

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

НАМАНГАН ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА ФАКУЛЬТЕТИ

ФИЗИКА КАФЕДРАСИ

ЎҚИТУВЧИСИ ИСМАНОВА ОДИНАНИНГ

“ОПТИКА ” ФАНИДАН

ЛАБОРАТОРИЯ ИШЛАНМАСИ

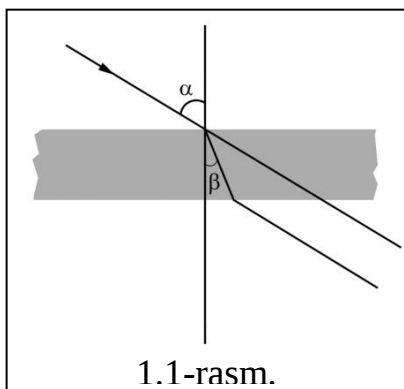
НАМАНГАН

Laboratoriya ishi. Shishaning sindirish ko'rsatkichini o'tuvch nurlar yordamida aniqlash

Kerakli asboblari: Uchburchakli lineyka (to'g'ri burchakli), sindirish ko'rsatkichi, aniqlanmoqchi bo'lgan trapetsiya shaklidagi shisha plastinka, toza katakli oq qog'oz, penoplastli taglik, shtangensirkul, tajriba stolchasi.

Ishning maqsadi: Yassi parallel shisha plastinkadan yorug'lik nurining sinib o'tishini kuzatib, sinish qonunini tekshirish va sinib o'tgan nurining tushgan nurga nisbatan qanchaga siljiganini aniqlash.

Nazariy qism



1.1-rasm.

Yassi parallel shisha optik asboblarda ko'p ishlatiladi. Uni ishlatishdan maqsad: nurning optik yo'lini uzaytirish, yorug'lik nurini kichik masofaga siljitish, yorug'lik nurlarini kompensatsiyalash va boshqa tajribalar uchun foydalaniladi (1.1-rasm).

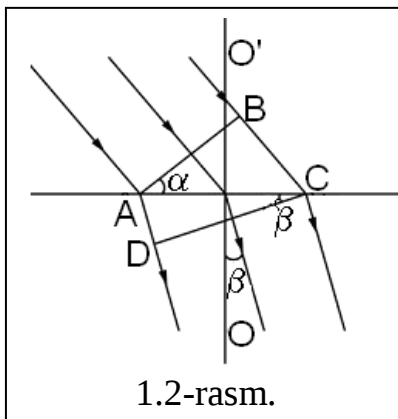
Bitta yorug'lik nurining yassi parallel shishadan sinib o'tishini ko'rib chiqaylik. Sinishni qonuni bir necha usul bilan tushuntirish mumkin:

- 1) Gyuygens printsipi asosida;
- 2) Ferma printsipi asosida;
- 3) Frenel formulalari yoki to'lqin nazariyasi.

Ularning har biriga alohida o'htalib o'tamiz.

I. Gyuygens printsipi: yordamida yorug'likning sinish qonunini quyidagicha tushuntirish mumkin:

Yassi parallel burchak ostida tushayotgan to'lqinining tezligi taxminan teng. Havo bir jinsli deformatsiyalanmaydi va tarqalish yo'nalishiga tik muhit chegarasiga yorug'lik to'lqinining vaqtda to'lqinlar etib kelgan to'lqin fronti deyiladi. DS – to'lqin fronti ikki muhit – tezlik bilan tushgan Δt nuqtadan tarqalayotgan to'lqin $c \times \Delta t$ masofani o'tib ikki muhit chegarasidagi S nuqtaga etib kelsin. Huddi shu Δt vaqt ichida A nuqtadan tarqalayotgan to'lqin v tezlik bilan $v \times \Delta t$ masofani o'tib, D nuqtaga etib keladi. Shishada tarqalayotgan to'lqin frontining yo'nalishi SD chiziq bilan mos tushib, ikki muhit chegarasiga nisbatan β burchakni tashkil etadi. 2 – rasmdan ko'rinadiki, AS to'g'ri chizig'i bir vaqtning o'zida $\triangle AVS$ va $\triangle SAD$ uchburchaklarning



1.2-rasm.

to'lqinlar havodan shishaga α bo'lsin. Havodagi yorug'lik uning vakuumdagi tezligiga bo'lganligi tufayli to'lqin fronti uning yo'nalishi doim to'lqin bo'ladi. (1.2-rasm) OO' - ikki o'tkazilgan tik AV - chiziq havodagi to'lqin fronti, berilgan geometrik nuqtalar to'plamiga shishadagi to'lqin fronti. AV – chegarasiga α burchak ostida s vaqt o'tgandan so'ng V

gipotenuzasi. Natijada $\sin \alpha = \frac{BC}{AC}$ va $\sin \beta = \frac{AD}{AC}$ = bundan

$$AC = \frac{BC}{\sin \alpha} = \frac{AD}{\sin \beta} \quad (1)$$

tenglik hosil bo'ladi.

Bu erda $BC = c \times \Delta t$ va $AD = v \times \Delta t$ ekanligini e'tiborga olsak, yuqoridagi ifodani quyidagi ko'rinishda ham yozish mumkin:

$$\frac{c \Delta t}{\sin \alpha} = \frac{v \times \Delta t}{\sin \beta} \quad \text{yoki} \quad \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c}{v} \quad (2)$$

bo'ladi.

Berilgan shisha uchun $\frac{c}{v}$ o'zgarmas kattalik bo'lganligi uchun u nisbiy sindirish ko'rsatkichiga teng. SHunday qilib, sinish qonunining matematik ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n \quad (3)$$

II. Ferma printsiipi yordamida yorug'lik sinish qonunini quyidagicha tushuntirish mumkin:

Bu printsiipga asosan yorug'lik nuri muhitda tarqalish jarayonida optik yo'lini optimal vaqtda bosib o'tadi. YOrug'lik nuri fazoda joylashgan S nuqtadan havo shisha chegarasiga α burchak ostida tushgan (3-rasm). Havoda optimal yo'l SO – to'g'ri chizig'iga mos keladi. t – vaqt ichida yorug'lik nuri S nuqtadan chiqib D nuqtaga etib kelsin. t – vaqt ichida yorug'lik nurining har bir muhitda o'tgan vaqtlarning yig'indisiga teng, ya'ni c -yorug'lik nurining havodagi tezligi, yorug'lik nurining shishadagi tezligi v .

$$t = t_1 + t_2; \quad t_1 = \frac{SO}{c}; \quad t_2 = \frac{OD}{v}.$$

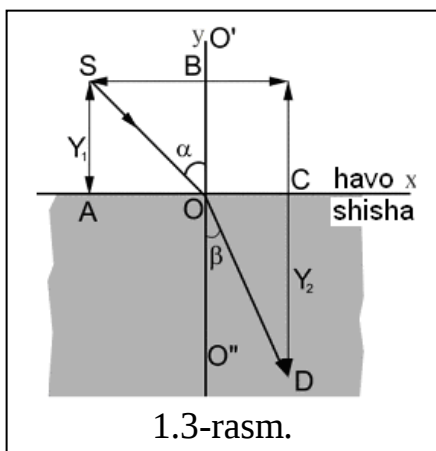
Bundan:

$$t = \frac{SO}{c} + \frac{OD}{v} \quad (4)$$

SHuningdek, (SBO uchburchakdan): $SO^2 = SV^2 + BO^2$ yoki $SO = \sqrt{y_1^2 + (x - x_0)^2}$ OSD uchburchakdan): $OD^2 = OC^2 + DC^2$ yoki $OD = \sqrt{y_2^2 + x_0^2}$ topilgan ifodalarni (4) ifodaga qo'yilsa, quyidagi ifoda:

$$t = \frac{n_{x_0} \sqrt{y_1^2 + (x - x_0)^2}}{c} + \frac{n_{uu} \sqrt{y_2^2 + x_0^2}}{v} \quad (5)$$

hosil bo'ladi. Ifodaning ekstremumini topish uchun undan x_0 bo'yicha birinchi tartibli hosila olib nolg tenglashtirishimiz, ya'ni:



1.3-rasm.

$$\frac{n_{uu} x_0}{v \sqrt{y_2^2 + x_0^2}} = \frac{n_x (x - x_0)}{c \sqrt{y_1^2 + (x - x_0)^2}} \quad (6)$$

1.3-rasmdan

ko'rinadiki,

$$\frac{x_0}{\sqrt{y_1^2 + x_0^2}} = \sin \beta, \quad \frac{(x - x_0)}{\sqrt{y_1^2 + (x - x_0)^2}} = \sin \alpha$$

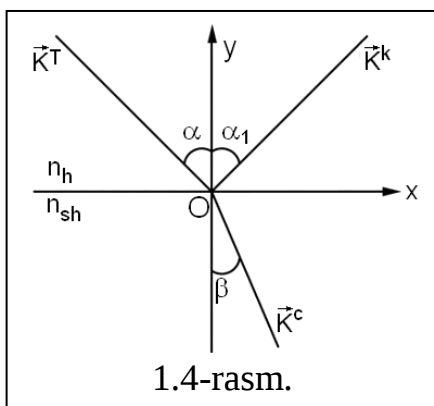
bo'ladi. U holda:

$$n_x \times \sin \alpha = n_{uu} \times \sin \beta, \quad \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_{uu}}{n_x} = n \quad (7)$$

bo'ladi. (7) ifoda sinish qonunining matematik ifodasidir.

III. Frenel formulasi yordamida yorug'likning sinshi qonunini quyidagicha tushuntirish mumkin: tenglamalarining echimlaridan Maksvell ma'lumki, tarqalayotgan to'lqining yo'nalishini to'lqin vektori $\vec{k}$ orqali belgilash mumkin. Agarda ikki muhit chegarasiga tushayotgan to'lqin vektori XY tekislikda bo'lsa, u holda, $\vec{k}$ - tushayotgan

to'liqin vektorining X o'qidagi proektsiyasi (1.4-rasm)dan topamiz. Bu erda α -tushish burchagi, β -sinish burchagi. Rasmdan ko'rinadiki,



$$K_x^T = K^T \sin \alpha$$

$$K_x^K = K^K \sin \alpha$$

$$K_x^C = K^C \sin \beta \quad (8)$$

$$\left| \vec{K} \right| = \frac{\omega}{v};$$

$$K^T = \frac{\omega}{c}; K^C = \frac{\omega}{v}; K^K = \frac{\omega}{c} \quad (9)$$

dan iborat.

Bunda, c – yorug'likning havodagi tezligi, v - yorug'likning shishadagi tezligi. Yorug'lik to'liqini tushgan O nuqtada tasodifiy o'zgarishlar ro'y bermaganda quyidagi chegaraviy shartlar bajariladi:

$$\omega^T = \omega^K = \omega^C, K_x^T = K_x^K = K_x^C, K_z^T = K_z^K = K_z^C \quad (10)$$

(8), (9) va (10) tenglamalar asosida

$$\frac{\sin \alpha}{c} = \frac{\sin \alpha}{c} = \frac{\sin \beta}{v} \quad (11)$$

tenglik hosil bo'ladi. (11) ifodadan $\alpha = \alpha'$ va

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c}{v} = \frac{n_{sh}}{n_h} = n \quad (12)$$

ifodaga kelimiz. Bu *sinish qonunining* ifodasi.

SHunday qilib (4), (7) va (12) ifodalar sinish qonuni ifodasi bo'lib, u uch xil usul bilan keltirib chiqarildi.

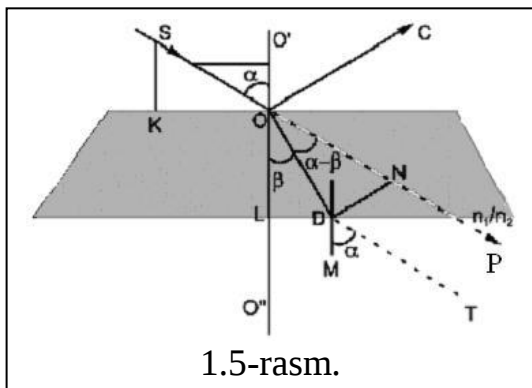
Ish qurilmasidan foydalanish

Penoplast taglik ustiga katak oq qog'oz, uning ustiga ikki tomoni yassi parallel trapetsiya shaklidagi shisha plastinka qo'yiladi. SHisha plastinkaning qirralari silliqlangan bo'lishi kerak. Qalam yoki ruchka yordamida shisha qirrasining shakli qog'ozga chiziladi, so'ng bir tomonidan ko'z bilan qarab turamiz. Bunda ko'zning balandligi shisha plastinka qirrasiga balandligi bilan bir xil bo'lishi kerak. SHisha plastinka qirrasining ikkinchi tomoniga (kuzatuvchining qarshi tomoniga) – shishaga tegdirib, bitta igna qadaymiz. U shisha plastinkaga nurning tushish nuqtasini belgilaydi. Ikkinchi ignani undan mumkin qadar uzoqroq qilib, uning soyasi va birinchi igna soyasi birgalikda ko'zimizga bitta bo'lib ko'rinadigan qilib joylashtiramiz. Ikkita igna vaziyatlari shisha plastinkaga tushayotgan nurning yo'nalishini ko'rsatadi. Uchinchi igna ko'z tomonidan shisha plastinkaga taqab avvalgi ikkita ignalar soyasiga parallel qilib, penoplastga qadaladi. U nurning shishadan chiqish nuqtasini belgilaydi. To'rtinchi ignani mumkin qadar uchinchi ignadan uzoqroq, uchta igna soyasiga parallel qilib qadaymiz. Uchinchi va to'rtinchi ignalar vaziyati shisha plastinkadan chiqqan nurning yo'nalishiga mos keladi.

Ishni bajarish tartibi:

1. Penoplast va qog'oz ustidagi shisha prizma yordamida to'rtta ignalar, prizma orqali qargalanda, bitta bo'lib ko'rinadigan qilib qadaladi.
2. SHisha prizma penoplast va qog'oz ustidan olinadi va 1-igna vaziyati bilan 2-igna vaziyati hamda 3-igna vaziyati bilan 4-igna vaziyati qog'ozda chizg'ich yordamida tutashtiriladi.

4. SHisha plastinka chizma sirtiga OO' tik o'tkazamiz. SHishaning sindirish ko'rsatkichi – n_2 , havoning sindirish ko'rsatkichi – n_1



Pifagor teoremasiga asosan 1 uchburchakdagi $SO^2=SK^2+KO^2$, bundan

$$SO = \sqrt{SK^2 + KO^2} \quad (13)$$

$$\sin \alpha = \frac{SO'}{SO} \quad (14)$$
$$\sin \beta = \frac{LD}{OD} \quad (15)$$
$$OD = \sqrt{LD^2 + LO^2} \quad (16)$$
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n, \quad (17)$$

OLD uchburchakdan Pifagor teoremasiga asosan OD gipotenuzasi aniqlanadi, natijada quyidagi ifoda yordamida nurning siljish kattaligi topiladi: $\sin(\alpha-\beta)=DNFOD$. Bundan

$$DN = OD \sin(\alpha - \beta). \quad (18)$$

7. Topilgan son qiymatlar asosida sindirish ko'rsatkichining son qiymatlari bilan N o'lchamlar sonining bog'liqlik garafigi chizilsin.

№	$\sin \alpha_i$	$\sin \beta_i$	n_i	$\bar{n}$	Δn_i	$\overline{\Delta n}$	$E = \frac{\overline{\Delta n}}{\bar{n}} 100 \%$
1							
2							
3							

Nazorat uchun savollar:

1. Ishning maqsadi va borishini tushuntiring.
2. Absolyut va nisbiy sindirish ko'rsatkichlari haqida tushuncha bering.
3. To'la ichki qaytish hodisasini tushuntiring. CHegaraviy burchak nima?
4. Sinish hodisasini Nyuton va Gyuygens nazariyalari asosida tushuntiring.
5. Yorug'likning sinish qonunini ta'riflang?
6. Sindirish ko'rsatkichini fizik ma'nosi nimadan iborat?
7. Sindirish ko'rsatkichi muhitni xarakterlovchi qanday kattaliklarga bog'liq?
8. Yorug'lik nuri shisha plastinkadan o'tishini chizib ko'rsating?
9. Ishning prinsipi nimadan iborat?

Adabiyotlar

1. G.S.Landsberg, "Optika", Toshkent, 1981.
2. I.V.Savelev, «Umumiy fizika kursi», 3-tom, Toshkent, 1976.
3. F.A.Korolev, Fizika kursi, Toshkent, 1978.