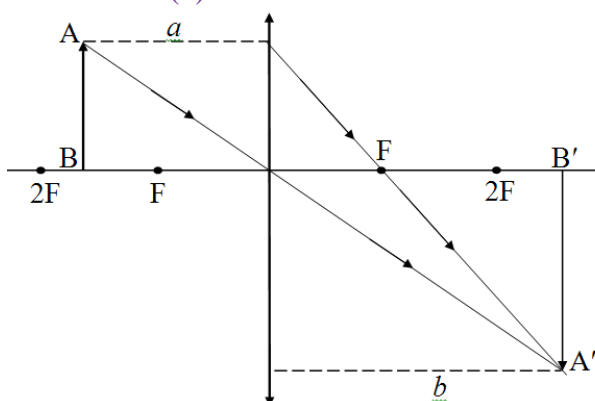
Qabariq linzada tasvir yasaylik.

1. AV buyumning linzadan uzoqligi (a) fokus masofasining ikkilanganidan ko'ra katta masofada turibdi, ya'ni hosil bo'lgan tasvir haqiqiy kichiklashgan va teskari bo'ladi. $a > 2f$



4-rasm. Qabariq linzada tasvir yasash.

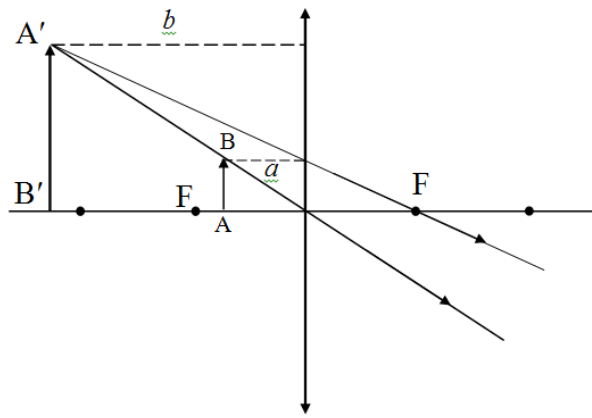
2. Buyum linzaning fokusi bilan ikkilangan fokus orasida joylashgan bo'lsin (5-rasm) $F < a < 2F$. $A'B'/AB = H/h = b/a = \Gamma$ (4)



5-rasm.

Hosil bo'lgan tasviriy haqiqiy kattalashgan va teskari bo'ladi. Tasvir, kattaligining buyum kattaligiga nisbati linza kattalashtirishi (Γ) deyiladi va (4) tenglama yordamida aniqlanadi.

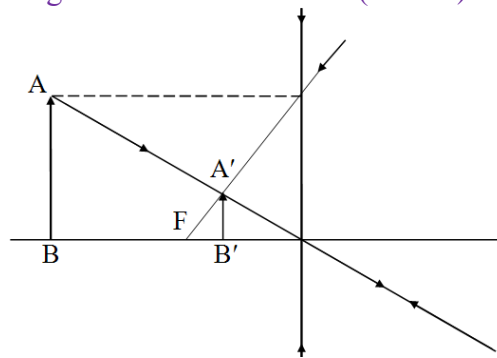
2. Buyum fokus va linza orasida turibdi, ya'ni $a < f$ (6-rasm).



6 - rasm.

Hosil bo'lgan tasvir mavhum kattalashgan va to'g'ridir.

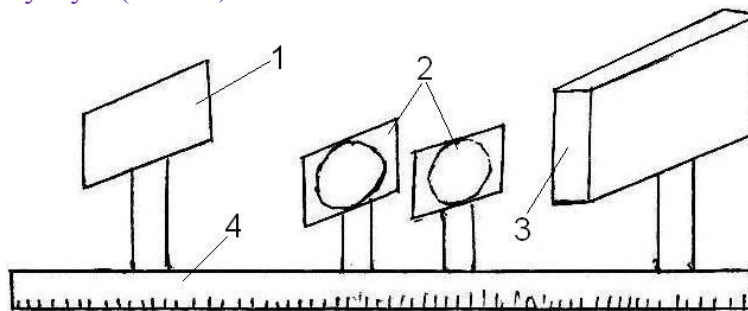
3. Tarqatuvchi linzaga nisbatan buyumning har qanday joylashganda ham hamma vaqt mavhum kichiklashgan va to'g'ri tasviri hosil bo'ladi (7-rasm).



7 - rasm. Sochuvchi linzada tasvir yasash.

QURILMANING TUZILISHI

Ekran (1), linza (2) va maxsus qutiga joylashtirilgan elektr lampochkasi (3-rasm) gorizontaal qo'yilgan optik taglik (4) ustiga o'rnatiladi. Ularni taglik bo'ylab siljitish mumkin. Lampochka o'rnatilgan qutining old tomoniga qog'oz yopishtirilib, uning ustiga strelka chizib qo'yilgan. Bu strelka buyum rolini o'ynaydi (8-rasm).



8 - rasm. Qurilmaning tuzilishi.

Qurilmadagi asboblarni (ekran, linza, quti) ularning markazlari bir xil balandlikda turadigan qilib o'rnatiladi. Qurilmadagi asboblarning orasidagi masofa taglikdagi santimetrlarga bo'lingan shkaladan o'lchanadi. Bu tajribada botiq va qabariq linzalarning fokus masofasini aniqlash uchun Bessel usulidan foydalaniladi.

BESSEL USULI

Linzaning o'rindiqda siljish kattaligiga qarab fokus masofasini aniqlash metodiga Bessel usuli deyiladi. Bu usulda ekran bilan buyum orasidagi masofa linza fokus masofasidan kamida (4) marta katta bo'lishi kerak.

$$L \approx 4f$$

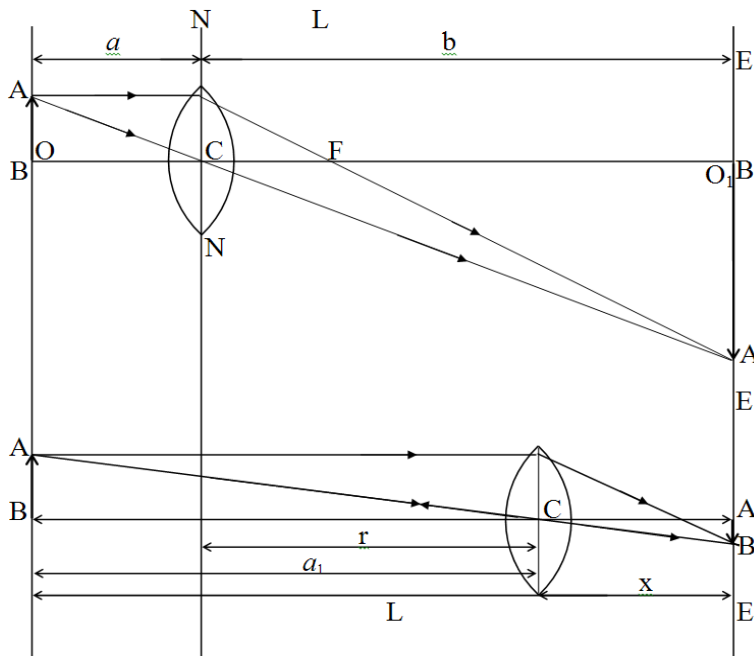
$$(4')$$

Optik taglikka ekran, buyum (yoritgich bilan yoritilgan qutilarchadagi strelka) va linza o'rnatilgan (suriluvchi ramka linzasi bilan birgalikda). Ekran va buyum (strelka) orasidagi masofa o'qituvchi tomonidan belgilanib tajriba davomida o'zgaras qoladi.

Birinchi tajriba qabariq linza bilan bajariladi. Linzani ekrandan buyum tomon surib borilsa, ekranda buyumni aniq kattalashgan teskari tasviri hosil bo'ladi.

Linzaning vaziyati shkala yordamida belgilanadi.

Linzani ekran tomon surib borilsa, ekranda buyumning aniq ki-chiklashgan teskari tasviri hosil bo'ladi. Shu tasvir hosil bo'lishi uchun linzani birinchi holatdan ikkinchi holatga keltirishda (r) masofadagi siljishi shkaladan aniqlanadi (9-rasm).



9-rasm. Qabariq linzaning ekran va buyum oralig'idagi ikki xil joylashgan vaziyati.

- 1- holda
- NN' - qabariq linza;
 - AB - buyum;
 - A'B' - buyumni kattalashgan tasviri;
 - EE - ekran;
 - C - linzaning optik markazi;
 - F - fokusi;
 - BC = a - buyumdan linzagacha bo'lgan masofa;
 - CB' = b - linzadan tasvirgacha bo'lgan masofa;
 - CF = f - linzani fokus masofasi;
 - BB' = L - buyum bilan ekran orasidagi masofa;
 - NN' = r - linzaning siljish masofasi.

Linzaning bu ikki holati (vaziyati) ham buyum bilan tasvir orasidagi masofaning o'rtasiga nisbatan simmetrik ekanligi ravshan. (2') formulaga asosan

$$f = \frac{(L - r - x)(x + r)}{L} \quad (5)$$

Ikkinchi, vaziyat uchun

$$f = \frac{(L - x)r}{L} \quad (6)$$

Bu tenglamalarni o'ng tomonlari tengligidan (x) ni topamiz.

$$x = (L - r)/2 \quad (7)$$

(7) ni ($L - r - x$) ga qo'yilsa,

$$L - r - x = (L - r)/2$$

bo'ladi.

Demak,

$$a = (L - r)/2$$

$$v_{ab} = (L + r)/2$$

ga ega bo'lamiz.

Bu qiymatlarni (2') formulaga qo'yib, qabariq linzaning fokus masofasi topiladi:

$$f_1 = (L^2 - r^2)/4R \quad (8)$$

Xuddi shu tariqada qabariq va botiq linzalar sistemasining ($f_{1,2}$) - fokus masofasi aniqlanadi. Demak, ($f_{1,2}$) qabariq va botiq linzalar tegishib turgandagi sistemani fokus masofasi bo'ladi.

Bu sistemaning optik kuchi

$$D_{1,2} = D_1 + D_2 \quad (9)$$

Bu yerda: D_1 - qabariq linzaning optik kuchi;

D_2 - botiq linzaning optik kuchi

Shularga asosan

$$\frac{1}{f_{1,2}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \quad (10)$$

Bu yerdan botiq linzani fokus masofasi uchun quyidagi formulaga ega bo'lamiz.

$$f_2 = \frac{f_1 \cdot f_{1,2}}{f_1 + f_{1,2}} \quad (11)$$

Bu yerda: f_1 - qabariq linzaning fokus masofasi;

f_2 - botiq linzaning fokus masofasi;

$f_{1,2}$ - sistemani fokus masofasi

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Surilgichni ramkaga qabariq linzani qo'yib, strelka lampochka bilan yoritiladi.
2. Surilgichni strelka (buyum) tomon surib, ekranga strelkani (buyumni) kattalashgan teskari va aniq tasviri hosil bo'lishiga erishiladi.
3. Skameykadagi shkaladan linzadan strelka (buyumgacha) bo'lgan masofa $n_1 = x = a$ shuningdek, ekrandan strelka (buyum) gacha bo'lgan (L) masofalar o'lchanadi. O'lchash natijalari jadvalga kiritiladi.
4. Linzani ekran tomon surib strelkani kichik, aniq teskari tasviri hosil bo'lishiga erishiladi va shkaladan linzalar uchun $n_2 = a_1$ hisob olinadi.
5. Har ikkala olingan hisoblar ayirmasi, ya'ni $n_2 - n_1 = r$ hisoblanadi.
6. Olingan natijalardan foydalanib (8) formulaga asosan qabariq linzani fokus masofasi aniqlanadi va jadvalga yoziladi.
7. Xuddi shu tariqa qabariq linzaning strelka (buyum) tomoniga botiq linzani qo'yib, har ikkala sistema uchun fokus masofa aniqlanadi.

$$f_{1,2} = \frac{L^2 - r^2}{4R} \quad (8')$$

8. Qabariq va sistemali fokus masofalari aniq bo'lgandan so'ng formula (11) yordamida botiq linzani fokus masofasi (f_2) aniqlanadi.

1-qabariq linza uchun jadval

Tajriba tartibi №	n_1	n_2	r	L	f_1	$f_{1o'rt}$
1.						
2.						
3.						

2 - ikki linza sistemasi uchun

Tajriba tartibi №	n_1	n_2	r	L	$f_{1,2}$	$f_{1,2o'rt}$

1.						
2.						
3.						
4.						
5.						

TEKSHIRISH UCHUN SAVOLLAR

1. Linza deb nimaga aytiladi?
2. Linzaning optik markazi, bosh optik o'qi va bosh fokusi deb nimaga aytiladi?
3. Linzani optik kuchi nima?
4. Yig'uvchi linza deb qanday linzaga aytiladi?
5. Sochuvchi linza deb qanday linzaga aytiladi?
6. Linzada qay vaqtda nuqta yoki buyum tasviri hosil bo'ladi?
7. Linzada buyum tasvirini olinishini chizib ko'rsating.

Mashg'ulotda pedagogik texnologiya usullarini qo'llash

1-ilova

B.B. B. metodiga asoslangan tarqatma material

	<i>Tushuncha</i>	<i>Bilaman</i>	<i>Bildim</i>	<i>Bilmayman</i>
1	<i>Linza deb nimaga aytiladi?</i>			
2	<i>Linzalarning optik markazi, bosh optik uki va bosh fokusi deb nimaga aytiladi?</i>			
3	<i>Linzani optik kuchi nima?</i>			
4	<i>Yig'uvchi linza deb kanday linzaga aytiladi?</i>			
5	<i>Sochuvchi linza deb kanday linzaga aytiladi?</i>			
6	<i>Linzada kay vakda nukta yoki buyum tasviri xosil buladi?</i>			
7	<i>Linzada buyum tasvirini olishni chizib bering?</i>			
8	<i>Linza deb nimaga aytiladi?</i>			
9	<i>Linzalarning optik markazi, bosh optik uki va bosh fokusi deb nimaga aytiladi?</i>			
10	<i>Linzani optik kuchi nima?</i>			

2-ilova

“Aqliy hujum” metodi

<i>№</i>	<i>Nazariy savollar</i>
1	<i>Linzaga ta'rif bering?</i>
2	<i>Linzalarni ishlatilishini yozib bering?</i>
3	<i>Qovariq linza deb kanday linzaga aytiladi?</i>
4	<i>Botiq linza deb kanday linzaga aytiladi?</i>
5	<i>Linzani optik kuchi deb nimaga aytiladi.</i>

20-LABORATORIYA ISHI YORUG'LIK NURINING TO'LQIN UZUNLIGINI DIFRAKSION PANJARA YORDAMIDA O'LGASH

Ishning maqsadi: Difraksion panjara hosil qilgan spektr yordamida yorug'lik nurining to'lqin uzunligini aniqlashdan iboratdir.

asboblari: 1. Difraksion panjara yordamida spektrni kuzatishga imkoniyat yaratuvchi qurilma;
2. Yorug'lik manbai.

NAZARIY MUQADDIMA

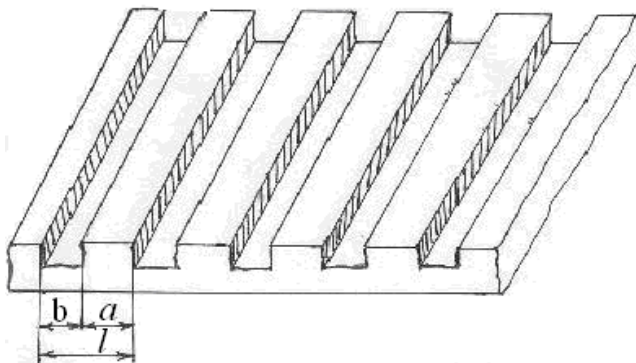
Yorug'lik difraksiyasi deb ataladigan hodisada yorug'lik nurlari shaffofmas to'siqlardan egilib o'tib geometrik soya sohasiga kirib boradi. Difraksiya so'zi lotincha bo'lib "egilib o'tish" degan ma'noni bildiradi.

Masalan, nuqtaviy monoxromatik yorug'lik manбайдan tarqalayotgan yorug'lik nurlarining yo'liga shaffofmas jismdan yasalgan disk shaklidagi to'siq joylashtirilgan bo'lsin. Geometrik optika qonunlariga asosan, ekranda to'siqning soyasi-doira shaklidagi qorong'i soha kuzatilishi lozim. Tajribada, haqiqatan, shunday manzara kuzatiladi. Lekin to'siqdan ekrangacha bo'lgan masofa to'siq o'lchamlaridan bir necha ming marta katta bo'lgan holda ekranning to'siq qarshisidagi sohasidagi qorong'ilik emas, balki ketma-ket joylashgan yorug' va qorong'i konsentrik halqachalar kuzatiladi. Xuddi shunday manzara yorug'lik juda kichik tirqishdan o'tganda ham kuzatiladi.

Geometrik optika qonunlariga zid bo'lgan yorug'lik difraksiyasining mohiyatini quyidagi tarzda tushuntiriladi. Gyugens prinsipiga asosan, to'lqin frontining har bir nuqtasini ikkilamchi to'lqinlarning manbalari deb hisoblash mumkin. Frenel esa Gyugens prinsipini takomillashtirib, bu ikkilamchi to'lqinlarning manbalarini kogerent manbalar deb va fazoning ixtiyoriy nuqtasidagi tebranishi bu nuqtaga yetib kelgan ikkilamchi kogerent to'lqinlar interferensiyalanishining manzarasi deb qarash lozim, degan fikrni ilgari surdi. Bu takomillashgan prinsip Gyugens-Frenel prinsipi deb yuritiladi. Bu prinsip yorug'lik difraksiyasiga oid bir qator hodisalarni tushuntirib bera olgan.

Difraksion panjara deganda bir-biridan b uzoqlikda joylashgan bir xil a kenglikdagi tirqishlar to'plamidan iborat optik asbob tushuniladi.

Odatda difraksion panjarni quyidagi usulda yasaladi. Shaffof shisha plastinkani maxsus mashina yordamida tirnab bir-biriga parallel bo'lgan ensiz ariqchalar hosil qilinadi (1-rasm).



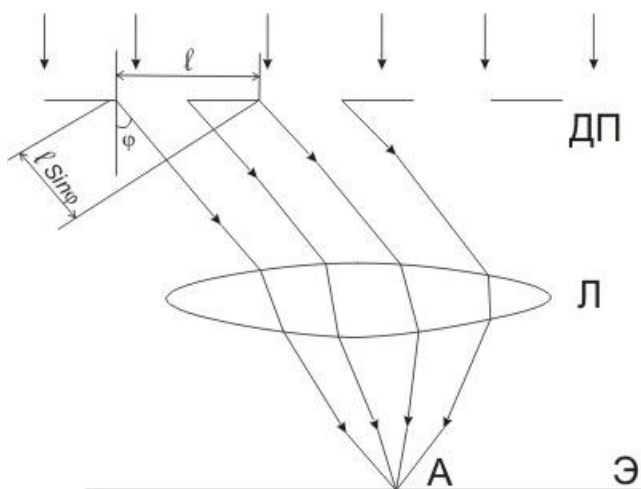
1-rasm. Difraksion panjara.

Shisha plastinkaning tirnalgan qismlari (eni b bo'lgan ariqchalar) yorug'lik nurlari uchun shaffofmas bo'ladi. Ariqchalar oralig'idagi qismlar (kengligi a ga teng bo'lgan shaffof tasmachalar) yorug'lik nurlari uchun tirqishlar vazifasini bajaradi. Qo'shni tirqishlarning mos nuqtalari orasidagi masofa difraksion

$$l = a + b \quad (1)$$

panjaraning doimiysi yoki davri deb ataladi.

Difraksion panjaraga (DP) yassi monoxromatik to'liqin normal tushayotgan bo'lsin (2-rasm). Panjara tarkibidagi ikki yoki undan ortiq tirqishlar tufayli vujudga keladigan difraksion manzarani topish uchun faqat alohida tirqishdan chiqayotgan nurlarning ekranning muayyan nuqtasida o'zaro interferensiyasini emas, balki ayni nuqtaga turli tirqishlardan kelayotgan nurlarning interferensiyasini ham hisobga olish kerak.



2-rasm.

1. Kuzatish burchagining qiymati quyidagi shartni, ya'ni

$$a \cdot \sin \gamma = 2k \lambda, \quad k=1,2,3,\dots$$

qanoatlantirsin. Bu holda har bir alohida tirqishdan γ burchak ostida chiqayotgan nurlar ekranning A_1 nuqtasida interferensiyalanishi natijasida qorong'ilik (yorug'lik intensivligining minimumi) kuzatiladi (3-a rasmga q.). tirqishlar soni ikki yoki undan ortiq bo'lganda ham ekranning A_1 nuqtasida yorug'lik kuzatilmaydi, ya'ni yorug'lik intensivligining minimumi qayd qilinadi. Shuning uchun panjara tufayli vujudga keladigan difraksion manzaradagi bu minimumlar deb ataladi.

2. Kuzatish burchagining shunday qiymatlarini tanlab olaylikki, bu burchaklar ostida alohida tirqishdan chiqayotgan nurlar yig'uvchi linzadan o'tgach, ekranning $A_2, A_3,$ yoki A_4 nuqtalarida interferensiyalashadi. Natijada bu nuqtalarda yorug'lik kuzatiladi (3- a rasmga q.). Agar tirqish bir emas, balki ikkita bo'lsachi? Bu holda quyidagi imkoniyatlar amalga oshiri mumkin (3-b rasm);

a) γ burchakning shunday qiymatlari mavjudki, natijada ikkala tirqishning mos nuqtalaridan kelayotgan nurlar (2-rasm 1 va 2 tirqishning chap chetidan kelayotgan nurlarlarga qarang) bir xil fazada, ya'ni bu nurlarning yo'llar farqi yarim to'liqin uzunlikka juft karrali –

$$l \sin \gamma = 2k \frac{\lambda}{2}, \quad k=0, 1, 2,\dots (2)$$

bo'ladi. Bu holda ikkala tirqishning mos nuqtalaridan kelayotgan nurlar A_2 nuqtasida interferensiyalashishi natijasida yorug'lik intensivligining maksimumi kuzatiladi. Bu maksimumlar tartibini ifodalaydi.

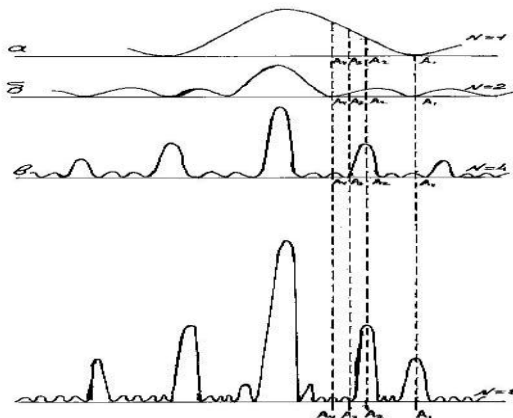
b) Kuzatish burchagi γ ning ba'zi qiymatlarida ikkala tirqishning mos nuqtalaridan kelayotgan nurlar qarama-qarshi fazada, ya'ni bu nurlarning yo'llar farqi yarim to'liqin uzoqlikka tok karrali –

$$l \sin \gamma = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}, \quad k=0, 1, 2,\dots (3)$$

bo'ladi. Natijada ikkala tirqishning mos nuqtalaridan chiqayotgan nurlar ekranning biror A_4 nuqtasida interferensiyalashib bir-birini so'ndiradi, ya'ni yorug'lik intensivligining minimumi kuzatiladi. Bu minimumlar qo'shimcha minimumlar deyiladi;

v) kuzatish burchagi γ ning shunday qiymatlari ham mavjudki bunda ikkala tirqishning mos qiymatlaridan chiqib ekranning biror nuqtasiga (masalan, A_3 nuqtaga) yetib kelgan nurlar bir xil fazada

ham, qarama-qarshi fazada ham bo'lmaydi. Shuning uchun ular iinterferensiyalashib, yorug'likning maksimumini ham, minimumini ham bermaydi. Balki bu nuqtadagi yorug'lik biror oraliq intensivlikka ega bo'ladi.



3-rasm. Tirqishlar soniga qarab, difraksiya tufayli hosil bo'ladigan interferensiya manzarasi.

Endi tirqishlar soni ikki emas, balki ko'proq, masalan, to'rtta yoki sakkizda bo'lgan hollarni kuraylik. Bu hollarga mos bo'lgan yorug'lik intensivligining taqsimotlari 3-v, g rasmlarda tasvirlangan. Asosiy minimumlar va asosiy maksimumlar ekrandagi o'z o'rinlarini o'zgartirmaydi. Maksimumlar ensizroq va yorug'roq, maksimumlar oralig'i esa qorong'irok bo'ladi. Agar tirqishlar soni N ga teng bo'lsa, difraksion manzaradagi ikki qo'shni asosiy minimum oralig'ida $N-1$ qo'shimcha minimum vujudga keladi. Qo'shimcha minimumlar oralig'ida esa qo'shimcha maksimumlar mavjud bo'lib, ular ekranda fon deb ataladagina kuchsizgina yorug'likni vujudga keltiradi.

Difraksion panjaradagi alohida i -tirqish asosiy maksimum yo'nalishida jo'natayotgan yorug'lik to'lqinining amplitudasi E_{im} bo'lsin. Ekraning asosiy maksimum vujudga keladigan nuqtasiga barcha tirqishlardan tebranishlar bir xil fazada yetib keladi. Shuning uchun natijaviy tebranish amplitudasi

$$E_m = \sum_{i=1}^N E_{im} = NE_{im}$$

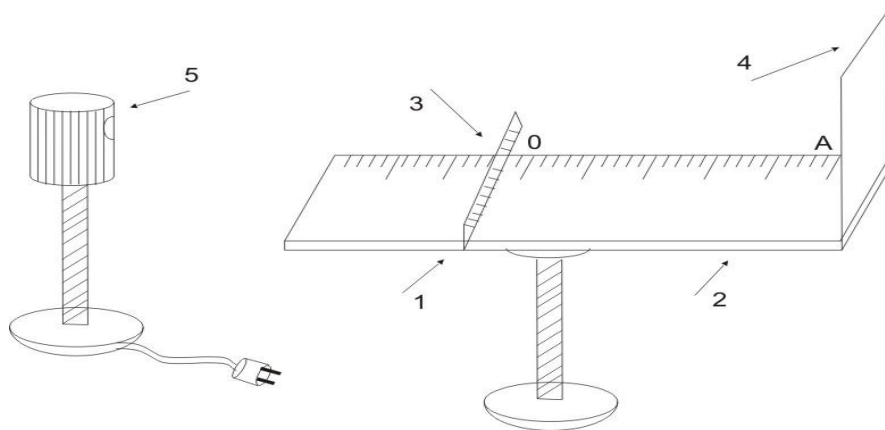
bo'ladi, chunki alohida tirqishlardan kelayotgan tebranishlar amplitudalari o'zaro teng. Bundan aossiy maksimumning intensivligi

$$J = E_m^2 = N^2 E_{im}^2 \quad (4)$$

ga teng bo'ladi. Demak, difraksion panjara tufayli vujudga keladigan manzaradagi asosiy maksimumlarning intensivliklari panjaradagi tirqishlar soni N ning kvadratiga proporsional bo'ladi. Agar difraksion panjara oq yorug'lik bilan yoritilsachi? Oq yorug'likni turli to'lqin uzunlikli bir qator monoxromatik yorug'lik to'lqinlarining superpozitsiyasi deb qkarash mumkin. Bu monoxromatik to'lqinlar difraksion panjaradan o'tayotganda o'zlarining mustaqilliklarini saqlaydilar. (2) shartga asosan asosiy maksimumlar yorug'likning to'lqin uzunligiga bog'liq. Bundan faqat nolinch (k=0) asosiy maksimumlar istisnodir. Haqiqatan k=0 bo'lganda λ ning har qanday qiymatlari uchun asosiy maksimum $\varphi=0$ burchak ostida kuzatiladi, ya'ni oq yorug'lik tarkibidagi barcha monoxromatik to'lqinlarining nolinch aossiy maksimumlari ustma-ust tushadi. Shuning uchun difraksion manzaraning markazidagi ($\varphi=0$) asosiy maksimum oq bo'ladi. Lekin birinchi, ikkinchi va hokazo tartibli (k=1,2,3,...) asosiy maksimumlar turli to'lqin uzunlikli monoxromatik yorug'liklar uchun turlicha burchaklar ostida kuzatiladi. Masalan, to'lqin uzunligi kattaroq bo'lgan qizil yorug'likning (qizil = 0,76 mkm) asosiy maksimumi binafsha yorug'liknikiga (bi-nafsha =0,40 mkm) qaraganda kattaroq burchak ostida kuzatiladi. Panjaradan oq yorug'lik o'tayotgan bo'lsa, ekranda spektr deb ataladigan rangli o'zaro parallel ensiz chiziqlar kuzatiladi. Bu chiziqlarning har biri ayrim yorug'likka tegishli bo'lib, bu chiziqlar, odatda, spektral chiziqlar deb ataladi. Spektrning tartibi (ya'ni k ning qiymati) yuqorilashgan sari spektr tarkibidagi bir-biridan yaxshiroq ajralgan bo'ladi.

ASBOBNING TUZILISHI

Spektrik kuzatishga imkoniyat yaratuvchi asbob 4-rasmda berilgan. U o'rtasida tirqishi 3 bor, shkala 2 ustida harakatlana oladigan va bo'laklarga bo'lingan gorizantal joylashgan taxtacha I dan iborat.



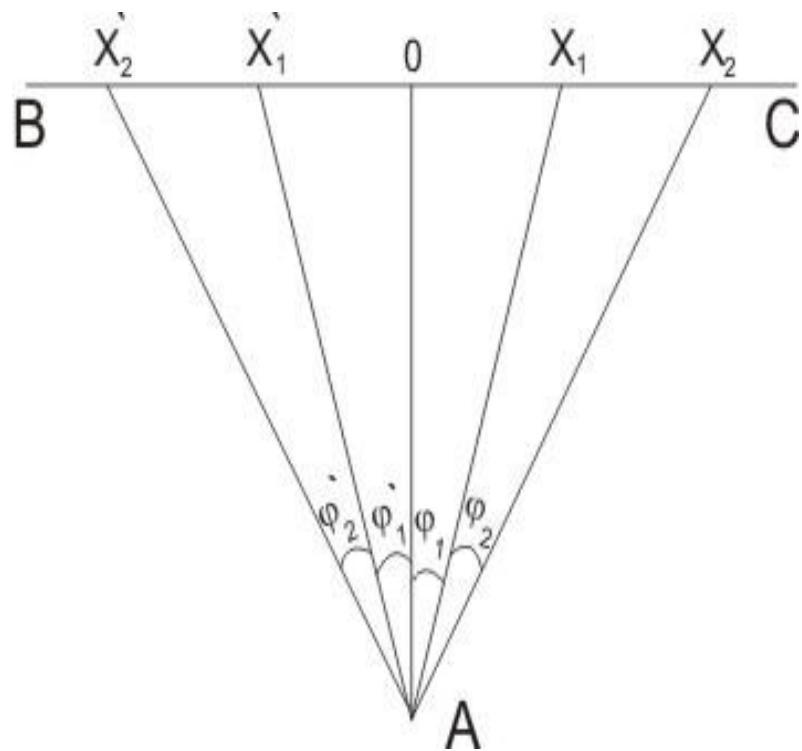
4-rasm. Spektrlarni kuzatish qurilmasi.

Taxtachaning ikkinchi uchida difraksiyon panjara 4 joylashgan. Shakldagi tirqish maxsus yoritgich 5 yordamida yoritiladi. Difraksiyon panjara beradigan spektrlar tirqishga simmetrik ravishda joylashgan shkala ustida ko'rinadi. Shu panjara yordamida I- va P- tartibli spektrlarni kuzatish mumkin. Shkala 2 yordamida mazkur to'lqin uzunligi to'g'ri keladigan maksimumning koordinatlarini birinchi va ikkinchi tartibli spektrlarda o'lchash mumkin. So'ngra koordinatlarni bilgan holda, mazkur maksimumga to'g'ri keluvchi difraksiya burchagi φ ni aniqlaymiz va quyidagi tenglama yordamida λ ni aniqlaymiz:

$$l \sin \varphi = k \lambda \quad (5)$$

Bu yerda: l – panjara doimiysi,
 φ - difraksiya burchagi,
 K – spektr tartibi,
 λ - yorug'lik nurining to'lqin uzunligi.

5-rasmda asbob sxemasi keltirilgan. VS - shkala, A nuqtada difraksiyon panjara, O nuqtada tirqish joylashgan va -birinchi tartibli spektrda joylashgan, X_1 va X_1^1 berilgan rang chuchn kuzatuvchi maksimum koordinatalari; X_2 va X_2^1 - ikkinchi tartibli spektrda ko'ri-nuvchi xuddi shu rang maksimumning koordinatalar. OA-shkaladan panjaragacha bo'lgan masofa.



5-rasmda. Spektrlarning koordinatalarini aniqlash.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Yoritgich yoqiladi.
2. O'qituvchi tomondan panjaradan shkalagacha bo'lgan masofa OA beriladi.
3. Panjara orqali shkala qarab difraksiya spektrlari kuzatiladi. Panjarani o'ngga va chapga burish orqali spektrlar shkala chegarasida joylashtiriladi.
4. Birinchi tartibli spektrdagi qizil rang, maksimum uchun shkala bo'yicha X_1 va X_1^1 koordinatalari yozib olinadi. Bu yerda X_1 tirqishning o'ng tomonidan, X_1^1 esa tirqishning chap tomonidan olinadi. Xuddi shu usulda ikkinchi tartibli spektrda X_2 va X_2^1 lar topiladi. Olingan qiymatlar jadvalga yoziladi.
5. 4-punkttdagi hisoblashlarni ko'k rang uchun ham bajariladi.
6. 4-5 punktlarni OA ning uchta qiymati uchun bajariladi.
7. X koordinatani va OA masofani bilgan holda φ burchakni quyidagi tenglama yordamida topish mumkin:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{x}{OA}; \quad \varphi = \operatorname{arctg} \frac{x}{OA};$$

X va OA ning har xil qiymatlari uchun (5)-tenglama yordamida λ ni topiladi.

Jadval

n/n	Rang	k spektr tartibi	X	X ¹	$\frac{X_{o'rt}}{X+X^1}$	tgφ _{o'rt}	φ	sinφ	λ	Δλ
			m				grad		m	M

TEKSHIRISH UChUN SAVOLLAR

1. Nima uchun difraksion panjara bitta tirqishga nisbatan ravshan va ingichka maksimumlarni beradi?
2. Nima uchun difraksion panjara oq rangli yorug'likni spektrga ajratadi?
3. Qanday joylarda birinchi va ikkinchi tartibli spektrlar hosil bo'ladi?
4. Ekran yoritilganligining maksimum shartini yozing.
5. Panjara doimiysi nima?
6. Difraksiya burchagi nima?

Mashg'ulotda pedagogik texnologiya usullarini qo'llash

1-ilova

B.B. B. metodiga asoslangan tarqatma material

	<i>Tushuncha</i>	<i>Bilaman</i>	<i>Bildim</i>	<i>Bilmayman</i>
1	<i>Yorug'lik difraksiya xodisasi nima</i>			
2	<i>Nima uchun difraksion panjara oq rangli yorug'likni spektrga ajratadi?</i>			
3	<i>Qanday joylarda birinchi va ikkinchi tartibli spektrlar hosil bo'ladi?</i>			
4	<i>Panjara doimiysi nima</i>			
5	<i>Difraksion panjara yordamida olingan spektr bitta tirqishda hosil qilingan spektrdan nima bilan farq qiladi</i>			
6	<i>Nima uchun difraksion panjara oq yorug'likni spektrga ajratadi</i>			
7	<i>Spektrning nolinchii tartibida nima uchun yorug'lik nurining ajralishi sodir bo'lmaydi.</i>			
8	<i>Qanday shart bajarilganda gramplastinkani difraksion panjara o'rnida ishlatish mumkin?</i>			

2-ilova

“Aqliy hujum” metodi

<i>№</i>	<i>Nazariy savollar</i>

1	<i>Nima uchun difraksion panjara bitta tirgishga nisbatan ravshan va ingichka maksimumlarni beradi?</i>
2	<i>Nima uchun difraksion panjara oq rangli yorug'likni spektrga ajratadi?</i>
3	<i>Qanday joylarda birinchi va ikkinchi tartibli spektrlar hosil bo'ladi?</i>
4	<i>Ekran yoritilganligining maksimum shartini yozing.</i>
5	<i>Panjara doimiysi nima?</i>
6	<i>Difraksiya burchagi nima?</i>

21-LABORATORIYA ISHI QUYOSH ELEMENTINING VOLT-AMPER VA VOLT-VATT XARAKTERISTIKASINI O'RGANISH

Ishdan maqsad

1. Tajribada quyosh elementining elektrofizik xususiyatlarini o'rganish uchun uning asosiy xarakteristikasi bo'lgan VAX, VVX o'rganish va grafisini yasash.
2. Tajribada stendida joylashgan quyosh elementining elektrofizik xususiyatlarini o'rganish uchun uning asosiy xarakteristikasi bo'lgan VVX o'rganish va grafisini yasash.

Qisqacha nazariy ma'lumot

Ushbu laboratoriya stendi oliy o'quv yurtlarida, o'rta maxsus kasb hunar kollejlari, akademik litseylarda tahsil olayotgan talabalar uchun fizika fanidan quyosh elementlarining (fotoelement) elektrofizik xususiyatlarini o'rganishga imkon beruvchi vosita hisoblanadi.

Eksperimental qurilma laboratoriya stolida joylashgan bo'lib quyidagi qismlardan tashkil topgan: quyosh spektrlarini qisman tavsiflovchi 150 Vt quvvatdagi o'zgaruvchan tok 220 V, 50 Gs chastotaga mo'ljallangan galogen lampa (yorug'lik manbai), lampani ma'lum balandlikda tutib turuvchi shtativ, quyosh fotoelektrik batareyasi (QFB), ampermetr, voltmeter va o'zgaruvchan yuklanish qarshiliklaridan R_n tashkil topgan (1-rasm).

Tajriba ishida 2 ta har xil quvvatdagi QFB dan foydalaniladi. QFB ning fototok chiqish yunalishida klemma mavjud bo'lib qarama-qarshi qutblari belgilab quyilgan.

Lampadan tarqalayotgan yorug'lik nurlari bevosita quyosh fotoelektrik moduliga perpendikulyar burchak ostida tushadi. Shtativda galogen lampani uch xil holatda modulga yunaltirish mumkin. Bu QFM dan 15 sm, 25 sm, 35 sm balandlikda amalga oshiriladi. O'zgaruvchan yuklanishlar qarshiligi 1÷180 Om intervalda ishlaydi.

Quyosh elementlarining asosiy xarakteristikasi hisoblangan volt-amper xarakteristika (VAX), volt-vatt xarakteristika (VVX) va spektral sezgirlik yarimo'tkazgich materiallarning optik va elektrofizik xususiyatlariga bog'liqdir. Quyosh elementlarining VAX, VVX xarakteristikasini o'lchash uchun quyidagi sxemalardan foydalanildi (2. Rasm).

Quyosh elementlarining VAX r-n o'tishli yarimo'tkazgichli diodning VAX dan yangi I_f hadning paydo bo'lishi bilan farq qiladi. I_f – optik nurlanish ta'sirida quyosh elementida generatsiya bo'lgan tokdir. Agar I_d – diod orqali oqayotgan tok va I – tashqi yuklanma orqali oqayotgan tok bo'lsa, u holda,

$$I_f = I_d + I \quad (1)$$

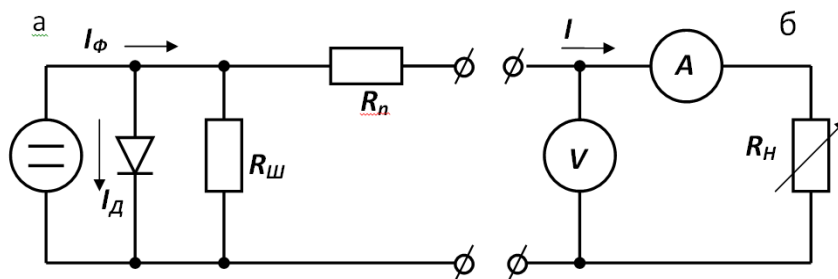
$$I_d = I_0 + \left(\exp\left(\frac{qU}{kT}\right) - 1 \right) \quad (2)$$

diodning qorong'ilikdagi xarakteristikasi, I_0 – r-n o'tishning teskari yo'nalishdagi to'yinish toki, q – elektron zaryadi, T – absolyut harorat, k – Bolsman doimiyligi, U – kuchlanish.

QE ning asosiy xarakteristikalarini o'lashning tartibi quyidagicha amalga oshirildi. Dastlab QE ning parametrlari laboratoriya sharoitida galogen lampa yordamida, so'ngra tabiiy sharoitda quyosh nurlariga perpendikulyar holatda joylashtirish orqali amalga oshirildi.



1-Rasm. QE ning voltamper xarakteristikasini o'rganish uchun eksperimental qurilma



2- Rasm. Quyosh elementlarining ekvivalent (a) va o'lash (b) sxemalari

Tajribani o'tkazish tartibi.

Laboratoriya sharoitida o'lash.

1.Galogen lampa shtativda laboratoriya stolidan maksimal balandlikka 35 sm o'rnatiladi, lyuksmetr yordamida lampaning yoritilganligi QE sathi paralleligida o'lchab olinadi.

2.O'zgaruvchan yuklanish qarshiligini o'zgartirish orqali birinchi QE tok va kuchlanish qiymatlari 1 jadvalga yozib olinadi. Laboratoriya sharoitida QE ning lampaning 35 sm balandlikda holatida eksperiment natijasida olingan VAX, VVX grafiklari quriladi.

1-Jadval

No	Lampa-ning yoritilganligi (lyuks)	Lampadan QE bo'lgan masofa (sm)	QE toki (A)	QE kuchlanishi (V)	QE ning nominal quvvati	QE ning salt yurish kuchlanishi (V)	QE ning qisqa tutashuv toki (A)	QE ning FIK (%)
1		35						
2		35						
3		35						
4		35						
5		35						
6		35						
7		35						
8		35						
9		35						

3. Galogen lampa shtativda laboratoriya stolidan maksimal balandlikka 25 sm oʻrnatiladi, lyuksmetr yordamida lampaning yoritilganligi QE sathi paralleligida oʻlchab olinadi.

4. Oʻzgaruvchan yuklanish qarshiligini oʻzgartirish orqali birinchi QE tok va kuchlanish qiymatlari 1 jadvalga yozib olinadi. Laboratoriya sharoitida QE ning lampaning 25 sm balandlikda holatida eksperiment natijasida olingan VAX, VVX grafiklari quriladi.

2-Jadval

№	Lampa -ning yoritilganligi (lyuks)	Lampadan QE boʻlgan masofa (sm)	QE toki (A)	QE kuchlanishi (V)	QE ning nominal quvvati	QE ning salt yurish kuchlanishi (V)	QE ning qisqa tutashuv toki (A)	QE ning FIK (%)
1		25						
2		25						
3		25						
4		25						
5		25						
6		25						
7		25						
8		25						
9		25						

5. Galogen lampa shtativda laboratoriya stolidan maksimal balandlikka 15 sm oʻrnatiladi, lyuksmetr yordamida lampaning yoritilganligi QE sathi paralleligida oʻlchab olinadi.

6. Oʻzgaruvchan yuklanish qarshiligini oʻzgartirish orqali birinchi QE tok va kuchlanish qiymatlari 1 jadvalga yozib olinadi. Laboratoriya sharoitida QE ning lampaning 15 sm balandlikda holatida eksperiment natijasida olingan VAX, VVX grafiklari quriladi.

№	Lampa -ning yoritilganligi (lyuks)	Lampadan QE boʻlgan masofa (sm)	QE toki (A)	QE kuchlanishi (V)	QE ning nominal quvvati	QE ning salt yurish kuchlanishi U_{xx} (V)	QE ning qisqa tutashuv toki $I_{k.z.}$ (A)	QEning FIK (%)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								

Tajriba natijalarini hisoblash.

1. QE ning nominal quvvati R_n quyidagicha hisoblanadi.

$$P_n = U_{x.x} \times I_{k.z} \times \xi$$

bu erda ξ – volt-amper xarakteristikasini toʻldirish koeffitsienti. Kremniy asosidagi zamonaviy quyosh elementlari uchun ξ -0,7-0,8 ni tashkil etadi.

$$\xi = \frac{R_n}{R_p}$$

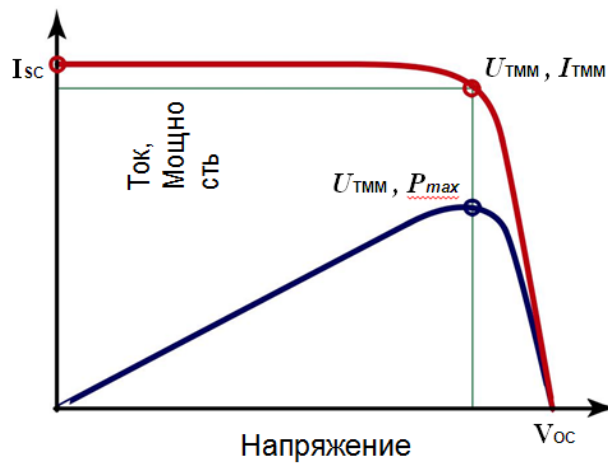
$$R_p = U_{x.x} \times I_{k.z} \times \xi - \text{QE ning pik (ideal) quvvati}$$

2. QE ning foydali ish koeffitsienti quyidagicha hisoblanadi.

$$\eta = \frac{U_{x.x} \times I_{k.z} \times \xi}{E_0 \times S_{pv}} \times 100\%$$

bu erda E_0 - Lampaning yoritilganligi (lk) $\frac{vt}{m^2}$ ga almashtiriladi. S_{pv} – QE ning umumiy yuzasi (m^2).

3. QE ning volt-ampere va volt-vatt xarakteristikalarini qo‘yidagi rasmda ko‘rsatilganidek quriladi.



3- Rasm. Quyosh elementining yoki FEBning volt-ampere va volt-vatt xarakteristikalarini

Nazorat savollari

1. Quyosh elementi haqida nimalarni bilasiz?
2. Quyosh elementlarining ekvivalent va o‘lchash sxemalarini bilasizmi?
3. Quyosh elementining konstruktiv tuzilishini aytib bering?
4. Quyosh elementining asosiy parametrlari va xarakteristikalarini ayting?
5. Quyosh elementining yoki FEBning volt-ampere va volt-vatt xarakteristikalarini qanday olish mumkin?

Mashg‘ulotda pedagogik texnologiya usullarini qo‘llash

1-ilova

B.B. B. metodiga asoslangan tarqatma material

№	Bilaman	Bilmoqchiman	Bildim
1	Elektromagnit induksiya xodisasi to‘g‘risida tushuncha		
2	Avtotransformatorning tuzilishi va ishlash prinsipi		
3	Avtotransformatorning transformatsiyalash koeffitsiyenti .		
4	Transformator va avtotransformatorning bir biridan farqi		

2-ilova

“Aqliy hujum” metodi

--	--

<i>№</i>	<i>Nazariy savollar</i>
<i>1</i>	<i>Transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipi?</i>
<i>2</i>	<i>Transformatorning koeffitsienti deb nimaga aytiladi?</i>
<i>3</i>	<i>Transformatsiyalash koeffitsientini aniqlashda kompensasiya usulini ma'nosi nima? Transformatorni salt ishlashi deb nimaga aytiladi?</i>
<i>4</i>	<i>Transformatorida qanday energiya yo'qolishlari ro'y beradi?</i>
<i>5</i>	<i>Transformatorning F.I.K. qanday topiladi?</i>

22-LABORATORIYA ISHI

FOTOELEKTRIK BATAREYANING VOLT-AMPER VA VOLT-VATT XARAKTERISTIKASINI O'RGANISH

Ishdan maqsad

1. Quyosh fotoelektrik batareyasining volt-amper xarakteristikasini olishni tajribada o'rganish.
2. Quyosh fotoelektrik batareyasining volt-vatt xarakteristikasini olishni tajribada o'rganish.

Qisqacha nazariy malumot

Fotoelektrik tizimlarda asosiy element sifatida quyosh elementlari xizmat qiladi.

Quyosh elementlari p-n turli yarimo'tkazgichli materiallardan tashkil topgan. Quyosh nurlanishi yarimo'tkazgichli material strukturasi yutilib elektron-kovaklar juftligini hosil qiladi, so'ngra p-n o'tish orqali ajratilib element old va orqa yuzasidagi metall kontaktlarda yig'iladi. Quyosh elementlaridan fotoelektrik modullar (quyosh panellari), modullardan esa quyosh batareyalari yig'iladi.

Quyosh elementlarini ommaviy ravishda ishlab chiqarish uchun asosiy material sifatida hanuzgacha kristall kremniy hisoblanadi. Hamma quyosh elementlarining 80% dan ortig'i u asosida tayyorlangan tagliklardan iborat bo'ladi. Quyosh nurlanishini yaxshi yutish qobiliyatiga ega bo'lmasada u boshqa yarimo'tkazgich materiallarga qaraganda qator afzalliklarga ega:

- 1). Kremniy Er yuzasida kremniy oksidi shaklida keng tarqalgan.
- 2). Kremniy zararli va faol element bo'lmagani uchun atrof muhitga zarar keltirmaydi.
- 3). Mikroelektronika sanoatida kremniy texnologiyasi yaxshi o'rganilgan.

Kremniyli quyosh elementlarining amaliyotdagi samaradorligi 10-19% atrofidadir. Uning yupqa plenkalari kaskad quyosh elementlarini tayyorlashda ham ishlatiladi. Bu materiallarning kamchiligi vaqt o'tishi, harorat ortishi, yuzasining changlanishi bilan xarakteristikalarining yomonlashishidir, shuningdek yuqori texnologiyalik, ishlab chiqarishdagi chiqimlilik ham hisoblanadi.

Quyosh panellari (fotoelektrik batareya) odatda ketma-ket va parallel ulangan quyosh elementlaridan tashkil topadi.

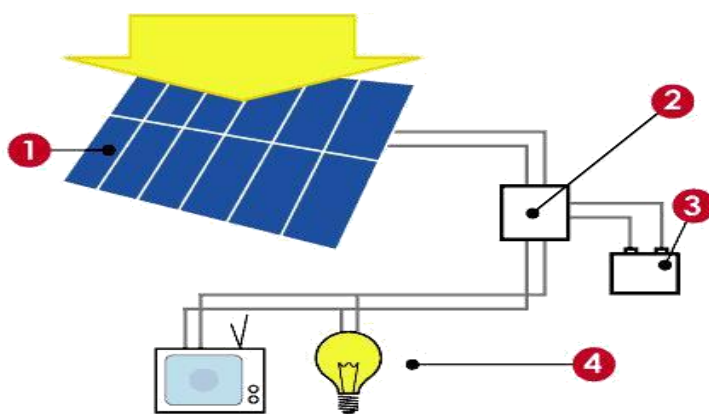
Quyosh panellari ishonchli elektr energiyasi manbasi bo'lishi uchun u tizimda qo'shimcha elementlar bilan ta'minlanishi zarur: kabellar, tizimning turiga (tarmoq bilan bog'langan FES, avtonom, rezerv) bog'liq ravishda struktura, elektron inverter, akkumulyator batareyalari to'plami va zaryad-razryad kontrolleri. Bunday tizim butunligicha quyosh fotoelektrik sistema yoki quyosh stansiyasi deb nomlanadi.

Fotoelektrik sistemalarning 3 ta asosiy turi mavjuddir:

- Odatiy holda alohida uylarning elektr ta'minoti uchun qo'llaniladigan avtonom FES
- Tarmoq bilan bog'langan FES
- Rezerv FES

Avtonom fotoelektrik tizimlar: Avtonom fotoelektrik tizimlardan markazlashtirilgan elektr ta'minoti mavjud bo'lmagan joylarda foydalaniladi. Sutkaning tungi vaqtlarida energiya ta'minoti va quyosh yaxshi nur sochmagan vaqtlar uchun akkumulyator batareyasi (AB) zarur. Avtonom fotoelektrik tizimlar alohida uylarning elektr ta'minoti uchun tez-tez qo'llaniladi. Kichik tizimlar asosiy yuklamani ta'minlashi mumkin (yoritish manbai, ba'zan televizor yoki radio), o'ta quvvatli

tizimlar suv nasosi, radiostansiya, muzlatgich, elektrojihozlar va boshqalar. Bunday tizim quyidagilardan tashkil topgan (1-rasm).

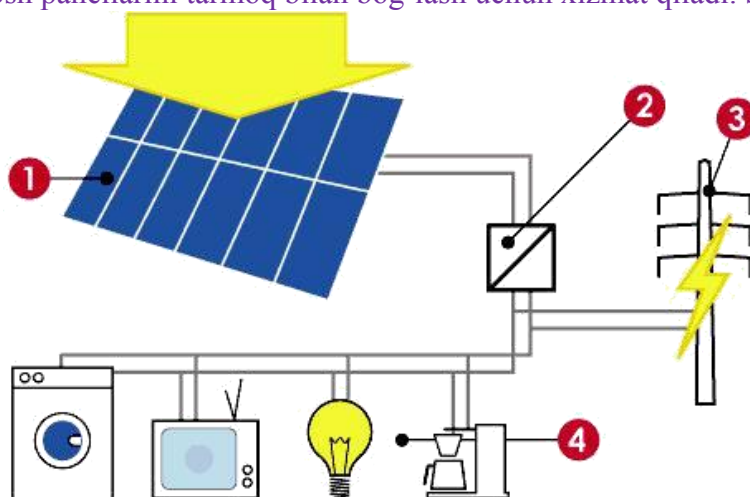


1 - rasm. Avtonom fotoelektrik tizim

1 – quyosh paneli; 2 – kontroller; 3 – AB; 4 – yuklama

Tarmoq bilan ulangan quyosh fotoelektrik tizimlari: Markazlashtirilgan elektr ta'minot manbalari mavjud bo'lsa ham, gohida toza elektr energiya manбайдan foydalanishga hoxish bo'ladi, bunda quyosh panellari tarmoq bilan ulangan bo'ladi. Etarli miqdordagi quyosh panellari bir biri bilan ulanganda yuklamaning bir qismi u yda quyosh elektr energiyasidan ta'minlanishi mumkin. Tarmoq bilan ulangan fotoelektrik tizimlar odatda bir yoki bir nechta panellardan va inverter, kabellar, qullab quvvatlovchi tizim va elektrik yuklamadan iborat bo'ladi.(2-rasm).

Inverter quyosh panellarini tarmoq bilan bog'lash uchun xizmat qiladi. SHuningdek AS-panellar



2- Rasm. Tarmoq bilan bog'langan quyosh fotoelektrik tizim

1 – quyosh paneli; 2 – tarmoq invertori; 3 – lokal elektr tarmoq; 4 – yuklama

ham mavjud bo'lib ularning orqa tomoniga inverter o'rnatilgan bo'ladi.

Ortiqcha elektr energiyasi elektr tarmog'iga uzatilishi mumkin. Agar quyosh elektr ta'minoti uchun maxsus kuchaytirilgan tariflar foydalanilsa unda 2 ta elektr hisoblagichi, biri generatsiya uchun, keyingisi iste'mol uchun o'rnatiladi.

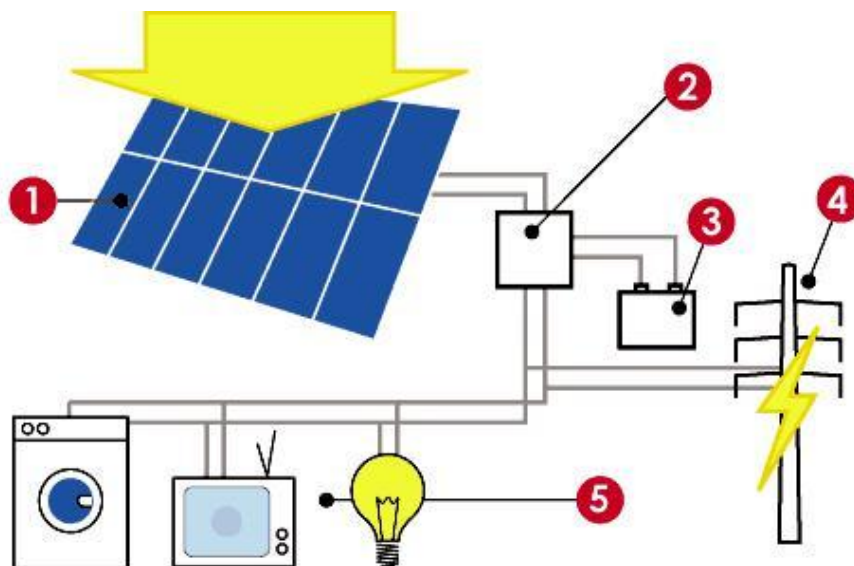
Bunda quyosh panellari tomonidan ishlab chiqilgan elektr energiyasi tarmoqqa yuqori tarif bo'yicha sotiladi, u yning elektr energiyasiga bo'lgan ehtiyoji tarmoqdan odatiy narx bo'yicha olinadi. SHunday qilib nafaqat elektr energiyaga bo'lgan yil davomidagi nul chiqimlarni, balki yil ichida nul iste'molni ham (yozda ortiqcha energiya tarmoqqa jo'natiladi, qish oyida esa kun bulut vaqtlarida uy asosan tarmoq orqali oziqlanadi.)

Rezerv tizimlar: Markazlashtirilgan elektr ta'minot tarmoq bilan bog'langan bo'lsada, lekin ishonchli bo'lmasa bunday holatlarda rezerv quyosh tizimlaridan foydalaniladi. Tarmoqda kuchlanish

bo‘lmagan vaqtlarda ham mavsumiy vaqtlarda elektr ta‘minot uchun rezerv tizimlar qo‘llaniladi. Kichik rezerv quyosh tizimlari aloqa vositalari, kompyuterlar (telefon, radio, faks va hakoza) elektr ta‘minoti uchun foydalaniladi. Yirik quyosh rezerv tizimlari tarmoqda uzulishlar bo‘lgan vaqtlarda muzlatgichlarni ham energiya bilan ta‘minlash mumkin. YUklanmani zaruriy oziqlantirish uchun, ayniqsa tez-tez tarmoqda uzulishlar bo‘lgan vaqtda fotoelektrik tizim katta quvvatga ega bo‘lishi zarur.

Agar tarmoq mavjud bo‘lsa, tizim odatdagidek u bilan bog‘langan holda ishlaydi.

Tizim quyosh paneli, kontroller, akkumulyator batareyasi, kabellar, inverter, yuklama va tayanch strukturadan iborat (3-rasm.).



3-rasm. Rezerv fotoelektrik tizimlar

1 – quyosh paneli; 2 – inverter; 3 – AB; 4 – elektr tarmoq; 5 – yuklama

Zaryad-razryad kontrollerlari: Avtonom fotoelektrik tizimlarda zaryad-razryad kontrollerlari ortiqcha energiya sarfi bo‘lganda akkumulyator batareyasini (AB) chuqur razryaddan himoya qilish va AB to‘liq zaryad holatida quyosh paneli elektr energiya generatsiya vaqtida AB ni qaytadan zaryadlanish holatidan asraydi. (4-rasm). Zaryad-razryad kontrolleridan foydalanishda afzalliklaridan biri shuki, AB razryad holatida yuklamani darhol uzadi.



4-rasm. Zaryad-razryad kontrolleri

Odatda fotoelektrik tizimlar zaryad-razryad kontrollerlari bilan ta‘minlanadi. Shuning uchun yuklama hech qachon to‘g‘ridan to‘g‘ri AB ga ulanmaydi, bunda AB ishdan chiqishi mumkin.

Keng –impulsi modulyasiyalı zaryad tokiga ega kontrollerlar: Oddiy kontrollerlar AB kuchlanish 14,4 V ga etganida energiya manbai (quyosh batareyasi) ni uzadi (AB nominal kuchlanish 12 V). AB da kuchlanish $\approx 12,5-13$ V ga kamayganida quyosh paneli qaytadan ulanadi va zaryad AB da tiklanadi. Shuning uchun AB maksimal razryadlanish darajasi 60–70% ni tashkil etadi. Muntazam ravishda to‘liq zaryalanish bajarilmasa, AB ning yaroqlilik muddati kamayadi.

Zamonaviy kontrollerlar zaryadning tugash bosqichida keng impuls modulyasiyalı zaryad toki (KIMZT) deb nomlanadigan jarayondan foydalaniladi. Bunda AB zaryadi 100% gacha zaryadlanadi. 5-rasmda quyosh paneli yordamida AB zaryadlashning 4 ta bosqichi ko'rsatilgan.

1). Maksimal tok bilan zaryadlash. Bu bosqichda AB quyosh panelidan kelayotgan hamma tokdan foydalanadi.

2). KIMZT dan foydalanish. AB da kuchlanish aniq sathga chiqqanida kontroller doimiy kuchlanish bilan KIMZT hisobiga ta'minlay boshlaydi. Bu AB da gaz ajralib chiqishi va o'ta qizishni oldini oladi. AB zaryadlanish sathiga qarab tok kamayib boradi.

3). Tenglashish. Ko'pgina suyuq elektrolitga ega AB gaz hosil bo'lishigacha davriy zaryadlanish davomida ish jarayoni yaxshilanadi, elektrolit aralashib plastinalar tozalanadi, AB har xil bankalarida kuchlanish tenglashadi.

4). Tayanch zaryad. AB to'liq zaryad holatida bo'lsa ham, zaryad kuchlanishi batareyada gaz ajralib chiqqanda yoki uning qizishi vaqtida kamayadi, bu vaqtda AB zaryad holatida ushlab turiladi.



5-Rasm. Quyosh panelidan akkumulyatorni zaryadlashdagi bosqichlar

Maksimal quvvat nuqtasini kuzatishga mo'ljallangan kontrollerlar: Quyosh batareyalari ishlab chiqarayotgan energiya miqdorini oshirish kerak bo'lsa, qo'shimcha quyosh panellari qo'shmasdan ham oddiy kontrollerni maxsus «Maximum Power Point Tracker» (MPPT) deb nomlanadigan quyosh batareyasida maksimal quvvatni (TMM) kuzatishga mo'ljallangan kontroller bilan almashtirish kerak.

MRRT-kontroller quyosh batareyasidagi kuchlanish va tokni doimo kuzatib boradi, uning qiymatlarini kupaytirib, quyosh batareyasi quvvati maksimal bo'lgandagi tok kuchlanish juftligini aniqlaydi. O'rnatilgan protsessor AB ning zaryad bosqichini kuzatadi (to'lishi, o'ta to'yinishi, tenglashish, tayanch) va shu asosida unga qanday miqdordagi tok berilishini aniqlaydi. Protsessor bir vaqtda tablodagi parametrlar indikatsiyasiga ham komanda beradi (ma'lumotlarni saqlash va boshq.)

Maksimal quvvat nuqtasi har xil usullar bilan ham hisoblanishi mumkin. TMM ni qidiruv usullari ham har xildir.

1). Odatda «Perturb and Observe» usulidan foydalaniladi. YA'ni quyosh batareyasining volt-ampere xarakteristikasini TMM bilan davriy ravishda to'liq skanerlash (2 soatda 1 marta) olib boriladi. Navbatdagi skanerlash jarayonigacha kontroller qidirishda davom etib, quyosh batareyasining quvvat tebranishini hisoblaydi va agar unda quvvat katta bo'lsa yangi ishchi nuqtaga, yangi kuchlanishga siljitadi. Amaliy jihatdan hamma kontrollerlarda ushbu usul qo'llaniladi.

Uning kamchiligi shundan iboratki, doimo o'lchash ishlarini olib borish va bu vaqtda paneldan kelayotgan energiyani uzilishi hisoblanadi. Har xil ishlab chiqaruvchilar quyosh batareyasi maksimal quvvat nuqtasini optimal kuzatish uchun Quyoshdan kelayotgan optimal miqdordagi energiyani chastota iteratsiyalari, to'liq skanerlash davriyligi va qidiruv chuqurligi parametrlarini tanlashadi.

2). Ikkinchi usul. – «Scan and Hold». Birinchi skanerlash jarayonidan so'ng topilgan nuqta darajasida kuchlanish aniqlanadi va navbatdagi to'liq skanerlash holatigacha ushlab turiladi. Bunday usul quyosh panelida soya va bulutlar paydo bo'lmaganda yaxshi hisoblanadi. Afzalliklari – ishning yuqori tezligi, o'lchash jarayonida generatsiya vaqtida uzilishlar bo'lmaydi.

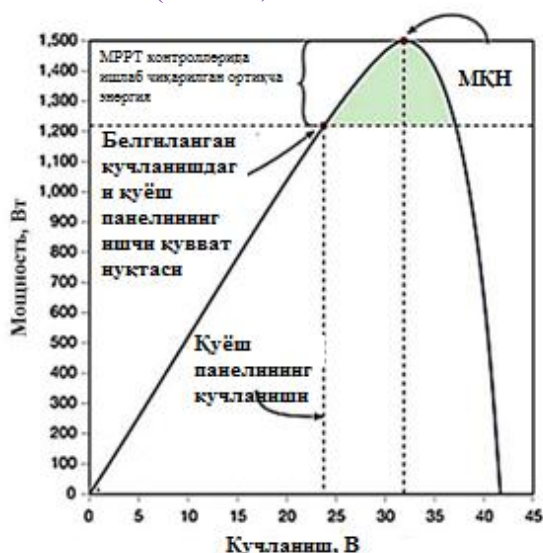
3). Uchinchi usul – «Percentage of open circuit voltage». Salt yurish kuchlanishi va (U_{xx-k}) darajasidagi ishchi nuqta o‘lchanadi. Bu erda k - 0 dan 1 gacha bo‘lishi mumkin ($k=0.8$). Nuqta navbatdagi skanerlash jarayonigacha ushlab turiladi. Bunday usul panellarda soya tushishi va bulut bo‘lmagan holatlar uchun yaxshidir. Afzalliklari – ishning yuqori tezligi, o‘lchash vaqtida generatsiyada uzilishlar bo‘lmaydi.

4). To‘rtinchi usul – ishchi nuqtani qat’iy ravishda tanlash. Kontroller qo‘llab turadigan istalgan kuchlanish belgilanadi. U hech qanday o‘lchash va hisoblashlarni bajarmaydi, doimo ishlab turadi. Kamchiliklari – tanlangan kuchlanish haqiqiy TMM dagidan uzoq bo‘lishi mumkin. Ammo, aniq ma’lum bo‘lsa qanday kuchlanishda batareya maksimal quvvat ishlab chiqaradi va quyosh batareyasi amaliyotda doimo ochiq havoda ishlaganda ushbu usuldan foydalangan ma’qulroq.

Tizim ishga tushirilganda kontroller qo‘llab turadigan kuchlanish beriladi, ya’ni u quyosh batareyasining aniq parametrlari bo‘yicha hisoblanadi.

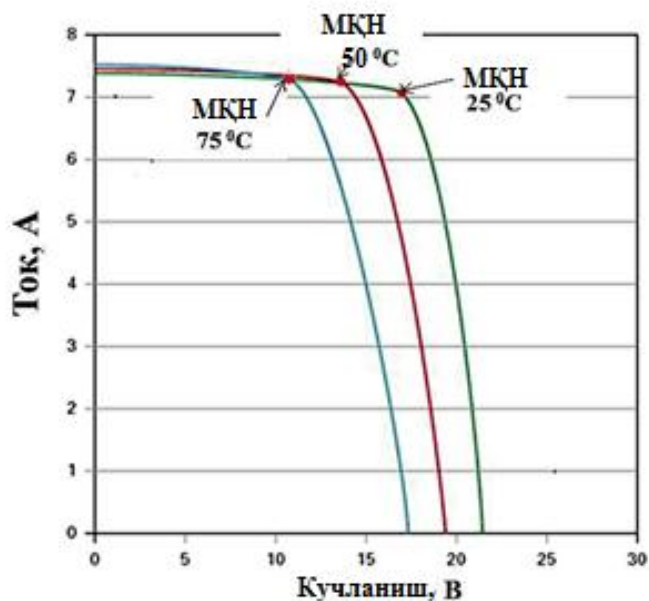
TMM ning holati panellarning yoritilganligiga, haroratiga, foydalanadigan panellarning har xilligiga va boshq. bog‘liqdir. Kontroller davriy ravishda o‘tgan bosqichdagi nuqtadan “o‘zgarishga” harakat qiladi, bunda quyosh panelining quvvati ko‘tarilishi lozim, shunda u yangi nuqtadagi ishga o‘tadi. Nazariy jihatdan olganda, TMM ni qidirish vaqtida bir oz energiya yuqotiladi, lekin bu energiya qo‘shimcha ravishda MRRT-kontroller ta’minlagan energiya bilan taqqoslaganda juda ham kamdir. Qo‘shimcha ravishda olingan energiyani bu holatda aniqlash juda qiyindir. Qo‘shimcha ravishda ishlab chiqarish jarayoniga ta’sir qiluvchi omillar bo‘lib harorat va AB zaryadlanish darajasi sabab bo‘ladi.

Ishlab chiqarish jarayoniga eng ko‘p hissa asosan, panellarning past haroratlarida va razryadlangan AB sodir bo‘ladi (6- rasm).



6-Rasm. MRRT – kontrollerdan foydalanganda qo‘shimcha ravishda olingan energiya miqdori

Maksimal quvvat nuqtasida quyosh panelining kuchlanishi panelning har xil harorat kattaliklarida o‘zgaradi (7-rasm). Quyosh paneli qanchalik qizisa, kuchlanishi kamayib quyosh batareyasining ishlab chiqarish samaradordligi ham kam bo‘ladi. Qandaydir vaqtlarda maksimal quvvat nuqtasi (MQN) ning kattaligi AB dagi kuchlanishdan ham kichik bo‘lishi mumkin, bu holatlarda oddiy kontroller bilan taqqoslaganda hech qanday yutuq bo‘lmaydi. Bu quyosh batareyasiga qisman soya tushgan vaqtlarda yuz beradi. MRRT-kontrollerlarning joriy narxi ularni 200 Vt quvvatdan boshlab quyosh panellarida yoki nostandart kuchlanishlanishga ega panellarda qo‘llash imkonini beradi.



7-Rasm. Panel haroratiga bog‘liq ravishda maksimal quvvat nuqtasida quyosh paneli kuchlanishi

Fotoelektrik tizimlar uchun inverterlar

Inverterlar AB da doimiy tokni o‘zgaruvchan tokka o‘zgartirish yoki quyosh panellarida doimiy tokni markaziy elektr ta‘minoti tarmoqlaridagi analog tok kabi o‘zgartiradi.

Tarmoq bilan bog‘langan tizimlarda inverterlar (tarmoq inverterlari) quyosh panellaridan energiyani qabul qilib ularni o‘zgaruvchan tokka aylantiradi, so‘ngra tarmoqqa ham uzatadi.

Ko‘pchilik quyosh panellari doimiy tok ishlab chiqaradi. Integratsiyalashgan inverterlar bilan qo‘llaniladigan panellar ham bo‘lib ular mikroinverterli AS panellar deb nomlanadi (8- rasm).



8-Rasm. Quyosh panelining orqa tomonida mikroinverter

Ularning afzalliklari shundaki, oson sozlash, bunday panellarni fotoelektrik tizimga oson qo‘shish yuli bilan masshtabini kengaytirish imkoniyatidir. Bunday inverterlar faqat tarmoq bilan bog‘langan tizimlarda ishlatiladi.

Avtonom tizimlarda standart maishiy qurilmalarni 220 V o‘zgaruvchan kuchlanish bilan ta‘minlash uchun AB yoki quyosh panellaridagi tokni o‘zgartirish lozim bo‘ladi.

Shuningdek, rezerv tizimlarda ham ushbu muammo – AB dagi doimiy tokni o‘zgartirish va odatiy jihozlarni ta‘minlash. Ko‘pgina inverterlar mavjud bo‘lib ular quvvati va turlari bilan farqlanadi. Ulardan ba‘zilari – yuqori samaradorikka ega. Agar inverter ko‘p hollarda yuklamasiz bo‘lsa, kutish rejimida iste‘mol qilinadigan kichik quvvatni berish kerak. Agar u ko‘p hollarda yuklamani ta‘minlaydigan bo‘lsa, unda maksimal FIK ga ega inverter tanlash kerak bo‘ladi.

Quyosh paneli domiy tok ishlab chiqaradi, AB esa doimiy tok ko‘rinishida energiyani saqlaydi, lekin ko‘pchilik jihozlar 220 V yoki 380 V o‘zgaruvchan tok kuchlanishini talab qiladi. Inverter domiy tokdagi kichik kuchlanishlar 12, 24, 32, 36, 48, 96, 120 V ni yuqori kuchlanish 220 V ga o‘zgartirib

beradi. O'zgartirish vaqtida energiyaning bir qismi yo'qoladi, ya'ni 5% dan – 20 % gacha, bu esa uning ish rejimi vaqtida sifatining darajasiga bog'liq bo'ladi.

Invertorlar har xil quvvatda bo'lib ularning turi qo'llash holatiga qarab tanlanadi. Kichik avtonom tizimlarda kamquvvatli invertorlar (100-1000Vt) televizor, radio, lampochkalar va boshqa jihozlarni ta'minlash uchun foydalaniladi. Bu invertorlarda kirish kuchlanishi 12 V yoki 24 V chiqish kuchlanishi esa 220 V bo'ladi. Katta quvvatli invertorlarda kirish kuchlanishi 24 V, 48 V yoki 96 V yoki yuqori bo'lishi mumkin. Arzon iinvertorlar generaatsiya vaqtida energiyani bosqichli yoki to'g'ri to'rtburchakli shaklda yoki umumiy nom bilan kvazisinusoidal yoki modifikatsiyalashgan sinusoida signal shaklida o'zgartiradi. Kuchlanishning bunday shakli har doim ham hamma jihozlarga to'g'ri kelmaydi. Sof sinusoidal invertorlar tarmoqdagi kabi sifatli tok kabi istalgan yuklamani muammosiz ta'minlay oladi.

Zamonaviy invertorlar funksiyasi

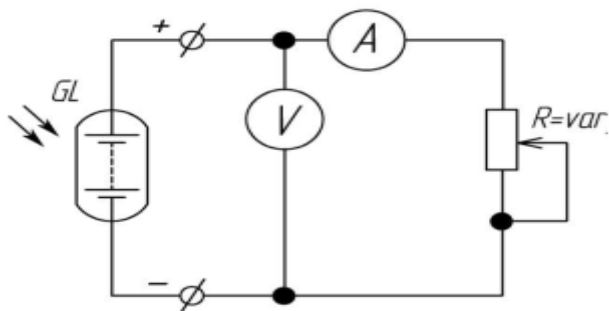
- O'lchash. Invertor displeyida kuchlanish, tok, chastota va quvvat tasvirlanadi.
- Generatorni avtomatik qo'shish imkoniyati. Invertorda AB kuchlanishga bog'liq ravishda rezerv generatorni to'xtatish yoki avtomatik qo'shish uchun qo'shimcha rele mavjud. Bu funksiya ko'pchilik hollarda invertorga alohida blok ko'rinishida biriktiriladi. Zamonaviy invertorlar tarmoqdan AB aniq vaqtda zaryadlay olish mumkin, generatorni qo'shish kunduzi bajarilishi maqsadga muvofiq (shovqin tufayli).
- Tarmoq bilan parallel ishlay olishi. Tarmoq invertorlari to'g'ridan to'g'ri quyosh batareyasidan energiyani AB siz tarmoqqa o'zgartirib yunaltiradi. Bu anchagina tizimning tannarxini kamaytiradi, ya'ni elektr energiyasini arzonlashtiradi.
- O'rnatilgan zaryad qurilmasi. Bunday invertorlar generator dan yoki tarmoqdan foydalanib AB ni zaryadlashi mumkin. Bir vaqda ular energiyani bevosita iste'molchilarga ham uzatishi mumkin.
- Parallel ulash. Ba'zi invertorlar quvvatni oshirish uchun parallel ulanishi ham mumkin.

Fotoelektrik batareyalarning asosiy parametrlariga quyidagi kattaliklar kiradi: salt yurish kuchlanishi, qisqa tutashuv toki, pik (maksimal) quvvati, nominal quvvat, foydali ish koeffitsienti, maksimal quvvatdagi tok, maksimal quvvatdagi kuchlanish, volt-amper xarakteristikasini to'ldirish koeffitsienti, qisqa tutashuv toki zichligi. Fotoelektrik batareyalarning xarakteristikalariga esa spektral xarakteristika, volt-amper va volt-vatt xarakteristikasi kiradi.

Laboratoriya stendi 9-rasmda keltirilgan. Eksperimental qurilma 50 Vt quyosh fotoelektrik batareyasi, 2 ta multimetr (ampermetr va voltmetr o'rnida qo'llash uchun), uzib ulagich, ulovchi simlar va qarshiliklar magazinidan tashkil topgan. Quyosh fotoelektrik moduli laboratoriya stolining chetki qismida joylashgan bo'lib gorizontga nisbatan 3 xil burchak holatda joylashtirish mumkin.



9-Rasm. Fotoelektrik batareyaning volt-amper va volt-vatt xarakteristikasini olish stendi.



10-Rasm. Fotoelektrik batareyaning volt-amper va volt-vatt xarakteristikasini olishning prinsipial sxemasi

Fotoelektrik batareyaning VAX ni aniqlashda muhim omillar bu harorat va quyosh nurlanishining oqim zichligidir. Quyosh nurlanishi oqim zichligini (Vt/m^2) o'lchash uchun muhim o'lchov asboblardan foydalaniladi.

Quyosh fotoelektrik modulining standart test sharoitida asosiy texnik ko'rsatkichlari 1-jadvalda ko'rsatilgan.

№	Parametr	Qiymati
1	Pik (maksimal) quvvat, Vt	50
2	Maksimal quvvatda kuchlanish, V	18,50
3	Maksimal quvvatda tok, A	2,70
4	Salt yurish kuchlanishi, V	22,14
5	Qisqa tutashuv toki, A	2,89
6	Quyosh elementining nominal ishchi harorati, ⁰ S	47±2
7	Tizimning maksimal kuchlanishi, V	1000 DC

Qarshiliklar magazinining ish diapazoni 0,1-99999,9 Om ni tashkil etadi.

Tajribani o'tkazish tartibi.

Tajriba tabiiy quyosh sharoitida ochiq havoda olib boriladi. Dastlab quyosh fotoelektrik batareyasining yuza qismi janub tomonga qaratiladi, maksimal ravishda quyosh nurlanishining panel yuza qismiga perpendikulyar tushishiga erishiladi. Gorizontga nisbatan burchak (β_0) FEB maksimal qisqa tutashuv toki o'lchangan holda tanlanadi. Talaba qiziqish sifatida qisqa tutashuv tokining β_0 ga bog'liqligini funksiya sifatida qarab, ya'ni $I_{k.z.} = f(\beta_0)$ ko'rinishida koordinata o'qida grafisini ham qurish mumkin. So'ngra quyosh fotoelektrik batareyasining yuza qismi parallelligida quyosh nurlanishining oqim zichligi (E) aktinometr, pergelimetr yoki etalon quyosh elementi yordamida o'lchanadi. 10-rasmdagi prinsipial elektr sxema asosida laboratoriya stendi yig'iladi. Quyosh fotoelektrik batareyasini sxema to'liq ulanib bo'lingandan so'ng uzib ulagich yordamida qo'shish tavsiya etiladi. O'zgaruvchan qarshiliklar magazinidan foydalangan holda qichik qarshilik qiymati 0,1 Omdan boshlab qarshilik yuklamasi o'zgartiriladi, bunda ampermetr va voltmetrning ko'rsatkichlarini yozib olamiz. YOzib olingan qiymatlar 2-jadvalga kiritiladi.

2-jadval

FEB ning gorizontga nisbatan og'ish burchagi β_0 (grad.) -								
№	Volt-amper xarakteristikasini to'ldirish ko'effitsienti ξ	Quyosh nurlanishi oqim zichligi E (Vt/m^2)	FEB ning salt yurish kuchlanishi U_{xx} (V)	FEB ning qisqa tutashuv toki $I_{k.z.}$ (A)	FEB ning nominal quvvati R_n	FEB toki (A)	FEB kuchlanishi (V)	Qarshilik R (Om)
1								
2								
3								

4								
5								
6								
7								
8								

Tajriba natijalarini hisoblash.

1.FEB ning nominal quvvati R_n quyidagicha hisoblanadi.

$$P_n = U_{x.x} \times I_{k.z} \times \xi = U_n \times I_n$$

bu erda ξ – volt-ampere xarakteristikasini to'ldirish koeffitsienti. Kremniyli zamonaviy quyosh elementlari uchun ξ -0,7-0,8 ni tashkil etadi.

$$\xi = \frac{R_n}{R_p}$$

$R_p = U_{x.x} \times I_{k.z} \times \xi$ - FEB ning pik (ideal) quvvati

2.FEB ning foydali ish koeffitsienti quyidagicha hisoblanadi.

$$\eta = \frac{U_{x.x} \times I_{k.z} \times \xi}{E_0 \times S_{pv}} \times 100\%$$

bu erda E – quyosh nurlanishining oqim zichligi $\frac{vt}{m^2}$. S_{pv} – FEB ning umumiy yuzasi (m^2).

3.FEBning volt-ampere va volt-vatt xarakteristikalarini Microsoft Oficce paketining Ms Excell dasturida yoki Origen dasturida qurish mumkin.

Nazorat savollari

1. Quyosh fotoelektrik batareyasi haqida nimalarni bilasiz?
2. Quyosh fotoelektrik tizimlari ish jarayoniga ko'ra necha turga bo'linadi?
3. Zaryad-razryad kontrollerlari nima?
4. Quyosh fotoelektrik qurilmalarining akkumulyatsiya tizimi haqida nimalarni bilasiz?
5. Zamonaviy inverterlarning qanday turlarini bilasiz?

Mashg'ulotda pedagogik texnologiya usullarini qo'llash

1-ilova

B.B. B. metodiga asoslangan tarqatma material

<i>Nº</i>	<i>Bilaman</i>	<i>Bilmoqchiman</i>	<i>Bildim</i>
1	<i>Elektromagnit induksiya xodisasi to'g'risida tushuncha</i>		
2	<i>Avtotransformatorning tuzilishi va ishlash prinsipi</i>		
3	<i>Avtotransformatorning transformatsiyalash koeffitsiyenti .</i>		
4	<i>Transformator va avtotransformatorning bir biridan farqi</i>		

2-ilova

“Aqliy hujum” metodi

--	--

<i>№</i>	<i>Nazariy savollar</i>
<i>1</i>	<i>Transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipi?</i>
<i>2</i>	<i>Transformatorning ko'effitsienti deb nimaga aytiladi?</i>
<i>3</i>	<i>Transformatsiyalash ko'effitsientini aniqlashda kompensasiya usulini ma'nosi nima? Transformatorni salt ishlashi deb nimaga aytiladi?</i>
<i>4</i>	<i>Transformator qanday energiya yo'qolishlari ro'y beradi?</i>
<i>5</i>	<i>Transformatorning F.I.K. qanday topiladi?</i>

23 - LABARATORIYA ISHI

QUYOSH BATAREYALARINI KETMA-KET ULASH

Ishdan maqsad

1. Quyosh batareyalarini ketma-ket ulashni tajribada o'rganish
2. Olingan laboratoriya natijalari ustida fikr yuritish va ketma-ket ulash

Qisqacha nazariy malumot

O'zbekistonning shimolida quyosh energiyasining doimiyligi yiliga 2800 soatni tashkil etadi. Janubiy mintaqalarimizda bu miqdor ortib borib (Qashkadaryo va Surxondaryo viloyatlarida) yiliga 3050 soatdan iborat bo'ladi.

Markaziy Osiyo, xususan O'zbekiston quyoshli mintaka hisoblanib, bu energiyadan kerakli maqsadda foydalanish davr taqozosi hisoblanadi. Quyosh fotoelektrik qurilmalari ko'pdarajali murakkab texnik sistema bo'lib, quyosh nurlanishini elektr energiyasiga aylantirish uchun ishlab chikilgan. O'zbekiston hududining o'ziga xos ko'rinishdagi yuzalarida quyosh radiatsiyasi oqimining yuqori darajasi ($830-850 \text{ Vt/m}^2$) da tadqiqotlar olib borilganda butun yil davomida fotoelektrik qurilmalarni to'liq ishlatish imkonini beradi. Fotoelektrik qurilmalar quyosh fotoelektrik batareyalari va bo'tlovchi qurilmalardan tashkil topgan.

Quyosh fotoelektrik batareyalari ketma-ket yoki parallel ulangan quyosh elementlaridan (fotoelektrik plastinalar) tashkil topgan. Ketma – ket ulash natijasida fotoelektrik plastina (yacheyka) tezda birlashadi va asosan chiqish kuchlanishi sezilarli darajada oshadi. Tok kuchi esa butun zanjir bo'ylab bir xil bo'ladi (1-rasm).

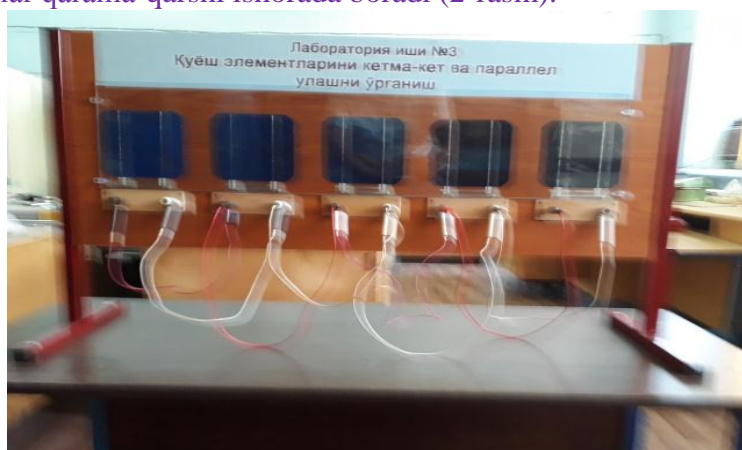
$$U_{um.} = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5 + \dots + U_n$$

$$I_{um.} = I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = I_5 = I_n$$

Quyosh fotoelektrik batareyasining pik quvvati quyidagi ifodadan topiladi.

$$P_{pik} = U_{um.} * I_{um.}$$

Quyosh elementlarini (QE) ketma-ket yig'ishda barcha elementlar zanjir shaklida boradi va yig'ilgan qo'shni elementlar qarama-qarshi ishorada boradi (2-rasm).



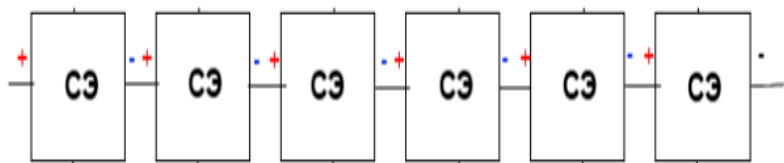
1-Rasm. Quyosh elementlarini ketma ket va parallel ulash uchun tajriba stendi

Ularni bittalab yig'ishda bir qancha nuqsonlari mavjud:

1. Yoritilganlik, quyosh nurlanishi oqim zichligi qiymati kichik bo'lganda kuchlanish va tok kuchi o'zgaruvchan kichik qiymatga ega bo'ladi.

2. Qaysi bir elementning tok kuchi yoki quvvati sezilarli kichik bo'lsa butun tizimda quvvat past bo'ladi.

Dastlab tajriba stendi quyosh nurlari bilan yoki sun'iy quyosh imitatorida yoritiladi. Bitta quyosh elementi tanlab olinib uning parametrlari (salt yurish kuchlanishi $U_{c,yu.}$, qisqa tutashuv toki $I_{q,t}$, pik quvvati R_{pik} .) va yoritilganlik/quyosh nurlanishi oqim zichligi aniqlanadi.



2-Rasm. Quyosh elementlarini ketma-ket ulash

Masalan: 22V salt yurish kuchlanish olish uchun har bittasining chiqish quvvati 0,58 V yoki 0,6 V quyosh elementlaridan 36 ta donasi etarli bo'ladi. Agar bitta plastinadagi tok kuchi maksimal kiymatga ega bo'lsa, butun zanjirdagi tok kuchiga ekvivalent buladi yoki plastinalarda kombinatsiya bo'lib aylanadi. Quyosh elementlarini (QE) ketma-ket yig'ishda barcha elementlar zanjir shaklida boradi va yig'ilgan qo'shni elementlar qarama-qarshi ishorada boradi (2-rasm).

Bunda ketma-ket yoki parallel ulanganda ideal holatdagi bitta plastinadagi maksimal quvvat, har bir plastinalarga ekvivalent bo'lib o'tadi, plastinalar miqdori qancha bo'lishidan qat'iy nazar barchasini maksimal o'ziga teng quvvat bilan taminlaydi. Boshqacha aytganda, barcha o'zaro payvandlab ulangan joylardan I_{mak} va U_{chiq} ekvivalentning o'tishi tufayli (P_{mak}) maksimal quvvat hosil bo'ladi. Haqiqatdan ham, shunday ko'rinishda quyosh batareyalaridan quvvat olinadi, moduldagi quvvat miqdori yo'qotilganda quvvat summasi ham kamroq bo'ladi. Bir xil tipdagi modullarni boshqa turdagi modullar bilan xarakterlaymiz. SHuning uchun quyosh batareyalarida modullarni sinchiklab tanlash muhim, negaki parametrlari past modul quvvat yo'qolishini kamaytirishga olib keladi.

Ishni bajarish tartibi

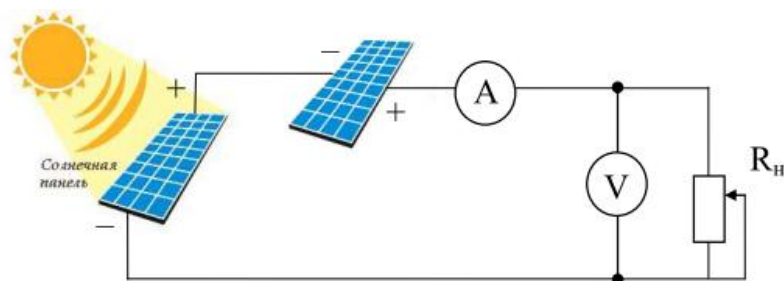
1-bosqich. Quyosh elementlarini yig'ish usullarini o'rganish

Quyosh elementlari va modullarini yig'ish usullarini o'rganishda qo'shimcha adabiyotlardan va qisqacha berilgan malumotdan foydalanish.Ularning qo'llanilish sohaslarini, kamchiligi va mutanosiblik jihatlarini o'rganish.

2-bosqich. Quyosh elementlarini va modullarini ketma-ket yig'ishni tajribada ko'rish

1-Jadval

No	Lampa -ning yoritilganligi (lyuks)	Quyosh nurlanishi oqim zichligi (Vt/m^2)	QE qisqa tutashuv toki (A)	QE salt yurish kuchlanishi (V)	QE ketma-ket ulanganda formulani yozing	Zanjirdagi umumiy kuchlanish (V)	Zanjirdagi umumiy tok (A)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							



1-rasm bo'yicha ketma-ket ulangan quyosh fotoelektrik batareyalarning yig'ish sxemasi

Berilgan ma'lumotlar (I;U;P) bo'yicha ketma-ket ulangan modulning volt-amper, volt-vatt xarakteristikasini qurish. Olingan natijalardan foydalanib jadvalni to'ldirish.

I, A						
U, B						
P, BT						

Nazorat savollari

1. Quyosh nurlanishi oqim zichligi (quyosh radiatsiyasi) va uning energiyasidan Er sharida qanday foydalaniladi?
2. Quyosh batareyasining ishlash jarayoni qanday?
3. Quyosh batareyalarini yig'ishda ketma-ket ulashning tartiblari qanday?
4. Yig'ilgan sxemalar yana qanday boshqa maqsadlarda qo'llaniladi?
5. Quyosh elementlarini ketma-ket ulashning yutuqlari va kamchiligi nimada?
6. Quyosh batareyalarini ketma-ket ulashning yutuqlari va kamchiligi nimada?

Mashg'ulotda pedagogik texnologiya usullarini qo'llash

1-ilova

B.B. B. metodiga asoslangan tarqatma material

№	Bilaman	Bilmoqchiman	Bildim
1	Elektromagnit induksiya xodisasi to'g'risida tushuncha		
2	Avtotransformatorning tuzilishi va ishlash prinsipi		
3	Avtotransformatorning transformatsiyalash koeffitsiyenti .		
4	Transformator va avtotransformatorning bir biridan farqi		

2-ilova

"Aqliy hujum" metodi

№	Nazariy savollar
1	Transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipi?
2	Transformatorning koeffitsiyenti deb nimaga aytiladi?
3	Transformatsiyalash koeffitsiyentini aniqlashda kompensasiya usulini ma'nosi nima? Transformatorni salt ishlashi deb nimaga aytiladi?
4	Transformator qanday energiya yo'qolishlari ro'y beradi?
5	Transformatorning F.I.K. qanday topiladi?

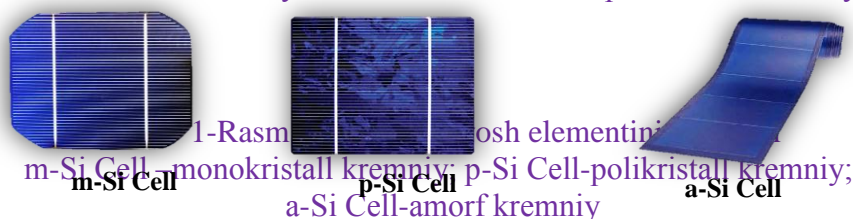
24 - LABARATORIYA ISHI QUYOSH BATAREYALARINI PARALLEL ULASH

Ishdan maqsad

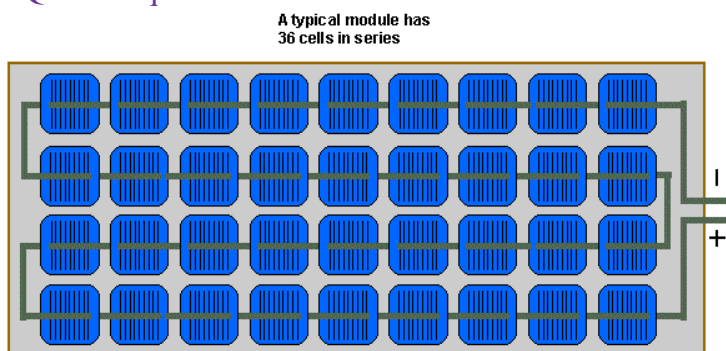
1. Quyosh batareyalarini parallel ulashni tajribada o'rganish
2. Olingan laboratoriya natijalari ustida fikr yuritish va ulash usullarini taqqoslash orqali tahlil qilish

Qisqacha nazariy malumot

Quyosh elementlari (angl. **Solar cell**)- quyosh optik nurlanishini to'g'ridan to'g'ri elektr energiyasiga o'zgartiruvchi yarimo'tkazgichli materiallar hisoblanadi. Quyosh elementlari doiraviy, psevdokvadrat, kvadrat yoki to'g'ri to'rtburchakli shaklda bo'ladi. Psevdokvadrat quyosh elementining standart o'lchamlari: $100 \times 100 \text{ mm}$, $125 \times 125 \text{ mm}$, $156 \times 156 \text{ mm}$, $210 \times 210 \text{ mm}$ bo'ladi. Dunyoda ishlab chiqarilayotgan quyosh batareyalarining 92% dan ortig'i kremniy asosidagi yarimo'tkazgich materiallardan tayyorlanadi. Kremniy quyosh elementi strukturaviy tarkibiga ko'ra kristall va amorf kremniylarga bo'linadi. Kristall kremniy o'z navbatida mono va polikristall kremniylarga bo'linadi.



Quyosh fotoelektrik batareyalari ketma-ket yoki parallel ulangan QE dan tashkil topadi. Standart holda individual foydalanish uchun mo'ljallangan quyosh batareyalarini 36 ta ketma-ket yoki 72 ta aralash holda ulangan QE hosil qiladi.



2-Rasm. Standart 36 ta QE dan tashkil topgan quyosh batareyasi

Parallel va ketma – ket ulash natijasida fotoelektrik plastina (yacheyka) tezda birlashadi va chiqish quvvati sezilarli darajada oshadi (2-rasm). Agar bir qancha fotoelement (yoki bir qancha quyosh elementlari parallel) ulansa ularda chiqish kuchlanishi o'zgarmaydi, aksincha tok kuchi ortadi. YAxlit panelda quyosh batareyasining quvvati 400 Vt gacha bo'lishi mumkin.

$$U_{um.} = U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = U_5 = \dots = U_n$$

$$I_{um.} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + \dots + I_n$$

Quyosh fotoelektrik batareyasining pik quvvati quyidagi ifodadan topiladi.

$$P_{pik} = U_{um.} * I_{um.}$$

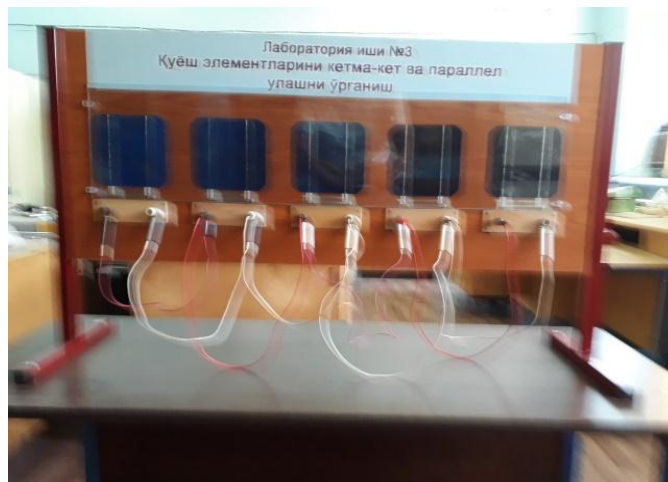
Quyosh elementi va quyosh batareyasining foydali ish koeffitsientini (F.I.K.) aniqlash uchun tushayotgan optik nurlanish energiyasining miqdorini va element yoki batareya ishlab chiqargan elektr energiyasining miqdorini bilish zarur. F.I.K.ni aniqlash uchun quyida keltirilgan masalalarni echish kerak bo'ladi.

1. Quyosh nurlanishi atmosfera holatiga va uning vaqt davomida tez o'zgarishiga olib kelganligi uchun, uning spektral tarkibini va quvvatini aniq o'lchash kerak .
2. Birinchi punktini hisobga olgan holda aniq quyosh xarakteristikasini qaytara oladigan imitatorlar (quyoshdan tarqalayotgan optik nurlariga o'xshash nurlar paydo qila oladigan qurilmalar) yasash ilmiy texnik muammo bo'lib, haligacha to'liq echilmagan.

3. Imitatorlarda taqqoslash uchun ishlatiladigan parametrlari vaqt davomida stabil o'zgar olmaydigan kerakli spektral sezgirlikka va diapazonga ega bo'lgan QE ishlab chiqish uchun materialning optik va elektrofizik xususiyatlarini hisobga olgan holda tanlash lozim.
4. Quyosh elementlari va batareyalarining elektrik parametrlarini o'lchash davomida o'lchov asboblarning ketma-ketlik qarshiligining ta'sirini hisobga olish zarur.

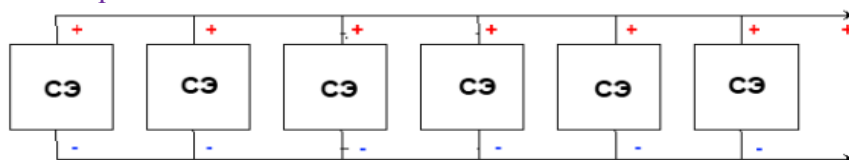
QE yoki quyosh batareyasining ishlab chiqarayotgan nominal quvvati

$P_n = U_n \cdot I_n$ hisoblash mumkin, F.I.K.ni $\eta = I_n \cdot U_n \cdot 100\% / E_{tush}$, S formuladan aniqlash mumkin (S-QE yuzasi, sm^2 larda olinadi).



3-Rasm. Quyosh elementlarini parallel ulash uchun tajriba stendi

Dastlab tajriba stendi quyosh nurlari bilan yoki sun'iy quyosh imitatorida yoritiladi. Bitta quyosh elementi tanlab olinib uning parametrlari (salt yurish kuchlanishi $U_{c,yu.}$, qisqa tutashuv toki $I_{q,t}$, pik quvvati R_{pik}), yoritilganlik – lyuksmetr yordamida aniqlanadi. Tajriba tabiiy ochiq havoda olib borilsa quyosh nurlanishi oqim zichligini aktinometr yoki etalon quyosh elementlari yordamida aniqlash mumkin. Masalan: 22 V salt yurish kuchlanishi va 8 A qisqa tutashuv tokiga ega quyosh batareyalaridan 4 tasi parallel ulansa, 22 V kuchlanish o'zgarishsiz qoladi, tok kuchi esa 32 A ni tashkil etadi. Fotoelektrik qurilmaning bo'tlovchi jihozlari sifatida 40A, 24 V parametrlarga ega zaryad-razryad kontrolleri, 12 V, 200 Asoat elektr sig'imga ega akkumulyator tanlanadi. Agar bir qancha fotoelement parallel ulansa butun yig'ilgan zanjirda chiqish tok kuchi kattalashadi. Agar bitta plastinadagi tok kuchi maksimal kiyamatga ega bo'lsa, butun zanjirdagi tok kuchiga ekvivalent buladi yoki plastinalarda kombinatsiya bo'lib aylanadi. Haqiqatdan ham, shunday ko'rinishda quyosh batareyalaridan quvvat olinadi, moduldagi quvvat miqdori yo'qotilganda quvvat summasi ham kamroq bo'ladi. Bir xil tipdagi modullarni boshqa turdagi modullar bilan xarakterlaymiz. SHuning uchun quyosh batareyalarida modullarni sinchiklab tanlash muhim, negaki parametrlari past modul quvvat yo'qolishini kamaytirishga olib keladi. Parallel yig'ishda barcha elementlar parallel yig'iladi, bir xil tipdagi yo'l hosil qiladi.



4-rasm. Quyosh elementlarini parallel yig'ish

Ishni bajarish tartibi

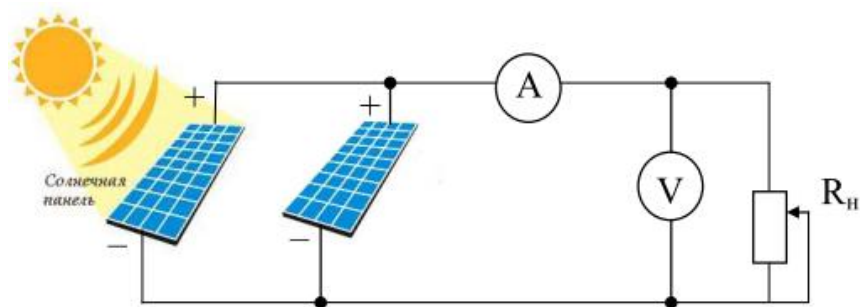
1-bosqich. Quyosh elementlarini yig'ish usullarini o'rganish

Quyosh elementlari va modullarini yig'ish usullarini o'rganishda qo'shimcha adabiyotlardan va qisqacha berilgan malumotdan foydalanish lozim. Ularning qo'llanilish sohaslarini, kamchiligi va mutanosiblik jihatlarini o'rganish.

2-bosqich. Quyosh elementlarini va modullarini parallel yig'ishni tajribada ko'rish.

1-jadval

№	Lampa-ning yoritilganligi (lyuks)	Quyosh nurlanishi oqim zichligi (Vt/m^2)	QE qisqa tutashuv toki (A)	QE salt yurish kuchlanishi (V)	QE parallel ulanganda formulani yozing	Zanjirdagi umumiy tok (A)	Zanjirdagi umumiy kuchlanish (V)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							



3-bosqich. Berilgan ma'lumotlar ($I;U;P$) bo'yicha parallel ulangan modulning volt-ampere, volt-vatt xarakteristikasini qurish. Olingan natijalardan foydalanib jadvalni to'ldirish kerak.

I, A							
U, B							
$P, B\tau$							

4-bosqich. Ulash usullarini analiz usulda qiyoslash va bajarilgan laboratoriya ishi bo'yicha xulosa qilish. Parallel ulangan QE larini kordinatalar sistemasida grafigini qurish va qurilgan grafik bo'yicha xulosa qilish.

5-bosqich. Hisobotlarni tayyorlash.

Berilgan laboratoriya ishiga zarur bo'lgan hisobotlarni ko'rib chiqish.

1. Ishning nomi va uning maqsadi.

2. 72 ta QE tashkil topgan quyosh batareyasining sxemasini chizing.

3. Parallel va ketma-ket ulangan quyosh modullarining VAX, VVX.

4. Xulosa.

Nazorat savollari

1. Quyosh nurlanishi oqim zichligi (quyosh radiatsiyasi) va uning energiyasidan kosmosda qanday foydalaniladi?

2. Quyosh elementining ish jarayoni qanday?

3. Quyosh batareyalarini yig'ishda parallel ulashning tartiblari qanday?

4. Yig'ilgan sxemalar yana qanday boshqa maqsadlarda qo'llaniladi?

5. Quyosh elementlarini parallel ulashning yutuqlari va kamchiligini ayting?

Mashg'ulotda pedagogik texnologiya usullarini qo'llash

1-ilova

B.B. B. metodiga asoslangan tarqatma material

<i>№</i>	<i>Bilaman</i>	<i>Bilmoqchiman</i>	<i>Bildim</i>
1	<i>Elektromagnit induksiya xodisasi to'g'risida tushuncha</i>		
2	<i>Avtotransformatorning tuzilishi va ishlash prinsipi</i>		
3	<i>Avtotransformatorning transformatsiyalash koeffitsiyenti .</i>		
4	<i>Transformator va avtotransformatorning bir biridan farqi</i>		

2-ilova

“Aqliy hujum” metodi

<i>№</i>	<i>Nazariy savollar</i>
1	<i>Transformatorning tuzilishi va ishlash prinsipi?</i>
2	<i>Transformatorning koeffitsienti deb nimaga aytiladi?</i>
3	<i>Transformatsiyalash koeffitsientini aniqlashda kompensasiya usulini ma'nosi nima? Transformatorni salt ishlashi deb nimaga aytiladi?</i>
4	<i>Transformator qanday energiya yo'qolishlari ro'y beradi?</i>
5	<i>Transformatorning F.I.K. qanday topiladi?</i>

ILOVALAR

I-jadval

ASOSIY FIZIK KATTALIKLAR

Kattalikning nomi	Belgisi	Son qiymati
Erkin tushish tezlanishi	G	9,81 m/s²
Tortishish doimiysi	γ	6,67·10⁻¹¹ m³/kg·s²
Avogadro soni	N_A	6,02·10²³ mol⁻¹
Universal gaz doimiysi	R	8,31 J/mol⁻¹
Bolsman doimiysi	K	1,38·10⁻²³ J/K
Elektronning zaryadi	E	1,6·10⁻¹⁹ Kl
Elektronning massasi	m_e	9,11·10⁻³¹ kg
Faradey soni	F	9,65·10⁷ Kl/kg·ekv
Elektr doimiysi	ε₀	8,85·10⁻¹² F/m
Magnit doimiysi	μ₀	4π·10⁻⁷ Gn/m
Yorug'likning vakumdagi tarqalish tezligi	S	3·10⁸ m/s
Stefan- Bolsman doimiysi	σ	5,67·10⁻⁸ Vt/m²·grad⁴
Plank doimiysi	H	6,625·10⁻³⁴ J·s
Vodorod atomi uchun Ridberg doimiysi	R	1,097·10⁷ m⁻¹
Birinchi Bor orbititasining doimiysi	r₁	0,529·10⁻¹⁰ m
Bor magenitoni	μ_B	0,927·10⁻²⁴ J/Tn
Vodorod atomining ionizasiya energiyasi	E_i	13,6 Ev
Massaning atom birligi	M.a.b.	1,666·10⁻²³ kg
Neytronning massasi	m_n	1,675·10⁻²³ kg
α - zaraning massasi	m_α	6,64·10⁻²⁷ kg

Massa va energiya orasidagi bog'lanishning proporsionallik koeffitsienti	c^2	$9 \cdot 10^{12}$ j/kg yoki 931 MeV/m.a.b.
--	-------	---

2-jadval

BA'ZI ASTRONOMIK KATTALIKLAR

Nomlanishi	Son qiymati
Yerning o'rtacha radiusi	$6,37 \cdot 10^6$ m
Yerning massasi	$6,96 \cdot 10^{24}$ kg
Quyoshning radiusi	$6,95 \cdot 10^8$ m
Quyoshning massasi	$1,97 \cdot 10^{30}$ kg
Oyning radiusi	$1,74 \cdot 10^6$ m
Oyning massasi	$7,3 \cdot 10^{22}$ kg
Yerning markazidan Quyoshning markazigacha bo'lgan o'rtacha masofa	$1,5 \cdot 10^{11}$ m
Yerning markazidan Oyning markazigacha bo'lgan o'rtacha masofa	$3,84 \cdot 10^8$ m

3-jadval

Gaz molekularining effektiv diametri

Gaz	Diametri, nm
Azot	0,3
Argon	0,36
Vodorot	0,23
Geliy	0,2
Kripton	0,32
Karbonat angidrid	0,45
Kislorot	0,3
Neon	0,35
Simob	0,30
Xlor	0,54

4-jadval

Ba'zi gazlarning normal sharoitda zichligi va qovushqoqligi

Gaz	Zichligi kg/m^3	Qovushqoqligi MKPa/s
Azot	1,25	17,0
Ammiak	0,77	9,35
Argon	1,78	21,20
Vodorod	0,09	8,52
Geliy	0,18	18,80
Karbonad angidrid	1,97	14,30
Kislorod	1,43	19,80
Havo	1,29	17,10

5-jadval

 T_k va R_k kritik qiymatlari

Modda	$T_k, ^\circ K$	R_k, atm	$R_k \cdot 10^{-6}, N/m^2$
Suv bug`i	647	217	22,0
Karbonat anhidrid	304	73	7,4
Kislorod	154	50	5,07
Argon	151	48	4,87
Azot	126	33,6	3,4
Vodorod	33	12,8	1,3
Geliy	5,2	2,25	0,23

6-jadval
Turli temperaturalarda fazoni to`yintiruvchi suv bug`larining elastikligi

$T, ^\circ C$	$P_H, mm.sm.ust.$	$T, ^\circ C$	$P_H, mm.sm.ust.$
-5	3,01	16	13,6
0	4,58	18	15,5
1	4,93	20	17,5
2	5,29	25	23,8
3	5,69	30	31,8
4	6,1	40	55,3
5	6,54	50	92,5
6	7,01	60	149
7	7,71	70	234
8	8,05	80	355
9	8,61	90	526
10	9,21	100	760
12	10,5	150	4,8 atm
14	12	200	15,3 atm

7-jadval
Turli temperaturalarda suvning bug`lanish solishtirma issiqligi

$t, ^\circ C$	0	50	100	200
$R, kkal/g$	595	568	539	464
$r \cdot 10^{-5}, j/kg$	24,9	23,8	22,6	19,4

8-jadval

Ba`zi bir suyuqliklarning xossalari

Suyuqlik	Zichlik kg/m^3	20 ⁰ S dagi solishtirma issiqlik sig`imi		20 ⁰ S dagi sirt taranglik koeffitsienti, N/m
		$j/kg \cdot grad$	$Kal/g \cdot grad$	
Benzol	880	1720	0,41	0,03
Suv	1000	4190	1	0,073
Gliserin	1200	2430	0,58	0,064
Kanakunjut moyi	900	1800	0,43	0,035

Kerosin	800	2140	0,051	0,03
Simob	13600	138	0,033	0,5
Spirt	790	2510	0,6	0,02

9-jadval

Ba'zi suyuqliklarning xossalari

Suyuqlik	Qovushqoqlik (20°S da) $10^{-4}\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}$
Benzol	6,3
Gliserin	14990
Kerosin	1800
Suv	10
Simob	1554
Spirt	11,9

10-jadval

Ba'zi bir qattiq jismlarning xossalari

Modda	Zichlik kg/m^3	Erish temperaturasi , $^{\circ}\text{S}$	Solishtirma issiqlik si- g`imi		Erish so- lishtirma issiqligi, j/kg	Chiziqli issiqlik kengayish koeffi- sienti, grad^{-1}
			$\text{j}/\text{kg}\cdot\text{grad}$	$\text{kkal}/\text{kg}\cdot\text{gra}$ d		
Alyuminiy	2600	659	896	0,214	$3,22\cdot 10^5$	$2,3\cdot 10^{-5}$
Temir	7900	1530	500	0,119	$2,72\cdot 10^5$	$1,2\cdot 10^{-5}$
Jez	8400	900	386	0,092	-	$1,9\cdot 10^{-5}$
Muz	900	0	2100	0,5	$3,35\cdot 10^5$	-
Mis	8600	1100	395	0,094	$1,76\cdot 10^5$	$1,6\cdot 10^{-5}$
Qalay	7200	232	230	0,055	$5,86\cdot 10^4$	$2,7\cdot 10^{-5}$
Platina	21400	1770	117	0,028	$1,13\cdot 10^5$	$0,89\cdot 10^{-5}$
Po`kak	200		2050	0,49	-	
Qo`rg`oshin	11300	327	126	0,03	$2,26\cdot 10^4$	$2,9\cdot 10^{-5}$
Kumush	10500	960	234	0,056	$8,8\cdot 10^4$	$1,9\cdot 10^{-5}$
Po`lat	7700	1300	460	0,11	-	$1,06\cdot 10^{-5}$
Rux	7000	420	391	0,093	$1,17\cdot 10^5$	$2,9\cdot 10^{-5}$

11-jadval

Ba'zi bir qattiq jismlarning elastiklik xossalari

Modda	Mustahkamlik chegarasi N/m	Yung moduli N/m^2
Alyuminiy	$1,1\cdot 10^8$	$6,9\cdot 10^{10}$
Temir	$2,94\cdot 10^8$	$19,6\cdot 10^{10}$
Mis	$2,45\cdot 10^8$	$11,8\cdot 10^{10}$
Qo`rg`oshin	$0,2\cdot 10^8$	$1,57\cdot 10^{10}$
Kumush	$2,9\cdot 10^8$	$7,4\cdot 10^{10}$
Po`lat	$7,85\cdot 10^8$	$21,6\cdot 10^{10}$

Ba'zi bir qattiq jismlarning issiqlik o'tkazuvchanligi (λ , Vt/m·grad)

Alyuminiy	210
Namat	0,046
Temir	58,7
Eritilgan kvars	1,37
Mis	390
Quruq qum	0,325
Po`kak	0,050
Kumush	460
Ebonit	0,174

Dielektriklarning nisbiy va absolyut dielektrik kirituvchanligi

Dielektrik	Nisbiy dielektrik kirituvchanligi	Absolyut dielektrik kirituvchanligi 10^{-12} F/m
Getinaks	5,0	44,25
Gliserin	39,1	346,04
Kvars	4,5	39,83
Kerosin	2,0	17,70
Moy	5,0	44,2
Mum	7,8	69,03
Olmos	16,5	146,03
Parafin	6,0	17,70
Parafinlangan qog`oz	2,0	17,70
Pleksiglas	3,5	31,0
Polietilen	3,3	20,36
Slyuda	6,0	62,0
Suv	81,0	716,85
Shisha	6,0	62,0
Shifer	8,0	70,80
Chinni	6,0	53,10
Qahrabo	2,8	24,78
Ebonit	2,6	26,55

Ayrim o'tkazgichlarning 0°S dagi solishtirma qarshiliklari (nOm·m)

O'tkazgich	Solishtirima qarshilik	O'tkazgich	Solishtirima qarshilik
Alyuminiy	25,3	Qurg`oshin	220
Grafit	390	Simob	940
Mis	17	Nixrom	1000
Temir	87	Pulat	100

Ionlarning elektrolitlardagi harakatchanligi, $\text{m}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$

NO_3^-	$6,4 \cdot 10^{-8}$
H^+	$3,26 \cdot 10^{-7}$
K^+	$6,7 \cdot 10^{-8}$
Cl^-	$6,8 \cdot 10^{-8}$
Ag^+	$5,6 \cdot 10^{-8}$

Ionlarning gazlardagib harakatchanligi ($10^{-4} \text{ m}^2/\text{V}\cdot\text{s}$)

Gaz	Musbat ionlar	Manfiy ionlar
Azot	1,27	1,81
Vodorod	5,90	8,60
Kislород	1,30	1,80
Havo	1,40	1,90
Xlor	6,50	5,0

Elektronlarning metallardan chiqish ishi

Metall	Chiqish ishi	
	10^{-19}J	Ev
Volfram	7,20	4,5
Volfram-Seziy	2,56	1,6
Volfram-Toriy	4,21	2,63
Platina-Seziy	2,24	1,4
Platina	8,48	5,3
Kaliy	3,20	2,0
Kumush	7,58	4,74
Litiy	3,84	2,4
Natriy	3,68	2,3
Seziy	3,04	1,9

Moddalarning sindirish ko'rsatkichlari

Muz	1,31
Olmos	2,42
Suv	1,33
Skipidar	1,48
Shisha	1,5-1,9
Gliserin	1,47

Ba'zi zarralarning tinch holatdagi massasi va energiyalari

Zarra	Massa		Energiya	
	10^{-27}kg	m.a.b.	10^{-10}J	MeV
Proton	1,672	1,00728	1,50	988,0
Neytron	1,675	1,00867	1,51	939,0
Deytron	3,350	2,01355	3,00	1876,0
Neytral π -mezon	2,410	0,14526	2,16	135,0
α - zarra	6,640	4,00149	5,96	3733,0
Elektron	0,00091	0,00055	0,00082	0,511

Ayrim izotoplarning massalari, m.a.b. larda

Izotop	Simvoli	Massasi	Izotop	Simvoli	Massasi
Azot	${}^{13}_7\text{N}$	13,00987	Litiy	${}^6_3\text{Li}$	6,01703
Azot	${}^{14}_7\text{N}$	14,00752	Litiy	${}^7_3\text{Li}$	7,01602

Azot	$^{15}_7\text{N}$	15,00011	Kislorod	$^{16}_8\text{O}$	15,99491
Alyuminiy	$^{30}_7\text{Al}$	29,99817	Kislorod	$^{17}_8\text{O}$	16,99913
Berilliy	^7_4Be	7,01916	Kislorod	$^{19}_8\text{O}$	17,99916
Berilliy	^9_4Be	9,01505	Magniy	$^{23}_{12}\text{Mg}$	22,99914
Berilliy	$^{10}_4\text{Be}$	10,01612	Natriy	$^{22}_{11}\text{Na}$	21,9944
Bor	^9_4B	9,01333	Natriy	$^{23}_{11}\text{Na}$	22,987
Bor	$^{10}_5\text{B}$	10,01612	Netron	^1_0n	1,00867
Bor	$^{11}_5\text{B}$	11,00931	Tritiy	^3_1H	3,01605
Vodorod	^1_1H	1,00814	Uglerod	$^{10}_6\text{C}$	10,00168
Geliy	^3_2He	3,01699	Uglerod	$^{12}_6\text{C}$	12,00000
Deyteriy	^2_1H	2,01474	Uglerod	$^{13}_6\text{C}$	13,00335
Kaliy	$^{41}_{19}\text{K}$	40,96184	Uglerod	$^{14}_6\text{C}$	14,0032
Kalsiy	$^{44}_{20}\text{Ca}$	43,9554	Qurg oshin	$^{206}_{82}\text{P}$	205,9744

21-jadval

Trigonometrik funksiyalarning qiymatlari

Burchak	sin	tg	stg	cos	Burchak
0	0	0		1	90
1	0,0175	0,0175	57,29	0,9998	89
2	0,0349	0,0349	28,64	0,9994	88
3	0,0524	0,0524	19,08	0,9986	87
4	0,0698	0,0699	14,3	0,9976	86
5	0,0872	0,0875	11,43	0,9962	85
6	0,1045	0,1051	9,514	0,9945	84
7	0,1219	0,1228	8,144	0,9925	83
8	0,1392	0,1405	7,115	0,9908	82
9	0,1564	0,1584	6,314	0,9877	81
10	0,1736	0,1763	5,671	0,9848	80
11	0,1908	0,1944	5,145	0,9816	79
12	0,2079	0,2126	4,705	0,9781	78
13	0,225	0,3209	4,331	0,9744	77
14	0,2419	0,2498	4,011	0,9703	76
15	0,2588	0,2679	3,732	0,9659	75
16	0,2756	0,2867	3,487	0,9613	74
17	0,2924	0,3057	3,271	0,9563	73
18	0,309	0,3249	3,078	0,9511	72
19	0,3256	0,3443	2,904	0,9455	71
20	0,342	0,364	2,747	0,9397	70
21	0,3584	0,3839	2,805	0,9336	69
22	0,3746	0,404	2,475	0,9272	68
23	0,3997	0,4245	2,356	0,9205	67

24	0,4067	0,4452	2,246	0,9135	66
25	0,4226	0,4463	2,145	0,9063	65
26	0,4384	0,4877	2,05	0,8988	64
27	0,454	0,5065	1,163	0,891	63
28	0,4695	0,5317	1,881	0,8829	62
29	0,4848	0,5648	1,804	0,8746	61
30	0,5	0,5774	1,132	0,866	60
31	0,515	0,6009	1,664	0,8572	59
32	5290	0,6249	1,6	0,848	58
33	0,5446	0,6494	1,546	0,8387	57
34	0,5592	0,6745	1,483	0,829	56
35	0,5736	0,7002	1,428	0,8192	55
36	0,5878	0,7265	1,376	0,809	54
37	0,6018	0,7536	1,327	0,7986	53
38	0,6157	0,7813	1,28	0,788	52
39	0,6293	0,8998	1,235	0,7771	51
40	0,6428	0,8391	1,192	0,766	50
41	0,6561	0,8693	1,15	0,7547	49
42	0,6691	0,9004	1,111	0,7314	48
43	0,682	0,9325	1,072	0,7314	47
44	0,6947	0,9857	1,036	0,7193	46
45	0,7071	1	1	0,7071	45
	cos	ctg	tg	Sin	

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Jankoli.D. «FIZIKA» V.2 Tomah.Per.s.ang.M.- Mir.1989 g.-321c.
2. Douglas Ciancoli. Phusics a General Course. 2010 year.Chapter 1-43.
3. Halliday Resnick “Fundamentals of Physics” 2012.
4. Abduraxmanov K.P., Egamov U. Fizika kursi , 2011 y.
5. Ogursov N.A. Kurs leksiy po fizike, Harkov, 2007.
6. Ahmadjanov O.I. Fizika kursi. 1,2,3-qism.-T.; O`qituvchi, 1988., 1989
7. Kolmakov YU.N. Kurs leksiy po fizike, Tula, 2002.
8. A.V.Volkenshteyn «Umumiyfizikakursidanmasalalarto`plami», 1985 y.
9. Oplachko T.M.,Tursunmetov K,A. Fizika, Tashkent, 2007
10. <http://phet.colorado.edu/>
11. <http://www.falstad.com/mathphysics.html>
12. <http://www.quantumatmica.co.uk/download.htm>
13. <http://school-collection.edu.ru>

MUNDARIJA

Kirish	3
1-Laboratoriya ishi. Silindrik shakldagi qattiq jismning zichligini aniqlash.....	4
2-Laboratoriya ishi. Sharchaning erkin tushishi metodi bilan Og`irlik kuchi tezlanishini aniqlash.....	9
3-Laboratoriya ishi. Tekis o`zgaruvchan harakat qonunlarini atvud mashinasi yordamida aniqlash.....	15
4 -Laboratoriya ishi. Galiley tarnovida yumalab ishqalanish koefitsientini va shar to`siqqa urilgandagi kuch impulsini aniqlash.....	19
5-Laboratoriya ishi. tushayotgan sharchani kinetik va potensial energiyalarini o`lchash va mexanik energiya saqlanish qonunini tekshirish.....	24
6-Laboratoriya ishi. Impulsning saqlanish qonunini tekshirish.....	29
7-Laboratoriya ishi. Halqaning tebranishi metodi bilan og`irlik kuchining tezlanishini aniqlash.....	34
8-Laboratoriya ishi. Aylanayotgan jism uchun dinamikaning asosiy. qonunini tekshirish (Oberbek mayatnigi).....	39
9-Laboratoriya ishi. Ag`darma mayatnik yordamida og`irlik kuchi tezlanishini aniqlash.....	45
9^a -Laboratoriya ishi. Matematik mayatnik tebranishlarini o`rganish.....	45
10-Laboratoriya ishi. Silindr va shar shaklidagi jismlarning inersiya momentini aniqlash.....	48
11-laboratoriya ishi. Davr o`lchagich yordamida fizik mayatnikning inersiya momentini aniqlash.....	53
12-Laboratoriya ishi. prujinali mayatnikning tebranishini o`rganish.....	59
13-Laboratoriya ishi. Rezonans hodisasi yordamida havoda tovush tarqalish tezligini aniqlash.....	63
14-Laboratoriya ishi. Egilish bo`yicha Yung modulini aniqlash.....	66
15-Laboratoriya ishi. Puazeyl metodi bilan ichki ishqalanish (yopishqoqlik) koefitsientini suvni kapillyar naychadan oqizish yordamida aniqlash.....	69
16-Laboratoriya ishi. Sharchaning erkin tushishi usulida suyuqlikning ichki ishqalanish koefitsientini aniqlash.....	73
17-Laboratoriya ishi. Assman psixrometri yordamida havo namligini aniqlash.....	77
18-Laboratoriya ishi. Qattiq jismlarning temperaturaviy chiziqli kengayish koefitsientini aniqlash.....	82
19-Laboratoriya ishi. Kleman-dezorm metodi bilan gaz issiqlik Sig`imlarini nisbatini aniqlash.....	87
20-Laboratoriya ishi. Sirt taranglik koefitsientini halqa usuli bilan aniqlash.....	94
21-Laboratoriya ishi. Sirt taranglik koefitsientini taqqoslash usuli bilan aniqlash.....	100
ILOVALAR	119
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR	126

YORQIN TOSHMURODOV QAXRAMONOVICH
ZAMIRA BEKNOZAROVA FARMANOVNA

UMUMIY FIZIKA Laboratoriya ishlari
(QO'LLANMA)

Muharrir:

Chop etishga ruxsat berilgan
Qog'oz o'lchami 60x84 1/16
TIIMSH bosmaxonasida nashr etilgan.
Toshkent 700000, Qora-Niyozova ko'chasi, 39.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 04.10.2019 yildagi 892-sonli
buyrug'i bilan nashr qilish uchun tavsiya etiladi