

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI QURILISH VAZIRLIGI**

**TOSHKENT ARHITEKTURA-QURILISH INSTITUTI**

**MATEMATIKA VA TABIIY FANLAR KAFEDRASI**

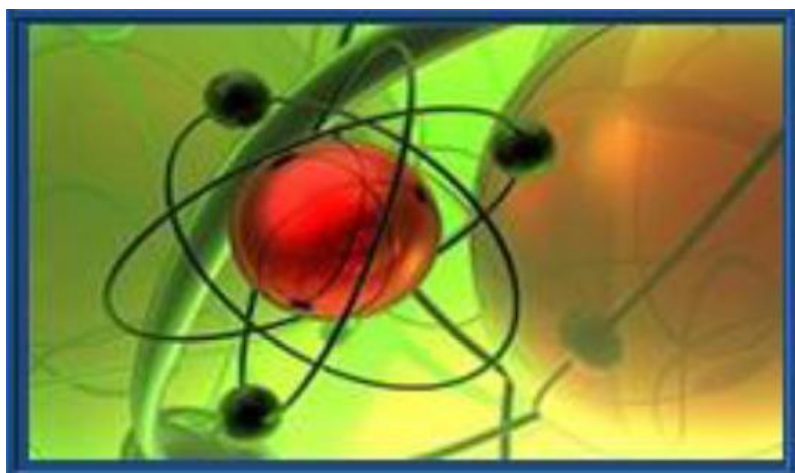
# **F I Z I K A**

**LABORATORIYA ISHLARI BO'YICHA**

## **USLUBIY KO'RSATMA**

**(Sirtqi bo'lim talabalari uchun 2-semestr)**

**Elektr va magnetizm  
Optika**



**TOSHKENT-2018**

Uslubiy ko`rsatma Toshkent arxitektura qurilish instituti ilmiy-uslubiy Kengashining 2018-yil 2-aprel 9-sonli majlisida ma`qullandi.

Mualliflar:

“Matematika va tabiiy fanlar” kafedrasida dotsenti: S.S.Xudoyberdiyev  
katta o`qituvchilar: M.A.Nortojiyev, N.B.Nosirov.

Taqrizchilar:

fizika-matematika fanlari nomzodi: E Q Qalandarov

fizika-matematika fanlari nomzodi: A.S.No`monxo`jayev

Uslubiy ko`rsatma “Fizika” fani dasturi asosida yozilgan bo`lib, “Umumiy fizika kursi”ning Elektr va magnetizm, optika bo`limlari uchun laboratoriya ishlarini bajarish yo`riqnomalari keltirilgan.

Ushbu qo`llanma oliy ta`lim muassasalarining 5340200 – Bino va inshootlar qurilishi (Sanoat va fuqoro binolari qurilishi), 5340900 –Ko`chmas mulk ekspertizasi va uni boshqarish, 5341100 –Qiymat injiniringi, 5340400 – Muhandislik kommunikatsiyalarini qurilishi va montaji (*issiqlik-gaz ta`minoti va ventilyatsiya, suv ta`minoti va oqava suvlarni oqizish*), 5340500 –Qurilish materiallari, buyumlari va konstruktsiyalarini ishlab chiqarish, 5340300 –Shahar qurilishi va xo`jaligi, 5340700 –Gidrotexnika qurilishi (daryo inshootlari va gidroelektrostantsiyalar qurilish), 5311500 – Geodeziya, kartografiya va kadastr (qurilish), 5610100 – Hizmatlar sohasi (uy-joy, kommunal va maishiy hizmatlar) ta`lim yo`nalishlari sirtqi bo`lim talabalari uchun mo`ljallangan.

Uslubiy ko`rsatma Matematika va tabiiy fanlar kafedrasining 2018 yil “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ -sonli majlisida muhokama qilindi va tavsiya etildi.

## **K I R I S H**

Uslubiy ko`rsatma fizika fanidan Toshkent arxitektura qurilish instituti sirtqi bo'lim talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, yangi qabul qilingan Davlat ta'lim standartlariga mos keladi va o'quv rejalariga to'la javob beradigan tarzda yozilgan. Unda, "Umumiy fizika kursi"ning Elektr va magnetizm, optika bo'limlari uchun laboratoriya ishlarini bajarish yo'riqnomalari keltirilgan.

Uslubiy ko'rsatma mualliflarning Toshkent arxitektura qurilish institutida ko'p yillar davomida o'qigan ma'ruza va amaliy mashg'ulot materiallari asos qilib olingan hamda shu sohaga tegishli zamonaviy adabiyotlardan foydalanilgan.

## CHO'G'LANMA LAMPANING QUVVATINI VA QARSHILIGINI ANIQLASH

**Ishdan maqsad:** O'zgarmas tok qonunlari bilan tanishish va cho'g'lanma lampochkaning qarshiligi hamda quvvatini tajribada aniqlash.

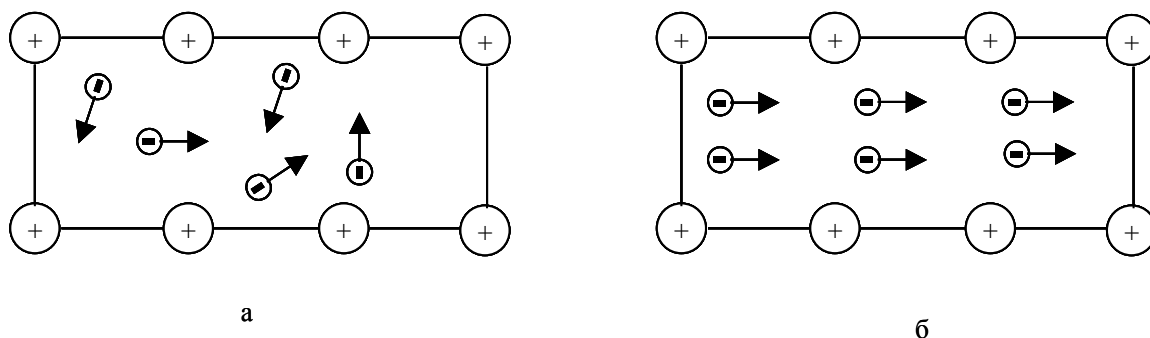
**Kerakli asbob va buyumlar:** ikkita cho'g'lanma lampochka, ampermetr, voltmetr, reostat, kuchlanishi 220 V bo'lgan o'zgaruvchan tok manbai.

### **NAZARIY QISM**

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

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

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



1-rasm

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

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

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

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

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

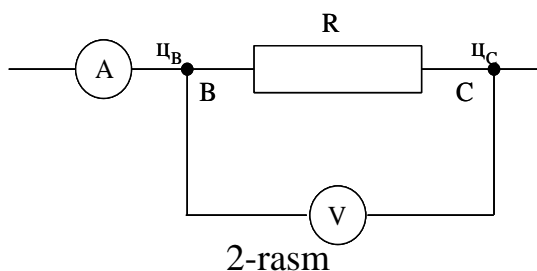
$$I = \frac{q}{t} \quad (1)$$

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

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

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

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



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

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

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

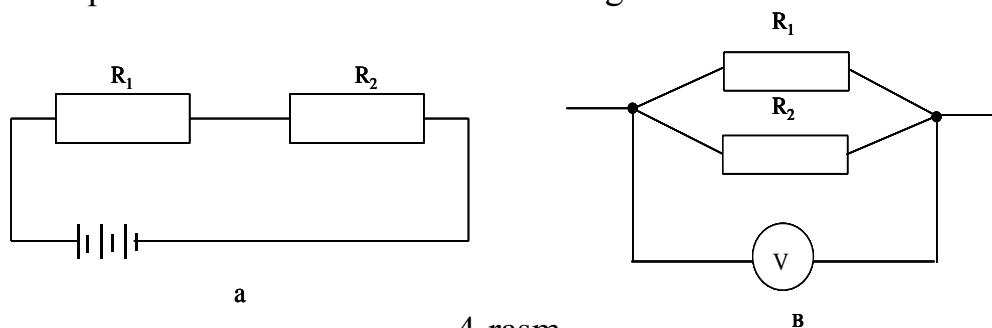
quyidagicha aniqlanadi.  $1 \text{ Om} = \frac{1\text{B}}{1\text{A}}$ . O'tkazgichning qarshiligi kOm ( $1 \text{ kOm} = 10^3 \text{ Om}$ ) va MOm ( $1 \text{ MOm} = 10^6 \text{ Om}$ ) larda ham o'lchanishi mumkin.

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

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

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

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



4-rasm

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

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

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

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

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

O'tkazgichlar parallel ulanganda (4b-rasm), kuchlanishning pasayishi bir xil bo'ladi. Om qonunidan  $I_1 = \frac{U}{R_1}, I_2 = \frac{U}{R_2} \dots$  umumiy qarshilik quyidagi ifodaga ko'ra aniqlanadi.

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

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

Kuchlanish qo'yilgan bir jinsli o'tkazgichni ko'rib chiqaylik. Shu o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan vaqt davomida zaryad o'tadi. Zaryadning ko'chishi EYUK yoki maydon hisobiga bo'lib bunda bajarilgan ish

$$dA = Udq \quad (7)$$

ifoda bo'yicha aniqlanadi. Agar o'tkazgichning qarshiligi  $R$  ga teng bo'lsa, Om qonuniga ko'ra  $dA = I^2 R dt = \frac{U^2}{R} dt$  bo'ladi. Endi quvvat tushunchasi ustida to'xtalamiz. Bundan  $N = \frac{dA}{dt}$  ma'lumki,

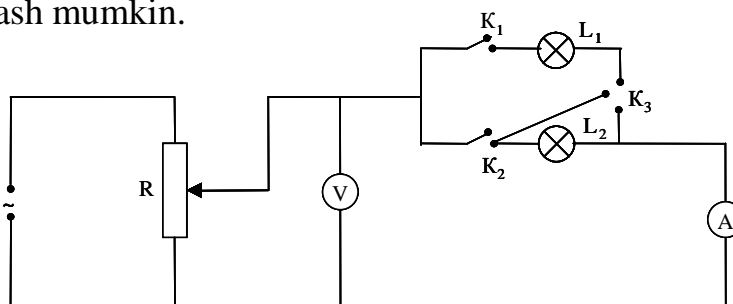
$$N = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R} \quad (8)$$

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

issiqlik miqdori uchun 
$$dQ = UI dt = \frac{U^2}{R} dt \quad (9)$$

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

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



5-rasm

Ishni bajarishda har bir lampochka hamda lampochkalarining ikkovini ketma-ket va parallel ulashdagi V voltmetrning, shuningdek A ampermetrning

ko'rsatishlari yozib boriladi. Lampochkaning cho'g'lanish haroratini aniqlash uchun, qarshilikning absolyut haroratga bog'liqlik formulasidan foydalanimiz.

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

(10) formulani haroratning ikki xil qiymati uchun yozib

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

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

$$R''_t = R'_t \frac{T_2}{T_1} \quad (12)$$

### Ishni bajarish tartibi

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

| №  |             | $U$<br>(V) | $I$<br>(A) | $R$<br>(Om) | $N$<br>(Vt) | $T$<br>(K) |  | $U$<br>(V) | $I$<br>(A) | $R$<br>(Om) | $N$<br>(Vt) | $T$<br>(K) |
|----|-------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|--|------------|------------|-------------|-------------|------------|
| I  | 1<br>2<br>3 |            |            |             |             |            | 1 va 2<br>lampochka<br>ketma-ket         |            |            |             |             |            |
| II | 1<br>2<br>3 |            |            |             |             |            | 1 va 2<br>lampochka<br>parallel<br>ulash |            |            |             |             |            |

2.  $L_1$  lampochka zanjirga  $K_1$  kalit yordamida ulanib  $K_2$ - ochiq,  $K_3$ -1- holatda bo'ladilar, kuchlanishning 60, 80, 100 va 120 V qiymatlari uchun tok kuchi aniqlanadi.

3. (3) formula yordamida tok kuchi va kuchlanishning har bir qiymati uchun qarshilik hisoblanadi.

4. (8) formula bo'yicha lampochkaning quvvati aniqlanadi.

5. Ommetr yordamida sovuq holdagi xona haroratidagi lampochkaning qarshiligi va termometr yordamida uning absolyut shkala bo'yicha haroratning qiymati aniqlanadi,  $T_1=273 + t$ .

6. (12) formuladan  $R''_t$  ning har bir qiymati uchun cho'g'langan lampochkaning harorati aniqlanadi.

7. Elektr zanjiriga  $L_1$  lampochka  $K_2$  kalit orqali ulanadi ( $K_1$ -ochiq) va 2-6 bandlarda o'tkazilgan tajriba va hisoblashlar takrorlanadi.

8.  $L_1$  va  $L_2$  lampochkalar  $K_1$  kalit yordamida zanjirga ketma-ket ulanadi, bunda  $K_2$ -ochik,  $K_3$  -esa 2-holatga o'tkaziladi  $L_1$  va  $L_2$  lampochkalar  $K_1$  va  $K_2$



kalitlar yordamida zanjirga parallel ulanadi ( $K_3-1$  holtga o'tkaziladi). So'ngra 2-6 bandlar takrorlanadi va umumiy qarshiliklar topiladi.

### *Nazorat savollari*

1. Tok kuchi deb qanday fizik kattalikka aytiladi. U qanday birliklarda o'lchanadi.
2. O'tkazgichlarda qarshilikning mavjud bo'lishini klassik elektron nazariyasi asosida tushuntiring.
3. O'tkazgichlarning qarshiligi va bu qarshilikning haroratga bog'liq formulasini tushuntiring, (12) formulani keltirib chiqaring.
4. O'tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulashda hosil bo'ladigan natijaviy qarshiliklar formulasini yozing.
5. Butun zanjir, zanjirning bir qismi va bir jinsli bo'lmagan qismlari uchun Om qonunini, tok kuchining ishi va quvvati formulalarini yozing.
6. Ishning sxemasini chizing va uni bajarish tartibini tushuntiring.

### *Adabiyot*

1. Nazarov O'. «Umumiy fizika kursi» 2-qism (Elektr va elektromagnetizm) Toshkent, «O'zbekiston», 2002 yil.
2. Safarov A.S. «Umumiy fizika kursi» (Elektromagnetizm va to'lqinlar), Toshkent, «O'qituvchi», 1992 yil.
3. M.Ismoilov, P.Xabibullayev, M.Xaliulin «Fizika kursi» «O'zbekiston», Toshkent, 2000 yil.
4. Haydarova M.Sh., Nazarov O'.Q. «Fizikadan laboratoriya ishlari», Toshkent, «O'qituvchi» 1989 yil.
5. V.I. Kozlov. Obshiy fizicheskiy praktikum. Elektrichestvo i magnetizm Moskva, 1987 g.

## DIFRAKSION PANJARA YORDAMIDA YORUG`LIKNING TO`LQIN UZUNLIGINI ANIQLASH

**Ishning maqsadi:** difraksion hodisani fizik mazmuni va difraksion panjara yordamida to`lqin uzunligini o`lchash usuli bilan tanishish.

**Kerakli asboblari va buyumlar:** optik taglik, yorug`lik manbai, difraksion panjara, rangli filtrlar, tirqishli ekran.

### NAZARIY QISM

Yorug`lik to`lqining juda kichik tirqishlardan o`tayotganida uni to`g`ri chiziqli tarqalish qonunidan chetga chiqish yoki shaffof bo`lmagan to`siqlarni aylanib o`tish hodisasi yorug`lik difraksiyasi deyiladi. Difraksiya hodisasi natijasida yorug`lik to`lqinlari to`siqlarning «soya» sohasiga o`tadi.

Difraksion hodisasi quyidagi shart bajarilgan holdagina kuzatiladi:

$$b \ll \sqrt{L\lambda}$$

Mazkur ifoda difraksiyani kuzatish shartidir. Bunda  $b$  - tirqish kengligi,  $L$  - difraksion manzara kuzatiladigan ekrandan tirqishgacha masofa,  $\lambda$  - yorug`likning to`lqin uzunligi.

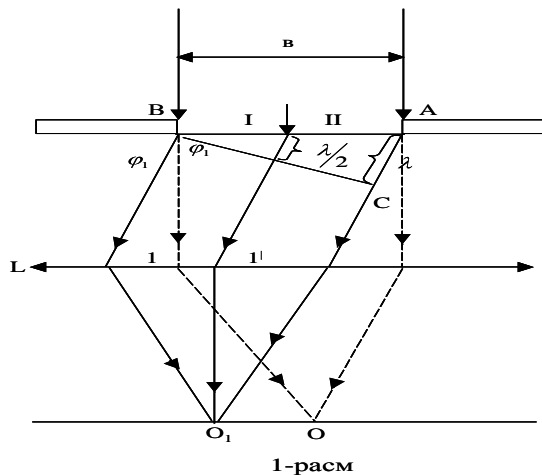
To`siqqa tushayotgan yorug`lik to`lqining sirti (ya'ni bir xil fazada tebranuvchi nuqtalarning geometrik o`rni) sferadan iborat bo`lgan va kuzatish nuqtasi chekli masofada joylashgan holdagi difraksiyani Frenel tekshirgan. Shuning uchun shu sinfga oid difraksiya Frenel difraksiyasi deyiladi. To`siqqa tushayotgan nurlar parallel dasta hosil qilgan va difraksion manzara cheksizlikka mujassamlashgan holdagi difraksiyani Fraunhofer tekshirgan. Shunga ko`ra shu sinfga oid hodisalar Fraunhofer difraksiyasi deyiladi. Biz Frenel va Fraunhofer difraksiyalarini kengroq o`rganamiz.

#### **Difraksiya hodisasini ikkita qonun asosida tushuntirish mumkin**

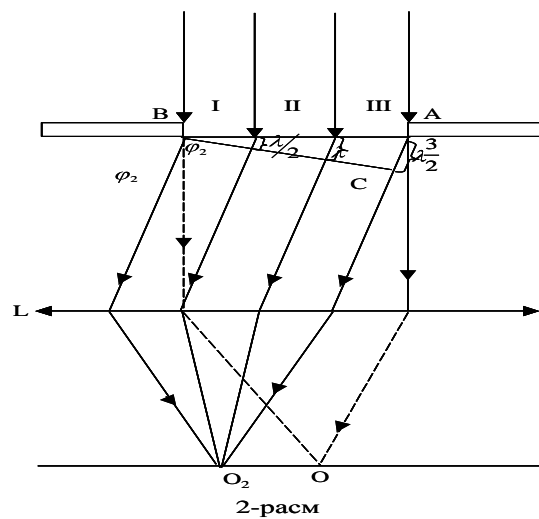
1. Gyuygens – Frenel printsiplari. To`lqin frontining har bir nuqtasi, berilgan muhit uchun xarakterli bo`lgan  $v$  tezlik bilan tarqaluvchi ikkilamchi to`lqin manbai bo`la oladi. To`lqin fronti deganda ixtiyoriy  $t$  vaqtda tebranishlar yetib kegan muhit zarralarining geometrik o`rni tushuniladi.

2. Interferentsiya qonuni. To`lqin bir jinsli muhitda tarqalayotgan bo`lsa, to`lqin fronti hamma vaqt to`lqin sirtlarining birortasi bilan mos keladi. to`lqin frontining barcha nuqtalari bir xil chastota va bir xil fazada tebranadi, demak kogrent manbalar to`plamidan iborat ekan. Muhitning istalgan bir nuqtasida hosil bo`layotgan yorug`lik tebranishining amplitudasi ikkilamchi to`lqin manbalarining shu nuqtada vujudga kelayotgan tebranishlarning yig`indisiga teng. Natijaviy amplitudani hisoblayotganda to`lqin fronti oldida olingan ixtiyoriy  $M$  nuqtaga, ikkilamchi manbalardan chiqayotgan to`lqin lar turli masofani bosib kelishlarini va demak, ular mos ravishda faza jihatidan siljigan bo`lishini e'tiborga olish kerak. Shunday qilib, difraksion manzara to`siqlarni aylanib o`tuvchi ikkilamchi

manblardan chiqayotgan yorug`lik nurlarining interferentsiyasi o`zaro qo`shilish natijasida vujudga keladi. Fraunhofer difraktsiyasi odatda laboratoriya sharoitida yassi yorug`lik to`lqinini tor tirqishlardan o`tkazish natijasida hosil qilinadi. Shuning uchun yorug`likning bir tirqishdan shuningdek, ko`p parallel tirqishlar, sistemasidan o`tishida vujudga keluvchi difraktsiyani ko`rib chiqamiz.



6.1-rasm



6.2-rasm

### Bir tirqishdan hosil bo`ladigan difraktsiya.

Kengligi « $b$ » bo`lgan to`g`ri to`rtburchak shaklidagi tor  $AB$  tirqishga parallel monoxromatik nurlar dastasi tushayotgan bo`lsa, bunda tirqish uzunligi kengligidan ko`p marta katta bo`lish shart. Tekshirilayotgan holda  $AB$  tirqishga tushayotgan monoxromatik yassi yorug`lik to`lqin fronti, tirqish tekisligi va ekran tekisligi o`zaro paralleldir (6.1, 6.2-rasm). Tirqishga yetib kelgan sirtning barcha nuqtalari bir xil tebranadi. Bir xil fazada tebranuvchi nuqtalarning geometrik o`rni to`lqin sirt deyiladi. Gyuygens printsipiga muvofiq tirqishning barcha nuqtalari ikkilamchi to`lqin manbai bo`lib qoladi. Birlamchi to`lqinlar tarqalish yo`nalishiga nisbatan  $\varphi$  burchak ostida tarqaladigan ikkilamchi to`lqinlarni ko`rib chiqaylik. Mazkur ikkilamchi to`lqinlar  $L$  yig`uvchi linza yordamida ekranning  $O$  nuqtasiga yig`iladi. Ekranning  $O$  nuqtasiga nurlar bir xil fazadi yetib kelmaydi, chunki ularning optik yo`l uzunliklari turlichadir. Tirqishning chetki nuqtalaridan chiqib ekranning  $O$  nuqtasiga yetib kelgan ikkilamchi nurlarning optik yo`l farqini topaylik. Buning uchun  $B$  nuqtada nurlar yo`nalishiga perpendikulyar tushuraylik. U holda  $BC$  tekislikdan, to ekran tekisligigacha parallel nurlar yo`li farqini o`zgartirmaydi. Interferentsiyani hosil qiluvchi optik yo`l farqi  $AB$  to`lqin fronti va  $BC$  tekislik orasida yuzaga keladi.

Shu hosil bo`lgan interferentsiyani hisoblash uchun Frenelning zonalar usulini qo`llaymiz. Buning uchun  $AC$  orqali hayolan  $\frac{\lambda}{2}$  uzunlikka teng bo`lgan kesmalarga ajratamiz va mazkur kesmalarning oxirlaridan  $BC$  ga parallel tekisliklarni  $AB$  bilan uchrashguncha davom ettirsak  $AB$  to`lqin frontini bir xil kenglikdagi tasmachalarga ajratgan bo`lamiz.  $AB = b \sin \varphi$  masofada joylashgan masofalar soni

$$Z = \frac{b \cdot \sin \varphi}{\frac{\lambda}{2}} \quad (1)$$

ga tengdir. (1) ifoda Z- tirqish kengligiga to'g'ri kelgan zonalar soni. Tahlil qilayotgan holda, shu tasmachalar Frenel zonalarini hisoblanadi va yonma-yon joylashgan ikki tasmachaning mos nuqtalaridan O nuqtaga yetib kelgan nurlarning yo'llar farqi  $\frac{\lambda}{2}$  ga teng bo'ladi. Demak, Frenel zonalarining yonma-yon joylashgan tirqishlaridan O nuqtaga nurlar qarama-qarshi fazada keladi va bir-birlarini susaytiradi. (1) ifodadan ko'rinadiki, tirqish kengligi Z va to'lqin uzunligi  $\lambda$  o'zgarimas kattalik bo'lganligi uchun, Frenel zonalarining soni faqat kuzatish burchagi  $\varphi$  ga bog'liq ekan. Binobarin,  $\varphi$  ning ba'zi qiymatlarida zona butun juft sonlarga teng bo'lsa, (ya'ni  $z = 2k$ ,  $k$  - nolga teng bo'lmagan butun son)

$$b \cdot \sin \varphi = 2k \frac{\lambda}{2} \quad (k = 1, 2, 3, \dots) \quad (2)$$

Bo'ladi. Mazkur (2) shart bajarilgan ekran nuqtalarida ikkilamchi to'lqinlar bir-birini susaytiradi. Ya'ni intensivlikning minimumi kuzatiladi.

Agar kuzatish burchagi  $\varphi$  ning ba'zi qiymatlarida tirqishga to'g'ri kelgan zonalar soni butun toq songa teng bo'lsa, u holda quyidagi shart o'rinli bo'ladi, ya'ni:

$$b \cdot \sin \varphi = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (k = 0, 1, 2, 3, \dots) \quad (3)$$

(3) shart bajarilgan ekran nuqtalarida yorug'lik bir-biriga kuchaytiradi, ya'ni yorug'likning maksimumi kuzatiladi. Mazkur nuqtalarda ikkilamchi to'lqinning ta'siri xuddi bitta Frenel zonasining ta'siridek bo'ladi.

Agar  $b$  kenglikli tirqishga monoxromatik to'lqin tushayotgan bo'lsa, yorug'lik intensivligining ekran bo'ylab taqsimlanishi 6.3-rasmda tasvirlangan qonunga bo'ysinadi. Tirqishning markaziy maksimumi va uning ikki tomonida boshqa maksimumlar simetrik joylashgan ekan.

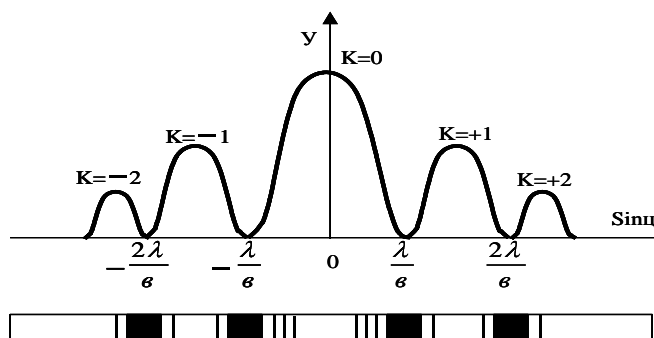
#### *Parallel tirqishlar sistemasida hosil bo'ladigan difraktsiya.*

Yorug'likning intensivligini oshirish va ranglarni ajratish uchun bitta tirqishdan emas balki difraktsion panjara deb ataluvchi tirqishlar sistemasidan foydalanish kerak. Bir-biriga yaqin joylashgan ko'p sonli parallel tor tirqishlar to'plami **difraktsion panjara** deyiladi. Difraktsion panjaraga uzunligi  $\lambda$  ga teng bo'lgan yassi monoxromatik to'lqin tushayotgan bo'lsin (6.4-rasm). Odatda, difraktsion panjara shisha plastinkaga maxsus mashina yordamida tirnab bir-biriga parallel ensiz ariqchalar hosil qilish bilan yasaladi. Shisha plastinkaning tirnalgan qismlari yorug'lik nuri uchun shaffof bo'ladi (eni  $a$  bo'lgan ariqchalar). Mazkur ariqchalar orasidagi masofa esa tirqishlar vazifasini bajaradi, ya'ni u  $d$  kenglikdan iboratdir. Qo'shni tirqishlarning mos nuqtalari orasidagi masofa  $a + d = b$  difraktsion panjaraning doimiy yoki davriy deyiladi.

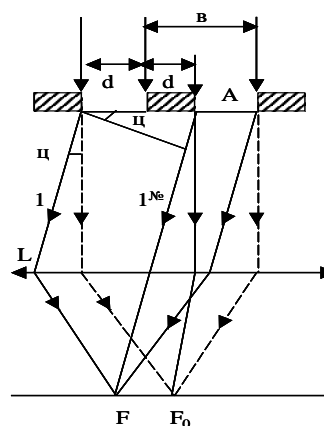
Demak  $L$  barcha tirqishlardan bosh optik o'qqa nisbatan  $\varphi$  burchak ostida kelayotgan nurlarni ekranning  $O_2$  nuqtasiga yig'adi. Ikki va undan ortiq tirqishlar tufayli vujudga kelgan difraktsion manzarani hisoblashda alohida tirqishdan chiqayotgan nurlarning ekranning tayinli nuqtasidagi o'zaro interferentsiyasining

emas, balki shu nuqtaga tushayotgan turli tirqishlardan tushayotgan nurlarning interferentsiyasini ham e'tiborga olish kerak.

Tirqishlar o'zaro parallel va qat'iy bir xil kenglikka ega bo'lganligi tufayli, ekranning muayan nuqtasida har tirqishdan kelayotgan tebranishlar amplitudasi bir xil bo'ladi. Demak, har tirqishdan kelayotgan tebranishlar amplitudasi ham intensivliklarni ekran bo'ylab taqsimlanishi ham amalda bir xil bo'ladi. Noldan farqli  $\varphi$  burchak ostida turli tirqishlardan kelayotgan ikkilamchi nurlar, ekranning  $0_2$  nuqtasiga turlicha uzunlikdagi yo'l bosib kelganligi tufayli, ular turlicha fazaga ega bo'ladi. Ikki qo'shni tirqishni qarab chiqaylik. Birinchi va ikkinchi tirqishning chetki nuqtalaridan kelayotgan nurlarning yo'l farqi



6.3-rasm



6.4-rasm

$$\Delta = b \cdot \sin \varphi \quad (4)$$

ga teng bo'ladi.  $\varphi$  burchakning shunday qiymatlari mavjudki, ikkala tirqishning mos nuqtalaridan kelayotgan nurlar bir xil fazada, ya'ni bu nurlarning yo'llar farqi yarim to'lqin uzunlikka juft karrali bo'lsa, u holda quyidagi ifoda o'rinli bo'ladi;

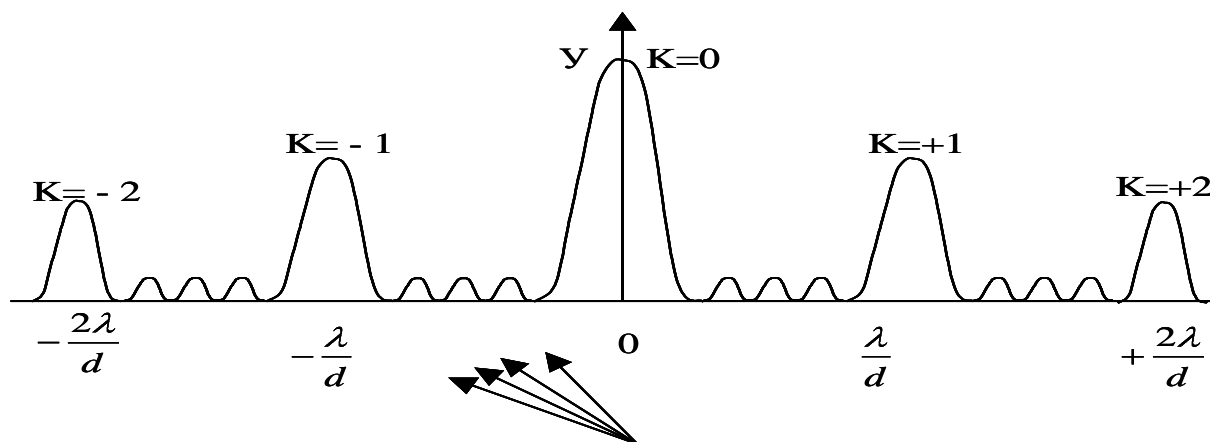
$$b \cdot \sin \varphi = 2k \frac{\lambda}{2} \quad (k = 0, 1, 2, 3, \dots) \quad (5)$$

(5) ifodadagi shart bajarilganda ikkala tirqishning mos nuqtalaridan kelayotgan to'lqinlarning interferentsiyalashishi natijasida ular ekranning  $0_2$  nuqtasida bir-birini kuchaytiradi. Mazkur ifoda difraktsion panjara, bosh maksimumlarning o'rini belgilaydi, k ning qiymati asosiy maksimumlarning tartibini ifodalaydi.

Kuzatish burchagi  $\varphi$  ning ba'zi qiymatlarida tirqishlarning mos qiymatlaridan kelayotgan nurlar qarama-qarshi fazada, ya'ni nurlarning yo'l farqi yarim to'lqin uzunlikka toq karrali  $b \cdot \sin \varphi = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (k = 0, 1, 2, 3, \dots) \quad (6)$

Bo'ladi. Binobarin, ikkala tirqishdan kelayotgan nurlar ekranning  $0$  nuqtasida interferentsiyalashib bir-birini so'ndiradi. Natijada yorug'lik intensivligining minimumi kuzatiladi. Bu minimumlar qo'shimcha minimumlar deyiladi. Shunday qilib, difraktsion panjaradan kelayotgan ikkilamchi nurlarning intensivliklari, ya'ni asosiy maksimumlarning intensivligi  $I = N^2 A_i^2$  ga teng bo'ladi.

Demak, difraksion panjara tufayli vujudga keladigan manzaradagi asosiy maksimumlarning intensivliklari panjaradagi tirqishlar soni  $N$  ning kvadratiga mutanosib bo`ladi.



6.5-rasm 5-pacm

Xulosa qilib aytganda panjaraning asosiy maksimumlarining ekrandagi o`rni tirqishlar soniga bog`liq bo`lmagani bilan tirqishlar sonining ko`pligi juda ahamiyatga ega. Buning natijasida har bir taqsimot chizig`ining yorqinligi oshadi, taqsimot chizig`ining kengligi esa kichrayadi. Demak, bu o`lchamlar aniqligini oshishiga olib keladi. Panjaradan hosil bo`ladigan difraksion manzarasi 6.5-rasmda keltirilgan. Rasmda ko`rinishicha, markaziy eng kuchli yoritilgan bo`lib, bosh maksimumlarning tartib nomeri ortishi bilan ularning intensivligi kamayib boradi.

#### *Qurilmaning tuzilishi*

Optik taglikka to`g`ri burchakli, ikki yoniga kengligi surib o`zgartiriladigan C tirqishli A ekran o`rnatiladi.

Ekrandagi tirqishning yuqori qismida millimetrlarga bo`lingan shkala bor. Tirqish orasiga 2-3 sm masofada elektr lampochkadan iborat bo`lgan yorug`lik manbai S o`rnatilgan. Optik taglikning suriluvchi tirgovuchiga difraksion panjara D o`rnatiladi. Agar difraksion panjara orqali oq yorug`lik bilan yuritilgan tirqishga qaralsa, ekranda tirqishning chap va o`ng tomonlarida difraksion spektrlar kuzatiladi. Monoxromatik, ya'ni rangli filtdan o`tgan nurlar bilan yoritilgan tirqishga qaralsa, ekranda qorong`u yo`llar bilan ajratilgan bir qancha yorug` yo`llar, ya'ni maksimumlar kuzatiladi.

#### **Ishni bajarish tartibi**

1. Difraksion panjara tirqishdan 50-60 sm uzunlikda optik taglikka o`rnatiladi.

2. Yorug`lik manbai tok manbaiga ulanadi va difraksion panjara orqali difraksion manzara kuzatiladi.

3. Yorug`lik manbai oldiga filterlardan biri kiritiladi va tirqishdan, tirqishning o`ng va chap tomonida joylashgan birinchi tartibli maksimumlargacha bo`lgan masofalar  $\ell_1$  hamda  $\ell_2$  o`lchanadi.

4. Difraksion maksimumning 1-tartibigacha bo`lgan o`rtacha masofa  $\frac{\ell_1 + \ell_2}{2}$  aniqlanib, tirqishdan difraksion panjaragacha bo`lgan masofa  $Z$  o`lchanadi va  $tg\varphi = \frac{\ell_{yp}}{Z}$  nisbat hisoblab topiladi.

5. Kichik burchak uchun  $tg\varphi = \sin\varphi \approx \frac{\ell_{yp}}{Z}$  bo`lganligi tufayli (4) tenglikdan  $\sin\varphi$  o`rniga  $tg\varphi$  ning qiymatini qo`yib, quyidagi tenglikni hosil qilamiz:  $\frac{\ell_{yp}}{2} = \pm k \cdot \lambda$  Yorug`likning to`lqin uzunligi  $\lambda = \frac{b \cdot \ell_{yp}}{z \cdot k}$  formuladan 3 ta maksimum uchun topilib, ularning o`rtacha qiymati olinadi.

6. O`rtacha, absolyut va nisbiy xatoliklar hisoblanadi.

7. Yuqoridagi o`lchashlar boshqa filtirlar uchun qaytariladi.

### O`lchash va hisoblash natijalari quyidagi jadvalga yoziladi

| No | $d$<br>(m) | $k$ | $z$<br>(m) | $\ell_1$<br>(m) | $\ell_2$<br>(m) | $\ell_{yp}$<br>(m) | $\frac{\ell_{yp}}{z}$ | $\lambda$<br>(m) | $\lambda_{yp}$<br>(m) | $\Delta\lambda$<br>(m) | $\Delta\lambda_{yp}$<br>(m) | $\frac{\Delta\lambda_{yp}}{\lambda_{yp}} \cdot 100\%$ |
|----|------------|-----|------------|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------------|---|
|    |            |     |            |                 |                 |                    |                       |                  |                       |                        |                             |   |
|    |            |     |            |                 |                 |                    |                       |                  |                       |                        |                             |   |
|    |            |     |            |                 |                 |                    |                       |                  |                       |                        |                             |   |

### Nazorat uchun savollar

1. Difraksiya hodisasini tushuntiring.
2. Gyuygens-Frenel printspini tushuntiring.
3. Yakka uchun tirqish maksimumlik va minimumlik shartlarini yozing.
4. Difraksion panjara nima.
5. Difraksion panjara uchun maksimum va minimum shartlarini yozing.