

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

TOSHKENT AVTOMOBIL – YO`LLAR INSTITUTI

FIZIKA kafedrası

UMF ilmiy-uslubiy
hay`atida tasdiqlangan kengash raisi:
_____ dos. Misirov SH.CH.
«___»_____ 2010 yil.

F I Z I K A
FANIDAN LABORATORIYA ISHLARI
(elektromagnit xodisalar, optika, qattiq jismlar fizikasi)
(2-qism)

Toshkent-2010 yil

Ushbu laboratoriya ishlari Toshkent avtomobil – yo'llar institutida mavjud barcha yo`nalishlarda ta'lim olayotgan bakalavr (B 052100, B 521300, B 521500, B 051800, B 850100, B 580300, B 162900 va menj) talabalar uchun mo`ljallangan bo`lib, unda umumiy fizika kursining elektromagnit xodisalar to`lqin optikasi, kvant optikasi, qattiq jismlar fizikasi va atom fizikasiga oid 10 ta laboratoriya ishlarining tavsifi, ishlarni bajarish uslubi va nazorat savollari keltirilgan.

Tuzuvchilar:

dots. Toshxo`jayev T.K.

dots. Mirsoatov R.M.

Tadjiev U.X.

So`z boshi

Fizika kursidan o`tkaziladigan laboratoriya mashg`ulotlaridan asosiy maqsad fizik hodisa va qonunlarni tajribalarda tekshirib, miqdoriy munosabatlarni aniqlash, asosiy qonunlarni ongli va mukammal anglab olish, talabalarda fizikaviy eksperiment o`tkazish malakasini hosil qilish, o`lchov asboblari bilan tanishish va ular bilan ishlash qobiliyatini takomillashtirishdir.

Laboratoriya mashguloti o`quv turlarining boshqa shakllariga qaraganda eng asosiysi va majburiysi hisoblanadi. Chunki bunda nazariy bilim mustahkamlanadi. O`lchash va hisoblash jarayonida matematik ifodalardan to`g`ri va to`la foydalaniladi.

Uslubiy ko`rsatmada dastlab laboratoriya ishlarini bajarishdagi talabalarni vazifalari so`ngra har bir laboratoriya ishi bo`yicha qisqacha nazariy ma`lumot, ishni bajarish uchun zarur buyum va asboblarning nomlari, asboblarning tuzilishi, ishni bajarish tartibi hamda talaba o`zini tekshirishi uchun nazorat savollari keltirilgan.

Laboratoriya ishlarini bajarishda talabalarning vazifalari

Fizikadan laboratoriya ishlarini bajarishdan asosiy maqsad talabalarning nazariy bilimlarini mustahkamlashdan, fizika qonunlarini hayotda, ishlab chiqarishda hamda tadqiqot ishlarini olib borishda qo`llay bilishlariga zamin tayyorlashdan, amaliy ko`nikma va o`lchash malakalarini hosil qilishdan iborat. Shuning uchun ham talabalar laboratoriya ishlarini bajarishi shartdir. Laboratoriya ishlarini to`liq bajarib o`qituvchiga hisobot bergan talabalargina fizikadan yakuniy nazoratga qo`yiladilar.

Laboratoriya ishlarini bajarishda talabalar quyidagi qoidalarga rioya qilishlari kerak:

1. Laboratoriya ishlari uchun alohida daftar tutish zarur. Har bir talaba bajaradigan laboratoriya ishiga tayyorlangan holda konspekt bilan darsga kelishi shart.
2. Talaba bajariladigan ish bo`yicha o`qituvchi bilan suhbatlashganidan so`ng, ruhsat berilsa, laborantdan kerakli asboblarni olib, ish bilan mukammal tanishib chiqadi. Suhbat vaqtida ishning maqsadini va bajarish tartibini bilmagan talaba ishni bajarishga qo`yilmaydi.
3. Talabalar laboratoriya ishlarini laborant yoki o`qituvchi nazoratida bajaradilar.
4. Ishni bajarish vaqtida talabalar ish joyini tashlab ketmasligi kerak, asboblarni elektr tokiga ulangan holda qolishi mumkin emas.
5. Ishni bajarib bo`lgandan so`ng asboblarni tok manbaidan uziladi.
6. Olingan ma`lumotlar asosida aniqlanishi kerak bo`lgan fizik kattalik hisoblanadi. Natijalar o`qituvchiga ko`rsatiladi va ball qo`ydirib olinadi.
7. Olingan asboblarni laborantga topshiriladi.
8. Bajarilgan ishlar bo`yicha o`qituvchiga hisobot beradi.
9. Kelgusi darsga vazifa olinadi.

27 – Ish

G`ALTAKNING INDUKTIVLIGI, KUCHLANISH VA TOK ORASIDAGI FAZA SILJISHINI ANIQLASH.

Kerakli buyumlar: induktiv g`altak, ampermetr, voltmeter o`zgarmas va o`zgaruvchan tok manbalari, reostat, kalit.

Ishni maqsadi: bu ishda g`altakning induktivligi, kuchlanish va tok orasidagi faza siljishi aniqlanadi.

Nazariy qisim

Berk konturni kesib o`tayotgan magnit oqimi har qanday yo`l bilan o`zgarganda konturda tok hosil bo`lish hodisasi elektromagnit induksiya hodisasi deyiladi. Bu hodisani birinchi marta buyuk ingliz olimi M.Faradey 1831 yili kashf etgan.

Elektromagnit induksiya hodisasida yuzaga kelgan tok induksion tok deyilib, uni yuzaga keltirgan elektr yurituvchi kuch esa induksiya elektr yurituvchi kuchi (ε_u) deb ataladi. Faradeyning tajribalariga asosan induksiya e.yu.k. ning kattaligi konturni kesib o'tuvchi magnit oqimining o'zgarish tezligi $(\frac{dF}{dt})_{za}$ to'g'ri proporsionaldir.

$$\varepsilon_u = -\frac{dF}{dt} \quad (1)$$

Formuladagi manfiy ishora induksion tokning yo'nalishi bilan bog'langandir. Induksion tokning yo'nalishi esa Lens qoidasiga asosan topiladi. Bu qoidaga ko'ra berk konturda hosil bo'lgan induksion tok shunday yo'nalishga egaki, uning magnit maydoni induksion tokni hosil qiluvchi magnit oqimining o'zgarishiga qarshilik ko'rsatadi. Tajribalarning ko'rsatishicha, istalgan konturdan elektr toki o'tayotganda uning atrofida magnit oqimini vujudga keltiradi. Bunda hosil bo'lgan to'liq magnit oqimi F konturdan o'tayotgan tokning kuchiga to'g'ri proporsionaldir, ya'ni

$$F=LI \quad (2)$$

Bu yerda L- konturning shakliga, geometrik o'lchamlariga va o'tkazgichga joylashgan muhitning magnit hususiyatiga bog'liq bo'lgan proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib, konturning induktivligi deyiladi.

Agar konturdan o'tayotgan I tok o'zgarsa, uning hosil qilayotgan magnit oqimi ham o'zgaradi. Konturdagi magnit oqimining o'zgarishi esa shu konturda induksion tokni hosil qiladi. Shuning uchun bu hodisa o'zinduksiya hodisasi deyiladi. O'zinduksiya hodisasi ham elektromagnit induksiyaning bir ko'rinishidir. Shuning uchun o'zinduksiya e.yu.k. ning kattaligi ($\varepsilon_{o'z}$) ham Faradey qonuni (1) ga asosan topiladi. Buning uchun (2)-nchi ifodani (1) ga qo'yamiz.

$$\varepsilon_{o'z} = -\frac{dF}{dt} = -\frac{d(LI)}{dt} = -L \frac{dI}{dt}$$

$$\varepsilon_{o'z} = -L \frac{dI}{dt} \quad (3)$$

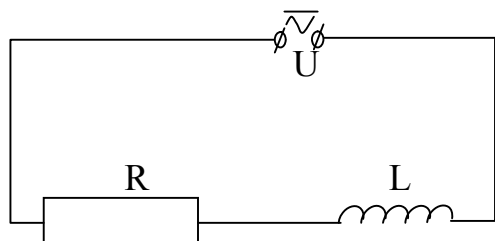
Demak, o'zinduksiya elektr yurituvchi kuchining kattaligi konturdan o'tayotgan tok kuchining o'zgarish tezligi $\frac{dI}{dt} = I$ ga teng bo'lsa, $\varepsilon_{o'z} = L$ bo'ladi. Bunga asosan induktivlikni quyidagicha ta'riflash mumkin. Induktivlik konturdagi tok kuchi bir sekundda bir birlikka o'zgarganda hosil bo'ladigan o'zinduksiya e.yu.k. ga son jihatidan teng bo'lgan fizik kattalik ekan. SI birliklari sistemasida induktivlik birligi qilib Genri (qisqacha: Gn) olingan. Tenglik (3) ga asosan Genrini quyidagicha ta'riflash mumkin. Tok kuchi I sekundda I amperga o'zgarganda I Volt o'zinduksiya elektr yurituvchi kuchi hosil bo'ladigan konturning induktivligi I Gn ga teng bo'ladi, ya'ni

$$1Gn = 1 \frac{B \cdot s}{A}$$

Agar konturdan o'zgaruvchan tok o'tayotgan bo'lsa, o'zinduksiya hodisasi sodir bo'ladi. Lens qoidasiga asosan induksion tok zanjirdagi asosiy tokning o'zgarishiga to'sqinlik qiladi. Bu esa zanjirga qo'shimcha qarshilik ulangani bilan barobardir. Yuzaga kelgan bu qo'shimcha qarshilik induktiv qarshilik (R_L) deyiladi.

O'lchash uslubi

Aktiv qarshilik R bilan induktivligi L bo'lgan g'altak ketma-ket ulangan zanjir bilan tanishamiz (1 - rasm).



1-rasm.

Zanjirdagi tok sinusoida qonuni asosida o'zgaruvchi bo'lsin, ya'ni $I=I_0\sin\omega t$ (1), bunda I -tokning oniy I_0 esa amplituda qiymati bo'lib, ω -tokning aylanma chastotasidir. Bu tok g'altakda quyidagi o'zinduksiya E.Yu.K. hosil qiladi.

$$\varepsilon_{o,z} = L \frac{dI}{dt} \quad (2)$$

O'zgaruvchan tokning oniy qiymati uchun Om qonunini quyidagicha yozish mumkin:

$$I = \frac{U - L \frac{dI}{dt}}{R}$$

bunda U o'zgaruvchan tok manbaidagi kuchlanish bo'lib,

$$U = IR + L \frac{dI}{dt} \quad (3)$$

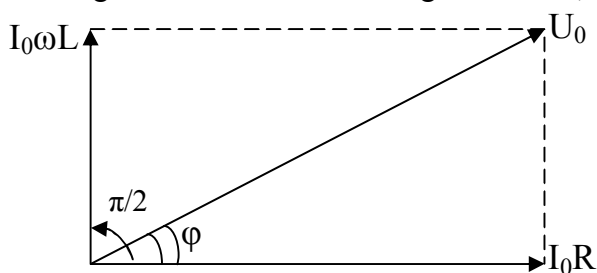
ga teng. Tenglama (3) ni (1) ga asosan quyidagicha yozish mumkin.

$$U = I_0 R \sin \omega t + I_0 L \omega \cos \omega t \quad (4)$$

$$\cos \omega t = \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right), \text{ bo'lgani uchun}$$

$$U = I_0 R \sin \omega t + I_0 L \omega \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right), \quad (5)$$

Bunda $I_0 R \sin \omega t = UR$ – zanjirning aktiv qarshiligidagi potensialning pasayishi $I_0 L \omega \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) = U_L$ induktiv g'altakdagi potensialning pasayishi, $I_0 L \omega = U_{OL}$ ko'paytma g'altakdagi induktiv kuchlanishning maksimali, ya'ni



2 – rasm.

amplituda qiymati.

Demak, g'altakning induktiv qarshiligi o'zgaruvchan tokning aylanma chastotasiga va g'altakning induktivligiga proporsional ekan. Tenglama (5) ga asosan induktiv g'altakdagi kuchlanishning fazasi aktiv qarshilikdagi

kuchlanishning fazasidan farq qilishi ko'rinadi. Bir – birlaridan fazalari farq qiluvchi kuchlanishlarni vektorlar diogrammasi asosida qo'shish qulay.

Agar aktiv qarshilikdagi kuchlanishning qiymati gorizontal o'qqa joylashtirilsa induktiv g'altakdagi kuchlanishning qiymatini vertikal o'qqa joylashtiriladi, chunki u 90° fazaga farq qiladi.

Umumiy kuchlanish U_0 bu vektorning vektor yig'indisiga teng bo'ladi. Shakldan Pifagor teoremasiga asosan $U_0 = \sqrt{(I_0 R)^2 + (I_0 \omega L)^2}$ ni yozish mumkin, bundan $I_0 = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$ (7)

bo'ladi.

Elektr o'lchov asboblari tok kuchi va kuchlanishning maksimal (amplituda) qiymatini o'lchamay uni effektiv qiymatini o'lchaydi. Tok kuchi va kuchlanishning effektiv qiymati maksimal

qiymati bilan quyidagicha bog'langan, ya'ni $I_{ef} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$, $U_{ef} = \frac{U_n}{\sqrt{2}}$ tenglama (7) ga I_0 va U_0 larning qiymatlarini qo'ysak

$$I_{ef} = \frac{U_{ef}}{\sqrt{(R + (\omega L)^2)}} \quad \text{bu erda} \quad \frac{U_{ef}}{I_{ef}} = Z$$

Zanjirning umumiy qarshiligidir, u vaqtda

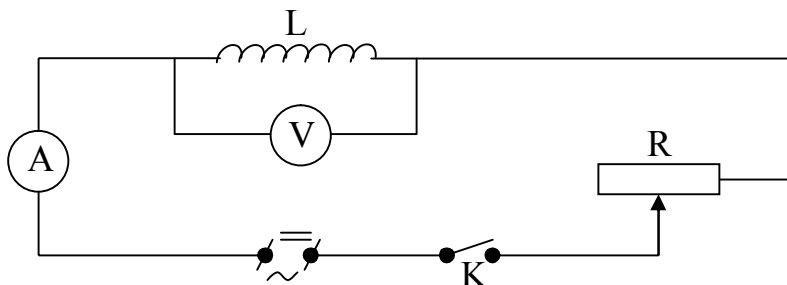
$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} \quad (8)$$

Bundan, g'altakning induktivligi $L = \frac{\sqrt{Z^2 - R^2}}{\omega}$ (9)

Bundan $\omega = 2\pi\nu$; shahar elektr tarmog'ining chastotasi $\nu = 50$ Gs ga teng. Umumiy kuchlanish U_0 bilan tok kuchi orasidagi faza siljishi, (2 - rasmdan) $tg\varphi = \frac{I_0\omega L}{I_0R} = \frac{\omega L}{R}$ (10) ga teng.

Ishni bajarish tartibi.

1. Quyidagi sxema asosida elektr zanjir tuziladi.



3 - rasm.

2. Zanjir o'zgarmas tok manbaiga ulanadi. G'altakdagi tok kuchi va kuchlanishni o'lchab, (kuchlanishning qiymatini o'qituvchi beradi). G'altakning aktiv qarshiligi quyidagi tenglikdan aniqlanadi.

$$R = \frac{U}{I}$$

Tajriba har hil kuchlanishlarda qaytariladi.

3. Zanjirni o'zgaruvchan tok manbaiga ulab, tok va kuchlanishlarning effektiv qiymati o'lchanadi va g'altakning umumiy qarshiligi $Z = \frac{U_{ef}}{I_{ef}}$ tenglamadan topiladi.
4. Kuchlanishni o'zgartirib tajriba bir necha marta takrorlanadi. Qarshilik R va Z larning o'rtacha qiymatini (9) formulaga qo'yib g'altakning induktivligi topiladi.
5. Formula (10) yordamida $tg\varphi$ ni hisoblab tok va kuchlanish orasidagi fazalar siljishi φ aniqlanadi.

O'lchash va hisoblash natijalari quyidagi jadvalga yoziladi.

№	O'zgarmas tok				O'zgaruvchan tok				L	tgφ	φ
	I	U	R	R _{o'r}	I	U	Z	Z _{o'r}			
1											
2											

Sinov savollari.

1. Ishning maqsadi nimadan iborat?
2. Induktivlik deb nimaga aytiladi? U qanday birlikda o'lchanadi, nimalarga bog'liq?
3. Elektromagnit induksiya hodisasini ta'riflab, induksiya elektr yurituvchi kuchi formulasini yozing.
4. O'zinduksiya hodisasini ta'riflab, o'zinduksiya elektr yurituvchi kuchini formulasini yozib tushuntiring.
5. G'altakning induktiv qarshiligi va to'liq qarshiligi formulalarini yozing va ularni izohlang.

6. O'zgaruvchan tok kuchi bilan kuchlanishning effektiv qiymati ularning amplituda qiymatlari bilan qanday bog'liq?
7. Bu ishda g'altakning aktiv qarshiligi qanday aniqlanadi?
8. Mazkur ishda elektr g'altakning induktivligini topish formulasini keltirib chiqaring.
9. Ishning elektr zanjirini chizing.
10. Ishni bajarish tartibini gapirib bering.

28 – Ish.

YeR MAGNIT MAYDONI KUCHLANGANLIGINING GORIZONTAL TASHKIL ETUVCHISINI ANIQLASH

Kerakli buyumlar: tangens – galvanometr (tangens-bussol) ampermetr, reostat, o'zgarmas tok manbai, kalit.

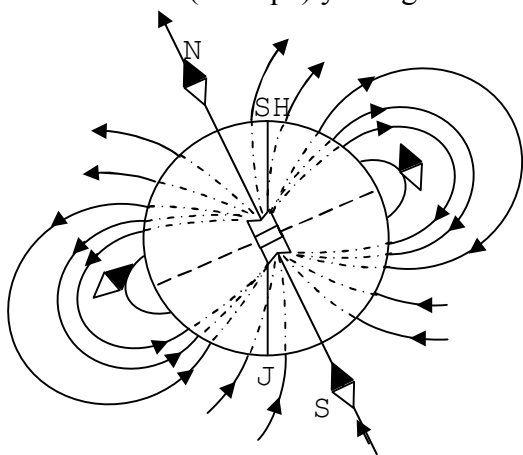
Ishning maqsadi: yer magnet maydoni kuchlanganligini gorizontal tashkil etuvchisini tangens – galvanometr yordamida aniqlash.

Nazariy qisim

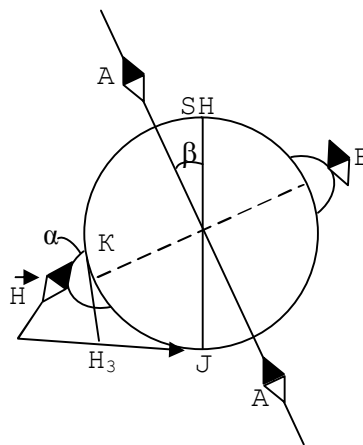
Yer planetasi juda katta shar shaklidagi magnetdan iborat bo'lib, uning qutblari N-S Yerning geografik qutblariga yaqin joylashgan. Xususan yerning shimoliy geografik qutbi yaqinida (300 km) Yer magnet maydonining janubiy qutbi (N) va janubiy geografik qutbi yaqinida, magnet maydonining shimoliy qutbi (S) joylashgandir (1-rasm).

Yer planetasining magnet maydoni yerning markaziga joylashtirilgan o'zgarmas magnetning maydoniga mos keladi. (Rasm.1)

Yerning magnet maydoni uning magnet ekvatorida gorizontal (V nuqta), magnet qutblarida esa vertikal (A nuqta) yo'nalishiga ega. Yer sirtining boshqa nuqtalarida magnet maydoni ma'lum burchak ostida (K nuqta) yo'nalgan bo'ladi. (Rasm 2).



1- rasm

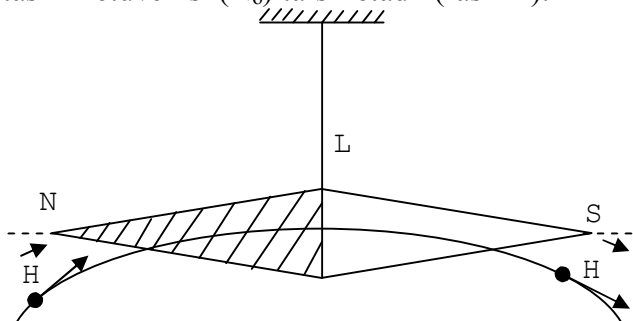


2-rasm

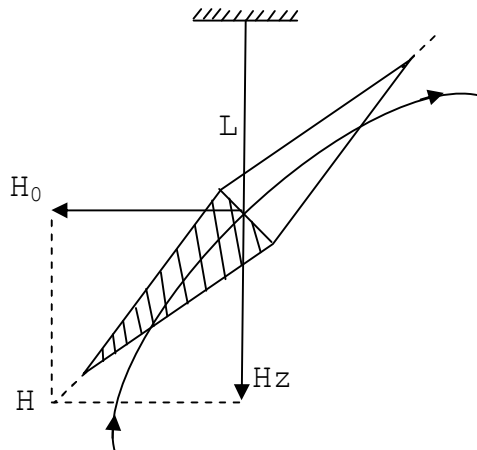
Magnet maydon kuchlanganligining gorizontal tekislikka proyeksiyasi Yer magnet maydoni kuchlanganligining gorizontal tashkil etuvchisi deyiladi va uning yo'nalishi magnet meridiani yo'nalishi deb qabul qilingan. Undan o'tuvchi vertikal tekislik esa magnet meridian tekisligi deb ataladi.

Yer magnet maydonining qutblari uning geografik qutblari bilan mos tushmaganligi uchun Yer sirtining ixtiyoriy nuqtasidan o'tgan magnet meridian tekisligiga mos kelmaydi.

Geografik va magnit meridianlari yo'nalishlari orasidagi burchak α - og'ish burchagi deyiladi (2-rasm). Berilgan nuqtadagi magnit maydon kuchlanganlik vektori yo'nalishi bilan gorizont tekislik orasidagi burchak β - egilish burchagi deyiladi (2-rasm). Agar magnit strelkasi o'rtasidan ipga osib qo'yilsa, strelka Yerning shu nuqtasidagi magnit maydoni kuchlanganlik vektori (N) bo'ylab yo'naladi (rasm 3). Agar vertikal o'q atrofida erkin aylanishi mumkin bo'lgan magnit strelkasi gorizont tekislikka joylashtirilsa, unga faqat Yer magnit maydonining gorizont tashkil etuvchisi (N_0) ta'sir etadi (rasm 4).



3 - rasm



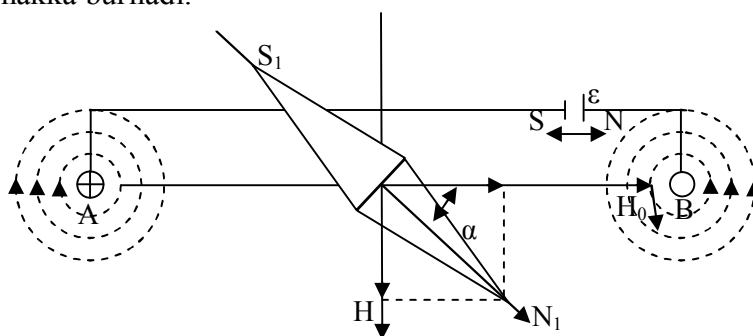
4 – rasm

Yer magnit maydoni kuchlanganligining gorizont tashkil etuvchisi (N_3) ni aniqlashda tangens-galvanometr dan foydalaniladi.

ASBOBNING TUZILISHI VA ISH USULI

Tangens - bussol r radiusli ma'lum o'ramlar soniga ega bo'lgan yassi vertikal g'altakdan iborat bo'lib uning markazida, gorizont tekislikda kompas joylashgan (1 - rasm).

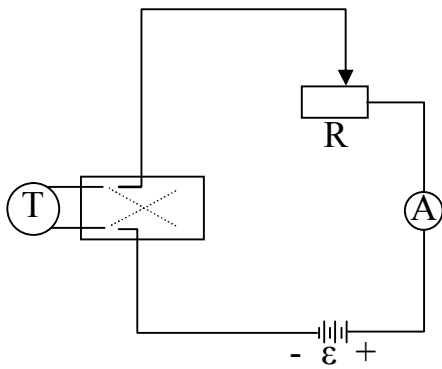
G'altakda tok bo'lmagan holda kompas strelkasi yerning magnit meridiani NS bo'ylab joylashgan. Vertikal o'q atrofida g'altakni burib, g'altak tekisligini magnit meridiani tekisligiga moslaymiz. Undan so'ng g'altakdan tok o'tkazilsa magnit strelkasi tokning magnit maydoni ta'siri ostida ma'lum burchakka buriladi.



1 – rasm.

Magnit strelkasining bu holati unga ta'sir etuvchi ikki magnit maydon: Yer magnit maydon kuchlanganligining gorizont tashkil etuvchisi (N_0) va tok magnit maydonining (N) ta'siri bilan aniqlanadi. Magnit strelkasi 2 tomondan ta'sir etuvchi kuchlarning teng ta'sir etuvchisi bo'ylab joylashadi.

1- rasmda tangens – galvanometrning gorizont tekislik bilan kesimi va g'altakdagi tokning magnit maydoni kuch chiziqlari keltirilgan bo'lib, NS – Yer magnit meridianining yo'nalishi;



2 – rasm

A va V – g`altakning gorizontalk tekislikdagi kesimlari. A nuqtada g`altakdan o`tuvchi tok krest bilan ko`rsatilgan bo`lib bizdan ortga yo`nalgan, V nuqtada esa ortdan bizga qarab yo`nalgan bo`lib, nuqta bilan ko`rsatilgan.

NS – kompasning magnet strelkasi;

N_0 - Yer magnet maydoni kuchlanganligi vektorning gorizontalk tashkil etuvchisi.

N - g`altakdan o`tuvchi aylanma tok hosil

qilgan magnet maydon kuchlanganligi vektori 1- rasmdan

$$N = N_0 \operatorname{tg} \alpha \quad (1)$$

Aylanma tokning markazidagi magnet maydonining kuchlanganligi Bio – Savar - Laplas qonuniga asosan

$$H = \frac{In}{2r} \quad (2)$$

(1) va (2) ga asosan

$$\frac{In}{2r} = H_0 \operatorname{tg} \alpha \quad (3)$$

bu yerda, I- g`altakdan o`tuvchi tok; n- g`altakdagi o`ramlar soni; r-g`altak radiusi.

Tenglik (3) dan Yer magnet maydoni kuchlanganligining gorizontalk tashkil etuvchisini (N_0) topamiz.

$$H_0 = \frac{In}{2r \operatorname{tg} \alpha} \quad (4)$$

SI tizimida magnet maydon kuchlanganligi A/m da o`lchanadi.

Ishni bajarish tartibi.

1. Tangens - galvanometr T, ampermetr A, reostat R va ϵ tok manbaidan iborat elektr zanjiri tuziladi (2 - rasm).
2. Tangens - galvanometrni burib, g`altak tekisligi magnet meridiani tekisligida joylashtiriladi, bunda strelkaning bir uchi 0 ni ko`rsatadi.
3. Reostat surgichni surib, qarshilik eng katta qiymatga keltiriladi. Zanjir tok manbaiga ulanib, tok kuchi 0,1 amperga keltiriladi.
4. Tangens - galvanometr strelkasining ikkala uchi ko`rsatilgan burchaklar α_1 va α_2 yozib olinadi.
5. Tok kuchini o`zgartirmay kalit bilan tokning yo`nalishini o`zgartirib strelkaning burilish burchaklari α_3 va α_4 yozib olinadi.
6. Quyidagi formuladan foydalanib o`rtacha burilish burchagi topiladi.

$$\alpha_{ur} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{4}$$

7. Tajriba tok kuchi 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 A bo`lgan hollar uchun qaytariladi.
8. Tok kuchi I va $\operatorname{tg} \alpha$ ning qiymatlarini (3) formulaga qo`yib N_0 ning qiymati hisoblanadi.
9. O`lchash va hisoblash quyidagi jadvalga yoziladi.

№	Strelkaning og`ishi						$\operatorname{tg} \alpha$	H_0	H_{0ur}	ΔH_0	ΔH_{0ur}	$\frac{\Delta H_{0ur}}{H_{0ur}} \cdot 100\%$
	I	α_1	α_2	α_3	α_4	α_{ur}						
1												
2												
3												

Sinov savollari.

1. Ishning maqsadi nimadan iborat?
2. Yer magnit maydoni kuchlanganligining gorizontal tashkil etuvchisi deb nimaga aytiladi va u nimaga bog'liq?
3. Yer xosil qilgan magnit maydoni induksiya chiziqlarini chizib ko'rsating?
4. Magnit maydonining induksiyasi deb nimaga aytiladi va u qanday birlikda o'lchanadi?
5. Magnit maydon induksiyasi uning kuchlanganligi bilan qanday bog'langan?
6. Bio-Savar-Laplas qonunini umumiy xolda yozib ta'rifini ayting?
7. Tangens-galvonometrning tuzilishini tushuntiring?
8. Mazkur ishda Yer magnit maydoni kuchlanganligining gorizontal tashkil etuvchisini topish formulasini keltirib chiqaring va magnit maydoni kuchlanganligining o'lchov birligining hosil qiling?
9. Ishning elektr zanjirini chizing?
10. Ishni bajarish tartibini so'zlab bering?

51-ISh

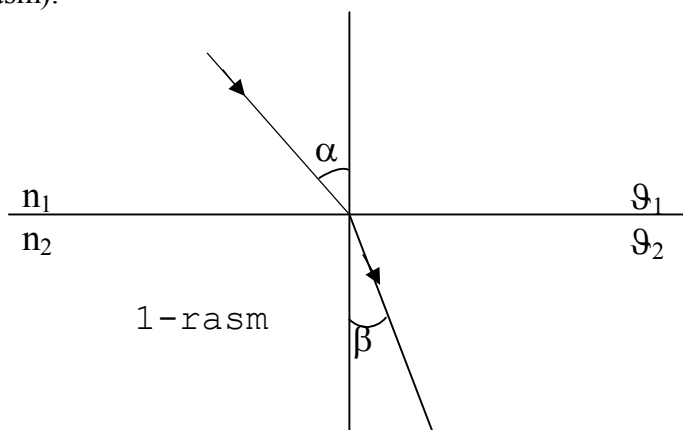
REFRAKTOMETR YORDAMIDA SUYUQLIKNING YORUG'LIKNI SINDIRISH KO'RSATKICHINI ANIQLASH.

Ishdan maqsad: Abbe refraktometri yordamida har xil suyuqliklarning havoga nisbatan sindirish ko'rsatkichini aniqlashdan iborat.

Kerakli asboblari: RL-2 tipidagi Abbe refraktometri, har xil suyuqliklar.

Nazariy qisim

Yorug'lik nuri bir muhitdan ikkinchisiga o'tganda muhitlar chegarasida o'z yo'nalishini o'zgartirib sinadi. (1-rasm).



Yorug'lik nuri singanda quyidagi qonuniyatlar kuzatilishini 1621 yili golland olimi Snellius tajribada aniqlagan:

1. Tushayotgan nur, nurning tushish nuqtasiga o'tkazilgan normal va singan nur bir tekislikda yotadi.
2. Tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati berilgan muhitlar uchun o'zgarmas kattalik bo'lib, ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan nisbiy sindirish ko'rsatkichi (n_{21}) deyiladi, ya'ni

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{21} \quad (1)$$

Yorug'likning elektromagnit to'lqin nazariyasiga ko'ra $n_{21} = \frac{g_1}{g_2}$ (2) bo'ladi.

Bu yerda g_1 va g_2 lar yorug'likning birinchi va ikkinchi muhitda tarqalish tezliklari. Tenglik (2) dan nisbiy sindirish ko'rsatkichi ikkinchi muhitda yorug'likning tarqalish tezligi, birinchi muhitda tarqalish tezligidan necha marta kam ekanligini ko'rsatuvchi kattalik ekan degan xulosa

chiqadi. Agar birinchi muhit vakuum (havosiz bo'shliq) dan iborat bo'lsa, moddaning vakuumga nisbatan sindirish ko'rsatkichi, ya'ni absolyut sindirish ko'rsatkichi uchun

$$n = \frac{c}{g} \quad (3)$$

tenglikni yozish mumkin.

Bu yerda $s=3 \cdot 10^8$ m/s yorug'likning vakuumda, g -esa berilgan muhitda tarqalish tezligi. Tenglik (3) ga asosan (2) ni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin.

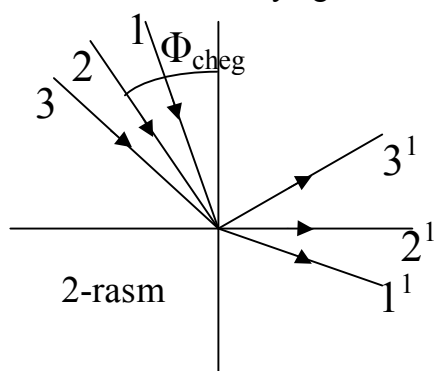
$$n_{21} = \frac{\frac{c}{n_1}}{\frac{c}{n_2}} = \frac{n_2}{n_1} \quad (4)$$

ya'ni nisbiy sindirish ko'rsatkichi ikkinchi muhit absolyut sindirish ko'rsatkichining birinchi muhit sindirish ko'rsatkichiga nisbatiga teng ekan.

Absolyut sindirish ko'rsatkich berilgan muhitda yorug'likning tarqalish tezligi vakuumdagiga nisbatan necha marta kam bo'lishini ko'rsatadi. Har xil moddalarning absolyut sindirish ko'rsatkichi har xil bo'lib, berilgan modda uchun faqat yorug'likning to'lqin uzunligiga bog'liq bo'ladi. Moddalar sindirish ko'rsatkichining yorug'lik to'lqin uzunligiga bog'liq bo'lish hodisasi yorug'lik dispersiyasi deyiladi.

Sindirish ko'rsatkichi katta muhit optik zich muhit deyiladi.

Yorug'lik nuri optik zichligi kichik muhitdan optik zichligi kattasiga o'tsa, doim sinish burchagi tushish burchagidan katta bo'ladi. Yorug'lik nuri optik zichligi katta muhitdan optik zichligi kichigiga o'tayotganda shundan tushish burchagini φ_{cheg} tanlash mumkinki, bunda singan nur ikkinchi muhitga o'tmasdan chegaraviy sirt bo'ylab sirpanadi (2-nci nur) φ_{cheg} dan katta burchak ostida tushayotgan nurlar esa ikkinchi muhitga o'tmay chegaraviy sirtidan qaytadi (2-rasm).

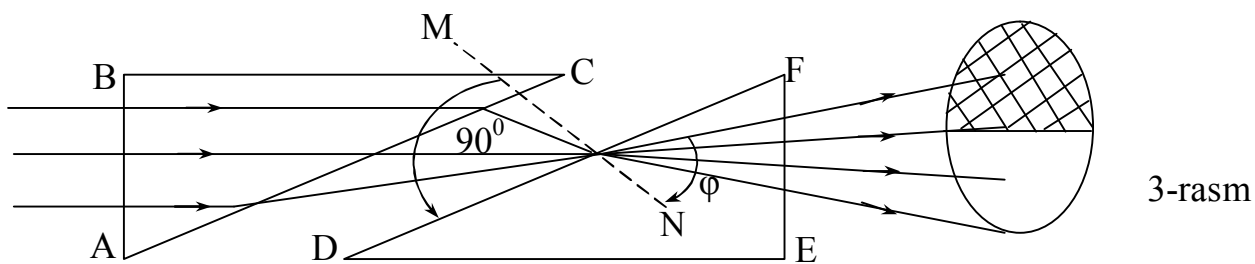


2-rasm

Yorug'lik nuri optik zichligi katta muhitdan optik zichligi kichigiga tushayotganda ikkinchi muhitga o'tmasdan chegaraviy sirtidan qaytish hodisasi to'la ichki qaytish hodisasi deyiladi. Bu hodisa kuzatiladigan eng kichik tushish burchagi (bunda sinish burchagi 90^0 ga teng) chegaraviy burchak yoki limit burchagi deyiladi.

Bu ishda har hil tiniq suyuqliklarning

absolyut sindirish ko'rsatkichi Abbe refraktometri yordamida tez va oson aniqlanadi. Refraktometning ishlash prinsipi yorug'lik nurining to'la ichki qaytishida chegaraviy burchakni aniqlashga asoslangan. Refraktometning asosiy qismi sindirish ko'rsatkichi 1,72 ga teng bo'lgan shishadan ikkita to'g'ri burchakli prizmalardan tashkil topgan kameradan iborat. (3-rasm). Ustki prizma yorituvchi, pastkisi esa o'lchov prizmasi deyiladi. Prizmalar orasiga tekshirilayotgan suyuqlikdan 1-2 tomchi tomiziladi. Yorituvchi prizmaning AS yuzasi xira shishadan iborat. Shuning uchun yorituvchi prizmadan o'tayotgan nurlar prizmalar orasidagi suyuqlikdan sinib o'tib, o'lchovchi prizmaning DF sirtiga har xil burchaklar (0^0 dan 90^0 gacha) ostida tushadi. Yorug'lik optik zichligi kichik bo'lagi suyuqlikdan shishaga o'tganda nurlar prizmaning sirtiga o'tkazilgan MN normal tomonga buriladi, chunki sinish burchagi tushish burchagidan kichik bo'ladi. Eng katta $\varphi=90^0$ tushish burchagiga (4-nci nur eng katta sinish burchagi chegaraviy burchak) φ mos keladi, ya'ni tushish burchagi 0^0 dan 90^0 gacha o'zgarib sinish burchagi 0^0 dan chegaraviy burchak φ gacha o'zgaradi. Agar o'lchov prizmasining FE qirrasidan o'tuvchi nurning



3-rasm

yo'liga ko'rish nayi yoki ekran qo'yilsa, yoritilgan va qorong'i sohalar ko'rinadi. Bu ikki soha orasidagi chegaraning holati 3-rasmda ko'rsatilganidek chegaraviy sinish burchagiga mos keladi.

Yorug'likning sinish qonuniga binoan chegaraviy burchak uchun

$$\frac{1}{\sin \alpha} = \frac{n_1}{n_2} \quad \text{yoki} \quad n_2 = n_1 \sin \alpha$$

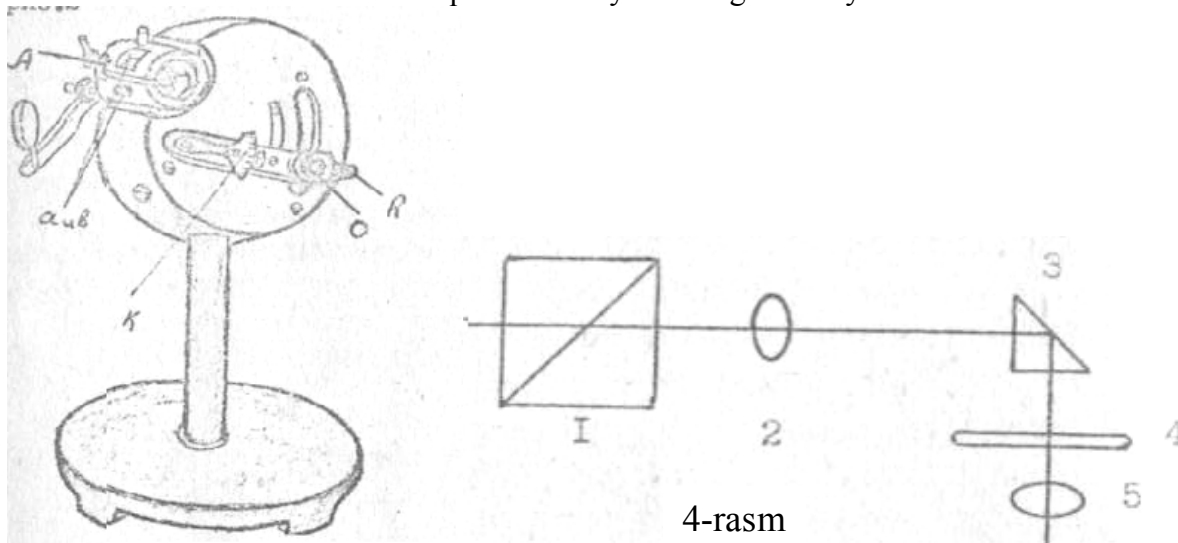
tenglikni yozish mumkin. Bou yerda n_1 va n_2 lar shisha va suyuqlikning havoga nisbatan sindirish ko'rsatkichlari.

Shishani sindirish ko'rsatkichi n_1 o'zgarmas kattalik bo'lgani uchun suyuqlikning sindirish ko'rsatkichi n_2 faqat chegaraviy burchak φ ga bog'liq bo'ladi.

Agar ko'rish maydoniga suyuqlikning sindirish ko'rsatkichi bo'yicha darajalangan shkala joylashtirilsa, suyuqlikning sindirish ko'rsatkichini qorong'i soha holatiga qarab, shkaladan topish mumkin.

Asbobning tuzilishi

RL-2 refraktometr sindirish ko'rsatkichi 1,3 dan 1,54 gacha bo'lgan suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichlarini 10^{-3} aniqlikda o'lchaydi. Uning umumiy ko'rinishi 4-rasmda ko'rsatilgan.



4-rasm

A-refraktometr kamerasi

B-kameraga nur tushadigan darcha

O-richagli okulyar

K-kompensatorni aylantiradigan moslama

Okulyarning ko'rish maydonida ikkita shkala bo'lib, o'ng tomonidagi shkala qand eritmasining foizlardan ifodalangan miqdorini, chap tomonidagi esa suyuqlikning sindirish ko'rsatkichini ko'rsatadi. Refraktometrning optik tizimi 5-rasmda ko'rsatilgan.

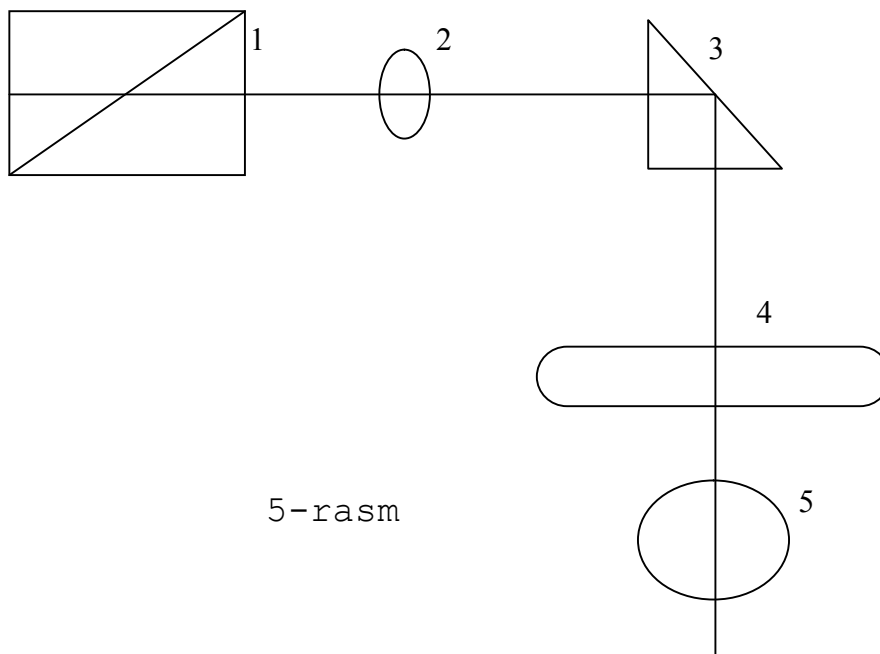
1-ikkita prizmada iborat kompensator. Kompensator yordamida dispersiya yo'qotiladi.

2-Kompensatordan o'tgan nurlarni parallel nurlarga aylantiruvchi linzalar tizimi.

3-Yorug'lik nurini 90° ga burib to'la ichki qaytaruvchi prizma.

4-sindirish ko'rsatkichi va qand eritmasining foiz miqdorini ko'rsatuvchi shkala.

5-Fokus teksligida uchta chiziqdan iborat vizir chizig'iga ega bo'lgan ko'rish nayining okulyari.



5-rasm

O'lchash vaqtida okulyarni R richag yordamida burib, vizir chizig'i yorug' va soya sohasi chegarasiga keltiriladi. Vizir chizig'iga to'g'ri kelgan sindirish ko'rsatkichining qiymati aniqlanadi.

Ishni bajarish tartibi

1. Lampochkaning yorug'lik nuri yoritish prizmasining darchasiga shunday yo'naltiriladiki, natijada okulyardagi ko'rish maydoni maksimal yoritilsin.
2. Yoritish prizmasini yuqori ko'tarib, pastki o'lchov prizmasiga 1-2 tomchi tekshirilayotgan suyuqlik tomizildi. Keyin yoritish prizmasi pastga tushiriladi.
3. Kompensator K moslama yordamida burab okulyarning ko'rish maydonidagi yorug' va soya soha orasidagi chegara bo'yalmagan holatga keltiriladi. (bunda dispersiya yo'qoladi).
4. Yorug'lik bilan soya soha orasidagi chegara vizir chizig'iga mos kelgan sindirish ko'rsatkichining qiymati yozib olinadi. Tajriba har bir suyuqlik uchun 3 marta takrorlanib, sindirish ko'rsatkichining o'rta qiymati hisoblanadi. Tekshirilayotgan yoki tajriba bajarilib bo'lgach, prizma yuzalari yumshoq latta bilan tozalanadi.
5. Tajribada bir necha suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichlari aniqlanadi.
6. O'lchash va hisoblash natijalari quyidagi jadvalga yoziladi.

№	1-suyuqlik		2-suyuqlik		3-suyuqlik	
	n	n_{ur}	n	n_{ur}	n	n_{ur}
1						
2						
3						

Sinov savollari

1. Yorug'likning sinish qonunini ta'riflang.
2. Sindirish ko'rsatkichi deb nima aytiladi. U nimaga bog'liq?
3. Qanday hodisaga dispersiya hodisasi deyiladi?
4. To'la ichki qaytish hodisasi deb nimaga aytiladi va u qay vaqtda kuzatiladi?
5. Abbe refraktometrning tuzilishini va ishlash usulini tushuntiring.
6. Ishni bajarish tartibini gapirib bering.

DIFRAKSION PANJARA YoRDAMIDA YoRUG`LIKNING TO`LQIN UZUNLIGINI ANIQLASH.

Ishning maqsadi: difraksiyon panjara yordamida monoxromatik yorug`likning to`lqin uzunligini aniqlash.

Kerakli buyumlar: Yorug`lik manbai, difraksiyon panjara, rangli filqtr, tirqishli ekran.

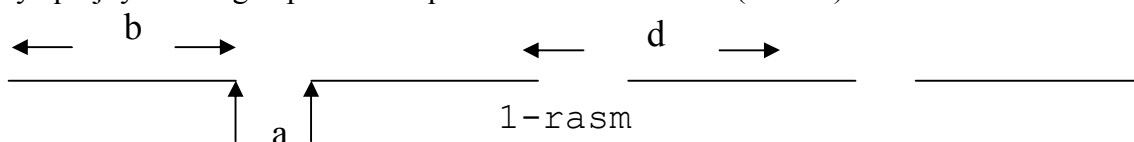
Nazariy qism

Yorug`likning to`lqin hususiyatini tasdiqlaydigan hodisalardan biri yorug`lik difraksiyasidir. Yorug`lik nurining to`g`ri chiziq bo`ylab tarqalish qonunining buzilib, kichik to`siqlardan (tirqishdan) o`tayotganda geometrik soya sohasiga otishi hodisasi yorug`lik difraksiyasi deyiladi.

Bu hodisa amalda kuzatilishi uchun nurning yo`liga qo`yilgan to`siqning (tirqishning) o`lchami d yorug`lik nurining to`lqin uzunligi λ ga yaqin, ya`ni $d \approx \lambda$ bo`lishi kerak.

Difraksiya hodisasini Gyuygens-Frenelq prinsipiga asosan tushuntirish mumkin. Bu prinsipga ko`ra to`lqin fronti yetib kelgan har bir nuqta ikkilamchi to`lqin manbaiga aylanib, o`zidan kogerent to`lqinlar tarqatadi. Chastotalari teng va fazalar farqi vaqt davomida o`zgarmas bo`lgan to`lqinlar kogerent to`lqinlar deyiladi. Gyuygens-Frenelq prinsipiga ko`ra fazoning ixtiyoriy nuqtasidagi yorug`likning intensivligi ikkilamchi manbalardan chiqib, shu nuqtaga yetib kelgan yorug`lik to`lqinlari interferensiyasining natijasidan iborat bo`ladi.

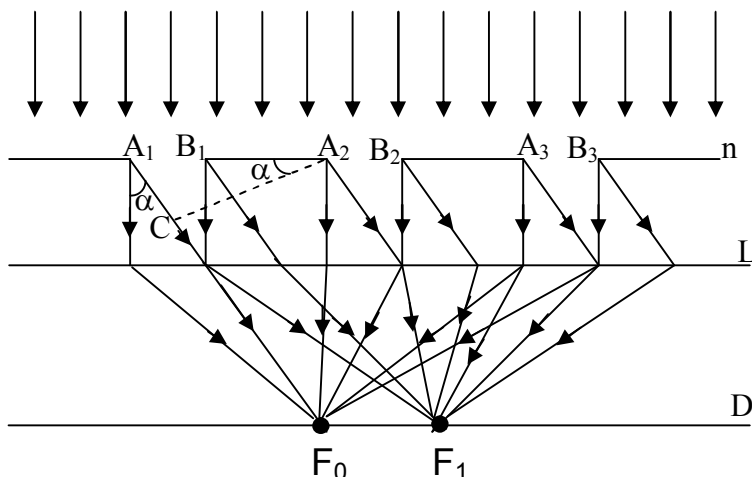
Bu ishda difraksiya hodisasi difraksiyon panjara yordamida kuzatiladi. Difraksiyon panjara bir-biriga yaqin joylashtirilgan parallel tirqishlar tizimidan iborat. (1-rasm).



Bunda a tirqishining, b esa to`siqning o`lchami.

Difraksiyon panjaraning kengligi $d=a+b$ ga esa difraksiyon panjaraning davri deyiladi. Oddiy difraksiyon panjara shisha plastinkaning yuziga o`tkir olmos bilan parallel chiziqlar chizish orqali hosil qilinadi. Yorug`lik uchun chiziqlar to`siq, chiziqlar orasi esa tirqish vazifasini bajaradi.

Faraz qilaylik, monoxromatik parallel nurlar dastasi difraksiyon panjaraga tik tushayotgan bo`lsin. (2-rasm).



2-rasm

Gyuygens-Frenelq prinsipiga ko`ra tirqishning har bir nuqtasi ikkilamchi yorug`lik manbalaridan iborat bo`lib, ulardan barcha yo`nalishlarda olsa qarab kogerent yorug`lik to`lqinlari tarqaladi. Agar bu nurlarning yo`liga L yig`uvchi linza qo`yilsa, uning fokal tekisligiga joylashtirilgan ekranda almashinib keluvchi yorug` va qorong`i sohalar hosil bo`ladi. Kuzatilgan manzaraning hosil bo`lish sababini tushuntirish uchun ikkilamchi manbadan chiqayotgan nurlarning ikkitasining yo`lini kuzatamiz. Ulardan biri dastlabki yo`nalishda, ikkinchisi esa unga nisbatan α burchak ostida yo`nalgan bo`lsin. Dastlabki yo`nalishdagi nurlar linzadan o`tgach ekranning F_0 nuqtasida yig`ilib, yorug` sohalarining nolinchisi maksimumini hosil qiladi. Bu nurlar orasidagi

fazalar farqi nolga teng bo'lganligi uchun ularning interferensiyasi yuz bermaydi, ular oddiy qo'shiladi xolos. Shuning uchun F_0 nuqta hamma vaqt yorug' bo'ladi (nolinchi maksimum).

Dastlabki yo'nalishga nisbatan α burchak ostida yo'nalgan nurlar esa F_1 nuqtada yig'ilib optik yo'llari ($L=nS$) farqiga qarab bir-birini kuchaytirishi yoki susaytirishi mumkin.

Agar difraksiyon panjara monoxromatik nur bilan yoritilsa, ekranda nolinchi maksimumning chap va o'ng tomonlarida ketma-ket almashinib keluvchi qorong'i va yorug' sohalar hosil bo'ladi.

Agar difraksiyon panjara oq nur bilan yoritilsa, ekranda ketma-ket keluvchi spektrlardan iborat sohalar hosil bo'ladi. Chunki oq nur yetti xil rangdagi nurlarning yig'indisidan iborat bo'lib, har xil rangdagi nurlar har xil burchakka og'adi.

Ekranning berilgan nuqtasidan maksimum yoki minimum yoritilganlik kuzatilishi bu nuqtaga har bir tirqishning mos nuqtalari A_1 va A_2 dan kelib tushayotgan nurlarning $A_1S=\Delta L$ optik yo'llar farqiga bog'liq bo'ladi. Interferensiya nazariyasiga asosan qo'shiluvchi to'lqinlar optik yo'llari farqi $\Delta L=A_1S$ butun marta olingan yorug'likning to'lqin uzunligiga teng bo'lgan nuqtalarda maksimum yoritilganlik kuzatiladi, ya'ni

$$\Delta L = \pm m\lambda \quad (1)$$

bu yerda $m=0,1,2,\dots$ butun sonlar difraksiyon maksimumning tartib raqami. Shuningdek optik yo'llar farqi toq marta olingan yorug'likning yarim to'lqin uzunligiga teng bo'lgan nurlar qo'shilgan nuqtalarda minimum yoritilganlik kuzatiladi, ya'ni

$$\Delta L = (2m + 1)\frac{\lambda}{2} \quad (2)$$

Uchburchak A_1SA_2 dan

$$\Delta L = A_1C = A_1A_2 \sin \alpha = d \sin \alpha$$

$$\Delta L = d \sin \alpha \quad (3)$$

ekanligi ko'rinib turibdi. Bu yerda d difraksiyon panjaraning davri. Tenglik (3)ni (1) va (2) ga qo'yib.

$$d \sin \alpha = m\lambda \quad (4)$$

$$d \sin \alpha = (2m + 1)\frac{\lambda}{2} \quad (5)$$

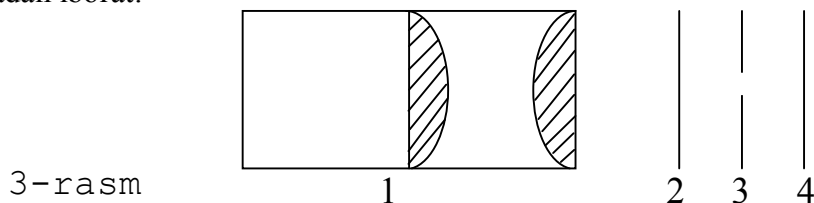
ni hosil qilamiz, yoki (4) dan

$$\lambda = \frac{d \sin \alpha}{m} \quad (6)$$

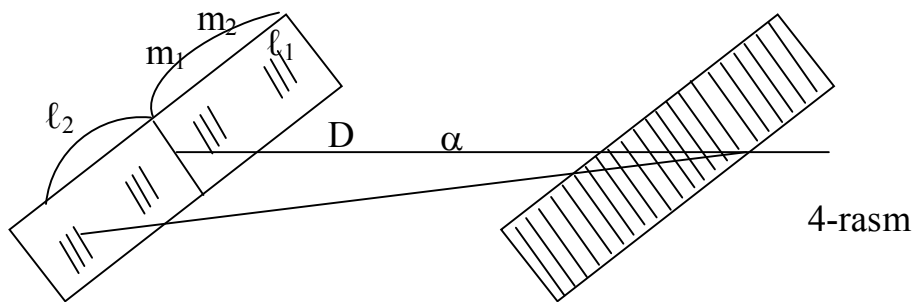
(4) va (5) tengliklar difraksiyon panjaradan o'tgan nurlar interferensiyasining maksimum va minimum shartini ifodalaydi. Bu tenglikdan foydalanib, α -ni tajribada o'lchab yorug'likning to'lqin uzunligini topish mumkin. Biz yuqorida ikkita tirqish uchun yuritilgan mulohaza bir nechta tirqishli difraksiyon panjara uchun ham to'g'ridir. Ammo tirqishlar soni oshib borishi bilan difraksiyon maksimumlarini ham intensivligi oshib boradi.

Ish qurilmasining tuzilishi.

Bu ishda difraksiya hodisasi optik taglikka mahkamlangan quyidagi qurilmada kuzatiladi (3-rasm). Bu rasmda 1-yorug'lik manbai, 2-rangli filtr, 3-tirkish va shkalali ekran, 4-difraksiyon panjaradan iborat.



Agar difraksiyon panjara orqali oq yoki monoxromatik nur chiqayotgan tirqishga qaralsa, ekranda difraksiyon maksimumlar kuzatiladi. (4-rasm).



Bu yerda D ekrandan difraksiya panjaragacha bo'lgan masofa ℓ_1 va ℓ_2 lar esa tirqishdan biror tartibli maksimumlargacha bo'lgan masofalar. Shakldan $\text{tg}\alpha = \ell/D$ ekanligi ko'rinib turibdi. Tajriba shartiga ko'ra α juda kichik bo'lganligi uchun ($D \gg \ell$) $\text{tg}\alpha \approx \sin\alpha$; $\sin\alpha = \ell/D$ (7) deb yozish mumkin.

Nihoyat, (7) tenglikni (5) ga qo'ysak, to'lqin uzunligini hisoblash uchun

$$\lambda = \frac{d\ell}{mD} \quad (8)$$

formulani hosil qilamiz.

Ishni bajarish tartibi

1. Difraksiya panjara tirqishli ekrandan 50-60 sm uzoqlikda optik taglikka o'rnatiladi.
2. Yorug'lik manbaini toka ulab, difraksiya panjara orqali difraksiya manzara kuzatiladi.
3. Yorug'lik manbai oldiga filtrlardan biri o'rnatilib, shakladan difraksiya maksimumlarning tirqishdan ℓ_1 va ℓ_2 uzoqliklari o'lchanadi. Uning $\ell_{yp} = \frac{\ell_1 + \ell_2}{2}$ o'rtacha qiymati hisoblanadi.
4. $\ell_{o'r}$ ning qiymatini (8)- nchi tenglikka qo'yib, to'lqin uzunligi hisoblanadi.
5. O'lchashlar har bir filtrda 1 va 2 – nchi maksimumlar uchun bajariladi.

O'lchash va hisoblash natijalari quyidagi jadvalga yozilib, har bir rangdagi nurning o'rtacha to'lqin uzunligi va o'lchash hatoliklari hisoblanadi.

No	Nurning rangi	D (m)	m	ℓ_1 (m)	ℓ_2 (m)	$\ell_{o'r}$ (m)	λ (m)	$\lambda_{o'r}$ (m)	$\Delta\lambda$
	Binafsha								

Sinov savollari

1. Yorug'likning to'lqin uzunligi deb nimaga aytiladi?
2. Yorug'likning to'lqin uzunligi bilan tarqalish tezligi orasida qanday bog'lanish bor?
3. Yorug'lik to'lqinni chizib ko'rsating?
4. Difraksiya hodisasi deb nimaga aytiladi? Qanday shart bajarilganda yorug'lik difraksiyasini kuzatish mumkin?
5. Difraksiya panjara qanday tuzilgan va unda difraksiya qanday hosil bo'ladi?
6. Interferensiya maksimum va minimum shartlarini ta'riflang.
7. Ish formulasini keltirib chiqaring.

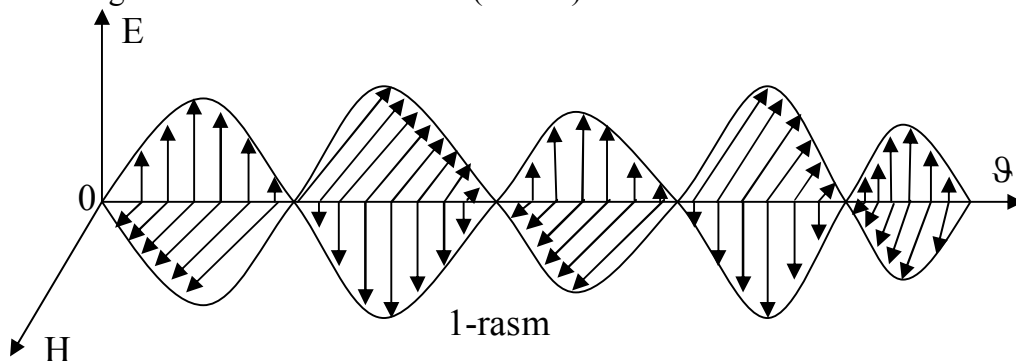
53-ISH
QUTBLANGAN NURLARNING XOSSALARINI O'RGANISH
Malyus qonunini tekshirish.

Ishning maqsadi: Malyus qonunini fotoelement yordamida tekshirish.

Kerakli asboblari: Yorug'lik manbai, polarizator va analizator, fotoelement, galvanometr.

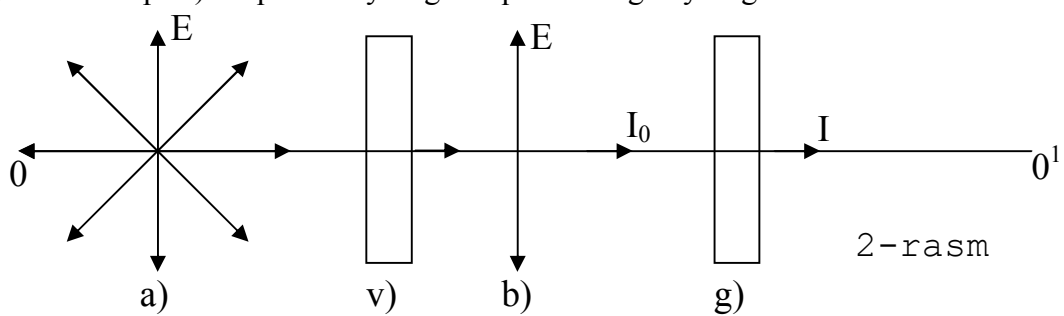
Nazariy qism

Maksvellning elektromagnit to'lqin nazariyasiga ko'ra yorug'lik ko'ndalang elektromagnit to'lqinlardan iborat. Chunki elektromagnit to'lqindagi elektr va magnit maydon kuchlanganligi vektorlari o'zaro tik bo'lib, bir vaqtning o'zida fazoning har bir nuqtasida to'lqinning tarqalish tezligiga tik bo'lgan tekisliklarda tebranadi (1-rasm).



Yorug'likning asosiy xossalarini E vektorining tebranishlari hosil qilganligi uchun yorug'lik to'lqinining tebranish tekisligi deganda elektr vektorining tebranish tekisligi tushuniladi.

Elektr maydon kuchlanganligi vektori bir vaqtning o'zida har xil tekisliklarda tebranadigan nur qutblanmagan yoki tabiiy nur deyiladi. (2a-rasm). Tabiiy va sun'iy manbalardan (quyosh, olov va cho'g'lanish lampasi) tarqaluvchi yorug'lik qutblanmagan yorug'likdir.



Elektr maydon kuchlanganligi vektori aniq bir tekislikda tebranadigan yorug'lik nuri qutblangan nur deyiladi (2b-rasm). Qutblangan nurda elektr vektori tebranayotgan tekislikka tik bo'lgan tekislik qutblanish tekisligi deyiladi. Agar tabiiy nurni ba'zi anizotron (fizikaviy hossalari har xil yo'nalishlarda har xil jismlardan kvars, ilandiya shpati va boshqalar) o'tkatsak elektr vektori aniq bir tekislikda tebranadigan ya'ni qutblangan nur hosil bo'ladi.

Tabiiy nurni qutblantirib beruvchi asbob (2v-rasm) polarizator deyiladi. Agar polarizatorni 00^1 o'q atrofida aylantirsak, undan o'tayotgan yorug'likning intensivligi o'zgarmaydi. Endi polarizatoridan chiqayotgan qutblangan nurni boshqa polarizatorga (2g-rasm) tushiraylik. Bu polarizatorni 00^1 o'q atrofida aylantirsak, undan chiqayotgan yorug'lik intensivligining o'zgarishini ko'ramiz. Ikkala ikkinchi polarizatoridan chiqayotgan yorug'likning intensivligi unga tushayotgan yorug'likning intensivligiga teng bo'ladi. Ikkinchi polarizator yordamida unga tushayotgan yorug'likning qutblangan yoki qutblanmaganligi aniqlash, ya'ni nurni analiz qilish mumkin bo'lganligi uchun u analizator deyiladi. Analizator ham polarizatorning o'zginasidan iborat bo'lganligi uchun ularni o'rnini almashtirish mumkin.

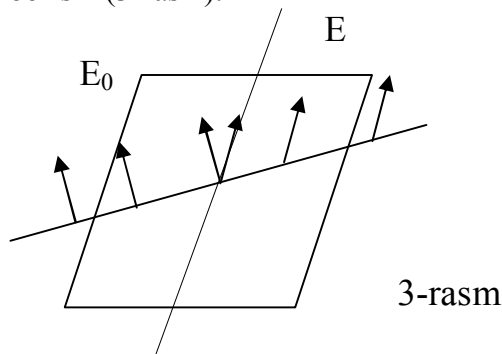
1811 yili fransuz fizigi Malyus yorug'likning qutblanish hodisasini tajribada tekshirib quyidagi qonunni topgan.

Analizatoridan chiqayotgan yorug'likning intensivligi (I) unga tushayotgan yorug'likning intensivligi (I_0) bilan polyarizator va analizator qutblanish tekisliklari orasidagi burchak (φ) kosinusi kvadratining ko'payitmasiga teng.

$$I = I_0 \cos^2 \varphi \quad (1)$$

Bu hulosa Malyus qonuni deb yuritiladi. Malyus qonuni quyidagicha keltirib chiqariladi.

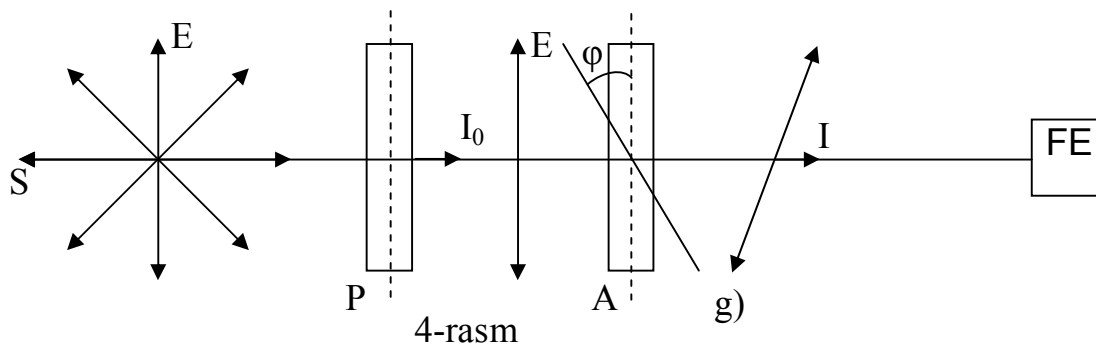
Intensivligi I_0 va tebranish amplitudasi Ye_0 bo'lgan qutblangan nur analizatorga tushayotgan bo'lsin (3-rasm).



Tebranishlarning amplitudasi $Ye = Ye \cos \varphi$ (2) ga teng bo'lgan tashkil etuvchisi analizatoridan o'tadi. Bu yerda φ analizator bilan polyarizator qutblanish tekisliklari orasidagi burchak. Tenglik (2) ning ikkala tomonini kvadratiga ko'tarib $I = Ye^2$ ekanligini hisobga olsak $I = I_0 \cos^2 \varphi$ ya'ni Malyus qonuni kelib chiqadi.

Ish qurilmasini tuzilishi.

Malyus qonunini tekshiradigan ish qurilmasida asboblarning quyidagi tartibda joylashgan (4-rasm).



Bu yerda S-tabiyy yorug'lik manbai, R-polyarizator, A- analizator, FE-yorug'lik oqimini tokka aylantirib beruvchi fotoelement.

Fotoelementning qiymatini (i) yorug'likning (I) intensivligiga to'g'ri proporsional bo'lganligi uchun $I = n$ bo'ladi. Bu yerda n -galvanometr strelkasining ko'rsatishi. Shuning uchun Malyus qonunini

$$n = n_0 \cos^2 \varphi$$

ko'rinishda yozish mumkin.

Ishni bajarish tartibi.

1. Yoritish lampasi tok manbaiga ulanadi.
2. Analizatorni burib analizator va polyarizator qutblanish tekisliklari orasidagi burchak 0° ga keltiriladi va fototokning n_0 maksimal qiymati yozib olinadi.
3. Analizatorni burib, 10° dan keyingi ($10^\circ, 20^\circ, 90^\circ$) holatlariga mos keluvchi fototokning n qiymatlari yozib boriladi.
4. Har bir burchak uchun $\cos^2 \varphi$ jadvaldan foydalanib hisoblanadi.
5. Hisoblash va o'lchash natijalari quyidagi jadvalga yozilib, n ning $\cos^2 \varphi$ ga bog'lanish grafigi chiziladi.

φ	$\cos \varphi$	$\cos^2 \varphi$	n_0	n	n/n_0
0°					
10°					
.					
90°					

Sinov savollari.

1. Tabiiy va qutblangan nur deb qanday nurlarga aytiladi?
2. Qutblangan nurlar qanday hosil bo'ladi?
3. Analizator va polyarizatorning vazifalari nimadan iborat?
4. Malyus qonunini ta'riflang?
5. Ish qurilmasi qanday tuzilgan?
6. Ishni bajarish tartibini tushuntirib bering?
7. Fotoelementning vazifasi nimadan iborat?

54-ISH

SUYUQLIKNING YORUG'LIKNI INTEGRAL YUTISH KOEFFITSIYENTINI ANIQLASH.

Ishning maqsadi: Fotoelement yordamida rangli suyuqlikning yorug'likni integral yutish koeffitsiyentini aniqlashdan iborat.

Kerakli buyumlar: yoritgich, silindrik shisha idish, fotoelement, milliampermetr.

Nazariy qism

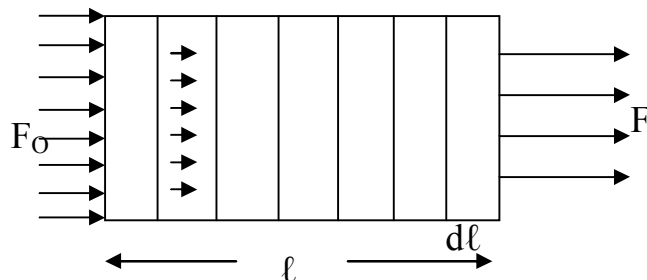
Shaffof muhitga yorug'lik tushganda yorug'lik energiyasining muhit sirtidan qaytish va muhit ichida yutilish hodisalari kuzatiladi. Muhitdan o'tayotgan yorug'lik energiyasining bir qismi boshqa tur energiyalarga aylanishi tufayli yorug'lik intensivligining kamayishi hodisasi yorug'likning yutilishi deyiladi.

Muhitdan o'tayotgan yorug'lik asosan quyidagi sabablarga ko'ra yutiladi.

1. Tushayotgan yorug'likning o'zgaruvchan elektromagnit maydoni ta'sirida muhit atomlari tarkibidagi elektronlar majburiy tebranma harakatga keladi. Natijada yorug'lik energiyasining bir qismi elektronlarning majburiy tebranma harakat energiyasiga aylanadi. Bu elektronlar ham o'z navbatida hamma tomonga ikkilamchi elektromagnit to'lqinlar tarqatadi. Ikkilamchi to'lqinlar energiyasining bir (muhitga tushayotgan yorug'lik to'lqini yo'nalishda tarqatilayotgan qismi) qismi tushayotgan yorug'lik energiyasiga qo'shiladi. Qolgan qismi esa yon tomonlarga sochilib, yorug'likning muhitda yutilishini hosil qiladi.

2. Tushayotgan yorug'likning bir qismi muhit atomlarni harakatga keltirib, moddaning ichki ya'ni issiqlik energiyasiga ham aylanadi. Natijada yorug'lik o'tkazayotgan jism qiziydi.

Muhitdan o'tayotgan yorug'lik intensivligi kamayishi ya'ni yorug'likning yutilish qonunini aniqlaylik. Buning uchun ℓ qalinlikdagi Biron muhitga monoxromatik yorug'lik oqimi F_0 tik tushayapti deb faraz qilaylik. Muhit qalinligini dx qalinlikdagi qatlamchalarga ajratib chiqamiz. (1-rasm).



1-rasm

Ixtiyoriy $d\ell$ qalinlikka ega bo'lgan muhitda yorug'lik oqimining susayishi df tushayotgan yorug'likning oqimi f ga va qatlam qalinligi $d\ell$ ga to'g'ri proporsional bo'lib, suyuqlikning turiga, yorug'likning to'lqin uzunligiga ham bog'liq bo'ladi, ya'ni

$$df = -mfd\ell \quad (1)$$

$$m = \frac{df}{fd\ell} \quad (2)$$

Bu yerda m muhitning turiga va yorug'likning to'lqin uzunligiga bog'liq bo'lgan proporsional koeffitsiyenti bo'lib, suyuqlikning yorug'likni yutish koeffitsiyenti deyiladi. Tenglik (2) dan yutish koeffitsiyentning quyidagi ta'rifi kelib chiqadi. Qalinligi bir birlikka teng bo'lgan

muhitdan o'tgan yorug'lik oqimining nisbiy kamayishiga son jihatdan teng bo'lgan kattalik yutish ko'effitsiyenti deyiladi. Yutish ko'effitsiyenti SI birliklar tizimida m^{-1} da o'lchanadi.

Tenglama (1) ning ikkala tomonini F_λ ga bo'lib, shaklda ko'rsatilgan chegaralar bo'yicha integrallaymiz.

$$\int_0^1 \frac{dF}{F} = -m \int_0^\ell d\ell \quad \ln \frac{F_1}{F_0} = -m\ell \quad (3)$$

Bu ifodani potensirlasak $F_1 = F_0 \text{ye}^{-m\ell}$ (4) kelib chiqadi
Bu yerda $e=2,71$ natural logarifm asosi.

(4) Buger qonunini ifoda etadi, ya'ni muhitning qalinligi ortishi bilan undan o'tayotgan yorug'likning oqimi (intensivligi) eksponensial qonun bo'yicha kamayadi. Tajriba asosida ℓ , F_1 va F_0 larni o'lchab, tenglik (3) dan muhitning yorug'likni yutish ko'effitsiyenti m_λ ni aniqlash mumkin. Hisoblarni soddalashtirish uchun natural logarifmdan o'nli logarifmga o'tamiz. Buning uchun Buger qonunini

$$F_i = F_0 10^{-k\ell} \quad (5)$$

ko'rinishda yozamiz. Bu yerda K_λ ham muhitning yutish hususiyatini harakterlovchi kattalik bo'lib, u m_λ bilan quyidagicha bog'langan.

$$10^{-k\ell} = e^{-m\ell} \quad (6)$$

tonglik (6) ni logarifmlab $K = m \lg e = 0,4343 m$ (7)

ni hosil qilamiz. Bundan $m = (K/0,4343)$ (8)

Bu ishda suyuqlikning integral yutish ko'effitsiyenti, ya'ni oq yorug'likni yutish ko'effitsiyenti aniqlanadi. Oq yorug'lik yetti xil rangdagi (7 xil to'lqin uzunlikdagi) nurlarning yig'indisidan iborat.

Yutish ko'effitsiyentini aniqlash uchun suyuqlik silindrik shisha idishga qo'yiladi. Yorug'lik idishdagi suyuqlikdan o'tayotganda u suyuqlikda yutilishi bilan bir qatorda, suyuqlik sirtidan qaytish, idish tubidan qaytish va yutilishi hodisalari kuzatiladi. Bu jarayonlarni ham hisobga olib, Buger qonunini

$$F_i = F_0 10^{-(k\ell + \gamma)} \quad (9)$$

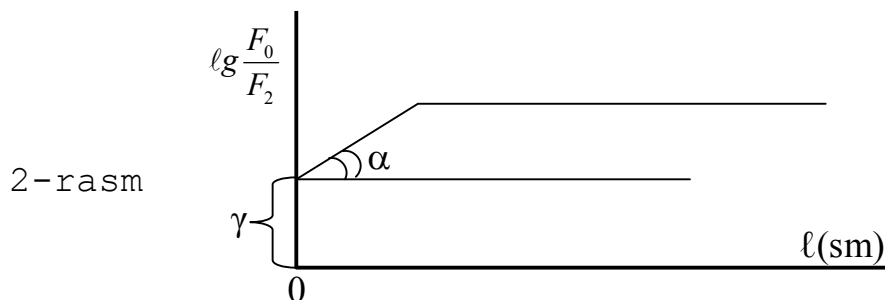
ko'rinishida yozamiz.

Bu yerda γ yuqoridagi jarayonlarni hisobga oluvchi va suyuqlikning qalinligiga bog'liq bo'lmagan ko'effitsiyent. Demak, yutish ko'effitsiyentini aniq o'lchash uchun γ ni o'lchash kerak. Buning uchun (9) tenglamaning logarifmik grafigidan foydalaniladi. Tenglik (9) ni

$$\frac{F_0}{F_i} = 10^{(k\ell + \gamma)} \quad (9)$$

Ko'rinishida yozib logarifmlaymiz $\lg \frac{F_0}{F_i} = K\ell + \gamma$ (10)

Bu ordinatga o'qidan γ ga teng kesma kesuvchi to'g'ri chiziqning tenglamasidir (2-rasm). Hosil bo'lgan to'g'ri chiziqning burchak ko'effitsiyenti esa K_λ ga teng bo'ladi, ya'ni



$$K = \text{tg} \alpha = \frac{\lg \frac{F_0}{F_2} - \lg \frac{F_0}{F_1}}{\ell_2 - \ell_1} \quad (11)$$

Tenglik (8) ni e'tiborga olsak, yutish koeffitsiyenti hisoblash uchun

$$m = \frac{\lg \frac{F_0}{F_2} - \lg \frac{F_0}{F_1}}{0,4343 (\ell_2 - \ell_1)} \quad (12)$$

formulani hosil qilamiz.

Bu ishda yorug'lik oqimlari fotoelement yordamida o'lchanadi. Stoletov qonuniga ko'ra to'yinish fototoki fotoelementga tushayotgan yorug'likning oqimga to'g'ri proporsionaldir.

$$I = cF \quad (13)$$

Bu yerda s fotoelement sezgirligi. Fototokni o'lchayotgan milliampermetr bo'limining qiymati I ga teng bo'lsa.

$$I = in \quad (14) \quad \text{bo'ladi.}$$

Bu yerda n tok o'tayotgan milliampermetr strelkasining ko'rsatishi. Bu tengliklarni hisobga olib, (12) chi tenglikdagi oqimlari nisbatini galvanometr strelkasi ko'rsatgan bo'limlari soni nisbati bilan almashtirish mumkin.

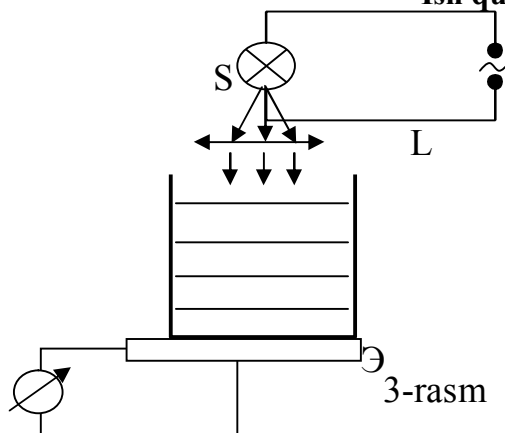
$$\frac{F_0}{F_1} = \frac{n_0}{n_1} \quad (15)$$

Tenglik (15) ni (12) ga qo'yib yutilish koeffitsiyenti hisoblash uchun

$$m = \frac{\lg \frac{n_0}{n_2} - \lg \frac{n_0}{n_1}}{0,4343 (\ell_2 - \ell_1)} \quad (16)$$

formulani hosil qilamiz.

Ish qurilmasining tuzilishi.



S lampaning va L linza yordamida parallel nurlar oqimi silindrik idishdagi suyuqlikka tushadi. Idish tagiga milliampermetr ulangan fotoelement E joylashtirilgan (3-rasm). Fotoelement suyuqlikdan o'tgan yorug'lik oqimini o'lchaydi.

Ishning bajarish tartibi.

1. Yoritish lampasini tok manbaiga ulab, undan chiqayotgan nurlar suyuqlikdan o'tib, fotoelementni bir tekis yoritadigan xolatga keltiriladi.
2. Diafragma yordamida suyuqliksiz idishdan o'tayotgan yorug'lik oqimi shunday tanlab olinadiki, milliampermetr strelkasi shkaladan tashqariga chiqib ketmasin. Strelkaning n_0 ko'rsatishi yozib olinadi.
3. Idishga 1 sm qalinlikda suyuqlik qo'yib, fotoelement ustiga o'rnatiladi va milliampermetrning n_1 ko'rsatishi yozib olinadi.
4. Idishga 2,3,4 sm qalinlikda suyuqliklar qo'yib, keluvchi milliampermetrning $n_1 n_2$ ko'rsatishlari yoziladi.
5. O'lchash natijalari asosida $\lg \frac{n_0}{n} = f(\ell)$ funksiyaning grafigi chiziladi.
6. Tenglik (16) dan foydalanib, suyuqlikning yorug'likni yutish koeffitsiyenti m_x hisoblanadi.
7. O'lchash va hisoblash natijalari quyidagi jadvalga yoziladi.

№	n_0	l_{cm}	n	n_0/n	m_λ	$m_{\lambda_0 r}$

Sinov savollari.

1. Moddalarning yorug`lik yutish sababini tushuntiring.
2. Yutish koeffitsiyenti deb nimaga aytiladi va u nimalarga bog`liq? Yutish koeffitsiyenti qanday birlikda o`lchanadi?
3. Yutish koeffitsiyenti hisoblash formulasini yozing?
4. Buger qonunini keltirib chiqaring va ta`riflang.
5. Ish qurilmasini chizib, fotoelementning vazifasini tushuntiring.
6. Ishni bajarish tartibini gapirib bering.

55-ISH.

CHO`G`LANMA LAMPANING YORUG`LIK KUCHINI ANIQLASH

Ishning maqsadi: fotoelement yordamida cho`g`lanma lampaning yorug`lik kuchini aniqlashdan iborat.

Kerakli buyumlar: tok manbai, cho`g`lanma lampalar, fotoelement.

Nazariy qism

Nuqtaviy yorug`lik manбайдan bir birlik vaqt ichida tarqalayotgan yorug`lik energiyasiga teng bo`lgan kattalik yorug`lik oqimi deyiladi. Agar yorug`lik manбайдan t vaqt ichida W yorug`lik energiyasi tarqalgan bo`lsa, ta`rifga ko`ra bu manba tarqatgan yorug`likning oqimi

$$F = W/t \quad (1) \quad \text{ga teng bo`ladi.}$$

Har qanday yorug`lik manbai yorug`lik kuchi deb ataluvchi fizikaviy kattalik bilan harakterlanadi.

Yorug`lik manбайдan bir birlik fazoviy burchak yo`nalishida tarqalayotgan yorug`lik oqimiga teng bo`lgan kattalik yorug`lik kuchi (I) deyiladi. Agar dW fazoviy burchak yo`nalishida manбайдan dW yorug`lik oqimi tarqatilyotgan bo`lsa, bu manbaning yorug`lik kuchi ta`rifga ko`ra quyidagiga teng bo`ladi.

$$I = dF/dW \quad (2)$$

SI birliklar tizimida yorug`lik kuchi asosiy kattalik bo`lib, kandelada (kd) o`lchanadi. $540 \cdot 10^{12}$ Gs chastotali monoxromatik nurlanish tarqatayotgan va energetik yorug`lik kuchi berilgan yo`nalishda $1/683$ Vt/str teng bo`lgan manbaning yorug`lik kuchi 1 kandela deb qabul qilingan. kandela maxsus tayyorlangan etalon lampaning yorug`lik kuchidir. Tenglik (2) ga asosan yorug`lik manbai tarqatayotgan to`liq yorug`lik oqimi quyidagiga teng bo`ladi.

$$F = \int_0^{4\pi} dF = \int_0^{4\pi} IdW = 4\pi I; F = 4\pi I \quad (3)$$

SI da yorug`lik oqimi lyumenda (lm) o`lchanadi. Tenglik (2) dan $1lm = 1kd \cdot 1$ str ekanligi kelib chiqadi. Ya`ni yorug`lik kuchi 1 kd ga teng bo`lgan manбайдan 1 steradian (1 str) fazoviy burchak yo`nalishida tarqalayotgan yorug`lik oqimi 1 lm ga teng.

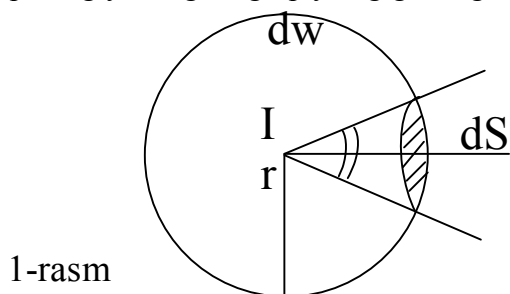
Yorug`lik manбайдan bir birlik yuzaga tik tushayotgan yorug`lik oqimiga son jihatidan teng bo`lgan kattalik yoritilganlik (E) deyiladi. Bu ta`rifga ko`ra dS yuzaga dF yorug`lik oqimi tik tushayotgan bo`lsa, bu yuzaning yoritilganligi quyidagiga teng.

$$E = \frac{dF}{ds} \quad (4)$$

SI da yoritilganlik lyuksda (lk) o`lchanadi. 1 lm yorug`lik oqimi tik tushayotgan $1m^2$ yuzaning yoritilganligi 1lk ga teng bo`ladi, ya`ni

$$l/k = \frac{lm}{lm^2}$$

Formulalar (3) va (4) dan foydalanib, nuqtaviy yorug'lik manbaidan r masofa uzoqlikdagi nuqtaning yoritilganligi quyidagiga teng bo'ladi (1-rasm).



1-rasm

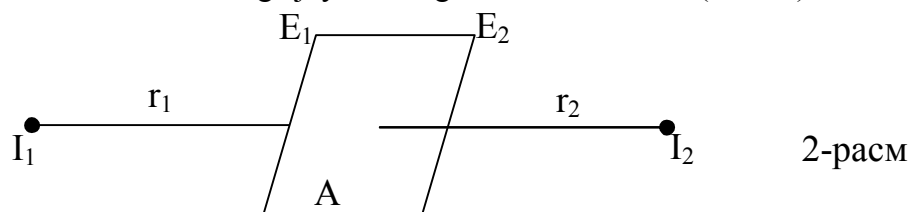
$$E = \frac{F}{S} = \frac{4\pi I}{4\pi r^2} \quad (5)$$

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

Bu tenglikdan foydalanib, E va r ni tajribada o'lchab, manbaning yorug'lik kuchini topish mumkin.

Ish qurilmasining tuzilishi

Manbalarning biron yuzada hosil qilgan yoritilganliklarini taqqoslaydigan asbob fotometr deyiladi. Eng oddiy fotometr yopiq quti ichida optik taglikka mahkamlangan etalon va tekshirilayotgan lampalar hamda ular orasiga joylashtirilgan ekrandan iborat (2-rasm)



2-pasm

Bu ikki lampa orasiga A ekran shunday joylashtiriladiki, natijada uning ikkala tomonida hosil bo'lgan yoritilganliklari o'zaro teng bo'lsin, ya'ni

$$E_1 = E_2 \quad (6)$$

Agar manbalarning ekrandan uzoqligi mos ravishda r_1 va r_2 ga teng bo'lsa,

$$E_1 = \frac{I_1}{r_1^2} \quad \text{va} \quad E_2 = \frac{I_2}{r_2^2} \quad (7)$$

bo'ladi.

Tenglik (7) ni (6) ga qo'yib, I_x uchun

$$I_x = I_1 \frac{r_2^2}{r_1^2} \quad (8) \text{ ni}$$

hosil qilamiz.

Bu ishda A ekran o'rniga fotoelement o'rnatilgan. Yorug'lik nuri manbadan fotoelementga tushganda fototok hosil bo'ladi. Manbalardan fotoelementga kelib tushayotgan yorug'lik oqimlari teng bo'lganda, hosil bo'ladigan fototoklar ham teng bo'ladi. U vaqtda fotoelementda ikkala manbaning hosil qilgan yoritilganliklari ham o'zaro teng bo'ladi.

Ishni bajarish tartibi

1. Fotoelement yorug'lik kuchi (I_1) ma'lum bo'lgan manbaga qaratilib, undan $r_1=20$ sm uzoqlikda joylashtiriladi.
2. Manba (lampa) yoqilib, hosil bo'lgan fototokning kuchi (i) yozib olinadi.
3. Fotoelement yorug'lik kuchi noma'lum bo'lgan lampaga qaratiladi. Lampa yoqiladi va fotoelementni siljitib, fototok i ga keltiriladi. Fotoelementning ikkinchi lampadan r_2 uzoqligi yozib olinadi.
4. Tajriba $r_1=30$ sm, 40 sm masofalarda qaytariladi.
5. Olingan natijalarni (8) ga qo'yib I_x hisoblanadi.
6. O'lchash va hisoblash natijalari quyidagi jadvalga yoziladi.

№	I_1	r_1	i	r_2	I_x	$I_{xo'r}$
1						
2						
3						

Sinov savollari.

1. Yorug'lik oqimi, kuchi va yoritilganlik deb nimaga aytiladi?
2. Yorug'lik oqimi, kuchi va yoritilganliklar qanday birlikda o'lchanadi?
Bu birliklarni ta'riflang.
3. Ish formulasini keltirib chiqaring.
4. Fotometrning tuzilishini va fotoelementning vazifasini tushuntiring.
5. Ishni bajarish tartibini gapirib bering.

56-ISH

YaRIMO'TKAZGICHLI DIODLARNING VOLT-AMPER XARAKTERISTIKASINI O'RGANISH

Ishning maqsadi: Yarimo'tkazgichli diodlarning volt-amper xarakteristikasini o'rganish.

Kerakli asbob va buyumlar: Yarimo'tkazgichli diodlar, tok manbai, kalit, ampermetr, voltmetr, reostatlar.

Nazariy qism

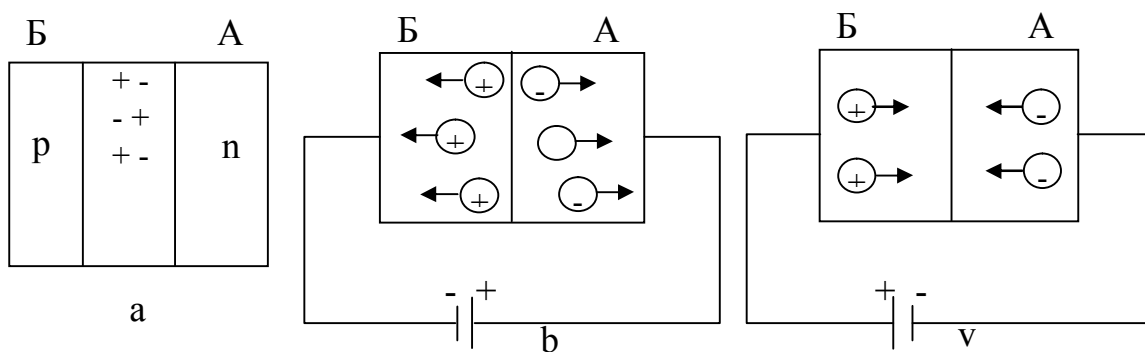
Elektr o'tkazuvchanligiga bog'liq ravishda jismlar uch sinfga bo'linadi: O'tkazgichlar, yarimo'tkazgichlar, dielektriklar.

Solishtirma qarshiligi 10^{-12} Om·m dan 10^6 Om·m gacha bo'lgan moddalar yarimo'tkazgichlar deyiladi. Yarimo'tkazgichlarning eng asosiy xossasi, ularning elektr o'tkazuvchanligining har xil tashqi ta'sirlar-harorat, yorug'lik rentgen nurlanishi va chet aralashmalar ta'sirida keskin o'zgarishidir.

Yarimo'tkazgichli asboblarda avtomatika, elektrotexnika, radiotexnika, telemexanika va energetika kabi fanning boshqa sohalarida keng qo'llanilmoqda.

Ma'lumki, yarimo'tkazgichlarda ikkita turlicha o'tkazuvchanlik- elektron va teshik elektr o'tkazuvchanlik jarayoni bo'lishi mumkin. Agar yarimo'tkazgichda elektronlar konsentratsiyasi teshiklar konsentratsiyasidan kata bo'lsa, u holda bunday yarimo'tkazgich n-tip yarimo'tkazgich deyiladi. Agar teshiklar konsentratsiyasi ortiq bo'lsa, bunday yarimo'tkazgichni p-tip yarimo'tkazgich deyiladi.

n- va p- o'tkazuvchanlik xossalariga ega bo'lgan yarimo'tkazgichlarni kontaktlashtirgandan keyin tok manbaiga ulashda yuz beradigan hodisalarni ko'rib chiqamiz. n- va p- o'tkazuvchanlik xossalariga ega bo'lgan yarimo'tkazgichlar kontaklashganda bir-biriga tegib turuvchi qismida texnik hamda elektronlardan iborat yupqa qatlam hosil bo'ladi. Bu qatlam p-n yoki n-p o'tish deyiladi. (1a-rasm).



1-rasm

Hosil bo'lgan qatlamning A tomonidan musbat qutbini va B tomonga manbaning manfiy qutbini ulasak A va B tomonlardagi zaryad tashuvchilar qarama-qarshi tomonlarga harakatlanadi.

Natijada p-n qatlam ya'ni to'siqning qarshiligi juda katta bo'lib undan o'tuvchi teskari tok juda kichik bo'lgani sababli uni ko'pincha e'tiborga olinmaydi. (1 b-rasm)

Agar tok manbai qutblarining o'rinlari almashtirilsa, u vaqtda A, B tomonlardagi zaryad tashuvchilar bir-barlari tomon harakatlanib to'g'ri tok, to'siqda elektr o'tkazuvchanlik jarayon bo'ladi. (1 v-rasm).

Kuchlanish bilan diod orqali o'tuvchi tok kuchi orasidagi bog'lanish Om qonuniga bo'ysunmay o'ziga xos egri chiziqni ifodalaydi. Diod uchun xarakterli bo'lgan bu bog'lanish diodning volt-ampere xarakteristikasi deb ataladi. Bu xarakteristika egri chiziq bir tomondan o'tkazgich materialiga, ikkinchi tomondan u qanday xaroratda olinganligiga bog'liq.

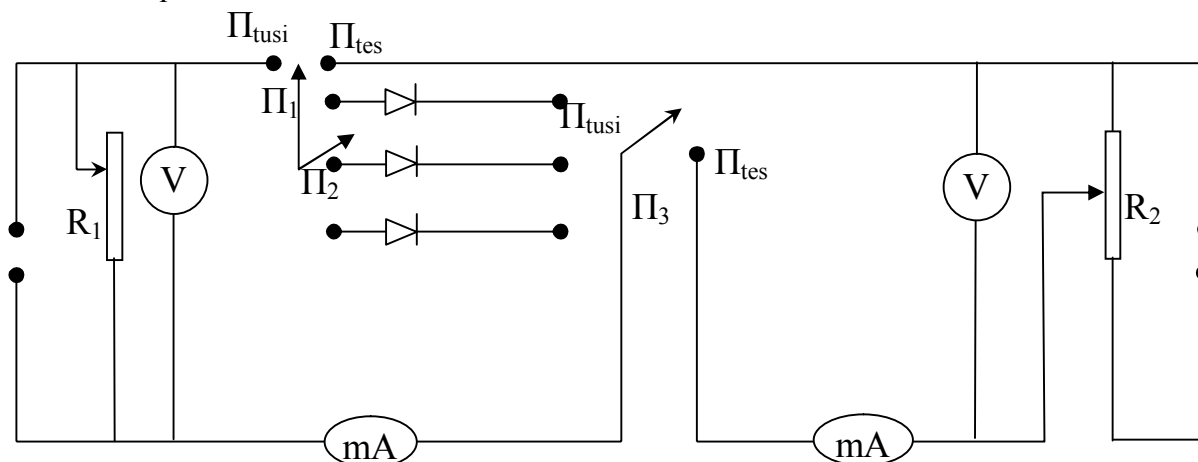
Bir xil kuchlanishga mos keluvchi to'g'ri tokning teskari toka nisbati diodning to'g'rilash koeffitsiyenti deyiladi.

$$\alpha = \frac{I_{to'g'}}{I_{tes}}$$

Diodning volt-ampere xarakteristikasi uning qanday olinishiga qarab statik, dinamik xarakteristik egri chiziqlarga bo'linadi. Agar xarakteristika o'zgarmas tok manбайдan foydalanilgan holda $I=f(U)$ bog'lanish olinsa, statik xarakteristika deb, o'zgaruvchan tok manбайдan foydalanilgan holda tok va kuchlanish orasidagi bog'lanish grafigidan olinsa, dinamik xarakteristika deb ataladi.

ASBOBNING TUZILISHI VA ISHNI BAJARISH TARTIBI

Yarimo'tkazgichli to'g'rilagich, ya'ni diodning volt-ampere xarakteristikasi quyidagi sxema yordamida aniqlanadi.



1. Tok manbai potentsiometr R_1 klemmalariga ulanadi.
2. Tumbler P_2 diodlardan birortasiga ulanadi.
3. Tumblerlar P_1 va P_2 $P_{to's}$ ga holatga qo'yiladi.
4. Potentsiometr R_1 orqali kuchlanishni 0 dan 1,2 voltgacha har 0,1 volt oralitsida o'zgartiriladi va shu kuchlanishga mos bo'lgan tok qiymati yozib olinadi.
5. Tumbler P_1 va P_3 P_{tes} holatga qo'yiladi.
6. Potentsiometr R_2 orqali kuchlanishni 0 dan 200 voltgacha o'zgartirib har 50 voltda kuchlanish va kuchlanishga mos kelgan tokning qiymati yozib olinadi.
7. O'lchashdan olingan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi.

	To'g'ri tok		Teskari tok	
	$U_1(B)$	$I_1(A)$	$U_2(B)$	$I_2(A)$

Sinov savollari

1. Elektr o'tkazuvchanligiga qarab jismlar necha turga bo'linadi?
2. Yarimo'tkazgichni elektr o'tkazuvchanligini qanday usullar bilan o'zgartirish mumkin?

3. n va p tipdagi o'tkazuvchanlik qanday hosil qilinadi?
4. Yarimo'tkazgichli diodlarni bir tomonga o'tkazish xususiyatini tushuntirib bering?
5. p-n o'tish nima?
6. Yarimo'tkazgichni elektr o'tkazuvchanligi va solishtirma qarshiligi haroratga qanday bog'liq?
7. Zonalar nazariyasi bo'yicha metallar, yarimo'tkazgichlar va dielektriklar qanday tushuntiriladi?
8. Ish bajarish tartibini gapirib bering.

57 –ISH

FOTOEFFEKT QONUNLARINI O'RGANISH

Ishning maqsadi: Vakuumli fotoelementning volt-ampere xarakteristikasini o'lchash va A.G. Stoletov qonunini tekshirishdan iborat.

Kerakli buyumlar: vakuumli fotoelement, optik taglik, etalon lampa, reostat, milliampermetr, voltmeter, chizg'ich.

Nazariy qism

Yorug'lik ta'sirida moddalardan elektronlarning ajralib chiqish hodisasi tashqi fotoelektrik effekt yoki qisqacha fotoeffekt deyiladi.

Agar yorug'lik ta'sirida ajralgan elektronlar moddaning ichida qolib, uning o'tkazuvchanligini oshirsa, ichki fotoeffekt deyiladi. Yorug'lik ta'sirida moddanidan ajralgan elektronlar fotoelektronlar deyiladi.

Rus olimi A.G. Stoletov 1888-1890 yillari tashqi fotoeffekt hodisasini mukammal tekshirdi. Tajribalar asosida fotoeffektning quyidagi to'rtta qonunini aniqladi:

1. Bir birlik vaqt ichida moddanidan ajralib chiqayotgan fotoelektronlar (to'yinish fototoki) soni unga tushayotgan yorug'likning oqimiga to'g'ri proporsional.
2. Har bir moda uchun shunday eng kichik yorug'lik chastotasi mavjudki, moda undan kichik chastotali yorug'lik bilan yoritilganda fotoeffekt hodisasi kuzatilmaydi. Ana shu eng kichik ν_0 chastota yoki unga mos keluvchi yorug'likning λ_0 to'lqin uzunligi fotoeffektning qizil chegarasi deyiladi. ν_0 ning qiymati moddaning turiga va sirtining holatiga bog'liq bo'ladi.
3. Moddanidan chiqayotgan fotoelektronning maksimal boshlang'ich kinetik energiyasi faqat yorug'lik chastotasiga bog'liq bo'lib, yorug'likning intensivligiga bog'liq emas.
4. Fotoeffekt hodisasi batamom inersiyasiz bo'lib, moddadagi yorug'lik tushishi bilanoq kuzatiladi.

Fotoeffekt hodisasi qonunlarini yorug'likning elektromagnit to'lqini nazariyasiga ko'ra tushuntirib bo'lmaydi. Chunki bu nazariyaga asosan fotoelektronlarning tezligi yorug'likning chastotasiga emas, balki yorug'lik to'lqinining amplitudasiga ya'ni yorug'likning intensivligiga bog'liq bo'lishi kerak.

Bu hodisa Plank va Eynshteyn tomonidan yaratilgan yorug'likning kvant nazariyasi asosidagina tushuntirish mumkin. Bu nazariyaga asosan, moddaning atom va molekulari yorug'likning uzluksiz oqimi holida emas, balki ayrim porsiyalari holida yutadi va chiqaradi. Yorug'likning ana shu ayrim porsiyalari kvantlari yoki fotonlar deb ataladi. Kvant nazariyasiga binoan fotonning energiyasi yorug'likning chastotasiga proporsional.

$$\epsilon = h\nu \quad (1) \quad h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} - \text{Plank doimiysi.}$$

Eynshteyn nazariyasiga ko'ra har bir yorug'lik kvanti faqat bittadan elektronda yutiladi. Yutilgan fotonning energiyasi ($h\nu$) moddanidan elektronni tashqariga uzib chiqarishda A chiqish ishini bajarishga va unga kinetik energiya berishga sarf bo'ladi. ya'ni

$$h\nu = A + m_0c^2/2 \quad (2)$$

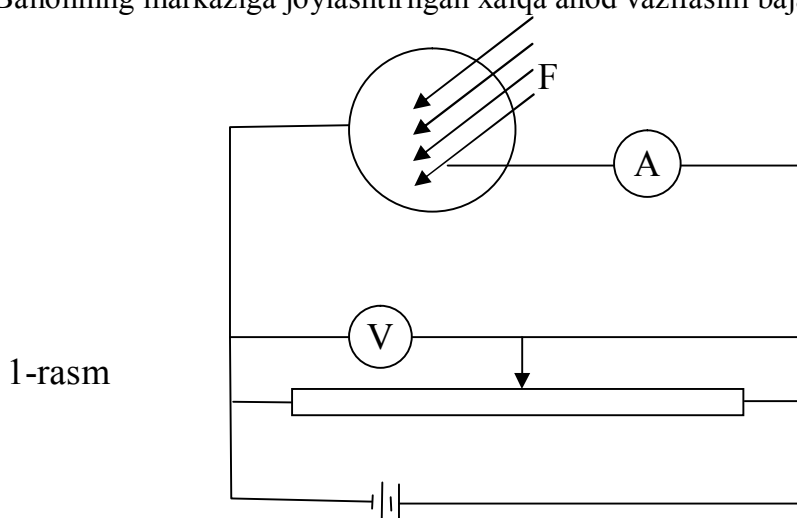
bu tenglik Eynshteyn tenglamasi bo'lib, fotoeffekt uchun energiyaning saqlanish qonunini ifodalaydi. Bu tenglamadan quyidagi hulosalar kelib chiqadi.

1. $h\nu > A$, bo'lganda yorug'lik kvanti moddadan elektronni tashqariga uzib chiqarishga yetarli bo'lganligi uchun fotoeffekt kuzatiladi.
2. $h\nu > A$, bo'lganda yorug'lik kvanti elektronni metallan tashqariga uzib chiqarishga yetarli emas, shuning uchun fotoeffekt kuzatilmaydi.
3. Agar $A = h\nu_0$ bo'lsa, elektronlar metall sirtiga $\theta = 0$ tezlik bilan chiqadi. ν_0 chastota fotoeffektning qizil chegarasi deyiladi. Chunki ko'pchilik moddalar uchun ν qizil nurlar sohasiga to'g'ri keladi. Ishqoriy metallar uchun esa qizil chegara yorug'lik spektrining ko'zga ko'rinadigan qismida bo'ladi.

Ishlash prinsipi tashqi fotoeffekt hodisasiga asoslangan, ya'ni yorug'lik energiyasini elektr energiyaga aylantirib beruvchi asboblardan fotoelementlar deyiladi. Texnikada asosan vakuumli va gaz to'ldirilgan fotoelementlar ishlatiladi.

Ishning qurilmasining tuzilishi.

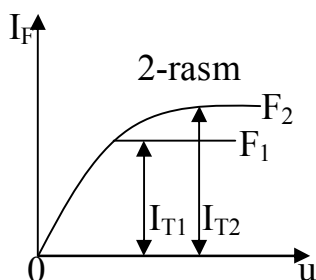
Bu ishda o'rganiladigan vakuumli fotoelement havosi so'rib olingan shisha ballondan iborat bo'lib, katod vazifasini balonning ichki sirtiga surkalgan ishqoriy moda (sur'ma, seziiy) qatlami bajaradi. Ballonning markaziga joylashtirilgan xalqa anod vazifasini bajaradi.



Quyidagi sxema (1-rasm) yordamida fotoeffektning barcha qonuniyatlarini o'rganish mumkin. Agar katod bilan anod orasiga kuchlanish berib fotokatodni o'zgarmas yorug'lik oqimi bilan yoritilsa, fotoelektronlar musbat anodga tortilib, fototokni hosil qiladi.

Past kuchlanishlarda fotoelektronlarning faqat bir qismi anodga kelib tushadi, chunki katod bilan anod orasida hosil bo'lgan elektr maydoni barcha elektronlari anod tomon harakatlantirishga yetarli emas. Elektronlarning qolgan qismi katod atrofida to'planib elektron bulutni hosil qiladi. Agar anod kuchlanishini oshirsak, katod bilan anod orasida hosil bo'lgan elektr maydonning kuchlanganligi ham oshadi. Natijada anod tomon harakatlanayotgan elektronlar soni, ya'ni anod toki ham oshib boradi, elektron bulutning miqdori esa kamayib boradi. Anod kuchlanishi ma'lum qiymatga yetgach, fotokatoddan chiqayotgan elektronlarning hammasi (katod atrofidan yitsilmasdan) to'g'ridan-to'g'ri anodga kelib tusha boshlaydi. Shundan keyin anod toki kuchlanishga bog'liq bo'lmay qoladi. Chunki fotokatoddan bir birlik vaqtda uchib chiqayotgan elektronlar soni faqat unga tushayotgan yorug'lik oqimiga to'g'ri proporsional. Hosil bo'lgan maksimal tok to'yinish fototoki deyiladi.

Fotoelementga tushayotgan yorug'lik oqimi o'zgarmas bo'lganda fototok bilan anod kuchlanishi orasidagi bog'lanishni ifodalovchi chiziq fotoelementning voltamper karakteristikasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi (2-rasm).



Stoletov qonuniga ko'ra to'yinish fototoki fotokatodga tushayotgan yorug'lik oqimiga to'g'ri proporsional, ya'ni $I_f = \gamma F$

Bu yerda γ fototokning tabiatiga bog'liq bo'lgan proporsionallik ko'effitsiyenti bo'lib, fotoelementning sezgirligi deyiladi.

Sezgirlik qiymat jihatidan bir birlik yorug'lik oqimi hosil qiladigan to'yinish fototokiga teng va A/lyumen o'lchanadi.

Ishni bajarish tartibi

1 – Vazifa. Fotoelementning volt-amper harakteristikasini olish:

1. Elektr zanjiri 1-rasm asosida tuziladi.
2. Fotoelement yoritish lampasidan 20 sm masofada joylashtiriladi.
3. Sxema o'qituvchi yoki laborant tomonidan tekshirilgach, tok manbaiga ulanadi.
4. Reostat yordamida anod kuchlanishini 0 dan 120 V gacha 10 V dan oshirib, har bir

kuchlanishga mos keluvchi fototokning qiymati quyidagi jadvalga yozib boriladi.

U (B)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
I_a (A)													

5. O'lchash natijalari asosida $I_a = f(u)$ funksiyaning grafigi ya'ni volt-amper xarakteristika chiziladi.

2- Vazifa. Stoletov qonuni tekshirish va fotoelementning sezgirligini aniqlash.

1. Zanjirni tok manbaiga ulab anod kuchlanishi 100 V qilib olinadi.

2. Fotoelement bilan lampa orasidagi ℓ masofani 20 sm dan 50 sm gacha oshira borib, har 5 sm dan keyingi fototokning I_a qiymati yozib boriladi.

3. Har bir masofa uchun fotoelementga tushayotgan yorug'lik oqimi $F = IS/\ell^2$ formula yordamida hisoblanadi bu yerda $I = 100 \text{ Kd}$ (kandela) lampaning yorug'lik kuchi, $S = 4 \text{ sm}^2$ fotokatodning yuzasi.

4. Har bir holat uchun fotoelementning sezgirligi $\gamma = I_a/F$ formuladan aniqlanadi.

5. O'lchash va hisoblash natijalari quyidagi jadvalga yozib, $I_a = f(F)$ funksiyaning grafigi chiziladi.

No	ℓ_{sm}	F	I_a	γ	$\gamma_{o'r}$	$\Delta\gamma$	$\Delta\gamma_{o'r}$	$\Delta\gamma/\gamma_{o'r} \cdot 100\%$

3-vazifa. Fotokatod moddasi uchun fotoeffektning qizil chegarasini aniqlash.

1. Fotoelementga to'yinish fototoki hosil qiladigan kuchlanish beriladi.

2. Yorug'lik filtrlari yordamida fotokatod sirtiga tushuvchi yorug'lik spektrni o'zgartirib, mikroampermetrning ko'rsatishi quyidagi jadvalga yoziladi.

Nurning rangi			
I_f			

Sinov savollari

1. Fotoeffekt hodisasi deb nimaga aytiladi?
2. Fotoeffekt qonunlarini ta'riflang.
3. Eynshteyn tenglamasini yozib tushuntiring.
4. Fotoeffekt qonunlarini kvant nazariyasi asosida tushuntiring.
5. Fotoeffektning qizil chegarasi deb nimaga aytiladi?
6. Fotoeffektning sezgirligi deb nimaga aytiladi va u nimaga bog'liq?
7. Fotoelementning volt-amper xarakteristikasini tushuntiring.
8. Ish bajarish tartibini gapirib bering.
9. Ish qurilmasining sxemasini chizib bering.

58-ISH

GEYGER-MYULLER SCHYOTCHIGINING ISH XARAKTERISTIKASINI OLISH.

Ishning maqsadi: kosmik nurlar yordamida schyotchikning ish xarakteristikasini olishdan iborat.

Kerakli buyumlar: yuqori kuchlanishli tok manbai, PS-100 hisoblovchi asbob, STS-6 Geyger-Myuller schetchigi, sekundomer.

Nazariy qism

Kosmik fazodan yerga kelib tushadigan elementar zarralar va atom yadrolari (asosan protonlar) oqimi kosmik nurlar deyiladi. Bu nurlar atmosfera, quyosh va boshqa galaktikalarda sodir bo'ladigan fizikaviy jarayonlar natijasida hosil bo'ladi. Quyosh va boshqa galaktikalardan yer atmosferasiga kelib tushadigan nurlar birlamchi kosmik nurlar deyiladi. Bu nurlarni faqat atmosferadan yuqorida (stratosferada) planetalararo raketa va yerning sun'iy yo'ldoshlari yordamida kuzatish mumkin. Birlamchi kosmik nurlar kelib chiqish sababiga qarab galaktikaviy va quyosh kosmik nurlariga bo'linadi. Galaktikaviy kosmik nurlar 10^{21} eV energiyaga ega bo'lishi mumkin. Bu nurlar tarkibining taxminan 90% ni har xil energiyali protonlar oqimi tashkil qiladi.

Birlamchi kosmik nurlarning intensivligi quyosh aktivligiga ham bog'liq bo'ladi. Quyosh aktivligi esa har ikki yilda bir marta davriy ravishda o'zgaradi.

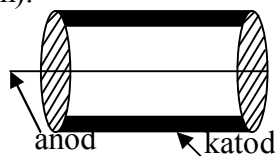
Yer sirtida kuzatilgan kosmik nurlar ikkilamchi kosmik nurlar deyiladi. Bu nurlarning intensivligi joyning geografik kengligiga bog'liq bo'ladi. Chunki yerga yaqinlashayotgan nurlar yerning magnit maydoni ta'sirida (Lorens kuchi) o'z yo'nalishini o'zgartiradi. Faqat energiyasi berilgan geografik kenglik uchun xos bo'lgan energiyadan kata bo'lgan nurlar o'z yo'nalishini o'zgartirmaydi. Masalan ekvatorga $1,5 \cdot 10^{10}$ eV, 51° geografik kenglikka esa $2,5 \cdot 10^9$ eV va undan yuqori energiyani protonlar tik tushadi.

Atmosferaga kelib tushgan birlamchi kosmik nurlar havodagi gaz atomlarning (asosan azot va kislorod) yadrosi bilan o'zaro ta'sirlashadi. natijada bu yadrolar parchalanib, elementar zarralar, ya'ni ikkilamchi kosmik nurlar hosil qiladi. Ikkilamchi kosmik nurlar tarkibida barcha elementar zarralar uchraydi. Lekin bu nurlarning asosiy qismini π -mezonlar, elektronlar, pozitron va fotonlar tashkil qiladi.

Nuklon va yemirilishga ulgurmagan π^{\pm} mezonlar ikkilamchi kosmik nurlarning aktiv qismini tashkil qiladi, chunki ular havodagi gaz atomlari bilan o'zaro to'qnashib, yangi ikkilamchi nurlar oqimini hosil qiladi. π^0 mezonning ikkita γ kvantga ($\pi^0 \rightarrow 2\gamma$), yadroning elektr maydonida har bir γ kvantning elektron va pozitronga $\gamma \rightarrow ye^+ + ye^-$ parchalanishi natijasida kosmik nurlarning elektron- foton qismi hosil bo'ladi.

Asbobning tuzilish va ishlash usuli

Ikkilamchi kosmik nurlarning elektron-foton qismini Geyger-Myuller schyotchigi yordamida o'lchash mumkin. Geyger-Myuller schyotchigi ichiga ikkita elektrod joylashtirilgan silindr shakldagi shisha idishdan iborat (1-rasm).



1-rasm.

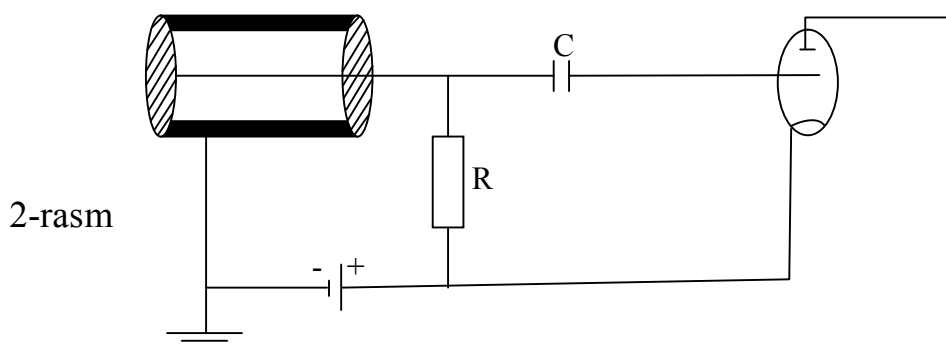
Silindrning ichki sirtiga purkalgan o'tkazgich-katod, silindrning o'qi bo'ylab joylashgan (0,1+0,2) mm diametrli sim esa anod vazifasini bajaradi. Silindr 100-200 mm simob ustuniga teng bosimli gaz (havo, argon, azot, spirt bug'i) bilan to'ldirilgan. Elektrodlar tok manbaiga ulanib, ular orasida o'zgarmas elektr maydon hosil qilinadi. Schetchikning ishlash prinsipi yuqori energiyali elektronlarning gaz molekularini to'qnashuv yo'li bilan ionlashtirish hodisasiga asoslanadi. Agar biror elektron kosmik fazodan schyotchikning ichiga tushsa, undagi gaz molekularini ionlashtiradi. Xosil bo'lgan musbat ion va elektronlar, elektrodlar tomon xarakatlanib, o'z yo'lida uchragan gaz molekularini ionlashtiradi

Natijada kuchli gaz razryadiga vujudga kelib, gazdan tok o'ta beshlaydi. Elektronlar musbat ionlarga nisbatan kata tezlanishga ega bo'lganligi uchun (chunki elektronlar ionlarga nisbatan yengil) ular 10^{-6} s da anodga yetib keladi. Lekin bu vaqt ichida anod atrofida xosil bo'lgan musbat ionlar katodga yetib kelishga ulgurmaydi. Anodga yetib kelgan elektronlar uning atrofidagi maydon kuchlanganligini kamaytiradi. Natijada zarba ionizatsiyasi ya'ni gaz razryadini birinchi aktiv bosqichi to'xtaydi. Razryadning keyingi bosqichida musbat ionlar undan yangi elektronlarni urib chiqaradi. Bu elektronlar esa yana kuchli gaz razryadi xosil qilishi sababli schetchikdagi razryad to'xtamaydi.

Razryadning keyingi bosqichini so'ndirish uchun maxsus tadbirlar qo'llaniladi. Razryadni so'ndirish usuliga qarab schetchiklar o'zi o'chadigan va o'zi o'chmaydigan schetchiklarga bo'linadi.

O'zi o'chmaydigan schetchiklarda razryadni so'ndirish uchun zanjirga katta R qarshilik va katta sig'imli C kondensator ulanadi (2-rasm).

Hisoblashlarning ko'rsatishicha RC ko'paytma yetarli darajada kata bo'lsa, elektrodlar orasidagi kuchlanish shunday vaqt ichida tiklanadiki, bu vaqt ichida gaz razryadi so'nishga ulguradi.

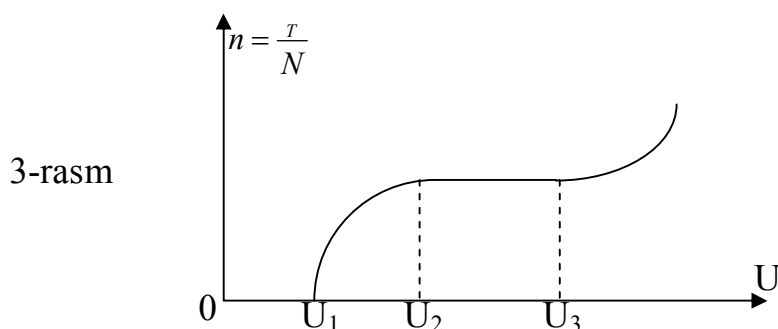


2-rasm

O'zi o'chadigan schetchiklarda asosiy gazga 10-20% ko'p atomli gaz (etan, etilen) aralastiriladi. Aralashma gazdan hosil bo'lgan ionlar asosiy ionlarga nisbatan inertroq bo'lganligi uchun ular katodga juda kech yetib keladi. Bu vaqt ichida esa gaz razryadi so'nib ulguradi. Schetchikdagi razryad qancha tez so'nsa, uning sanash qobiliyati (har bir zarrani ayrim-ayrim sanash) shuncha yuqori bo'ladi. Geyger-Myuller schetchigining sanash qobiliyati 10^{-4} s ga teng bo'ladi.

Vaqt birligi ichida qayd qilingan zarralar soni n- ning kuchlanishi U ga bog'liq ravishda o'zgarishini ifodalovchi grafikka schetchikning ish xarakteristikasi deyiladi.

Geyger-Myuller schetchigining tajribadan aniqlangan ish xarakteristikasi 3-rasmda tasvirlangan.



3-rasm

Ish xarakteristikasi olish uchun elektrodlar orasidagi kuchlanishni oshirib boramiz kuchlanish U_1 qiymatga yetganda schetchik ishlay boshlaydi. Kuchlanish U_1 schetchikning yonish potentsiali deyiladi. Shundan so'ng kuchlanish oshishi bilan vaqt birligi ichida schetchik sanayotgan zarralar soni n ham oshib boradi. Kuchlanish U_2 qiymatga yetgach schetchikda hosil bo'lgan barcha zaryadli zarralar elektrodga kelib tushadi. Shuning uchun U_2-U_3 oralitsida schetchikning sanash tezligi kuchlanishga bog'liq bo'lmaydi. Ish xarakteristikasining bu qismi plato deyiladi. Plato schetchikning asosiy ish qismi hisoblanadi. Chunki bu oraliqda schetchik sanayotgan

zarralar kuchlanishning o'zgarishi bilan o'zgarmaydi. Kuchlanish U_3 ga yetganda mustaqil gaz razryadi hosil bo'lib, n keskin oshadi.

Ishni bajarish tartibi

1. Ishning elektr sxemasi yig'ilgan xolda berilganligi uchun asbobning joylashishi va boshqaruv dastalari bilan tanishib chiqiladi.
2. Asboblarni tok manbaiga ulashdan avval ularning barcha kalitlari (tumblerlari) «ВЫКЛ» holatiga, «ВЫХОД napryajeniya» dastalari «0» holatiga keltirib qo'yiladi.
3. Asboblar tok manbaiga ulanib (bunda signal lampalari yonadi), ular 10 minut qizdiriladi.
4. PS-100 hisoblovchi asbobning «Pusk» knopkasi bosiladi va B5-24 ning yuqori kuchlanish beradigan kaliti «ВЫКЛ» holatiga keltiriladi.
5. «ВЫХОД napryajeniya» dastalarini asta-sekin burab kuchlanishni oshira borib, schyotchik ishlay boshlaydigan kuchlanish yozib olinadi.
6. Hisoblovchi asbobning «Stop» keyin «Sbros» knopkalarini bosib, lampalarning ko'rsatishlari «0» holatiga keltiriladi.
7. Kuchlanishni U_1 dan boshlab har 50 V dan o'zgartirib borib, 3 minut davomidagi N impulslar soni o'lchanadi.
8. Tajribani tugatgach, sxemani tok manбайдan uzishdan avval kuchlanish 0 ga keltiriladi.
9. O'lchash natijalari quyidagi jadvalga yozilib, ish xarakteristikasining ya'ni $n=f(u)$ ning grafigi chiziladi.

№	$U_{(V)}$	$t_{(c)}$	N	$n=N/t(c)$
1				
2				
3				

Sinov savollari

1. Qanday nurlarga kosmik nurlar deyiladi?
2. Kosmik nurlar necha turga bo'linadi?
3. Kosmik nurlar qanday zarralardan iborat?
4. Geyger-Myuller schetchigining tuzilishini va ishlash usulini tushuntiring.
5. Qanday usullar bilan schetchikdagi gaz razryadi so'ndiriladi?
6. Schetchikning ish xarakteristikasi deb nimaga aytiladi?
7. Ishni bajarish tartibini gapirib bering.

59-ISH

YaRIM O`TKAZGICHLI LAZER

Ishni maqsadi: yarim o'tkazgichli lazerning ishlash mexanizmi va uning xususiyatlari bilan tanishish.

KIRISH

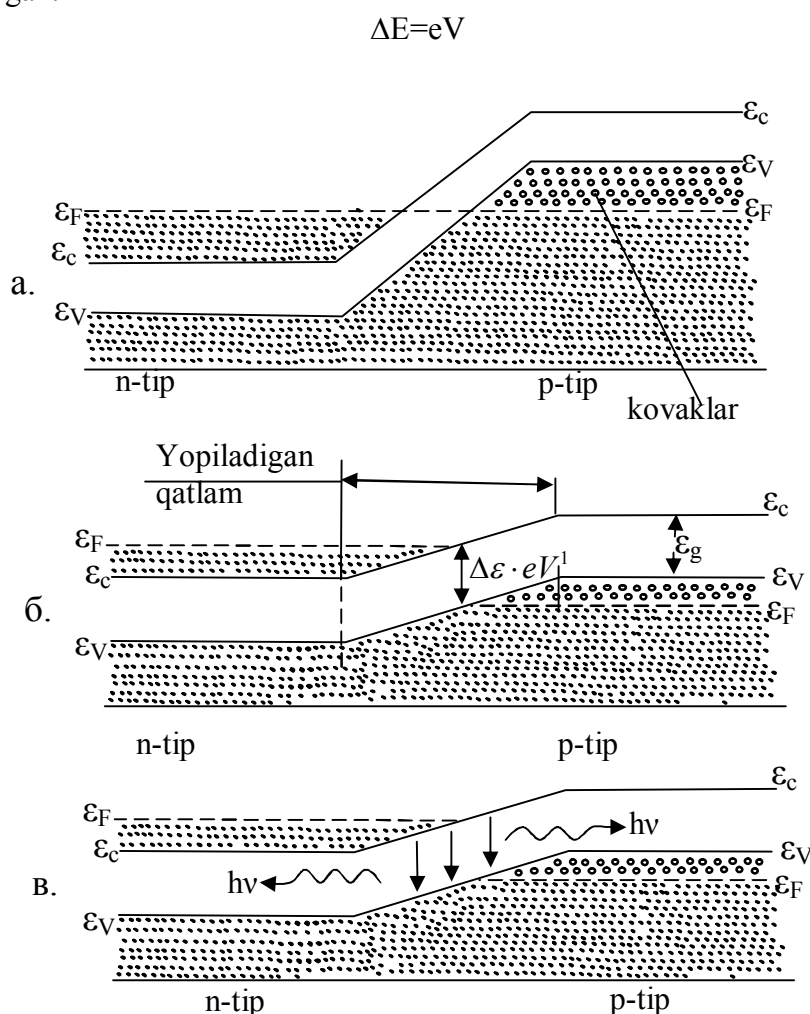
Lazer nurlari hayotda, texnikada va texnologiyada keng qo'llanilmoqda. Nurlarning quvvati va to'liq uzunligiga bog'liq ravishda tabiiy davolashdan to metallarni kesishgacha bo'lgan turli-tuman jarayonlarda qo'llanilmoqda. Ayniqsa rabototexnikaning lazer bilan qurollanishi avtomobil sanoati qurilishida katta burilishlar yasadi. Lazer nuri bilan kesish, payvandlash, yuzalarni qayta ishlash, yuza silliqliklarini (porshen, silindr, podshipniklarning yuzalarini) nazorat qilishda keng qo'llanilmoqda.

Aynisa yarim oʻtkazgichli lazerlarni jajji boʻlishi, kam quvvatligi, tez ishga tayyorgarligi uni loyihalash, tizimlarini nazorat qilish, yoritish va boshqa majmualarni markazlashtirishda qoʻllanilishiga keng yoʻl ochib berdi.

Shu sababli mazkur laboratoriya ishida yarim oʻtkazgichli lazerning ishlash mexanizmi va uning xususiyatlari bilan tanishiladi.

MAVZUNING QISQACHA FIZIKASI

1- rasmda kuchli legirlangan **p-n** tipli yarim oʻtkazgichning energetik sxemasi keltirilgan. Agar tokning musbat potensialini **p**-tipiga va manfiysini **n**-tipiga ulasak, elektronlar musbat elektrodga, teshiklar esa manfiy elektrodga qarab yoʻnaladi. Ana shu ikki xil zaryadli zarrachalar ikki tipli yarim oʻtkazgichning qoʻshilgan chegarasida, **p-n** oʻtish chegarasida uchrashadi. Elektronlar teshiklar bilan uchrashib, rekombinatsiyalashadi va kvant nurlanishini hosil qiladi. Kvant nurlanishining energiyasi $h\nu = E$. Elektr maydoni taʼsirida energetik sohalarning siljishi kuzatiladi. Oʻsha siljish 1-rasmda sxematik keltirilgan. Siljish qiymati elektr maydon potentsiallari bilan bogʻlangan:



1-rasm.

1-rasm. Kuchli legirlangan **p-n**- oʻtishli yarim oʻtkazgichlarning energetik sohalari va kvant nurlanish sxemasi. a) Elektr maydon taʼsiri boʻlmaganda sohalarning siljishi kuzatilmaydi. b) Elektr maydon taʼsirida sohalarning **p**-tip tomonga siljishi. b) Rekombinatsiya paytida yopiladigan qatlamdan kvant nurlanishi. **e**- elektron zaryadi, **V**- elektr maydon potentsiallari farqi. Yarimoʻtkazgichning ikki tipli tomonga beriladigan tokning elektr maydoni taʼsirida **p-n** - oʻtish chegarasida «yopiladigan qatlam» hosil boʻladi. Bu yopiladigan qatlamda inversion koʻchganlik hosil boʻladi. Yarim oʻtkazgichga elektr manbaini ulaganda tashqi elektr maydoni taʼsirida yopiladigan qatlamda elektronlarni **n** - tipli yarim oʻtkazgichning oʻtkazish sohasidan va teshiklarni

esa p-tipning valent sohasidan tortib chiqarib to'playdi. Shu paytda yopiladigan qatlamda elektron bilan teshik uchrashib rekombinatsiya birlashish paytida yorug'lik nurini chiqaradi (1-rasmga qarang). Shuni aytish lozimki, p-n o'tishli yarim o'tkazgich yaxlit monokristalldan tayyorlanadi va p-n o'tish shu monokristallning ichida sodir bo'ladi. Elektr maydoni ta'sirida yopiladigan qatlamda p-n o'tish chegarasida zaryad tashuvchilar elektron va teshiklarning odatdagidan ortiqcha konsentratsiyasini hosil qilish shu yarim o'tkazgich chegarasida inversion kuchlanganlik hosil qilishning aynan o'zidir. Yopiladigan qatlamni faol qatlam deyiladi. Elektr zaryadini tashuvchi elektron va teshiklar birgalikda faol markazlarni hosil qiladi. Yarim o'tkazgich lazerlarning faol moddalari: **GaAs, InAs, InSb, PbSe**.

Arsenid – gallyi lazerining to'lqin uzunligi $\lambda=0,84$ mkm. 77^0 K haroratda foydali ish koeffitsiyenti **70-80** foizni tashkil qiladi. 1-rasmda yarim o'tkazgich lazerini damlash, nurlanish energetik sathlari va lazerining tuzilishi sxematik ravishda keltirilgan.

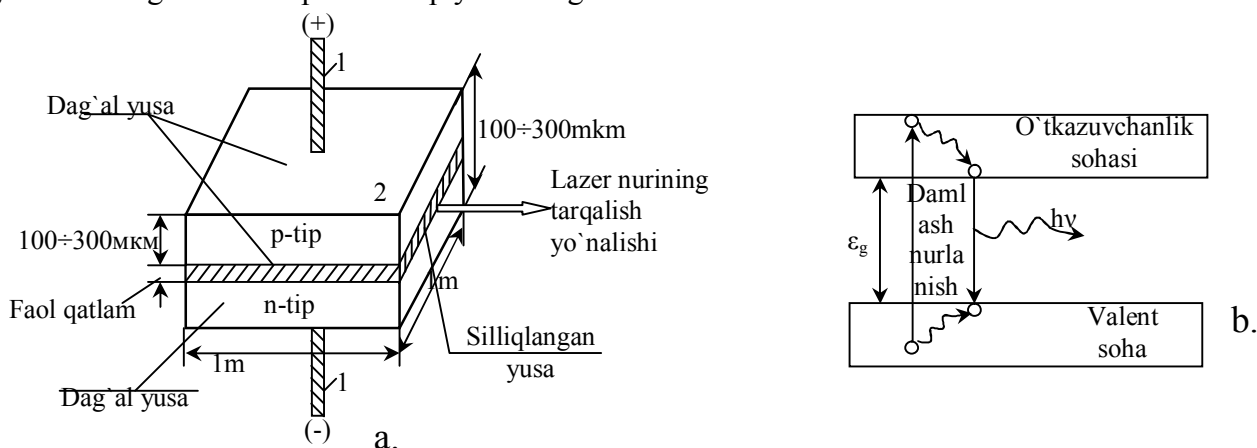
GaAs lazeri generatsiyasining quyi chegarasi, **77K** haroratda $(2-3) \cdot 10^2$ A/sm² ni tashkil etadi. Impulsi rejimda elektr toki 0,5 – 1 mikrosekund davomida inversion ko'chirish hosil qiladi, uning quvvati 100 Vt ga yaqin. Uzlüksiz rejimda esa quvvati bir necha Vattni tashkil etadi. Aslida yarimo'tkazgich lazerlari eng samarali lazer bo'lishi bilan birga generatsiyasi keng spektral oraliqni ($\lambda=0,3$ mkm dan to 30 mkm) egallaydi. Damlash tokining: **GaAs** lazeri generatsiyasining quyi chegarasidan qancha yuqori qiymatida nurlanish spektri $3,5$ sm⁻¹ kenglikka ega. Ikkita bo'ylama moddalarning spektral oralig'i quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$\Delta Y_g = \frac{1}{2L} \left[n - \left(\frac{d\lambda}{dn} \right) \right]$$

n- sindirish ko'rsatkichi, λ - to'lqin uzunligi, $\left(\frac{d\lambda}{dn} \right)$ sindirish ko'rsatkichining dispersiyasi, L-

rezonator ko'zgulari orasidagi masofa (yarim o'tkazgich kristallining qalinligi). **Ga (As_{1-x}R_x)** lazeri – boshqa yarimo'tkazgich lazerlariga nisbatan ancha keng spektral oraliqda generatsiya (0,84 mkm dan to 0,64 mkm gacha) hosil qiladi. Toza **GaAs (x=0)** da generatsiya $\lambda=0,84$ mkm, agar moddaning tarkibi o'zgartirilsa ($x=0,4$) generatsiya chastotasi ham o'zgaradi va nurlanish spektrining to'lqin uzunligi 0,64 mkm ni tashkil etadi. Yarimo'tkazgichning haroratini o'zgartirish yo'li bilan ham, tashqi bosim (ostida mexanik kuch ta'sirida) ham generatsiya chastotasini o'zgartirish imkoniyati mavjuddir.

Shunday qilib, yarim o'tkazgichlarning tarkibini, haroratini o'zgartirib va bosim ta'sirida generatsiya chastotasini (to'lqin uzunligini) uzluksiz o'zgartirish mumkin. Shu sababli yarimo'tkazgich lazeri spektroskopiyada keng ko'lamda ishlatiladi.



2-rasm. a) yarim o'tkazgich lazerining tuzilish sxemasi: 1-elektr toki beriladigan simning kontakti, 2-yarim o'tkazgich kristali. b) damlash sxemasi.

TAJRIBA MASHQLARI

1-mashq. Lazer nurlanishi quvvatining elektr ta'minot kuchlanishiga Bog`liqligini o`rganish.

1. Lazer nurlanishi fotoqabulqilgichga tushadigan qilib joylashtiring!
2. Fotoqabulqilgich simlarini elektr tokini o`lchovchi asbobga ulang!
3. Lazer elektr ta'minot manbaiga ulang!
4. Lazer nurlanish quvvatining ($I=f(U_t)$) elektr ta'minot manbaining kuchlanishiga bog`liqligini oling! Bu yerda I – mikroampermetr bilan o`lchangan fototok, u lazer nurlanishi quvvatiga mutanosib kattalik.
5. Asboblarni elektr tarmog`idan uzib qo`ying!
6. Olingan natijalarni jadval ko`rinishida yozib, ular asosida ($I=f(U_t)$) bog`lanish grafigini chizing!

2- mashq. Bir o`lchamli difraksiya panjara yordamida lazer nurlanishining to`lqin uzunligini aniqlash.

1. Difraksiya panjarani va ekranni lazer nuri bo`ylab joylashtiring.
2. Ekrandagi difraksiya manzaradagi asosiy va yordamchi maksimumlarining holatini aniqlang. Maksimumlar orasidagi ΔX_1 masofani va difraksiya panjaradan asosiy maksimumgacha bo`lgan Z masofani bilgan holda, Ushbu

$$\varphi_1 = \arctg(\Delta X_1/Z)$$

formula asosida difraksiya burchagini aniqlang.

3. Nurlanish to`lqin uzunligini 2- punktdagi natijalari asosida quydagi

$$\lambda = \frac{d \sin \varphi}{\ell} \qquad \sin \varphi = \frac{\ell}{D}$$

formula asosida aniqlang. Bu yerda ℓ - difraksiya tartibi, d- difraksiya panjara doimiysi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. «Lazer» - so`zining ma`nosini tushuntiring.
2. Yarim o`tkazgich moddalarida invers bandlik hosil qilishning qanday usullari bor?
3. Yarim o`tkazgich dioda qanday usul bilan invers bandlik hosil qilinadi?
4. Yarim o`tkazgichli injeksion lazerning konstruksiyasi qanday va unda kogerent nurlanish olish mexanizmini tushuntiring.
5. Yarim o`tkazgich injeksion lazer nurlanishining parametrlari nimalarga bog`liq?

FOYDALANILADIGAN ADABIYOTLAR.

1. Axmadjonov O.I. Fizika kursi, 1-3, 1989
2. Trofimova T.I. kurs fiziki, 1990 va 1998 yillar.
3. Savelev I.V. Kurs obshey fiziki, 1-5 . 1990, 1998
4. Gribov L.A. Prokofeva N.I. Osnovi fiziki, 1998.
5. Abdullayev G.A. Fizika, 1989
6. Chertov A.G. Vorobev A.A. fizikadan masalalar to`plami «Toshkent» «O`zbekiston» 1997
7. Volkenshteyn V.S. Umumiy fizika kursidan masalalar to`plami. «Toshkent».

MUNDARIJA

1	Soʻz boshi.....	3
2	Laboratoriya ishlarini bajarishda talabalarning vazifalari.....	3
3	27 – ish. Gʻalrakning induktivligi, kuchlanish va tok orasidagi faza siljishini aniqlash...	3
4	28 – ish. Yer magnit maydoni kuchlanganligining gorizonttal tashkil etuvchisini aniqlash.....	7
5	51-ish. Refraktometr yordamida suyulikning yorugʻlikni sindirish koʻrsatkichini aniqlash.....	10
6	52- ish. Difraksion panjara yordamida yorugʻlikning toʻlqin uzunligini aniqlash.....	14
7	53- ish. Qutblangan nurlarning xossalari oʻrganish.....	17
8	54-ish. Suyulikning yorugʻlikni integral yutish koefitsiyentini aniqlash.....	19
9	55-ish. Choʻgʻlanma lampaning yorugʻlik kuchini aniqlash.....	22
10	56-ish. Yarimoʻtkazgichli diodlarning volt-amper xarakteristikasini oʻrganish.....	24
11	57-ish. Fotoeffekt qonunlarini oʻrganish.....	26
12	58-ish. Geyger-Myuller schetchigining ish xarakteristikasini olish.....	29
13	59-ish. Yarim oʻtkazgichli LAZER	31
	Foydalaniladigan adabiyotlar.....	34