

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI
ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT
TEXNIKA UNIVERSITETI**

OPTIKA ASOSLARI

amaliy mashg‘ulotlar uchun uslubiy ko‘rsatmalar

Toshkent–2018

UDK 535

Yusupov D.B., Nasirov T.Z. “Optika asoslari” fanidan amaliy mashg‘ulotlar uchun uslubiy ko‘rsatmalar. – T: ToshDTU, 2018, 68 b.

Ushbu uslubiy ko‘rsatmalar “Optika asoslari” fani bo‘yicha amaliy mashg‘ulotlarni yangi dastur asosida tashkil etishga bag‘ishlangan bo‘lib, uning maqsadi talabalarning nazariy mashg‘ulotlarda olgan bilimlarini mustahkamlashdan, optika asoslarining asosiy qonunlarini to‘laroq tushunish va anglash hamda mustaqil ishlash malakalarini hosil qilishga o‘rgatishdan iborat.

Ko‘rsatmalar 5312900-Lazer texnologiyalari va optoelektronika yo‘nalishida tahsil oluvchi talabalar uchun mo‘ljallangan.

Toshkent davlat texnika universitetining ilmiy-uslubiy kengashi qaroriga binoan chop etildi.

Taqrizchilar:

Sh. Otajonov, OzMU “Fotonika” kafedrası professori, fizika-matematika fanlari doktori;

F.G. Gaibov, ToshDTU “Umumiy fizika” kafedrası mudiri, fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2018

KIRISH

So'nggi o'n yillik mobaynida optika fanini o'zlashtirish fizika fakul'tetlaridan muhandislik ixtisosliklari fakultetlariga olib o'tilganini ko'rish mumkin. Bir necha yillar oldin optika fani mexanika va kimyoviy muhandislik singari boshqa fakultetlarga kirib bordi va shu ixtisosliklarda kichik masofalarni o'lchashda optikaviy interferometrlar, obyekt harakat tezliklarini o'lchash imkonini beruvchi qurilmalar va materiallar kimyoviy tarkibini o'rganishda spektroskopik qurilmalar singari optikaviy texnikalardan foydalanishga olib keldi.

Ushbu ko'rsatmalar yetarlicha murakkab bo'lgan optik tushunchlarni uning matematik apparatlari orqali rivojlantirish, muhandislarga optikaviy tizimlarni konseptual tuzilishlar, murakkab tahlillar, tayyorlash jarayonlari va tekshirish singari masalalarni yechishga mo'ljallangan. Ko'rsatmalarni tuzishdan maqsad talabalarga "Optika asoslari" faniga oid bo'lgan masalalarni yechishda amaliy ko'mak berishdir.

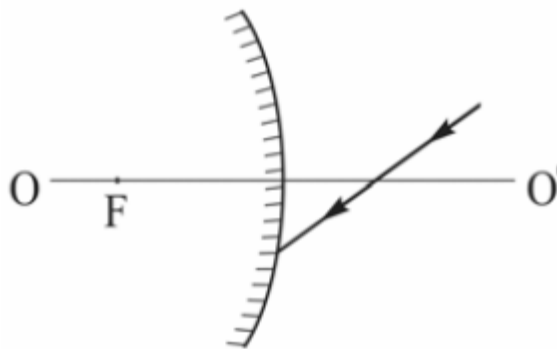
Ko'rsatmalardan optika, lazer texnologiyalari, yorug'lik diod optoelektronikasi kabi sohalarda ta'lim oluvchi talabalar, doktorantlar hamda mustaqil izlanuvchilar foydalanishlari mumkin.

1-mavzu: Geometrik optika, linza va prizmalarda nurlarning yo‘liga oid masalalar yechish

amaliy mashg‘ulot

1-masala

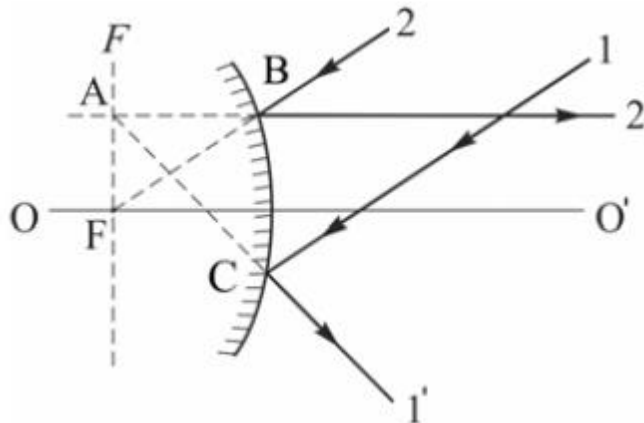
Yorug‘lik nuri qavariq sferik ko‘zguga tushmoqda (1.1-rasm). F – fokus, OO' – bosh optik o‘q). Geometrik usul bilan qaytgan nurning yo‘nalishini toping.



1.1-rasm

Yechish:

Qavariq sferik ko‘zguga tushayotgan 1 nurga fokusni mo‘ljalga oluvchi 2 yordamchi nurni chizamiz (1.2-rasm). V nuqtadan qaytgan $2'$ optik o‘q OO' ga parallel bo‘lishi kerak.



1.2-rasm

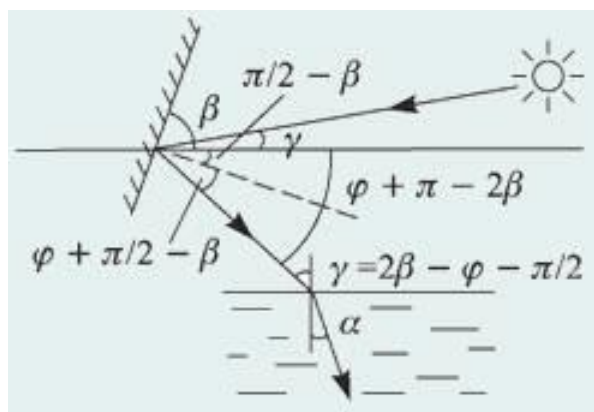
$2'$ nurning davomi (chapga) F fokal tekislikni A nuqtada kesib o‘tadi. Shu sababli S nuqtadan qaytgan $1'$ nur F fokal tekislikdagi A nuqta bilan bir to‘g‘ri chiziqda yotishi kerak.

2-masala

Quyoshning balandligi gorizont bilan $\varphi = 10^\circ$. Ko'zgudan foydalanib yorug'lik nuri ko'lga yo'naltirildi. Yorug'lik nuri suvga vertikalga nisbatan $\alpha = 41^\circ$ burchak ostida tushishi uchun ($\sin \alpha \approx 0,655$), gorizontga nisbatan ko'zguni qanday β burchak ostida joylashtirish kerak. Suvning sindirish ko'rsatkichi $n = 1,32$. Ko'zguga o'tkazilgan normal vertikal tekislikda yotibdi.

Yechish:

3-rasmda nurning yo'li va ko'zguning joylashishi keltirilgan. Rasmda shtrix-punktir chiziq bilan ko'zguga o'tkazilgan perpendikulyar ko'rsatilgan.



1.3-rasm

Rasmdan ko'rinib turibdiki, ko'zgudan qaytgan nur gorizont bilan

$$\varphi + \pi - 2\beta$$

burchak hosil qiladi. Shuning uchun nurning suv sirtiga tushish burchagi quyidagiga teng

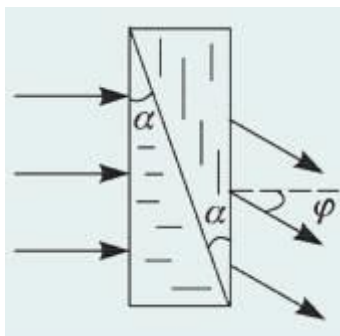
$$\gamma = \pi/2 - (\varphi + \pi - 2\beta) = 2\beta - \varphi - \pi/2,$$

undan $\beta = (1/2)(\pi/2 + \varphi + \gamma)$ ni topamiz. Ikkinchi tomondan, sinish qonuniga asosan $\sin \gamma = n \sin \alpha = 0,8646 \approx 3^{1/2}/2$. Yuqoridagilardan

$\beta = (1/2)(\pi/2 + \varphi + \arcsin(n \sin \alpha)) \approx 80^\circ$ ni olamiz.

3-masala

Og'ish burchaklari $\alpha = 5^\circ$ o'zaro teng, xar xil sindirish ko'rsatkichli ikkita prizma 4-rasmda ko'rsatilganidek bir-biriga zich qilib joylashtirilgan. Ushbu prizmalar tizimining old tomonining yuziga tik tushayotgan yorug'lik dastasi undan chiqayotganda oldingi yo'nalishiga nisbatan $\varphi = 3^\circ$ burchakka og'gan. Hisoblashlarda $\sin \alpha \approx \alpha$, $\sin \varphi \approx \varphi$ larni o'rinli deb, prizmalar materiallarining sindirish ko'rsatkichlari farqini Δn aniqlang.



1.4-rasm.

4-masala

Difraksion panjaraning har bir millimetriga 200 ta shtrix mos keladi. Difraksion panjaraga tik ravishda to'lqin uzunligi 5750 angstrom bo'lgan monoxromatik yorug'lik nuri tushmoqda. Difraksion manzaraning eng katta tartibi qanday burchak ostida ko'rinadi?

5-masala

Bir-biridan $d = 2,0$ mm masofada joylashgan ikkita tor tirqish to'lqin uzunligi $\lambda = 750$ nm bo'lgan yorug'lik nuri bilan yoritilmoqda. Tirqishlarga parallel va ulardan $l = 2,0$ m masofada joylashgan ekranning markazidan qanday masofada birinchi tartibli yorug' tasma joylashgan?

6-masala

Nyuton halqalarini olish uchun yassi qavariq linzadan foydalaniladi. Unga to'lqin uzunligi 0,6 mkm bo'lgan yorug'lik nuri tushirilganida 5- va 6-yorug' halqalar orasidagi masofa 0,56 mm ga tengligi kuzatilgan. Linzaning egrilik radiusi aniqlansin.

Nazorat savollari

1. Geometrik optika nimani o'rganadi?
2. Geometrik optikani qo'llash chegarasi deganda nimani tushunasiz?

3. Yupqa linza deganda nimani tushunasiz?
4. Muhitning sindirish ko'rsatkichi.
5. Shaffof muhitlarga misollar keltiring.
6. Yupqa linza formulasini yozing va izohlang.
7. Bir jinsli optikaviy muhitga ta'rif bering.
8. Oq nur nima?
9. Oq va monoxromatik nurlarning prizmadan o'tishi.

2-mavzu: Tasvir yasash, linzalarning optik kuchini hisoblashga oid masalalar yechish

Bitta qilib qo'shilgan ikki yupqa linzaning optik kuchi:

$$D=D_1+D_2,$$

bunda D_1 va D_2 – linzalarning optik kuchlari.

amaliy mashg'ulot

1-masala

Quyidagi linzalarning optik kuchlari D topilsin: a) ikki tomonlama botiq : $R_1=15$ sm i $R_2=-25$ sm; b) yassi-botiq $R_1=15$ sm va $R_2=\infty$; c) qavariq–botiq (musbat menisk): $R_1=15$ sm va $R_2=25$ sm; g) ikki tomonlama qavariq: $R_1=-15$ sm va $R_2=-25$ sm; d) yassi-qavariq: $R_1=\infty$ va $R_2=-15$ sm; e) botiq-qavariq (manfiy menisk): $R_1=25$ sm va $R_2=15$ sm. Linzaning sindirish ko'rsatkichi $n=1.5$.

Yechish:

Yupqa linza formulasidan

$$D = \frac{1}{F} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad (2.1)$$

Undan

$$F = \frac{R_1 R_2}{(n-1)(R_2 - R_1)} \quad (2.2)$$

Yassi-botiq linza

($R_2=\infty$) uchun (2.1) tenglamadan quyidagini olamiz

$$(n - 1) \frac{1}{R_1} = \frac{1}{F}$$

Undan

$$F = \frac{R_1}{n - 1} \quad (2.3)$$

Yassi-qavariq linza

($R_1=\infty$) uchun (2.1) tenglamadan quyidagini olamiz

$$-(n - 1) \frac{1}{R_2} = \frac{1}{F}$$

Undan o'z navbatida ishchi formulani topamiz

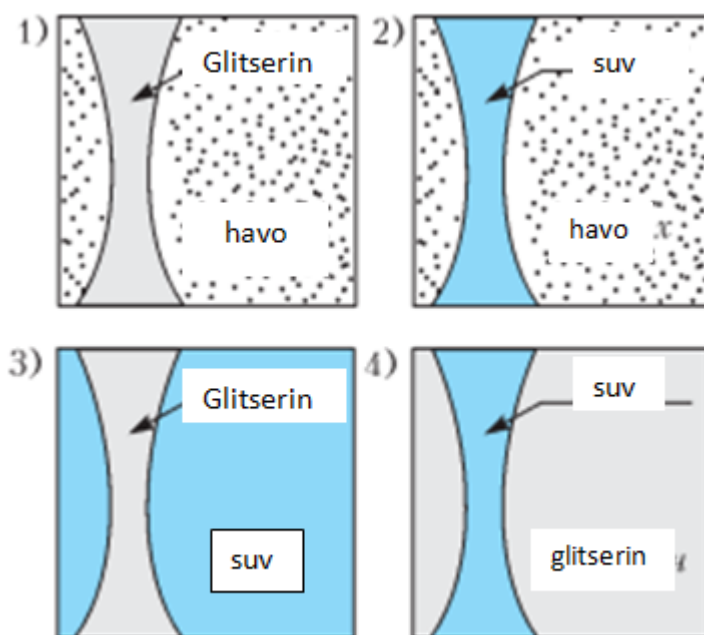
$$F = -\frac{R_2}{n - 1} \quad (2.4)$$

Son qiymatini qo'yib quyidagilarni topamiz

- a) (2.1) dan $F=0.188$ m;
- b) (2.2) dan $F=0.3$ m;
- c) (2.3) dan $F=0.75$ m;
- g) (2.1) dan $F=-0.188$ m;
- d) (2.4) dan $F=0.3$ m;
- e) (2.2) dan $F=-0.75$ m.

Bu qiymatlarga teskari bo'lgan kattalik esa linzaning optik kuchi ((2.1) formulaga qarang).

2-masala

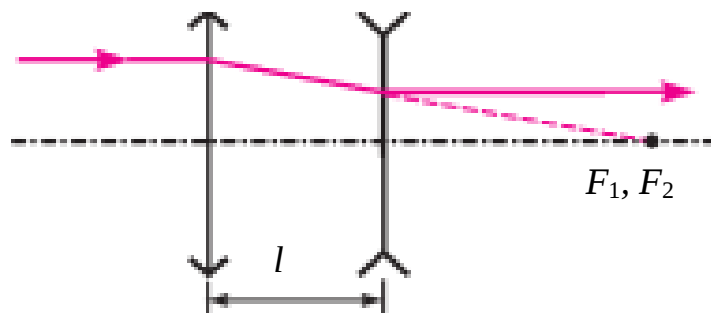


2.1-rasm.

2 ta juda yupqa sferik shishalar segmentlaridan 2.1-rasmda tasvirlanganidek linzalar tayyorlangan. Agar glitserinning sindirish ko'rsatkichi suvning sindirish ko'rsatkichidan kattaroq bo'lsa, u holda qaysi holda yig'uvchi linza to'g'ri belgilangan (to'g'ri javob – 4-hol)?

3-masala

Fokus masofasi 17 sm bo'lgan yig'uvchi linzaga uning bosh optikaviy o'qiga parallel bo'lgan nur dastasi tushmoqda. Nur har ikkala linzadan o'tib parallel tarqalishi uchun fokus masofasi 9 sm bo'lgan sochuvchi linzani yig'uvchi linzadan qanday masofada joylashtirish lozim (to'g'ri javob – 8 sm)?



2.2-rasm.

4-masala

Linzaga yig'iluvchi nur dastasi tushmoqda. Nurlar linzadan o'tib, linzadan 15 sm masofada joylashgan nuqtada kesishmoqda. Agar linzani olib tashlasak, u holda kesishish nuqtasi linzaga 5 sm yaqinroq bo'lgan nuqtaga ko'chadi. Linzaning fokus masofasini toping.

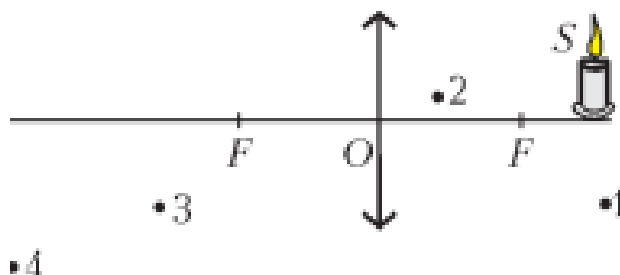
Bu holda linza formulasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$-\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

Bu yerda $d = 10$ sm (mavhum manba), $f = 15$ sm (haqiqiy tasvir). Bunga ko'ra $F = -30$ sm. Linzaning yig'uvchi yoki sochuvchi ekanligi masalaning shartida berilmagan edi, masalaning yechimidan bu linzaning sochuvchi ekanligi kelib chiqdi.

5-masala

2.3-rasmda ko'rsatilgan 1, 2, 3 yoki 4 nuqtalarning qaysi birida sham shu'lasining yig'uvchi linza orqali hosil bo'lgan tasviri joylashadi?



2.3-rasm

$d > F$ bo'lganligi sababli tasvir haqiqiy. Shu sababli faqatgina 3 va 4 nuqtalar qoladi. Lekin $d < 2F$ bo'lganligi sababli $f > 2F$ shart bajarilishi zarur. Shunga ko'ra to'g'ri javob 4 bo'ladi.

Nazorat savollari

1. Haqiqiy va mavhum tasvirlarning farqlarini tushuntiring.
2. Linzaning fokus masofasi qanday aniqlanadi?
3. Qavariq linzada mavhum tasvir olish mumkinmi? Javobingizni izohlab bering.
4. Yassi, botiq va qavariq ko'zgularda tasvirlar qanday hosil qilinadi?
5. Yupqa va qalin linzalarda hosil qilingan tasvirlar qanday farqlanadi?

6. Qanday linzalarda buyumning to'ng'rik tasviri hosil bo'ladi?
7. Linzaning optikaviy kuchi va fokus masofasi o'rtasida qanday bog'liqlik bor?
8. Yig'uvchi linza fokusiga joylashtirilgan buyumning tasviri qayerda hosil bo'ladi?
9. Linzalar qanday qurilmalarda ishlatiladi?

3-mavzu: Yorug'likning qaytishi va sinishi qonuniga oid masalalar yechish

Nur bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tayotganida yorug'likning qaytishi qonuni:

Ikki muhit chegarasida tushgan nur, qaytgan nur va tushish nuqtasiga o'tkazilgan normal 1 ta tekislikda yotadi. Nurning qaytish burchagi j tushish burchagi i ga teng bo'ladi:

$$j = i$$

Nur bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tayotganida yorug'likning sinishi qonuni:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n = \frac{v_1}{v_2},$$

bunda i – tushish burchagi, r – sinish burchagi, n – ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan sindirish ko'rsatkichi, v_1 va v_2 – yorug'likning birinchi va ikkinchi muhitlardagi tarqalish tezliklari.

amaliy mashg'ulot

1-masala

Maksvell tenglamasidan elektr zaryadining saqlanish qonuni kelib chiqishini ko'rsating, ya'ni ushbu $\nabla \cdot \mathbf{j} = -\partial \rho / \partial t$ tenglikni isbotlang.

Yechish:

Magnit maydon kuchlanganligining sirkulyatsiyasi – Maksvellning 1-tenglamasini yozamiz

$$\nabla \times \mathbf{H} = \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} + \frac{4\pi}{c} \mathbf{j}$$

Bu tenglamaning har ikkala tomonini divergensiyalaymiz

$$\nabla \cdot (\nabla \times \mathbf{H}) = \nabla \cdot \left(\frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} + \frac{4\pi}{c} \mathbf{j} \right)$$

Tenglamaning chap tomoni 0 ga teng, chunki rotordan olingan

$$\nabla \cdot (\nabla \times \mathbf{H}) = 0$$

divergensiya 0 ga teng.

Tenglamaning o'ng tomonini quyidagicha yozish mumkin

$$\nabla \cdot \left(\frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} + \frac{4\pi}{c} \mathbf{j} \right) = \nabla \cdot \left(\frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \right) + \nabla \cdot \left(\frac{4\pi}{c} \mathbf{j} \right) = \frac{1}{c} \frac{\partial \nabla \cdot \mathbf{D}}{\partial t} + \frac{4\pi}{c} \nabla \cdot \mathbf{j} = 0$$

Maksvellning uchinchi tenglamasi

$$\nabla \cdot \mathbf{D} = 4\pi\rho$$

dan foydalanib va o'zgaras koeffitsiyentlarni qisqartirib, quyidagini olamiz

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot \mathbf{j} = 0$$

Undan

$$\nabla \cdot \mathbf{j} = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$$

ekani kelib chiqadi.

2-masala

Chastotasi 100 TGs bo'lgan elektromagnit to'lqin vakuumdan dielektrik kirituvchanligi 2 ga teng bo'lgan nomagnit muhitdan o'tganida uning to'lqin uzunligi qanchaga kamayishini aniqlang.

Yechish

To'lqinni tarqalish tezligi uning to'lqin uzunligi bilan quyidagi munosabatda $v = \lambda \nu$, undan $\lambda = \frac{v}{\nu}$.

Elektromagnit to‘lqin bir muhitdan ikkinchi muhitga o‘tganida uning chastotasi o‘zgarmaydi, shu sababli uning tezligi va unga mos ravishda to‘lqin uzunligi o‘zgaradi.

Elektromagnit to‘lqin formulasini vakuum va nomagnit muhit uchun qo‘llaymiz. Birinchi holda to‘lqinning vakuumdagi tezligi yorug‘lik tezligiga teng. Ikkinchi holda to‘lqinning tezligi kamayadi va u muhitning sindirish ko‘rsatkichi bilan aniqlanadi.

$$\lambda_1 = \frac{c}{\nu} \quad \text{va} \quad \lambda_2 = \frac{c}{\nu n}.$$

Sindirish ko‘rsatkichi

$$n = \sqrt{\varepsilon\mu}$$

bilan aniqlanadi va quyidagi formulani olamiz:

$$\lambda_2 = \frac{c}{\nu \sqrt{\varepsilon\mu}}$$

To‘lqin uzunligining o‘zgarishi quyidagiga teng:

$$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = \frac{c}{\nu} \left(\frac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}} - 1 \right).$$

Son qiymatini qo‘yib quyidagini olamiz:

$$\Delta\lambda = -0.879 \cdot 10^{-6} \text{ m}.$$

3-masala

Qaysi holda ikkita chastotalari bir xil bo‘lgan to‘lqinlar qo‘shilganda (fazalari ixtiyoriy nisbatda bo‘lganda) natijaviy intensivlik I ularning boshlangich intensivliklari I_1 va I_2 ning yig‘indisiga teng bo‘ladi?

Yechish:

Fazoning biror nuqtasida ikkita to‘lqinga mos garmonik tebranishlarning qo‘shilishini ko‘rib chiqamiz. Tebranishlar quyidagi qonunlar bo‘yicha bo‘lsin.

$$E_1 = A_1 \cos(\omega t), \quad E_2 = A_2 \cos(\omega t + \delta)$$

Bunda

δ - fazalar farqi. Natijaviy tebranish quyidagicha ifodalanadi:

$$E = E_1 + E_2 = A_1 \cos(\omega t) + A_2 \cos(\omega t + \delta) \text{ quyidagi ifodani olamiz.}$$

$$E^2 = A_1^2 \cos^2(\omega t) + A_2^2 \cos^2(\omega t + \delta) + 2A_1 A_2 \cos(\omega t) \cos(\omega t + \delta)$$

Natijaviy intensivlik I ni topish uchun yuqoridagi ifodani vaqt bo'yicha o'rtacha qiymatini topamiz.

$$I = \frac{1}{2} A_1^2 + \frac{1}{2} A_2^2 + 2A_1 A_2 \overline{\cos(\omega t) \cos(\omega t + \delta)}$$

bu formuladagi chiziq o'rtacha qiymatni anglatadi. Masalani shartiga ko'ra oxirgi qo'shiluvchi nolga teng. Bu esa faqat

$$A_1 A_2 = 0$$

da amalga oshadi, ya'ni tebranishlar o'zaro perpendikulyar bo'lishi lozim ($\delta=90^\circ$).

4-masala

A nuqtadan chiqayotgan yorug'lik nuri ikki muhit chegarasida singandan keyin V nuqtaga tushadi. Shunda nurning optik uzunligi A va V nuqtalarni birlashtiruvchi kesma ixtiyoriy boshqa optik yo'ldan kichikroq bo'lishini isbotlang.

5-masala

Shamning yorug'lik nuri energiyasi oqimining zichligi undan 1 m masofada $6 \text{ erg}/(\text{s} \cdot \text{sm}^2)$ ga teng. Shamning massasi har soatda 8,5 g ga kamayadi va uning solishtirma yonish issiqligi 5800 kal/g deb hisoblab, sham-yorug'lik manbaining FIK ni toping ($1 \text{ kal} = 4.2 \text{ J}$, $1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J}$).

Nazorat savollari

1. Yorug'likning ikki muhit chegarasida sinishida uning qaysi parametrlari o'zgaradi?
2. Yorug'lik nurini tavsiflovchi asosiy parametrlarni sanab bering.

3. Yorug'likning tezligini o'lchash bo'yicha amalga oshirilgan dastlabki tajribalar yorug'likning qaysi xususiyatiga asoslangan edi?
4. Yorug'likning bir jinsli muhitda to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishi qanday izohlanadi?
5. Yassi to'lqin, turgu'un to'lqin deganda nimani tushunasiz?
6. Mexanikaviy to'lqin va yorug'lik to'lqini orasidagi o'xshashliklarni sanab bering.
7. Mexanikaviy to'lqin va yorug'lik to'lqini orasidagi farqlarni sanab bering.
8. Nima sababdan yorug'likning tarqalishida efir tushunchasi kiritilgan edi?
9. Mexanikaviy to'lqinlarning necha xil turini bilasiz?

4-mavzu: Fotometrik kattaliklarni hisoblashga oid masalalar yechish

1. To'lqinlar energiyasi

$$W = E + U = \rho A^2 \omega^2 \Delta V \sin^2 \omega \left(t - \frac{x}{u} \right)$$

bu yerda, ρ - muhitning zichligi, t - to'lqinning tarqalish vaqti, x - to'lqin frontining siljish masofasi, u - to'lqinning fazaviy tezligi, ΔV - to'lqin frontining tarqatishiga ular egallab olgan hajm o'zgarishi.

2. Yorug'lik oqimi

$$\Phi = \frac{dW}{dt}$$

W – energiya, t – vaqt.

3. Yorug'lik kuchi

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega}$$

I – yorug'lik oqimi, Ω – fazoviy burchak

4. Yoritilganlik

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

bunda α – nurning tushish burchagi.

5. Yorqinlik

$$R = \frac{d\Phi}{dS}$$

Agar jismning yorqinligi uning yoritilganligi bilan ifodalansa, $R=\rho E$, bundagi ρ – sochilish (qaytish) koeffitsiyenti.

6. Ravshanlik

$$B = \frac{dl}{\cos \theta \cdot dS}$$

7. Yoritilish miqdori

$$dH_e = E dt$$

amaliy mashg'ulot

Mavzuga oid quyidagi masalalarni yeching.

1. Normal tushayotgan quyosh nurlaridan yer sirtining yoritilganligi topilsin. Quyoshning ravshanligi $1,2 \cdot 10^9 \text{ Kd/m}^2$

2. Yorug'lik kuchi 100 *sham* keladigan elektr lampochkasining spiral simi, diametri: 1) 5 *sm* va 2) 10 *sm* bo'lgan xira sferik kolba ichiga joylshtirilgan. Ikkala holda ham lampochkaning yorqinligi va ravshanligi topilsin. Kolba qobig'idagi yorug'lik isrofi hisobga olinmasin.

3. Nur sochuvchi jism sifatida xizmat qiluvchi diametri 3 mm cho'g'lanma sharchali lampa 85 *sham* yorug'lik kuchi beradi. Agar lampaning sferik kolbasi: 1) tiniq shishadan, 2) xira shishadan yasalgan bo'lsa, shu lampaning ravshanligi topilsin. Kolbaning diametri 6 *sm*.

4. Yorug'lik normal tushayotganida oldingi masladagi lampa 5 m masofada qanday yoritilganlik beradi?

5. O'lchamlari 20x30 *sm* bo'lgan oq qog'oz sirtiga normal holda 120 *Lk* yorug'lik oqimi tushadi. Agar sochilish koeffitsiyenti $\rho=0,75$ bo'lsa, qog'oz varag'ining yoritilganligi, ravshanligi va yorqinligi topilsin.

6. Qog'oz varag'ining ravshanligi 10^4 nt ga teng bo'lishi uchun oldingi masaladagi qog'oz varag'ining yoritilganligi qanday bo'lishi kerak?

7. O'lchami 10x30 *sm* qog'oz varag'i 100 *sham* yorug'lik kuchiga ega bo'lgan lampochka bilan yoritilganda unga lampochkadan butun

yorug'likning 0,5 % qismi tushadi. Shu qog'oz varagining yoritilganligi topilsin.

8. 100 *sham* elektr lampochkasi hamma tomonga har minutda 122 J yorug'lik energiyasi tarqatadi. Agar lampochka 100 W quvvat iste'mol qilsa, 1) yorug'likning mexanik ekvivalenti; 2) yorug'lik berish foydali ish koeffitsiyenti topilsin.

Nazorat savollari

1. Fotometriya nimani o'rganadi?
2. Fotometriyani qo'llash chegarasini tushuntiring.
3. Quyoshdan kelayotgan nurning intensivligi, quvvati qanday aniqlanadi?
4. Fazoviy burchak tushunchasini izohlab bering.
5. 1 steradian fazoviy burchak qanday aniqlanadi?
6. Berk sirtning fazoviy burchagi nimaga teng?
7. Yorug'lik kuchining mexanik kuchlarga qanday aloqasi bor?
8. Elektr manbaining foydali ish koeffitsiyenti qanday aniqlanadi?

5-mavzu: Elektromagnit to'lqinlarning tarqalishi, sinishi va qaytishiga oid masalalar yechish

1. Sferik ko'zguning optik kuchi D quyidagicha aniqlanadi:

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = \frac{2}{R} = \frac{1}{F} = D$$

bunda a_1 , a_2 – buyumdan va tasvirdan ko'zgugacha bo'lgan masofa, R – ko'zguning egrilik radiusi va F – ko'zguning fokus masofasi.

Ko'zgudan chiqqan nur bo'yicha hisoblanadigan masofa musbat, nurga teskari masofa esa – manfiy hisoblanadi. Agar F metrda ifodalanasa, u holda D kattalik dioptriyada ifodalanadi.

2. Nur bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tayotganida yorug'likning sinishi qonuni:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n = \frac{v_1}{v_2},$$

bunda i – tushish burchagi, r -sinish burchagi, n -ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan sindirish ko‘rsatkichi, v_1 va v_2 –yorug‘likning birinchi va ikkinchi muhitlardagi tarqalish tezligi.

3. Bir jinsli muhitga joylashtirilgan yupqa linzaning optik kuchi:

$$-\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) = \frac{1}{F} = D$$

bunda a_1, a_2 – buyumdan va tasvirdan linzagacha bo‘lgan masofa, n - linza materialining nisbiy sindirish ko‘rsatkichi, R_1 va R_2 – linzalarning egrilik radiuslari. Linzalar uchun ishoralar qoidasi ko‘zgularniki singaridir.

4. Bitta qilib qo‘shilgan ikki yupqa linzaning optik kuchi:

$$D = D_1 + D_2,$$

bunda D_1 va D_2 – lizalarning optik kuchlari.

5. Ko‘zgular va linzalardagi chiziqli kattalashtirish

$$k = \frac{y'}{y} = \frac{a_2}{a_1}$$

bunda y – buyumning balandligi va y' – tasvirning balandligi.

6. Lupaning kattalashtirishi

$$k = \frac{L}{F},$$

bunda L – eng yaxshi ko‘rish masofasi va F – lupaning bosh fokus masofasi.

7. Mikroskopning kattalashtirishi

$$k = LdD_1D_2$$

bunda L – eng yaxshi koʻrish masofasi, d – obyektiv bilan okulyar fokuslari oʻrtasidagi masofa, D_1 va D_2 – mos holda obyektiv bilan okulyarning optik kuchlari.

8. Teleskopning kattalashtirishi

$$k = \frac{F_1}{F_2}$$

bunda F_1 – obyektivning fokus masofasi va F_2 – okulyarning fokus masofasi.

amaliy mashgʻulot

Mavzuga oid quyidagi masalalarni yeching.

1. Qavariq sferik koʻzguning egrilik radiusi 60 *sm*. Koʻzgudan 10 *sm* uzoqlikda balandligi 2 *sm* keladigan buyum qoʻyilgan. Tasvirning vaziyati va balandligi topilsin. Chizmasi berilsin.

2. Egrilik radiusi 40 *sm* boʻlgan botiq sferik koʻzguda asl kattaligining yarmiga teng keladigan haqiqiy tasvir olish uchun buyumni qayerga joylashtirish kerak va tasvir qayerda olinadi?

3. Buyumning botiq sferik koʻzgudagi tasviri uning oʻz kattaligidan ikki marta katta. Buyum bilan tasvir oʻrtasidagi masofa 15 *sm*. Koʻzguning: 1) fokus masofasi va 2) optik kuchi aniqlansin.

4. Yorugʻlik nuri sindirish koʻrsatkichi n boʻlgan jismga i burchak ostida tushadi. Qaytgan nur singan nurga perpendikulyar boʻlishi uchun i va n kattaliklar oʻzaro qanday bogʻlanishi kerak?

5. Shishaning sindirish koʻrsatkichi 1,52

1) shisha-havo, 2) suv-havo, 3) shisha-suv, boʻlinish sirtlari uchun toʻliq ichki qaytishning chegaraviy burchaklari topilsin.

6. Suvga shoʻngʻigan kishi botib borayotgan Quyoshni qaysi yoʻnalishida koʻradi?

7. Yorugʻlik nuri skipidardan havoga chiqmoqda. Bu nur uchun toʻla ichki qaytishning chegaraviy burchagi $42^{\circ}23'$. Skipidardagi yorugʻlikning tarqalish tezligi nimaga teng?

Nazorat savollari

1. Buyumning kattalashgan tasvirini olish qaysi qonunga asoslangan?
2. Chiziqli kattalashtirish, burchakli kattalashtirishlarni tushuntiring.
3. Eng yaxshi ko‘rish masofasi qanday aniqlanadi?
4. Nurning tushish tekisligi qanday aniqlanadi?
5. Teleskop va mikroskoplarning o‘xshash xususiyatlarini sanab bering.
6. Teleskop va mikroskoplarning farqlarini sanab bering.
7. Tarix (XVI asr)da Mirzo Ulug‘bek observatoriyasida hech qanday linza ishlatmasdan turib ham kunduz kunlari osmondagi yulduzlarni kuzatish mumkin bo‘lgan. Hozir ham shu tajribani amalga oshirsa bo‘ladimi? Qanday qilib?
8. Muhitning nisbiy sindirish ko‘rsatkichi deganda nimani tushunasiz?

6-mavzu: Frenel tenglamalariga oid masalalar yechish

1. Doppler prinsipiga ko‘ra qayd qiluvchi asbob qabul qilinadigan yorug‘lik chasotasi ν yorug‘lik manbai yuboradigan ν chastota bilan quyidagi munosabatda bog‘langan:

$$\nu' = \nu \sqrt{\frac{1 - \frac{g}{c}}{1 + \frac{g}{c}}}$$

bunda ν -qayd qiluvchi asbobning manbaga nisbatan nisbiy tezligi, c -yorug‘lik tarqalishi tezligi. ν ning musbat qiymati yorug‘lik manbain-ing uzoqlashishiga tog‘ri keladi.

2. $\nu \ll c$ da oldingi formulani taxminan quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$\nu' \cong \nu \frac{1}{1 + \frac{g}{c}}$$

3. Ekrandagi ikki kogerent yorug‘lik manbalariga parallel joylashgan interferensiya yo‘llari o‘rtasidagi masofa

$$\Delta y = \frac{L}{d} \lambda$$

bu yerda λ -yorug'likning tolqin uzunligi, L -bir-biridan d masofada turgan yorug'lik manbalaridan ekrangacha bo'lgan masofa; bunda $L \gg d$ deb hisoblanadi.

amaliy mashg'ulot

1. Quyosh spektri fotosuratga olinganida uning chap va o'ng chetlarida olingan spektrlardagi ($\lambda=5890\text{\AA}$) sariq spektral chiziq $0,08\text{\AA}$ ga siljiganligi topilgan. Quyosh diskining chiziqli aylanish tezligi topilsin.

2. Agar α -zarrachalar dastasi bo'ylab kuzatilganida geliy chizig'ining ($\lambda=4922\text{\AA}$) maksimal doppler siljishi $8\text{\AA}$ ga teng bo'lsa, geliyli razryad trubkasining elektrodleri orasiga qanday potensiallar ayirmasi qo'yilgan bo'ladi?

3. Andromeda « ϵ » yulduzning spektri fotosuratiga olinganda titan chizig'i ($\lambda=4,954 \cdot 10^{-5}\text{ sm}$) spektrning binafsha uchi tomon $1,7\text{\AA}$ ga siljiganligi topilgan. Yulduz Yerga nisbatan qanday harakat qiladi?

4. Agar yashil yorug'lik filtrini ($\lambda=5 \cdot 10^{-5}\text{ sm}$) qizil yorug'lik filtriga ($\lambda=6,5 \cdot 10^{-5}\text{ sm}$) almashtirilsa, Yung tajribasida ekrandagi qo'shni interferensiya yo'llari o'rtasidagi masofa necha marta oshadi?

5. Yung tajribasida to'lqin uzunligi $\lambda=6 \cdot 10^{-5}\text{ sm}$ bo'lgan monoxromatik yorug'lik bilan yoritilgan teshiklar o'rtasidagi masofa 1 mm va teshikdan ekrangacha bo'lgan masofa 3 m . Uchta birinchi yorug' yo'llarning vaziyati topilsin.

6. Frenel ko'zgulari bilan qilingan tajribada yorug'lik manbaining mavhum tasvirlari o'rtasidagi masofa $0,5\text{ mm}$ ga, ekrangacha bo'lgan masofa 5 m ga teng bo'lgan. Yashil yorug'likda bir-birlaridan 5 mm masofada interferensiya yo'llari hosil bo'lgan bo'lsa, bu nurning to'lqin uzunligini toping.

Nazorat savollari

1. Frenel tenglamalarining mohiyati nimada?
2. Interferensiya hodisasi qanday obyektlarga xos va u qanday namoyon bo'ladi?
3. Optik yo'llar farqi va fazalar farqi tushunchalarini izohlang.
4. Yorug'lik nurining maksimumlik va minimumlik shartlarini izohlang.
5. O'ylab ko'ring-chi, o'z hayotingiz mobaynida mexanik to'lqinlarda ham interferensiya hodisasini kuzatganmisiz?

6. Yorug'lik nurlari interferensiyasi bilan bog'liq tabiiy hodisalarga misollar keltiring.
7. Nima sababdan turli xil chastotali nurlarda interferensiya hodisasi kuzatilmaydi?
8. Ko'zguga tushgan nurda qanday hodisa yuz beradi?

7-mavzu: Ikki muhit chegarasida qaytgan va singan elektromagnit to'lqinlarga oid masalalar yechish

amaliy mashg'ulot

1. Egrilik radiusi 40 sm bo'lgan botiq sferik ko'zguda asl kattaligining yarmicha keladigan haqiqiy tasvir olinishi uchun buyumni qayerga qo'yish kerak va tasvir qayerda hosil bo'ladi?
2. Fokus masofasi 20 sm botiq sferik ko'zgu berilgan. Bo'ylama sferik aberratsiya focus masofaning ko'pi bilan 2% ini tashkil etishi uchun buyum optik o'qdan qanday h eng uzoq masofada turishi kerak?
3. Yassi-parallel sirtli qalinligi 1 sm shisha plastinkaga (shishaning sindirish ko'rsatkichi 1.73) 60° burchak bilan nur tushib, uning bir qismi qaytadan, ikkinchi qismi esa sinib, shisha orasiga o'tadi; bu qism plastinkaning ostki sirtidan qaytadan va ikkinchi marta sinib, yana havoga birinchi qaytgan nurga parallel holda chiqadi. Nurlar o'rtasidagi l masofa topilsin.
4. Yorug'lik nuri sindirish ko'rsatkichi n bo'lgan muhitga I burchak ostida tushadi. Qaytgan nur singan nurga perpendikulyar bo'lishi uchun I va n burchaklar o'zaro qanday munosabatda bo'lishlari zarur?
5. Ba'zi bir shisha navlarining qizil va binafsha nurlar uchun sindirish ko'rsatkichi 1,51 va 1,53 ga teng. Bu nurlar shisha – havo chegarasiga tushganida to'la ichki qaytish limit burchaklari topilsin.
6. Monoxromatik nur prizmaning yon sirtiga normal tushadi va undan 25° ga og'ib chiqadi. Bu nur uchun prizma materialinig sindirish ko'rsatkichi 1,7. Prizmaning sindirish burchagi topilsin.
7. Egrilik radiuslari bir xil va sindirish ko'rsatkichi $n=1,5$ bo'lgan ikki yoqlama qavariq linzaning bosh fokuslari egrilik markazlarida yotishi isbot qilinsin.

Nazorat savollari

1. Yorug'likning sinishi va qaytishi qonunlarini izohlab bering.
2. Ko'zguga tushgan nurda qanday hodisalar kuzatiladi?

3. Singan va qaytgan nurlarga elektromagnit to‘lqinning qaysi parametrlari o‘zgarib, qaysilari o‘zgarmasdan qoladi?
4. Elektromagnit to‘lqinning tabiatini izohlab bering
5. Yorug‘likning ikki muhit chegarasida qaytishini korpuskulyar nazariya orqali tushuntirish mumkinmi? To‘lqin nazariyasi nuqtai-nazaridan-chi?
6. Maksvell tomonidan elektromagnit maydon tushunchasini kiritishga nimalar turtki bo‘lgan?
7. Elektr va magnit maydonlar o‘rtasidagi o‘xshashliklarni sanab bering

8-mavzu: Yorug‘likning yutilishiga oid masalalar yechish

Parallel monoxromatik nur dastasini uning yutiluvchi muhitda susayishini aniqlovchi qonun. Bu qonun quyidagi ko‘rinishda ifodalanadi:

$$I(l) = I_0 e^{-k_\lambda l},$$

bu yerda I_0 — kiruvchi dasta intensivligi, l — nur o‘tayotgan modda qalinligi, k_λ — yutilish ko‘rsatkichi. Bu ko‘rsatkich yorug‘likning to‘lqin uzunligiga bog‘liq bo‘lib, bu bog‘liqlik modda spektrining yutilishi deyiladi.

amaliy mashg‘ulot

1-masala

Tirozinning aralashmadagi molyar konsentratsiyasini toping. $\lambda_{\text{maks}} = 275 \text{ nm}$ to‘lqin uzunligida $l = 10 \text{ sm}$ qalinlikdagi kyuvetadagi aralashma yutilish zichligi $D = 13.4$, yutilishning molyar koeffitsiyenti $\varepsilon = 13400 \text{ l}/(\text{mol} \cdot \text{sm})$ ga teng.

Yechilishi:

Buger –Lambert –Ber qonuniga ko‘ra:

$$D = \varepsilon \cdot C_M \cdot l, \text{ bundan } C_M = D/(\varepsilon \cdot l) = 13.4/(13400 \cdot 10) = 10^{-4} \text{ mol/l}.$$

2-masala

Retinolning etanol ($M = 286,5 \text{ g/mol}$) aralashmasi (modda konsentratsiyasi $C_M = 8,57 \cdot 10^{-6} \text{ mol/l}$)ning $l = 1 \text{ sm}$ qalinlikdagi kyuvetadagi optikaviy zichligi $D = 0,450$. Yutilishning maksimal holati

uchun retinol yutilishiga mos bo'lgan λ_{maks} energiyani hamda yutilishning molyar ko'effitsiyentini toping

Yechilishi:

1 ta foton energiyasi (E) chastota (ν) bilan quyidagi munosabat orqali bog'langan: $E = h\nu$, bu yerda $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sek}$. Boshqa tomondan chastota to'liq uzunligi bilan quyidagicha bog'langan:

$$\nu = c/\lambda$$

Bu ikkala tenglamalarni birlashtirib

$$E = h \cdot c/\lambda,$$

ga ega bo'lamiz. Retinol molekulasining $\lambda_{\text{maks.}} = 325 \text{ nm}$ energiyali 1 ta fotonni yutib uyg'ongan holatiga o'tishida o'tish energiyasi:

$\Delta E = h \cdot c/\lambda_{\text{maks.}} = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sek} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/sek} / (325 \cdot 10^{-9} \text{ m}) = 6,1 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ yoki eV ($1 \text{ J} = 6,24 \cdot 10^{18} \text{ eV}$) $\Delta E = 3,8 \text{ eV}$. 1 mol retinol molekulalari yutadigan energiyani topish uchun uni yana Avogadro soniga ko'paytirish kerak ($N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$): $\Delta E = 6,1 \cdot 10^{-19} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,67 \cdot 10^5 \text{ J/mol} = 3,67 \cdot 10^2 \text{ kJ/mol}$.

Buger –Lambert –Ber qonuniga ko'ra:

$D = \varepsilon \cdot C_M \cdot l$, bundan $\varepsilon = D/(C_M \cdot l) = 0,450/(8,57 \cdot 10^{-6} \cdot 1) = 5,25 \cdot 10^4 \text{ l/(mol} \cdot \text{sm)}$.

3-masala

0.1 M miqdordagi HCl ning 1 sm qalinlikdagi kyuvetada tiabendazol moddasi 4,00 mkg/ml konsentratsiyali aralashmasining $\lambda_{\text{maks.}} = 302 \text{ nm}$ bo'lgan holdagi optikaviy zichligi 0.490 ga teng. O'tish energiyasi va yutilishning molyar ko'effitsiyentini toping. Tiabendazolning molyar massasi 201,3 g/ml ga teng.

Yechilishi:

Yutilishning maksimal qiymatiga mos keluvchi o'tish energiyasi bundan oldingi masaladagiday topiladi:

$\Delta E = h \cdot c/\lambda_{\text{maks.}} = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sek} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/sek} / (302 \cdot 10^{-9} \text{ m}) = 6,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ yoki eV larda $\Delta E = 4,1 \text{ eV}$.

Tiabendazolning 1 moli molekulalari yutadigan energiya:

$\Delta E = 6,6 \cdot 10^{-19} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,95 \cdot 10^5 \text{ J/mol} = 3,95 \cdot 10^2 \text{ kJ/mol}$.

Buger–Lambert–Ber qonunidan foydalanish uchun tiabendazolning aralashmadagi molyar konsentratsiyasini hisoblaymiz. U holda:

$$\varepsilon = D/(C_M \cdot l) = 0,490/(2 \cdot 10^{-5} \cdot 1) = 0,245 \cdot 10^5 \text{ l}/(\text{mol} \cdot \text{sm}).$$

4-masala

λ to‘lqin uzunligidagi 2 ta moddalar aralashmasi optikaviy spektri yutilish zichligi 5,0 (D) ga, λ^* to‘lqin uzunligida esa – 5,5 (D^*) ga teng. Har ikkala moddalar konsentratsiyalari (S_{M1} va S_{M2})ni aniqlang. 1- va 2-moddalarning λ to‘lqin uzunligidagi molyar yutilish koefitsiyentlari 10^4 ($\varepsilon_{\lambda 1}$) va $2 \cdot 10^4$ ($\varepsilon_{\lambda 2}$) ga, λ^* to‘lqin uzunligidagisi esa $2,5 \cdot 10^4$ ($\varepsilon_{\lambda 1}^*$) va $1,5 \cdot 10^4$ ($\varepsilon_{\lambda 2}^*$) ga teng. Spekr yozilishidagi kyuveta qalinligi 1 sm ga teng.

Yechilishi:

Buger–Lambert–Ber qonuniga ko‘ra:

$$D = \varepsilon \cdot C_M \cdot l.$$

Moddalar aralashmasi yutilish spektri optikaviy zichligi qiymati moddalar yutilish zichliklari yig‘indisiga teng bo‘lganligidan spektrning har ikkala to‘lqin uzunliklari uchun yig‘indi optikaviy zichliklar qiymatlariga mos bo‘lgan 2 ta tenglamalarni tuzamiz:

$$D = D_1 + D_2 = S_{M1} \cdot \varepsilon_{\lambda 1} \cdot \ell + S_{M2} \cdot \varepsilon_{\lambda 2} \cdot \ell = 5,0 \text{ (}\lambda \text{ uchun)}$$

$$D^* = D_1^* + D_2^* = S_{M1} \cdot \varepsilon_{\lambda 1}^* \cdot \ell + S_{M2} \cdot \varepsilon_{\lambda 2}^* \cdot \ell = 5,0 \text{ (}\lambda^* \text{ uchun).}$$

$S_{M1} = x$, $S_{M2} = u$ belgilashlar kiritib olamiz va kyuveta qalinligi 1 ga tengligidan:

$$D = D_1 + D_2 = x \cdot \varepsilon_{\lambda 1} + u \cdot \varepsilon_{\lambda 2} = 5,0 \text{ (}\lambda \text{ uchun)}$$

$$D^* = D_1^* + D_2^* = x \cdot \varepsilon_{\lambda 1}^* + u \cdot \varepsilon_{\lambda 2}^* = 5,0 \text{ (}\lambda^* \text{ uchun).}$$

Yutilishning molyar koefitsiyentlari son qiymatlarini qo‘yib quyidagilarni olamiz:

$$D = D_1 + D_2 = x \cdot 10^4 + u \cdot 2 \cdot 10^4 = 5,0 \text{ (}\lambda \text{ uchun)}$$

$$D^* = D_1^* + D_2^* = x \cdot 2,5 \cdot 10^4 + u \cdot 1,5 \cdot 10^4 = 5,0 \text{ (}\lambda^* \text{ uchun)}$$

2 noma‘lumli 2 ta tenglamalar sistemasini yechamiz. Ularning 1-sidan $x = 5 \cdot 10^{-4} - 2u$,

Buni 2-tenglamaga qo‘yib uni u ga nisbatan echamiz.

Javob: $S_{M1} (x) = 10^4 \text{ mol/l}$, $S_{M2} (u) = 2 \cdot 10^4 \text{ mol/l}$.

5-masala

Qatlamlarining qalinliklari mos ravishda 1 mm va 1 m bo'lgan muhitdan yorug'lik tarqalganda ularning intensivliklari necha foizga kamayadi?

Yorug'lik to'liqini yassi va monoxromatik deb hisoblang va yutilish koeffitsiyenti $\alpha=1.2 \text{ m}^{-1}$ ga teng.

Yechish

Masalani yechish uchun Buger-Lambert-Ber qonunidan foydalanamiz

$$I = I_0 e^{-\alpha x} \quad (8.1)$$

Intensivlikning kamayishini foizlarda quyidagi formula bilan aniqlaymiz

$$\eta = \frac{I_0 - I}{I_0} 100 \% \quad (8.2)$$

(8.1) ifodani (8.2) ifodaga qo'yib

$$\eta = \frac{I_0 - I_0 e^{-\alpha x}}{I_0} 100 \% = (1 - e^{-\alpha x}) \cdot 100 \%$$

ni olamiz. Birinchi qatlam uchun hisoblaymiz

$$\eta_1 = (1 - \exp(-10^{-3} \cdot 1.2)) \cdot 100 \% = 0.12 \%$$

va xuddi shunday usulda ikkinchi qatlam uchun hisoblaymiz

$$\eta_1 = (1 - \exp(-1 \cdot 1.2)) \cdot 100 \% = 70 \%.$$

Nazorat savollari

1. Buger-Lambert-Ber qonunini izohlang.
2. Yorug'likning yutilish koeffitsiyenti nimani anglatadi?
3. Nima sababdan nurning modda bo'ylab tarqalishida yutilish hodisasi sodir bo'ladi?
4. Yorug'likning yutilishi miqdori qaysi kattaliklarga bog'liq?

5. Yorug'likning energetik parametrlarini sanab bering.
6. Yorug'likning to'lqin parametrlarini sanab bering.
7. Yorug'lik muhitda qanday tezlikda tarqaladi?
8. Yorug'likning muhit bo'ylab tarqalishida yo'qotilgan nur energiyasi qayerga ketadi?
9. Yorug'lik haqidagi dastlabki tasavvurlardagi to'lqin-korpuskula dualizmini izohlang.

9-mavzu: Yorug'lik dispersiyasiga oid masalalar yechish

Yorug'lik dispersiyasi deb modda sindirish ko'rsatkichining nur chastotasi ν yoki to'lqin uzunligi λ ga bog'liqligiga aytiladi:

$$n=n(\nu)$$

$$n=n'(\lambda)$$

amaliy mashg'ulot

1-masala

Spektr ko'rinadigan qismining qaysi chastotalariga chetki qizil ($\lambda=760$ nm) va chetki ultrabinafsha ($\lambda=380$ nm) nurlar mos keladi?

2-masala

600 TGs chastotaga ega bo'lgan monoxromatik nurlanishning nechitasi 1 m oraliqqa joylashadi?

3-masala

Havodagi 0.7 mkm to'lqin uzunligiga ega bo'lgan qizil nur suvda qaysi rangda ko'rinadi va uning suvdagi to'lqin uzunligi qanday? Chstotasi-chi?

4-masala

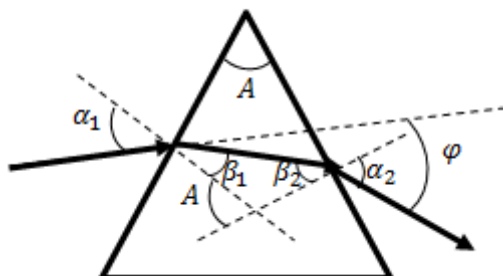
Qizil nur uchun shishadagi sindirish ko'rsatkichi 1.6444, ultrabinafsha nur uchun esa 1.6852 ga teng. Agar tushish burchagi 80° bo'lsa, u holda bu nurlarning shishadagi sinish burchaklari farqi qanday bo'ladi?

5-masala

Agar nur shisha prizma sirtiga tik tushayotgan bo'lsa, u holda

sindirish burchagi qanday bo‘ladi? Prizma moddasining sindirish ko‘rsatkichi 1.5 ga, prizmaning sinish burchagi esa $A=30^0$ ga teng.

Yechilishi:



9.1-rasm. Nurning shisha prizma orqali o‘tishi

Masala shartiga ko‘ra

$$\beta_1 + \beta_2 = 30^0. \quad (9.1)$$

Sinish qonuniga ko‘ra

$$\sin \alpha_1 / \sin \alpha_2 = n.$$

$\alpha_1 = 0$ bo‘lganligidan $\beta_1 = 0$. (9.1) ifodaga ko‘ra

$$\beta_2 = 30^0.$$

Nurning prizmadan chiqishidagi sinish qonuniga ko‘ra

$$\sin \beta_2 / \sin \alpha_2 = 1/n$$

va unga ko‘ra

$$\sin A / \sin \alpha_2 = 1/n \text{ va } \sin \alpha_2 = n \sin A.$$

Bundan

$$\alpha_2 = \arcsin[1.5 \sin 30^\circ] = 48.59^\circ$$

Demak, javob: 48.59° .

Nazorat savollari

1. Yorug'lik dispersiyasi hodisasini dastlab kim kuzatgan? Bu qaysi nazariya asosida tushuntiriladi?
2. Muhitda yorug'lik nuri tarqalishida qaysi parametrlar o'zgaradi?
3. Ma'lumki, quyoshdan taralayotgan nur oq rangda bo'ladi. Bu nimani anglatadi?
4. Yassi va turg'un elektromagnit to'lqinlar tenglamasini yozing. Bu tenglamalardagi qaysi parametrlar muhitning xususiyatiga bog'liq?
5. Muhitning dielektrik singdiruvchanligi va magnit singdiruvchanligi shu muhitning sindirish ko'rsatkichi bilan qanday bog'langan? Bu qanday izohlanadi?
6. Elektromagnit to'lqindagi elektr maydon kuchlanganligi va magnit maydon kuchlanganligi o'zaro qanday joylashadi?
7. O'simlik dunyosining asosan yashil rangda ko'rinishi nimani anglatadi?

10-mavzu: Elektromagnit to'lqinning fazaviy va guruh tezliklariga oid masalalar yechish

amaliy mashg'ulot

1-masala

Yassi to'lqin $\xi(x,t) = A \cos(\omega t - kx)$ tenglama orqali berilgan, bu yerda $= 0,5 \text{ sm}$, $\omega = 628 \text{ s}^{-1}$, $k = 2 \text{ m}^{-1}$.

1) To'lqin chastotasi va to'lqin uzunligini; 2) fazaviy tezlik θ ni; 3) muhitdagi maksimal tezlik va maksimal tezlanishlarning qiymatlarini aniqlang.

2-masala

$v = \sqrt{c^2 + b^2 \lambda^2}$ dispersiya qonuni uchun guruh tezligi va fazaviy tezligi orasidagi bog'liqlikni toping. c – yorug'likning vakuumdagi tezligi, b – doimiy kattalik, λ – nurning muhitdagi to'lqin uzunligi

3-masala

Elastik muhitdagi manba tebranishlari fazasi farqi $\Delta\varphi = 0,5\pi$ rad ga teng va bu muhitning nuqtalari manbadan $l = 2$ m masofada joylashgan. Tebranishlar chastotasi $\nu = 5$ Gs. Fazaviy tezlikning qiymatini toping.

4-masala

Sindirish ko'rsatkichi n ningurning to'liq uzunligi λ ga bog'liqligi $n=a+b/\lambda^2$ qonuniyat bo'yicha o'zgaradi. Bu yerda b – o'zgarmas kattalik. Nurning muhitdagi fazaviy va guruh tezliklari qiymatlarini toping.

5-masala

Optikaviy shisha sindirish ko'rsatkichining dispersiyasini o'lchashlarga ko'ra $\lambda_1=0.434$ mkm to'liq uzunligidagi nur uchun $n_1=1.528$, $\lambda_2=0.486$ to'liq uzunligidagi nur uchun esa $n_2=1.523$ ekani aniqlandi. $\lambda_1=0.434$ mkm to'liq uzunligi uchun guruh tezligi va fazaviy tezligining nisbatini toping.

Nazorat savollari

1. Elektromagnit to'liqinning guruh tezligi va fazaviy tezligining ta'riflarini ayting.
2. Fazaviy tezlikning qiymati yorug'likning vakuumda tarqalish tezligidan kattaroq bo'lishi mumkin. Buni qanday izohlash mumkin?
3. Maksvell tenglamalaridan muhit uchun yassi to'liqin tenglamasini keltirib chiqaring.
4. Elektromagnit to'liqin uzunligining modda sindirish ko'rsatkichiga bog'liqligini klassik elektron nazariyasi nuqtai-nazaridan tushuntiring.
5. O'ylab koring-chi, klassik elektron nazariyasi doirasida yana qaysi tabiat hodisalarini izohlash mumkin?

11-mavzu: Dispersiya qonuniyatlari, normal va anomal dispersiyaga oid masalalar yechish

amaliy mashg'ulot

1-masala

Quyoshning nurlanish intensivligi maksimumi taxminan 0,5 mkm to'liq uzunligiga to'g'ri kelishi ma'lum ekanligidan quyosh sirtining haroratini toping.

Yechilishi:

Quyoshni absolyut qora jism va $\lambda_{\max}=0,5 \cdot 10^{-4}$ sm deb hisoblab va Vin siljish qonuni

$$\lambda_{\max} = \frac{hc}{4,965kT}$$

dan $T \approx 6000$ °K ekanini topamiz. Shunday qilib, quyosh sirtining harorati taxminan 6000 °K ga teng ekan.

2-masala

Quyosh nuri yer sirtidagi biror bir absolyut qora jismni qanday maksimal haroratgacha qizdirishi mumkin?

Yechilishi:

Qizdirishga qo'yilgan chegara isitilayotgan jism xususiy issiqlik nurlanishiga qo'yiladi deb hisoblaymiz. U holda jism sirtining qandaydir bir kichik elementi $d\sigma$ (11.1-rasm) uchun issiqlik muvozanati shartini shu sohaga tushuvchi nurlanishi quvvati dP_{tush} va uning o'zi tomonidan chiqarilayotgan issiqlik nurlanishi quvvati dP_{nurl} ning tengligi ko'rinishida ifodalash mumkin:

$$dP_{\text{tush}}=dP_{\text{nurl}} \quad (11.1)$$

(11.1) formulaga kiruvchi kattaliklarni quyidagi ko'rinishda ifodalash mumkin:

$$dP_{\text{tush}}=I_c d\sigma, \quad (11.2)$$

bu yerda I_c – quyosh nuri intensivligi,

$$dP_{\text{nurl}} = d\sigma \int_0^{\infty} \rho(\omega, T) d\omega \quad (11.3)$$

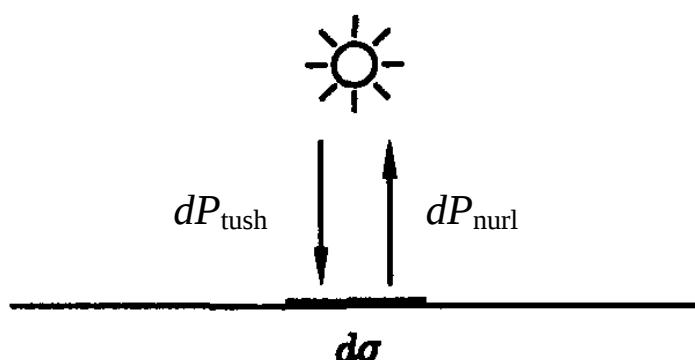
bu yerda $\rho(\omega, T)$ – absolyut qora jismning nurlanish qobiliyati. Bu kattalik muvozanatdagi issiqlik nurlanishining spektral zichligi $u(\omega, T)$ bilan quyidagi ifoda orqali bog'langan:

$$\rho(\omega, T) = \frac{c}{4} u(\omega, T), \quad (11.4)$$

bu yerda c – yorug‘lik tezligi. Shu sababli, Plank formulasi va Stefan-Boltzmann qonuni

$$\int_0^\infty u(\omega, T) d\omega = \sigma T^4, \quad (11.5)$$

dan foydalanib



11.1-rasm. Yer sirtidagi absolyut qora jism chegaraviy haroratini hisoblashga doir

$$\frac{dP_{\text{nurl}}}{d\sigma} = \chi T^4 \quad (11.6)$$

ifodani olamiz. Bu yerda

$$\aleph = \frac{c}{4} a, \quad (11.7)$$

a doimiyni bo‘lsa

$$a = \frac{\pi^2 k^4}{15 \hbar^3 c^3} = 7,55 \times 10^{-15} \text{ erg} \cdot \text{sm}^{-3} \text{K}^{-4} \quad (11.8)$$

ifodadan topamiz. $dP_{\text{nurl}}/d\sigma$ kattaligi jismning “energetik yorqinligi” deyiladi; (11.6) formula bo‘lsa, bu kattalik uchun yozilgan Stefan-Boltzmann qonunini ifodalaydi.

(11.8) ifodani (11.7) munosabatga qo‘yib quyidagini olamiz:

$$\chi = 5,66 \cdot 10^{-12} \text{ Vt} \cdot \text{sm}^{-2} \cdot \text{K}^{-4} \quad (11.9)$$

(2), (5) ifodalarni (1) ga qo'yib quyidagini topamiz:

$$T = \sqrt[4]{I_{c\kappa}}. \quad (11.10)$$

Bu formula yorug'lik nuri absolyut qora jismni qizdirishi mumkin bo'lgan chegaraviy haroratni aniqlaydi. Ma'lumki, yer sirtidagi quyosh nuri intensivligi quyidagi qiymatga teng:

$$I_c \approx 0,1 \text{ Vt/sm}^2. \quad (11.11)$$

(11.10), (11.8) ifodalarni (11.9) munosabatga qo'yib quyidagi taxminiy qiymatga ega bo'lamiz:

$$T=365 \text{ }^0\text{K}= 92 \text{ }^0\text{C}$$

Tajriba bu natijani tasdiqlaydi. Bunga quyosh nurini ko'zgu va linzalar yordamida konsentratsiyalash orqali jism qizdirilishi haroratini bundan ham kattaroq qiymatga ko'tarish mumkin ekanligini eslatib o'taylik. Bunday imkoniyatdan quyosh energetikasi qurilmalarida foydalaniladi (Parkentdagi "Quyosh" pechini eslang).

3-masala

Pechdagi $6,1 \text{ sm}^2$ o'lchamli teshikdan 1 sek da $8,28 \text{ kal}$ issiqlik nurlanadigan bo'lsa, pechning harorati qancha? Nurlanish absolyut qora lism nurlanishiga yaqin deb hisoblansin.

4-masala

Quyosh 1 minutda qancha miqdorda energiya chiqaradi? Quyoshning nurlanishi absolyut qora jism nurlanishiga yaqin deb hisoblansin. Quyosh sirtining haroratini $5800 \text{ }^0\text{K}$ deb qabul qiling.

5-masala

Qotib qolgan bir kvadrat metr qo'rg'oshin sirtidan 1 sek da qancha energiya nurlanadi? Mazkur harorat uchun qo'rg'oshin sirti energetik yorqinligining absolyut qora jism yorqinligiga nisbati $0,6$ ga teng deb olinsin.

6-masala

Absolyut qora jismning nurlanish quvvati 34 kVt . Jism sirti $0,6 \text{ m}^2$ bo'lsa, uning haroratini aniqlang.

7-masala

Maydoni 10 sm^2 bo'lgan cho'g'langan metall sirtidan bir minutda $4 \cdot 10^4 \text{ J}$ issiqlik nurlanadi. Sirt harorati $2500 \text{ }^\circ\text{K}$. 1) Bu sirt absolyut qora bo'lsa, uning nurlanishi qanday bo'lishi, 2) mazkur haroratda bu sirt energetik yorqinligining absolyut qora jism yorqinligiga nisbati topilsin.

Nazorat savollari

1. Absolyut qora jismga ta'rif bering.
2. Absolyut oq jism, absolyut kulrang jismlarga ta'rif bering.
3. Vin siljish qonunini izohlab bering.
4. Reley-Jins qonuni, Stefan-Bolsmann qonunlarini izohlang.
5. Bu qonunlarning qaysi jihatlarini klassik elektron nazariya nuqtai-nazaridan izohlab bo'lmaydi?
6. Plank bu masalani qanday qilib hal qildi? Buni keltirib chiqarish uchun qaysi matematik apparatdan foydalandi?
7. Kvant obyektlarga misollar keltiring.
8. Maksvell-Bolsmann taqsimotini tushuntirib bering. U qaysi hodisalarga tatbiq qilingan?
9. Haroratning asl ma'nosini tushuntiring.

12-mavzu: Yorug'likning yutilish chegarasidagi dispersiya hodisalariga oid masalalar yechish

amaliy mashg'ulot

1-masala

Sindirish ko'rsatkichi $1,54$ bo'lgan shishaga Bryuster burchagi ostida tushayotgan tabiiy nurning qaytish ko'effitsiyentini va shishaga o'tgan nurlarning qutblanish darajasini toping.

2-masala

Yorug'lik kuchining etalon birligi – kandela $0,5305 \text{ mm}^2$ yuzaga ega

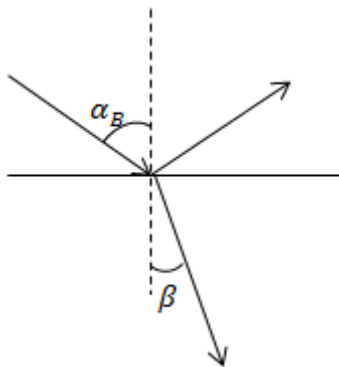
bo'lgan platina sirtining qotish harorati – 1063°C dagi to'liq (barcha ko'rinadigan to'lqin uzunliklarida) nurlagich hisoblanadi. Bu nurlagichning quvvatini aniqlang.

3-masala

Absolyut qora jism harorati 500°K ga teng. Agar nurlanish oqimi 5 marta ortsa, u holda bu jism harorati qanday bo'ladi?

4-masala

Agar nur sindirish ko'rsatkichi 1.64 bo'lgan shishaga Bryuster burchagi ostida tushayotgan bo'lsa, u holda uning qaytish koeffitsiyenti qanday bo'ladi?



12.1-rasm. Bruster burchagini aniqlashga bo'yicha nurning qaytishi va sinishi burchaklarining tasvirlanishi

5-masala

Frenel formulalaridan foydalanib suyuqlik sirtiga Bryuster burchagi ostida tushayotgan yassi qutblangan nur dastasining qaytish koeffitsiyentini toping. To'lqin vektori tekisligi va tushish tekisligi orasidagi burchak φ ga, sindirish ko'rsatkichi esa n ga teng deb hisoblang.

6-masala

Yorug'lik havo-shisha chegarasiga tik tushmoqda. Agar shishaning sindirish ko'rsatkichi 1.5 bo'lsa, u holda bu shishaning qaytish va sinish koeffitsiyentlari qanday?

Nazorat savollari

1. Nurning qaytish koeffitsiyenti va sinish koeffitsiyenti qanday aniqlanadi?
2. Tushgan, qaytgan va singan nurlar intensivliklari o'rtasida qanday bog'liqlik bor?
3. Bryuster burchagi tajribada qanday usulda aniqlanadi?
4. Tushgan, qaytgan va singan nurlar qutblanishlarida qanday farqlar bor?
5. Nurning qutblanishi qaysi fizik parametrlariga nisbatan aniqlanadi?
6. Agar nur Byuster burchagidan farqlanuvchi burchak ostida sinssa, uning intensivligida qanday o'zgarishlar bo'ladi?

13-mavzu: Yorug'lik interferensiyasi, kogerent nurlarning maksimumlik va minimumlik shartlarini aniqlashga oid masalalar yechish

1. Doppler prinsipiga ko'ra qayd qiluvchi asbob qabul qilinadigan yorug'lik chasotasi ν' yorug'lik manbai yuboradigan ν chastota bilan quyidagi munosabatda bog'langan:

$$\nu' = \nu \sqrt{\frac{1 - \frac{g}{c}}{1 + \frac{g}{c}}}$$

bunda ν – qayd qiluvchi asbobning manbaga nisbatan nisbiy tezligi, c – yorug'lik tarqalishi tezligi. ν ning musbat qiymati yorug'lik manbaining uzoqlashishiga mos keladi.

2. $\nu \ll c$ da oldingi formulani taxminan quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\nu' \cong \nu \frac{1}{1 + \frac{g}{c}}$$

3. Ekrandagi ikki kogerent yorug'lik manbalariga parallel joylashgan interferensiya yo'llari o'rtasidagi masofa

$$\Delta y = \frac{L}{d} \lambda$$

bu yerda λ – yorug'likning tolqin uzunligi, L – bir-biridan d masofada turgan yorug'lik manbalaridan ekrangacha bo'lgan masofa; bunda $L \gg d$ deb hisoblanadi.

Amaliy mashg'ulot

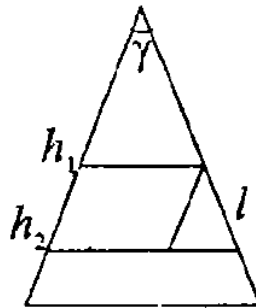
1-masala

Vertikal joylashgan sovun ko'pigi suyuqlikni oqishi natijasida pona hosil qiladi. Simob lampasi ($\lambda=546.1$ nm) yorug'ligining qaytishi

natijasida kuzatiladigan interferension manzaraning 5 ta tasmasi (kengligi) orasidagi masofa $l=2\text{sm}$ ga teng. Ponaning γ burchagi aniqlansin. Sovun ko'pigi plyenkasiga yorug'lik tik tushmoqda va ko'pikdagi suvning sindirish ko'rsatkichi $n= 1.33$ deb hisoblansin.

Yechish:

Ixtiyoriy shaffof plyenkaga yorug'lik tushganda uning ustki va pastki qatlamlaridan yorug'lik qisman qaytadi va qisman o'tadi. Bunda yorug'lik dastasi uchun yo'llar farqi hosil bo'ladi va u plyenkaning qalinligiga, sindirish ko'rsatkichiga va tushish burchagiga bog'liq bo'ladi. Masalani shartiga ko'ra plyenkaning qalinligi yupqa va yorug'lik unga tik tushmoqda. Bu esa qaytgan (ustki) yorug'likdan hosil bo'lgan interferension manzara asosan ponaning ustki qismida joylashgan deyishga asos bo'ladi. h_1 va h_2 har xil kenglikdagi plyenkalarining qalinligi bo'lsin.



13.1-rasm

$$\text{Unda } \Delta h = h_2 - h_1 = \frac{\lambda}{2n}$$

γ kichikligi uchun $\Delta h = l \operatorname{tg} \gamma$ tenglikni yozish mumkin. Undan

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{k\lambda}{2nl} = 5.13 \cdot 10^{-5} \quad \text{yoki} \quad \gamma = 11''$$

2-masala

Ikkita bir xil to'lqin uzunlikli λ va amplitudali yassi to'lqinlarning tarqalish yo'nalishlari o'zaro kichik φ burchakni tashkil etadi. To'lqinlarning tarqalish yo'nalishi ekran tekisligiga taxminan tik deb hisoblansin. Ikkala yassi to'lqinlarning tenglamalarini yozib, bu to'lqinlarning maydonlarini qo'shib, ekranda hosil bo'lgan interferension

ikkita qo'shni kengliklar orasidagi masofa $\Delta x = \lambda/\varphi$ ifoda bilan aniqlanishi ko'rsatilsin.

Yechish:

Interferensiyalanayotgan to'lqinlarni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$A_1 = A_0 \cos(\omega t - \mathbf{k}_1 \mathbf{r} + \delta_1) \quad A_2 = A_0 \cos(\omega t - \mathbf{k}_2 \mathbf{r} + \delta_2)$$

Ularni o'zaro qo'shib, quyidagi ifodani

$$A = A_1 + A_2 = 2A_0 \cos\left(\frac{\Delta \mathbf{k} \mathbf{r}}{2} + \frac{\delta_1 - \delta_2}{2}\right) \cos(\omega t - \mathbf{k} \mathbf{r}) \quad \text{olish mumkin, bu yerda}$$

$\Delta \mathbf{k} = \mathbf{k}_1 - \mathbf{k}_2$ i $\mathbf{k} = (\mathbf{k}_1 + \mathbf{k}_2)/2$. Intensivlik maksimum bo'lishi uchun ushbu ifoda

$$\cos \Phi = \cos\left(\frac{\Delta \mathbf{k} \mathbf{r}}{2} + \frac{\delta_1 - \delta_2}{2}\right) \quad (13.1)$$

ifoda maksimumga erishishi lozim.

$|\mathbf{k}_1| = |\mathbf{k}_2|$ ni va $\mathbf{k}_1, \mathbf{k}_2$ vektorlar orasidagi φ burchakni kichikligini hisobga olib, quyidagini yozish mumkin

$$|\Delta \mathbf{k}| \approx k\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \varphi \quad (13.2)$$

(13.1) va (13.2) ifodalarni e'tiborga olib, interferension ikkita qo'shni kengliklar orasidagi masofa quyidagiga tengligini topamiz

$$\Delta x = \frac{2\pi}{|\Delta \mathbf{k}|} = \frac{\lambda}{\varphi}.$$

3-masala

Yung tajribasida interferensiyada qatnashayotgan nurlardan birining yo'liga yupqa plastinka joylashtirilgan. Natijada markaziy oq kenglik dastlabki beshinchi oq kenglikning o'rniga surilgan (markaziyini hisoblamaganda). To'lqin uzunligi $\lambda = 600$ nm nur sindirish ko'rsatkichi $n = 1,5$ bo'lgan plastinkaning tekisligiga tik tushmoqda. Plastinkaning qalinligini aniqlang.

Yechish:

Plastinkaning qo'yilishi natijasida nurlar orasidagi yo'llar farqi

quyidagiga teng

$$\Delta = nh - h = h(n - 1)$$

Interferensiyon kenglik $k=5$ ga surilgan, ya'ni yo'llar farqi $\Delta = k\lambda$ ga teng. Undan

$$h(n - 1) = k\lambda$$

va

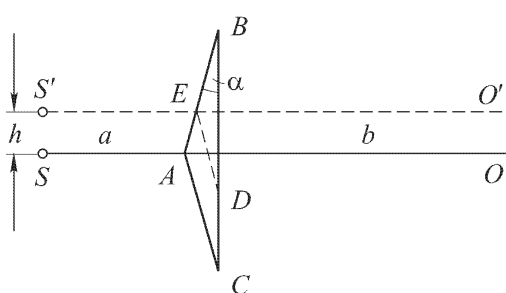
$$h = \frac{k\lambda}{n - 1} = 6 \cdot 10^{-6} \text{ m.}$$

4-masala

Interferensiyon manzara kichik sinish burchakli Frenel biprizmasi yordamida biprizmaning tomoniga parallel joylashgan tirqishli yorug'lik manbai orqali hosil qilinmoqda. Interferensiyon manzara qurilmaning o'qiga tik joylashgan ekranda kuzatilmoqda. Nolinchi tartibli tasma ekran markazida – qurilmaning o'qida (aniqrog'i simmetriya tekisligida). Manbadan biprizmagacha bo'lgan masofa a , biprizmadan ekrangacha bo'lgan masofa b ga teng. Agar tirqishli yorug'lik manbaini optik tizimning o'qiga perpendikulyar yo'nalishda kichik h masofaga ko'chirilsa, nolinchi tartibli interferensiyon tasma kengligi x nimaga teng?

Yechish:

Yorug'lik manbai S optik tizimning bosh optik o'qida turganda interferensiyon manzara O nuqtada hosil bo'ladi (rasmga qarang).



13.2-rasm

Manbani yuqoriga h masofaga S' holatga siljitganimizda biprizmani $ACDE$ qismi qirib olinadi. Biprizmaning bu qismi qalinligi

$$d=2h\alpha \quad (13.3)$$

bo'lgan yassi parallel plastinka bo'lib manzarani pastga $N=d(n-1)/\lambda$ tartibli tasmaga siljitadi. Manzaraning markazi O' nuqtadan pastga $x'=N\Delta x$ masofaga siljiydi, bunda $\Delta x = \frac{\lambda}{2(n-1)\alpha} \frac{a+b}{a}$

tasma kengligi. O' nuqtadan pastga siljishi quyidagiga teng bo'ladi

$$x' = \frac{N\lambda}{2(n-1)\alpha} \frac{a+b}{a} = \frac{d(a+b)}{2\alpha a}$$

(13.3) dan α ni topib, quyidagi ifodani olamiz

$$x' = \frac{d(a+b)2h}{2ad} = h \frac{a+b}{a} = h + h \frac{b}{a}$$

Natijada manzaraning oldingi O markaziga nisbatan siljishini topamiz

$$x = x' - h = h \frac{b}{a}$$

5-masala

Qalinligi $d = \lambda/10$ bo'lgan sovun ko'pigidan qaytgan yorug'lik nurlaridan hosil bo'lgan interferension manzara yorug'mi yoki qorong'i? Sovun ko'pigi havoda joylashgan deb hisoblansin.

6-masala

Yorug'lik dastasi ($\lambda=582$ nm) shishali ponaga perpendikulyar tushmoqda. Ponaning burchagi $\gamma=20''$. Ponaning birlik uzunligida nechta k_0 qorong'i interferension tasma joylashadi? Shishaning sindirish ko'rsatkichi $n=1.5$ ga teng.

Nazorat savollari

1. Interferensiya deganda nimani tushunasiz?
2. Qaysi shartlar bajarilganda interferension manzarani kuzatish mumkin?
3. Maksimumlik va minimumlik shartlarini izohlab bering
4. Kogerent to'lqin deganda nimani tushunasiz?
5. Monoxromatik nur deganda nimani tushunasiz?

6. Mexanik to'liqlarlarda ham interferenslon manzarani kuzatish mumkinmi? Misollar keltiring
7. Mexanik to'liqlardagi rezonans hodisasi sababini eslab ko'ring: buni interferensiya hodisasiga ham aloqasi bormi?

14-mavzu: Yupqa plastinkadagi interferensiya, yo'llar farqi va fazalar farqini aniqlashga oid masalalar yechish

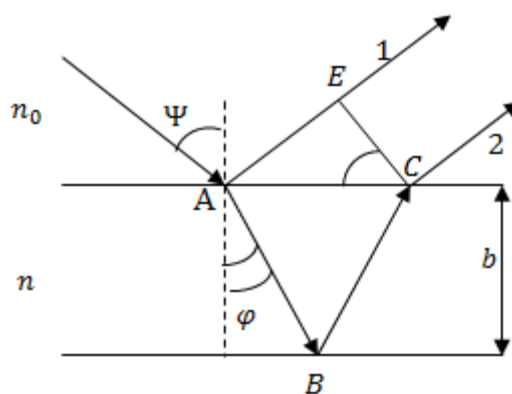
amaliy mashg'ulot

1-masala

5.5×10^{-7} m to'liqlin uzunligiga ega bo'lgan va sovun pufagidan qaytgan nur interferensiya natijasida maksimal kuchaytirilgan bo'lishi uchun bu sovun pufagi (sindirish ko'rsatkichi 1.3 ga teng)ning minimal qalinligi qanday bo'lishi kerak?

2-masala

Sindirish ko'rsatkichi 1.33 bo'lgan plyenkaga 45° burchak ostida oq nur dastasi tushadi (14.1-rasm). Bu plyenkaning qanday minimal qalinligida qaytgan nur sariq ($\lambda = 6 \times 10^{-7}$ m) bo'lib ko'rinadi.



14.1-rasm. Plyenkaga tushgan nur yo'lining tasvirlanishi

3-masala

Agar glitserin plyenkasi 45° burchak ostida oq nur bilan yoritilganida u qizil (to'liqlin uzunligi 0.63 mkm) bo'lib ko'ringan bo'lsa, u holda bu plyenkaning qalinligini aniqlang ($n = 1.47$). $k = 5$ deb hisoblang.

4-masala

Bir xil qalinlikdagi sovun pufagiga (sindirish ko'rsatkichi 1.33 ga teng) oq nur 45 gradus burchak ostida tushadi. Bu plyenkaning qanday minimal qalinligida undan qaytgan nurlar yashil (550 nm) bo'lib ko'rinadi?

5-masala

Yupqa shisha ponaga monoxromatik nur tik tushadi. Ponaning interferension manzara ko'rinadigan minimal qalinligi 0.1 mkm, tasmalar orasidagi masofa 5 mm. Tushuvchi nur to'lqin uzunligi va pona sirti bilan tashkil qiluvchi burchakni toping.

6-masala

Pona materialining sindirish ko'rsatkichini toping. Sindirish burchagi 10^{-4} rad, Har 1 sm da 22 ta maksimum intensivlikka ega bo'lgan interferension tasmalar ko'rinadi. Tik tushayotgan nur to'lqin uzunligi 0.415 ga teng.

Nazorat savollari

1. Yo'llar farqi va fazalar farqini izohlab bering.
2. Yo'llar farqi va fazalar farqi o'rtasida qanday bog'liqlik mavjud?
3. Ponaning qalinligi va tushgan to'lqin uzunligi o'rtasida qanday bog'liqlik mavjud?
4. Oq nur plyenkaga tushganda boshqa rangda ko'rinishining sababi nimada?
5. Yorug'likdagi interferensiya hodisasi qaysi nazariya asosida tushuntiriladi?
6. Yorug'lik to'lqinining qaysi parametri sindirish ko'rsatkichiga bog'liq ravishda o'zgaradi?

15-mavzu: Nyuton halqalari, linzalarning egrilik radiusini interferension halqalar orqali hisoblashga oid masalalar yechish

amaliy mashg'ulot

1-masala

2 ta kogerent yorug'lik manbalari 6×10^{14} Gs chastotali nur chiqaradi. Har bir manbadan ekrangacha bo'lgan masofa 1.5 m, manbalar orasidagi

masofa esa 1 mm. Ekrandagi 2-tartibli oʻzaro simmetrik boʻlgan maksimumlar orasidagi masofani toping.

2-masala

Agar linza va yassi shisha planstinka oʻrtasi sindirish koʻrsatkichi linza materialining sindirish koʻrsatkichidan kattaroq, lekin shishanikiga nisbatan kichikroq boʻlgan suyuqlik bilan toʻldirilsa, u holda Nyuton halqalarining manzarasi qanday oʻzgaradi?

3-masala

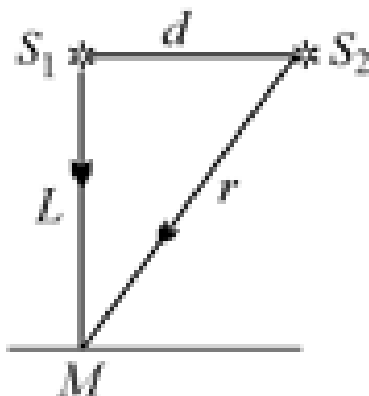
Nyuton halqalarini kuzatish uchun moʻljallangan linzaning egrilik radiusini toping. 2- va 3-tartibli yorqin halqalar orasidagi masofa 0.5 mm. Qurilma 5.5×10^{-7} m toʻlqin uzunligidagi nur bilan yoritilgan. Kuzatish qaytgan nurlarda kuzatilmoqda.

4-masala

Nyuton halqalarini kuzatish uchun moʻljallangan qurilma 6×10^{-7} m toʻlqin uzunligidagi monoxromatik nur bilan yoritiladi. 3- va 4-tartibli yorugʻ halqalar radiuslari orasidagi farqni toping. Linzaning egrilik radiusi 8 m. Kuzatish qaytgan nur bilan olib borilmoqda.

5-masala

5×10^{-7} m toʻlqin uzunligidagi 2 ta kogerent nur manbalari bir-biridan 30 mm masofada, ekran esa har bir manbadan 4 sm masofada joylashgan. Ekraning 1-manbaning roʻparasida joylashgan M_1 nuqtasida qanday manzara kuzatiladi (15.1-rasm)?



15.1-rasm. Monoxromatik nurlardan hosil bo'lgan nurlar yo'lida oid chizma

6-masala

Agar yashil yorug'lik fil'trini ($\lambda=5 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$) qizil yorug'lik fil'triga ($\lambda=6,5 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$) almashtirilsa, u holda Yung tajribasida ekrandagi qo'shni interferensiya yo'llari o'rtasidagi masofa necha marta oshadi?

7-masala

Yung tajribasida to'lqin uzunligi $\lambda=6 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$ bo'lgan monoxromatik yorug'lik bilan yoritilgan teshiklar o'rtasidagi masofa 1 mm va teshikdan ekrangacha bo'lgan masofa 3 m. Uchta birinchi yorug' yo'llarning vaziyatlari topilsin.

8-masala

Sovun pufagiga ($n=1.33$) 45° burchak bilan oq yorug'lik tushmoqda. Pufak pardasi qanchalik yupqa bo'lganida qaytgan nurlar sariq rangga ($\lambda=6 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$) bo'yaladi?

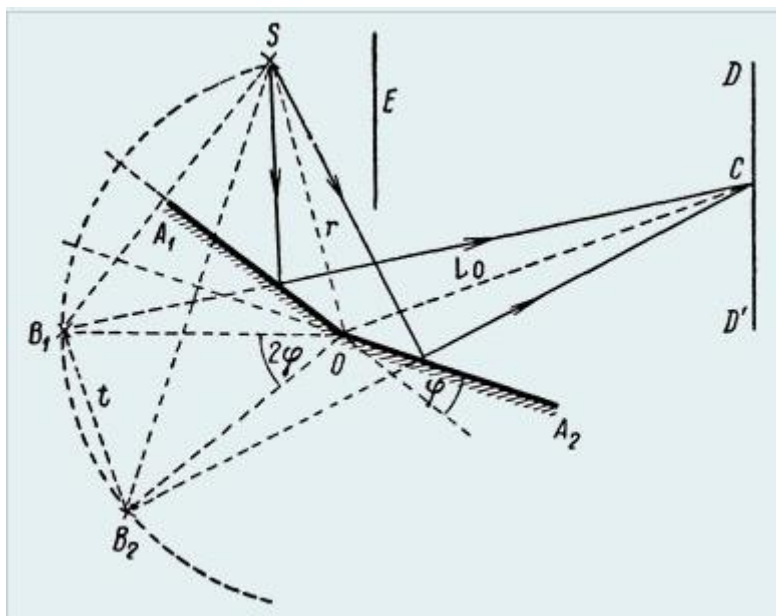
9-masala

Nyuton halqalarini hosil qiladigan qurilma monoxromatik yorug'lik bilan yoritilmoqda. Kuzatish qaytgan yorug'likda olib borilmoqda. Ikki qo'shni qora halqalarning radiusi mos holda 4,0 mm va 4,38 mm. Linzaning egrilik radiusi 6,4 m. Halqalarning tartib nomerlari va tushayotgan yorug'likning to'lqin uzunligi topilsin.

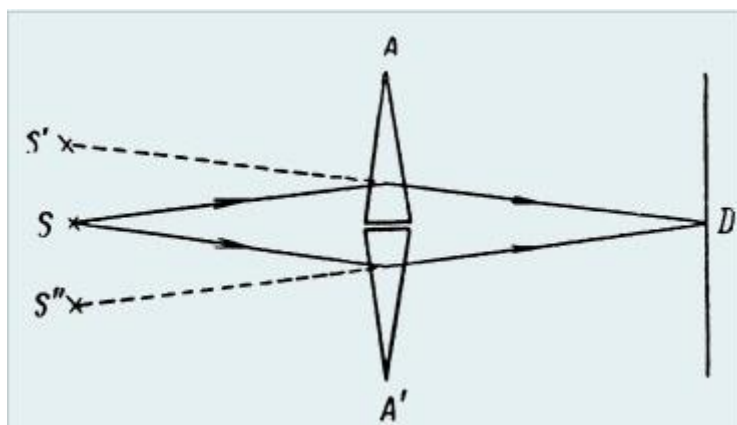
Nazorat savollari

1. Nyuton halqalari deganda nimani tushunasiz? Nima sababdan bu manzaraga bunday nom berilgan?
2. Nyuton halqalari qaysi tasavvurlar asosida tushuntiriladi?
3. Yorug'lik filtri deganda nimani tushunasiz? Bu filtrlar qaysi prinsip asosida ishlaydi?
4. Yorug'likning korpuskulyar nazariyasi asosida tushuntirish mumkin bo'lgan hodisalarga misollar keltiring.
5. Yorug'likning to'lqin nazariyasi asosida tushuntirish mumkin bo'lgan hodisalarga misollar keltiring.
6. Yorug'likning korpuskulyar nazariyasi ham, to'lqin nazariyasi ham tushuntirib bera olmagan hodisalarga misollar keltiring.

16-mavzu: Frenel ko‘zgusi va biprizmasidagi interferension hodisalarni kuzatishga oid masalalar yechish



16.1-rasm. Frenel ko‘zgusi



16.2-rasm. Frenel biprizmasi

amaliy mashg‘ulot

1-masala

Frenel ko‘zgularidagi tajribada manbaning mavhum tasvirlari orasidagi masofa 0.5 mm, ekrangacha bo‘lgan masofa esa 5 m. Yashil nurda bir-biridan 5 mm masofada joylashgan interferension tasmlar hosil bo‘lgan bo‘lsa, shu nurning to‘lqin uzunligini toping.

Yechilishi:

$l = L\lambda/d$, bundan $\lambda = lD/L = 0.5 \times 10^{-6}$ m.

2-masala

Yung tajribasida 12 sm qalinlikdagi shisha plastinka interferensiyalanuvchi nurlar yo'liga nurga perpendikulyar qilib joylashtiriladi. Bunday bir jinsli bo'lmaganlik sababli yo'llar farqining o'zgarishi 1 mkm dan ortmasligi uchun plastinkaning turli joylaridagi sindirish ko'rsatkichlari bir-biridan qanchalik farq qilishi mumkin?

3-masala

Yorug'lik monoxromatik manbadan ($\lambda=600$ nm) tirqishining diametri $d=6$ mm bo'lgan diafragmaga tik tushmoqda. Diafragmadan keyin $l=3$ m masofada ekran joylashgan. Diafragmaning tirqishida qancha k Frenel zonasi joylashadi? Difraksion manzaraning markazi qanday bo'ladi: qorong'imi yoki yorug'?

4-masala

Nuqtaviy monoxromatik yorug'lik manbaidan ($\lambda=600$ nm) l masofada difraksion manzara kuzatilmoqda. Manbadan $a=0.5l$ masofaga diametri $D=1$ sm bo'lgan shaffof bo'lmagan to'siq qo'yilgan. Agar to'siq faqat markaziy Frenel zonasini berkitsa, u holda l masofaning uzunligi qanday bo'ladi?

5-masala

Radiusi 1 mm bo'lgan doira shaklidagi kovakli noshaffof plastinaga 750 nm to'lqin uzunligidagi parallel monoxromatik nur tik tushadi. Kovakdan o'tuvchi nur yo'liga ekran joylashtirilgan va bu ekranda difraksion manzara kuzatiladi. Kovak va plastina orasi 20 sm dan kattaroq bo'lgan qanday minimal masofada ekran markazida xira dog'ni ko'rish mumkin?

Nazorat savollari

1. Frenel ko'zgusida tasvir qanday hosil bo'lishini izohlab bering.
2. Frenel biprizmasida qanday tasvirlar hosil bo'ladi?
3. Frenel ko'zgusi va biprizmasi qanday maqsadlarda ishlatiladi?
4. Nima sababdan Frenel ko'zgusida bir qancha tasvirlarni olish mumkin?
5. Eslab ko'ring – ko'zgu tayyorlashda shisha ustiga qaysi modda qoplanadi va qaysi usulda?
6. Haqiqiy va mavhum tasvirlarni qanday qilib farqlash mumkin?

7. Elektromagnit to‘lqin (ko‘rinuvchi nurlar sohasida) uzunligini aniqlash bo‘yicha qo‘llaniladigan hozirgi zamon spektrometrlaridagi eng yuqori aniqlik darajasi qanday? Bunda ishlatiluvchi qurilmalar qaysi prinsip asosida ishlaydi?
8. Amir Olimxon yozgi saroyi (Buxoro viloyati)da antiqa bir ko‘zgu bo‘lib, unda qaragan odamning juda ham ko‘plab tasvirlari namoyon bo‘ladi? Buning sababini tushuntira olasizmi?

17-mavzu: Interferometrlardagi interferensiyalar manzaralar yordamida muhitlarning sindirish ko‘rsatkichi va konsentratsiyalarini topishga oid masalalar yechish

amaliy mashg‘ulot

1-masala

Maykelson interferometri bilan qilingan tajribada interferensiya manzarasini 500 mkm yo‘lga siljitish uchun ko‘zguni 0,161 mm masofaga siljitish kerak bo‘ldi. Tushayotgan yorug‘likning to‘lqin uzunligini toping.

2-masala

Nyuton halqasi hosil qilinadigan qurilma tushayotgan oq yorug‘lik bilan yoritilmoqda. 1) To‘rtinchi ko‘k halqa ($\lambda_1 = 4 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$) va 2) uchinchi qizil halqa ($\lambda_2 = 6,3 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$) radiuslari topilsin. Kuzatish o‘tuvchi yorug‘likda olib boriladi. Linzaning egrilik radiusi 5 m.

3-masala

Beshinchi va yigirma beshinchi yorug‘ Nyuton halqalari o‘rtasidagi masofa 9 mm ga teng. Linzaning egrilik radiusi 15 m. Qurilmaga normal tushayotgan monoxromatik yorug‘likning to‘lqin uzunligi topilsin. Kuzatish qaytgan yorug‘likda olib boriladi.

4-masala

Agar ikkinchi va yigirmanchi qorong‘i Nyuton halqalari o‘rtasidagi masofa 4,8 mm bo‘lsa, uchinchi va o‘n oltinchi qorong‘i halqalar o‘rtasidagi masofa qanchaga teng? Kuzatish qaytgan yorug‘likda olib boriladi.

5-masala

Agar yorug'lik manbaidan to'liqin sirtigacha bo'lgan masofa 1 m, to'liqin sirtidan kuzatish nuqtasigacha ham 1 m, nurning to'liqin uzunligi $\lambda = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ bo'lsa, Frenelning dastlabki beshta zonalar radiuslari hisoblansin.

6-masala

Monoxromatik yorug'lik ($\lambda = 6 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$) manbaidan l birlik masofada difraksion manzara kuzatiladi. Manbadan 0,5 birlik masofada diametri 1 sm li xira to'siq joylashtirilgan. Agar to'siq faqat Frenel markaziy zonasini to'ssa, l birlik masofa qanchaga teng bo'ladi?

7-masala

Kengligi $2 \cdot 10^{-3} \text{ sm}$ li tirqishgan to'liqin uzunligi $\lambda = 5 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$ monoxromatik yorug'likning parallel dastasi normal tushadi. Tirqishdan $l = 1 \text{ m}$ uzoqlashtirilgan ekrandagi tirqish tasvirining kengligi topilsin. Yoritilganlik maksimumining ikkala tomoni bo'ylab joylashgan birinchi difraksion minimumlar o'rtasidagi masofa tasvir kengligi deb hisoblan-sin.

Nazorat savollari

1. Maykelson interferometrining ishlash prinsipini tushuntiring.
2. Maykelson interferometridan qaysi maqsadlarda foydalaniladi?
3. Fabri-Pero interferometrining ishlash prinsipini tushuntiring.
4. Fabri-Pero interferometri imkoniyatlaridan qaysi qurilmalarda foydalaniladi?
5. Yarim shaffof ko'zgu deganda nimani tushunasiz va uning qanday xususiyatlari mavjud?
6. Maykelson interferometrining ishlash prinsipi yorug'likning qaysi xususiyatiga asoslangan?
7. Maykelson interferometrining ajrata olish qobiliyati qanday? Fabri-Pero interferometriniki-chi?
8. Etalon yorug'lik manbai deganda nimani tushunasiz?

18-mavzu: Yorug‘lik difraksiyasi, turli tirqish va to‘siqlardagi difraksiya hodisalariga oid masalalar yechish

amaliy mashg‘ulot

1-masala

Difraksion panjaraga razryad trubkasidan yorug‘lik dastasi normal tushadi. $\Phi=41^\circ$ yo‘nalishda $\lambda_1 = 6563\text{\AA}$ va $\lambda_2 = 4102\text{\AA}$ ikki spektr chizig‘i bir to‘g‘ri chiziqda yotishi uchun difraksion panjara doimiysi nimaga teng bo‘lishi kerak?

2-masala

Birinchi tartibli natriy dubleti $\lambda_1 = 5890\text{\AA}$ va $\lambda_2 = 5896\text{\AA}$ ni ajratish uchun eni 2,5 sm difraksion panjara doimiysi qanchaga teng bo‘lishi kerak?

3-masala

Biror modda uchun to‘la ichki qaytish burchagi 45° ga teng. Bu modda uchun to‘la qutblanish burchagi nimaga teng?

4-masala

Shishadan qaytgan nurning 30° sindirish burchagida to‘la qutblanishi uchun shishaning sindirish ko‘rsatkichi nimaga teng bo‘lishi kerak?

4-masala

Bo‘shliqdagi to‘lqin uzunligi $5890\text{\AA}$ bo‘lgan yassi qutblangan yorug‘lik dastasi island shpati plastinkasining optik o‘qiga perpendikulyar ravishda tushadi. Agar oddiy va g‘ayrioddiy nurlar uchun island shpatining sindirish ko‘rsatkichlari mos holda $n_o = 1,66$ va $n_e = 1,49$ bo‘lsa, kristalldagi oddiy va g‘ayrioddiy nurlarning to‘lqin uzunliklari topilsin.

5-masala

Shishaga ($n=1,54$) to‘la qutblanish burchagi bilan tushuvchi tabiiy yorug‘likning qaytish ko‘effitsiyenti aniqlansin. Shisha ichiga o‘tgan nurlarning qutblanish darajasi topilsin. Shishada yorug‘likning yutilishi hisobga olinmasin.

6-masala

To'liq qutblanish burchagi bilan tushayotgan tabiiy yorug'lik nuri yassi-parallel shisha plastinkadan o'tadi. Shishaning sindirish ko'rsatkichi $n=1,54$. Plastinkadan o'tgan nurlarning qutblanish darajasi topilsin.

Nazorat savollari

1. Difraksiya deganda nimani tushunasiz?
2. Mexanik to'lqinlardagi difraksiya hodisasiga misollar keltiring.
3. Difraksiya hodisasi qaysi tasavvurlar orqali tushuntiriladi?
4. Mexanik to'lqinlar va optik nurlarda namoyon bo'luvchi difraksiya hodisalari o'rtasida qanday o'xshashlik va tafovutlar mavjud?

19-mavzu: Difraksion panjara va ularning asosiy xarakteristikalarini hisoblash, ajrata olish qobiliyati, chiziqli va burchakli dispersiyalarni aniqlashga oid masalalar yechish

amaliy mashg'ulot

1-masala

Kengligi 3 sm bo'lgan va birinchi tartibda to'lqin uzunliklari mos ravishda $\lambda_1 = 404.4$ nm va $\lambda_2 = 404.7$ nm ga teng bo'lgan spektral chiziqlarni ajrata olishi uchun difraksion panjara doimiysi qanday bo'lishi kerak?

Yechish:

To'lqin uzunliklarining qiymati ularning farqiga nisbatan juda ham katta. Shuning uchun difraksion panjaraning ajrata olish qobiliyati quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$\frac{\lambda_1}{\Delta\lambda} = kN \text{ va masalaning shartiga ko'ra } k=1, \text{ unda quyidagiga ega}$$

bo'lamiz

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} = N = \frac{a}{d}$$

$$\text{Undan } d \text{ ni topamiz} \quad d = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda_1} a = 22 \cdot 10^{-6} \text{ m}.$$

2-masala

Difraksion panjaraga yorug'lik nuri tik tushmoqda. Goniometr

trubkasi φ burchakka burilganida uchinchi tartibli spektrdagi to‘lqin uzunligi λ_1 chiziqli ko‘rinadi. Shu burchak ostida yorug‘lik diapazonidagi boshqa to‘lqin uzunliklari (380 dan 700 nm gacha) ko‘rinadimi?

Yechish:

Masala shartiga ko‘ra

$d \sin \varphi = 3\lambda_1$, undan

$$\sin \varphi = \frac{3d}{\lambda_1} \quad (19.1)$$

λ_2 spektral chiziqli uchun

$$d \sin \varphi = k\lambda_2, \quad (19.2)$$

(19.2) ifodani (19.1) ifodaga qo‘yib quyidagigini olamiz

$$3\lambda_1 = k\lambda_2,$$

Undan esa

$$\lambda_2 = \frac{3}{k} \lambda_1$$

ni olamiz va $k=1$ uchun

$\lambda_2 = 3\lambda_1 = 1320$ nm ni olamiz. $k=3$ uchun $\lambda_2 = \lambda_1$. Shunday qilib qidirilayotgan to‘lqin uzunligi $\lambda_2 = 660$ nm ikkinchi tartibli spektrda ekan.

3-masala

Difraksion panjara doimiysi $d=2.5$ mkm ga teng. Birinchi tartibdagi to‘lqin uzunligi $\lambda=589$ nm uchun burchak dispersiyasi

$$\frac{d\varphi}{d\lambda}$$

ni aniqlang.

Yechish:

Difraksion panjara tenglamasidan foydalanib $d \sin \varphi = k\lambda$, uni φ bo‘yicha differensiallab $d \cos \varphi = k d\lambda$ ni olamiz. Undan esa

$$\frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{k}{d \cos \varphi}$$

ni topamiz. Son qiymatlarini qo'yib $\sin\varphi = 0.236$ ni olamiz va bundan $\varphi \approx 13.5^\circ$ ni aniqlaymiz. Undan esa $\cos\varphi = 0.972$ va nihoyat $\frac{d\varphi}{d\lambda} = 4.1 \cdot 10^5 \text{ rad/m}$ topamiz.

4-masala

Fraungofer difraksiyasida tushayotgan yorug'lik yo'nalishidan boshqa barcha yo'nalishlardagi qo'shimcha ekranlarda difraksiyalangan yorug'lik intensivliklari ustma-ust tushishini isbotlang (Babine prinsipi). Agar ikkita ekrandan birinchisining noshaffof joyining shakli va holati ikkinchi ekranning tirqishi bilan ustma-ust tushsa, u holda bu ekranlar qo'shimcha ekranlar deb aytiladi.

5-masala

Difraksion panjaraga yorug'lik dastasi normal tushadi. Birinchi tartibli spektrdagi natriy chizig'ining ($\lambda = 5890 \text{ \AA}$) difraktsiya burchagi $17^\circ 8'$ ga teng ekanligi topilgan. Biror chiziq ikkinchi tartibli spektrda 12° ga teng difraktsiya burchagini beradi. Mazkur chiziqning to'lqin uzunligi va panjaraning 1 mm dagi shtrixlar soni topilsin.

6-masala

Agar difraksion panjara doimiysi 2 mkm ga teng bo'lsa, natriy sariq chizig'ining ($\lambda = 5890 \text{ \AA}$) eng katta spektr tartibi topilsin.

7-masala

Panjara birinchi tartibli kaliy spektri chiziqlarini ($\lambda_1 = 4044 \text{ \AA}$ va $\lambda_2 = 4047 \text{ \AA}$) ajrata oladigan bo'lsa, difraksion panjara doimiysi nimaga teng? Panjara kengligi 3 sm .

8-masala

Birinchi tartibli natriy dubleti $\lambda_1 = 5890 \text{ \AA}$ va $\lambda_2 = 5896 \text{ \AA}$ ni ajratish uchun kengligi $2,5 \text{ sm}$ difraksion panjara doimiysi qanchaga teng bo'lishi kerak?

9-masala

Agar spektrni ekranga proyeksiyalovchi linzaning fokus masofasi 40 sm bo'lsa, oldingi masaladagi difraksion panjaraning chiziqli dispersiyasi ($\text{mm/\AA}$ larda) topilsin.

10-masala

Doimiysi $d=5 \text{ mkm}$ difraksion panjara qaysi to'liqin uzunligi uchun uchunchi tartibli spektrda $D=6,3 \cdot 10^5 \text{ rad/m}$ burchak dispersiyasiga ega bo'ladi?

Nazorat savollari

1. Chiziqli dispersiya deganda nimani tushunasiz?
2. Burchak dispersiyasi deganda nimani tushunasiz?
3. Difraksion panjara doimiysi nima?
4. Difraksion panjara kengligi nima?
5. Difraksion panjaraning ajrata olish qobiliyati va doimiysi o'rtasida qanday bog'liqlik bor?
6. Difraksion panjaraning aniqlik darajasi qanday aniqlanadi?

20-mavzu: Yorug'likning qutblanishi, qutblangan nurlarning turlari va ularni olishga oid masalalar yechish

Tabiiy yorug'lik dielektrik ko'zgudan qaytganda Frenel formulasi o'rinli bo'ladi:

$$I_{\perp}=0,5I_0[\sin(i-r)/\sin(i+r)]^2,$$

va

$$I_{\parallel}=0,5I_0[\text{tg}(i-r)/\text{tg}(i+r)]^2.$$

1. Bunda $I_{\perp}$ – qaytgan nurlarning yorug'lik tushish tekisligiga perpendikulyar yo'nalishdagi tebranishining intensivligi; $I_{\parallel}$ – qaytgan nurlarning yorug'lik tushish tekisligiga parallel yo'nalishdagi tebranishining intensivligi; I_0 – tushaytgan tabiiy yorug'lik intensivligi; i – tushish burchagi va r – sinish burchagi.

2. Agar $i+r=90^\circ$ bo'lsa, $I_{\parallel}=0$ bo'ladi. Bu holda dielektrik ko'zguning i tushish burchagi n sindirish ko'rsatkichi bilan $\text{tgi}=n$ munosabatda bog'langan (Bryuster qonuni).

3. Polyarizator va analizator orqali o'tuvchi yorug'lik intensivligi quyidagiga teng (Malyus qonuni):

$$I=I_0 \cos^2\varphi,$$

bunda φ – polyarlizator bilan analizator bosh tekisliklari oʻrtasidagi burchak, I_0 – polyarizator orqali oʻtgan yorugʻlik intensivligi.

Amaliy mashgʻulot

1-masala

Sindirish koʻrsatkichi 1,57 boʻlgan shishadan qaytgan yorugʻlikning toʻla qutblanish burchagi aniqlansin.

2-masala

Biror modda uchun toʻla ichki qaytish limit burchagi 45^0 ga teng. Bu modda uchun toʻla qutblanish burchagi nimaga teng?

3-masala

Koʻl sirtidan qaytgan Quyosh nurlari eng toʻla qutblanishi uchun u gorizontga nisbatan qanday burchak ostida turishi kerak?

4-masala

Shishadan qaytgan nurning 30^0 sindirish burchagida toʻla qutblanishi uchun shishaning sindirish koʻrsatkichi nimaga teng boʻlishi kerak?

5-masala

Yorugʻlik nuri shisha ($n=1,5$) idishga quyilgan suyuqlikdan oʻtib, uning tubidan qaytadi. Qaytgan nur idish tubiga $42^037'$ burchak bilan tushayotganida batamom qutblanadi. 1) Suyuqlikning sindirish koʻrsatkichi toping, 2) toʻla ichki qaytish sodir boʻlishi uchun mazkur suyuqlikdan oʻtuvchi yorugʻlik nuri idish tubiga qanday burchak bilan tushishi kerak?

6-masala

Boʻshliqdagi toʻlqin uzunligi 5890Å boʻlgan yassi qutblangan yorugʻlik dastasi island shpati plastinkasining optik oʻqiga perpendikulyar ravishda tushadi. Agar oddiy va gʻayrioddiy nurlar uchun island shpatining sindirish koʻrsatkichi $n_0=1,66$ va $n_e=1,49$ boʻlsa, kristalldagi oddiy va gʻayrioddiy nurlarning toʻlqin uzunliklari topilsin.

Nazorat savollari

1. Tabiiy va qutblangan nurlarning farqi nimada?
2. Chiziqli, elliptik, va doiraviy qutblangan nurlarni tushuntirib bering.
3. Oddiy va g'ayrioddiy nurlar o'rasidagi farqni tushuntiring.
4. Bir o'qli va ikki o'qli kristallarning qanday xususiyatlari bor?
5. Tabiiy kristallarga misollar keltiring.
6. To'liq qutblanish burchagi deganda nimani tushunasiz?

21-mavzu: Qutblangan nur intensivligining qutblanish burchagiga bog'liqligi, Malyus qonuni, Bryuster qonuniga oid masalalar yechish

amaliy mashg'ulot

1-masala

Polyarizator va analizator orqali o'tgan tabiiy yorug'likning intensivligi to'rt marta kamayishi uchun poliyarizator bilan analizatorning bosh tekisliklari o'rtasidagi burchak nimaga teng? Yorug'likning yutilishi hisobiga olinmasin.

2-masala

Tabiiy yorug'lik polyarizator va analizator orqali o'tadi. Polyarizator bilan analizator shunday qo'yilganki, ularning bosh tekisliklari orasidagi burchak α ga teng. Polyarizator shuningdek analizator ham o'zlariga tushayotgan yorug'lik intensivligining 8 foizini yutadi va qaytaradi. Ma'lum bo'lishicha, analizatordan chiqqan nur polyarizatorga tushgan tabiiy yorug'likning 9 foiz intensivligiga teng ekan. α burchak topilsin.

3-masala

Shishaga ($n=1.54$) to'la qutblanish burchagi bilan tushuvchi tabiiy yorug'likning qaytish ko'effitsiyenti aniqlansin. Shisha ichiga o'tgan nurlarning qutblanish darajasi topilsin. Shishada yorug'likning yutilishi hisobiga olinmasin.

4-masala

To'la qutblanish burchagi bilan tushayotgan tabiiy yorug'lik nuri yassi-parallel shisha plastinkadan o'tgan. Shishaning sindirish ko'rsatkichi $n=1.54$. Plastinkadan o'tgan nurlarning qutblanish darajasi topilsin.

5-masala

Tabiiy yorug'lik shishaga ($n=1.54$) 45^0 burchak bilan tushayotganda
1) qaytish ko'effitsiyenti va qaytgan nurlarning qutblanish darajasi, 2) singan nurlarning qutblanish darajasi aniqlansin.

Nazorat savollari

1. Qutblangan nur intensivligi va qutblanish burchagi o'rtasida qanday bog'liqlik mavjud?
2. Qaytish ko'effitsiyenti va yutish ko'effitsiyentining maksimal qiymatlari nimaga teng?
3. Byuster burchagi qanday aniqlanadi?
4. Malyus qonunini izohlang.
5. Polyarizator va analizator deganda nimani tushunasiz?
6. Biz ko'zimiz orqali qutblangan va qutblanmagan nurlarni farqlay olamizmi?

22-mavzu: Yorug'likning polyarizatorlardagi yo'li, $\lambda/2$ va $\lambda/4$ plastinkalar, qutblanish tekisliklarining aylanishiga oid masalalar yechish

amaliy mashg'ulot

1-masala

Nurning 50 sm^3 hajmli idishdagi 5 g fruktoza aralashma orqali o'tishidagi qutblanish tekisligining aylanish burchagini hisoblang. Polyarimetrik trubka uzunligi 10 sm, solishtirma aylanish -92^0 ga teng.

2-masala

Agar yassi qutblangan nur 20 sm uzunlik, 100 sm^3 hajmdagi aralashma orqali o'tganida qutblanish tekisligining aylanishi 6.68^0 bo'lgan bo'lsa, u holda bu idishdagi saxarozaning massasi qanday? Solishtirma aylanish 66.8^0 ga teng.

3-masala

Agar 20 sm uzunlikdagi qutblagich trubkadan 10 g modda bo'lgan suvli aralashma orqali nur o'tkazilganida qutblanish tekisligi burilishi 2.1^0 ni tashkil qilgan bo'lsa, u holda bu modda turini aniqlang. Ba'zi bir

organik moddalar solishtirma aylanishi qiymatlari 22.1-jadvalda keltirilgan.

22.1-jadval

Ba'zi bir organik moddalarning solishtirma aylanishi (suvli aralashmalar, 20 °C)

Optik faol modda	$[\alpha]$	Optik faol modda	$[\alpha]$
Rafinoza	+104,0	Saxaroza	+66,8
d-Glyukoza	+112,2 → +52,5	d-Fruktoza	-133,5 → -91,5
d-Vin kislotasi	+12,0	l-Morfin (metanolda)	-134,8
l-Vin kislotasi	-12,0	Xinin	
Askorbin kislotasi	+21,0	α -Aspargin kislotasi	-25,5
α -sutli kislotasi		Nikotin	+162,0
β -laktoza	+1,7 +85,0 → +55,4	l-Mentol	-50,6

4-masala

Nurning 200 sm³ hajmdagi 10 g glyukoza aralashmasining 20 sm li qutblantiruvchi trubka orqali o'tganidagi qutblanish tekisligi aylanishini hisoblang. solishtirma aylanishi +52.7° ga teng

5-masala

Optikaviy zichligi 0.95 bo'lgan aralashma konsentratsiyasini fotoelektrokolorimetrik usulda aniqlash mumkinmi? Javobingizni asoslang.

6-masala

50 sm³ hajmdagi 0.005 g Fe²⁺ aralashmasining yorug'lik yutish molyar koefitsiyentini hisoblang. 50 mm li yutiluvchi qalinlikdagi kyuvetadagi aralashmaning optikaviy zichligi 0.75 ga teng.

7-masala

Agar 30 sm qalinlikdagi yutuvchi qatlamli kyuvetadagi aralashmaning optikaviy zichligi 0.70 ga, yorug'lik yutishning molyar koefitsiyenti esa 120 ga teng bo'lsa, u holda uning 100 sm³ hajmdagi massasi qanday?

Nazorat savollari

1. Qutblanish tekisligining aylanishi deganda nimani tushunasiz?
2. Nima sababdan oddiy va g'ayrioddiy nurlar uchun muhitning sindirish ko'rsatkichlari qiymatlari turlicha bo'ladi?
3. Sindirish ko'rsatkichidan tashqari yana qaysi parametrlar oddiy va g'ayrioddiy nurlarga bir-biridan farq qiladi?
4. Qanday qilib chiziqli, elliptik va doiraviy qutblangan nurlar olish mumkin?
5. Qutblanish tekisligining aylanishi hodisasidan qaysi maqsadlarda foydalanish mumkin?
6. Bu maqsadlarda ishlatiladigan qurilmalar qanday ataladi?

23-mavzu: Issiqlik nurlanishi, issiqlik nurlanishi qonuniyatlari, absolyut qora jism nurlanishiga oid masalalar yechish

1. Absolyut qora jismning sirt birligidan 1 sekundda nurlanadigan energiya, yani absolyut qora jismning energetik yorqinligi Stefan-Boltsman formulasi bilan aniqlanadi:

$$R_e = \sigma T^4.$$

Bunda T - Kelvin shkalasi bo'yicha harorat va σ - Stefan –Bolsman doiyimiysi.

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-5} \text{ Wt/m}^2 \cdot \text{grad}^4.$$

2. Agar nur sochayotgan jism absolyut qora bo'lmasa, u holda

$$R_e = k\sigma T^4$$

bilan aniqlanadi, bunda k - koeffitsiyent doim birdan kichik bo'ladi.

3. Energetik yorqinlik R_e absolyut qora jism energetik yorqinligining spektral zichligi r_λ bilan quyidagi munosabat orqali bog'langan:

$$R'_e = \int_0^\infty r_\lambda d\lambda .$$

4. Vin siljish qonuniga ko'ra absolyut qora jism absolyut haroratining

to'liq uzunligi ko'paytmasi (bunda mazkur jism energetik yorqinligining spektral zichligi maksimaldir) doimiy kattalikka teng, yani

$$\lambda_m T = C_1 = 0,29 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{grad}.$$

5. Absolyut qora jism energetik yorqinligining maksimal spektral zichligi absolyut haroratning beshinchi darajasiga (Vinning ikkinchi qonuni) proporsional ravishda ortib boradi:

$$(r_\lambda)_{\max} = C_2 T^5,$$

bunda $C_2 = 1,29 \cdot 10^{-5} \text{ Vt/m}^3 \cdot \text{grad}^5$.

amaliy mashg'ulot

1-masala

Pechdagi $6,1 \text{ sm}^2$ o'lchamli teshikdan 1 sek da $8,28 \text{ kal}$ issiqlik nurlanadigan bo'lsa, pechning harorati qanday? Nurlanish absolyut qora lism nurlanishiga yaqin deb hisoblansin.

2-masala

Quyosh 1 minutda qancha miqdorda energiya chiqaradi? Quyoshning nurlanishini absolyut qora jism nurlanishiga yaqin deb hisoblansin. Quyosh sirtining haroratini $5800 \text{ }^\circ\text{K}$ deb qabul qiling.

3-masala

Qotib qolgan bir kvadrat metr qo'rg'oshin sirtidan 1 sek da qancha energiya nurlanadi? Mazkur harorat uchun qo'rg'oshin sirti energetik yorqinligining absolyut qora jism yorqinligiga nisbatan $0,6$ ga teng deb olinsin.

4-masala

Absolyut qora jismning nurlanish quvvati 34 kVt . Jism sirti $0,6 \text{ m}^2$ bo'lsa, uning haroratini aniqlang.

6-masala

Maydoni 10 sm^2 cho'g'langan metall sirtidan bir minutda $4 \cdot 10^4 \text{ J}$ issiqlik nurlanadi. Sirt harorati $2500 \text{ }^\circ\text{K}$. 1) Bu sirt absolyut qora bo'lsa, uning nurlanishi qanday bo'lishi, 2) mazkur haroratda bu sirt energetik yorqinligining absolyut qora jism yorqinligiga nisbati topilsin.

6-masala

Elektr lampochkasidagi volfram spiralining diametri $0,3\text{ mm}$, uzunligi 5 sm . Lampochka 127 V kuchlanish elektr zanjiriga ulanganida u orqali $0,31\text{ A}$ tok o'tadi. Lampochkaning harorati qanday? Muvozanatli nurlanishda toladan ajraladigan barcha issiqlik nur sochish bilan yo'qoladi deb, volfram energetik yorqunligining absolyut qora jism yorqinligiga nisbatan mazkur harorat uchun $0,31$ ga teng hisoblansin.

7-masala

25 Vattli elektr lampochkasi volfram spiralining harorati $2450\text{ }^{\circ}\text{K}$. Shu haroratda uning energetik yorqinligining absolyut qora jism energetik yorqinligiga nisbati $0,3$. Spiralning nur sochadigan sirti kattaligini toping.

Nazorat savollari

1. Stefan-Boltsmann, Reley-Jins, Vin siljish qonunlarini izohlab bering.
2. Absolyut qora jismga ta'rif bering.
3. Tabiatda ham absolyut qora jism mavjudmi? Uni sun'iy ravishda olish mumkinmi?
4. Absolyut oq jism deganda nimani tushunasiz?
5. Spektral zichlik tushunchasiga ta'rif bering
6. Kelvin shkalasi va Selsiy shkalasi o'rtasidagi farq va o'xshashliklarni tushuntiring.
7. Absolyut 0 haroratning ma'nosini tushuntiring. Bu harorat uchun termodinamik tushunchalarni izohlab bering
8. Absolyut shkalada manfiy harorat bo'lishi mumkinmi? Javobingizni asoslab bering.

24-mavzu: Nurlanish energiyasining muhit harorati va nurlanish to'liq uzunligiga bog'lanishiga oid masalalar yechish

1. Yorug'lik kvanti (fotoni) ning energiyasi quydagi formula bilan aniqlanadi:

$$\varepsilon = h\nu.$$

bunda $h = 6,625 \cdot 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}$ – Plank doimiysi va ν – tebranish chastotasi.

2. Fotonning harakat miqdori

$$P_{\phi} = \frac{h\nu}{c}$$

3. Foton massasi

$$m = \frac{h\nu}{c^2}$$

bunda c - yorug'likning bo'shliqdagi tezligi.

amaliy mashg'ulot

1-masala

1) Qizil yorug'lik nurlari ($\lambda=7 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$), 2) rentgen nurlari ($\lambda=0,25 \text{ \AA}$) va 3) gamma – nurlari ($\lambda=1,24 \cdot 10^{-2} \text{ \AA}$) fotonining massasini toping.

2-masala

Fotonga muvofiq keladigan to'lqin uzunlik $0,016 \text{ \AA}$ bo'lsa, uning energiyasi, massasi va harakat miqdorini toping.

3-masala

Simob yoyining quvvati 125 Vt . Quyidagi to'lqin uzunligiga ega bo'lgan nurlanishlardan har sekunda necha kvant yorug'lik chiqadi: 1) $\lambda=6123 \text{ \AA}$; 2) $\lambda=5791 \text{ \AA}$; 3) $\lambda=5461 \text{ \AA}$; 4) $\lambda=4047 \text{ \AA}$; 5) $\lambda=3655 \text{ \AA}$; 6) $\lambda=2537 \text{ \AA}$? Bu chiziqlarning intensivligi mos holda 1) 2 %; 2) 4 %; 3) 4 %; 4) 2,9 %; 5) 2,5 % va 6) 4 % ga teng. 80 % quvvat nurlanishga ketadi deb hisoblansin.

4-masala

Elektronning kinetik energiyasi to'lqin uzunligi $\lambda=5200 \text{ \AA}$ bo'lgan foton energiyasiga teng bo'lishi uchun elektron qanday tezlik bilan harakat qilishi kerak?

5-masala

Elektronning harakat miqdori to'lqin uzunligi $\lambda=5200 \text{ \AA}$ bo'lgan fotonning harakat miqdoriga teng bo'lishi uchun u qanday tezlik bilan harakat qilishi kerak?

6-masala

Foton massasi tinch turgan elektron massasiga teng bo'lishi uchun uning energiyasi qancha bo'lishi kerak?

7-masala

Monoxromatik fotonlar dastasini $t=0,5 \text{ min}$ vaqt ichida $S=2 \text{ sm}^2$ maydonchadan olib o'tadigan harakat miqdori $P_f=3 \cdot 10^{-4} \text{ g} \cdot \text{sm}/\text{sek}$. Bu dasta uchun birlik yuzaga vaqt birligida tushadigan energiyani toping.

8-masala

Ikki atomli gaz molekulasining kinetik energiyasi qanday haroratda to'liq uzunligi $\lambda=5,89 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$ bo'lgan foton energiyasiga teng bo'ladi?

Nazorat savollari

1. Plankning $E=h\nu$ formulasidagi kattaliklarni izohlab bering.
2. Yorug'lik kvanti deganda nimani tushunasiz?
3. Yorug'lik kvanti parametrlarni sanab bering
4. Yorug'lik kvanti qanday nomlanadi?
5. Yorug'lik impul'si qanday aniqlanadi?
6. Foton va γ -nurlar o'rtasida qanday o'xshashlik va tafovutlar bor?
7. Elektromagnit to'liqlar shkalasini eslang. Bu to'liqlarning o'xshashlik va tafovutlari mavjud?
8. Elektronning tezligi fotonning tezligidan kattaroq bo'lishi mumkinmi? Javobingizni izohlab bering .

25-mavzu: Plank, Stefan-Bolsman qonunlariga oid masalalar yechish

amaliy mashg'ulot

1-masala

Agar absolyut qora jismning nurlanish quvvati 34 kwm , sirti yuzasi esa $0,6 \text{ m}^2$ bo'lsa, uning harorati qanday?

2-masala

Absolyut qora jismning nurlanish quvvati 10^5 kwm . Agar shu jism

yorqinligining maksimal spektral zichligiga to'g'ri keladigan to'lqin uzunligi $7 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ ga teng bo'lsa, jismning nur sochuvchi sirtining katta-
taligi topilsin.

3-masala

Absolyut qora jism qizdirilganida yorqinlikning maksimal spektral zichligiga to'g'ri keladigan to'lqin uzunligi 0,69 dan 0,5 mkm gacha o'zgargan. Bunda jism yorqinligining spektral zichligi necha marta ortgan?

4-masala

Absolyut qora jism qizdirilganda uning harorati 1000°K dan 3000°K gacha o'zgargan. 1) Bunda uning energetik yorqinligi necha marta ortgan? 2) Energetik yorqinligining spektral zichligi maksimumiga to'g'ri keladigan to'lqin uzunligi qanchaga o'zgargan? 3) Energetik yorqinligining spektral zichligi maksimumi necha marta ko'paygan?

5-masala

Absolyut qora jism harorati $T_1 = 2900^\circ\text{K}$. Shu jismning sovishi natijasida energetik yorqinligining spektral zichligi maksimumiga to'g'ri keladigan to'lqin uzunligi $\Delta\lambda = 9 \text{ mkm}$ ga o'zgargan. Jism qanday T_2 haroratgacha qadar sovigan?

6-masala

Radiusi 2 sm qoraygan metall sharning haroratini atrof- muhitga nisbatan 27° dan ortiqroq ushlab turishi uchun unga qanday quvvat uzatish zarur? Atrof-muhit harorati 20°C . Bunda issiqlik faqat nurlanish hisobigagina yo'qoladi deb hisoblansin.

Nazorat savollari

1. Reley-Jins formulasi nazariy tasavvurlar xulosasimi yoki tajribadan olinganmi?
2. Ultrabinafsha halokat haqida nimalarni bilasiz? Bu hol nazariy tahlil natijasimi yoki tajriba orqali olinganmi?
3. Ultrabinafsha halokat muammosini yechishda Plankning donolik fikrlari.
4. Plank tasavvurlari tajribada qachon tasdiqlangan?
5. Kvant tasavvurlarining asosida nimalar yotadi?

6. Klassik fizika va kvant fizikasi matematik apparatlarida qanday keskin farqlar mavjud?
7. Qaysi shartlar bajarilganda kvant fizikasi klassik fizikaga o'tadi?
8. Ehtimollar nazariyasi boshlang'ich elementlarini sanab bering.
9. Geyzenberg noaniqlik prinsipini tushuntirib bering.

26-mavzu: Fotoelektrik effekt, ichki va tashqi fotoeffektlar, chiqish ishiga oid masalalar yechish

Tashqi fotoeffektni vujudga keltiruvchi foton energiyasi bilan uchib chiqayotgan elektronlarning maksimal kinetik energiyasi o'rtasidagi bog'lanish Eynshteyn formulasi bilan beriladi:

$$h\nu = A + \frac{m\nu^2}{2}$$

bunda A - metallardan elektronning chiqish ishi m – elektron massasi. Agar $\nu=0$ bo'lsa, $h\nu_0=A$, bu yerda ν_0 - fotoeffektning qizil chegarasiga muvofiq keluvchi chastota.

amaliy mashg'ulot

1-masala

A.G. Stoletovning “Aktino–elektrik tekshirishlar” (1888 yil) asarida birinchi marta fotoeffektning asosiy qonunlari belgilangan edi. Uning tajribasining natijalaridan biri bunday ifodalangan: “To'lqin uzunliklari $295 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$ dan kam va sindirish ko'rsatkichi eng yuqori bo'lgan nurlar razryadlovchi ta'sirga ega bo'ladi”. A.G.Stoletov ishlagan metallardan elektron chiqayotganda bajarilgan ish aniqlansin.

2-masala

Litiy, natriy, kaliy va seziy uchun fotoeffektning qizil chegarasini toping.

3-masala

Muayyan metall uchun fotoeffektning qizil chegarasi $2750 \text{ \AA}$. Fotoeffektni vujudga keltiruvchi foton energiyasining minimal qiymati nimaga teng?

4-masala

Muayyan metall uchun fotoeffektning qizil chegarasi $2750\text{\AA}$ ga teng. 1) Shu metall dan elektron chiqayotganda bajarilgan ish, 2) to'liq uzunligi $1800\text{\AA}$ bo'lgan yorug'lik bilan shu metall dan ajratib olinadigan elektronlarning maksimal tezligi, 3) mazkur elektronlarning maksimal energiyasi topilsin.

Nazorat savollari

1. Eynshteynning fotoeffektga oid formulalarini izohlab bering
2. Fotoeffektning qizil chegarasi deganda nimani tushunasiz?
3. Agar atomdan elektron uzilib chiqsa, u holda bu atomda qanday o'zgarish bo'ladi? Elektronda-chi?
4. Fotoeffekt hodisasini izohlab bering
5. Metall sirtidan yorug'lik nuri orqali elektronning uzilib chiqishi hodisasi fotoeffekt deyiladi. Agar shu elektron issiqlik ta'sirida uzilsa, u holda bu hodisa qanday nomlanadi? Bu hodisadan qaysi qurilmalarda foydalaniladi?
6. Elektronni atomdan ajratishning yana qaysi usullarini bilasiz?
7. Ichki va tashqi fotoeffektlarning farqini tushuntirib bering
8. Fotoeffekt hodidasidan qaysi elektron qurilmalarda foydalaniladi?
9. Elektron spini deganda nimani tushunasiz? Bu tushuncha qaysi elektronlarga nisbatan ishlatiladi? Erkin elektronlarga yoki bog'langan?

27-mavzu: Eynshteyn formulasi, fotoelektron ko'paytirgich va fotoelementlarni asosiy xarakteristikalariga oid masalalar yechish

amaliy mashg'ulot

1-masala

Metall sirtiga to'liq uzunligi 0.413 mkm bo'lgan monoxromatik nurlar tushmoqda. Fotoelektronlar 1 V kuchlanishli elektr maydonida ushlab turiladi. Elektronning chiqish ishi va fotoeffektning qizil chegarasini toping.

2-masala

Metall sirtidan $3 \times 10^{-12}\text{ m}$ to'liq uzunligidagi gamma nurlar bilan

uchib chiqariladigan elektronlarning maksimal tezligini hisoblang.

3-masala

Kompton effekti natijasida 0.4 MeV energiyaga ega bo'lgan foton elektron bilan to'qnashib 90 gradusga sochilgan bo'lsa, bu fotonning dastlabki energiyasi qanday bo'lgan?

4-masala

Agar rentgen trubkasi 30 kV kuchlanishda ishlayotgan bo'lsa, u holda bunday uzluksiz rentgen spektrining minimal to'lqin uzunligi qanday?

5-masala

663 nm to'lqin uzunligiga ega bo'lgan parallel monoxromatik nurlar dastasi ko'zgu sirtiga tik tushadi. Nurlanish oqimi 0.6 Vt. Bu sirtga tushuvchi nur bosimi kuchi va vaqt birligida tushuvchi fotonlar sonini toping.

6-masala

Agar fotoelement chastotasi 1.6×10^{15} Gs bo'lgan nur bilan yoritilganida 4.1 V kuchlanishda fototok to'xtaydigan bo'lsa, u holda elektronning fotokatod sirtidan chiqish ishi va fotoeffektning qizil chegarasi qanday?

7-masala

Elektronlar energiyasi 4.9 eV yoki undan kattaroq bo'lganida simob atomlarini ular bilan bombardimon qilinganida simob atomlari uyg'ongan holatga o'tadi. Simob atomining uyg'ongan holatidan asosiy holatiga o'tishidagi chiqariladigan nurning to'lqin uzunligini hisoblang.

8-masala

ν chastotali nur bilan nurlantirilayotgan vakuumli fotoelementda fotoelektron tutib qoluvchi elektr maydoniga tushadi. Fotoelement elektrodlariga U kuchlanish berilgan, elektrodlar orasidagi masofa H, elektron katod sirtiga 30 gradusli burchak ostida uchib kiradi. Elektronning boshlang'ich holatiga nisbatan katodga qaytishidagi impulsi

va koordinatasi qanday o'zgaradi? Elektronning chiqish ishi A ga teng.

Nazorat savollari

1. Bor postulatlarini izohlab bering.
2. Atomning asosiy holati va uyg'ongan holati deganda nimani tushunasiz?
3. Kompton effektini izohlab bering.
4. Doppler effekti qaysi obyektga nisbatan ishlatiladi? Bu hodisaning mohiyati nimada?
5. Yorug'lik bosimi deganda nimani tushunasiz? Yorug'lik bosimini o'lchash bo'yicha tajribalarni dastlab kim o'tkazgan? Bu kattalik nimalarga bog'liq bo'lib chiqqan?
6. De-Broyl gipotezasining mohiyati va uning tajribada tasdiqlanishi.
7. Elektronning to'lqin tabiatiga ega ekanligi qanday izohlanadi?
8. Nima sababdan bu hol proton va neytronlarda kuzatilmaydi?
9. Bog'langan holatlar deganda nimani tushunasiz?
10. Klassik fizikadagi bog'langan holatlarga misollar keltiring.
11. Kvant fizikasidagi bog'langan holatlar. Vodorod atomining asosiy holati energiyasi va uni elektrton massasi bilan taqqoslash.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Benjamin Crowell. Optics. Fullerton, California. 2011. P. 198.
2. Max Born and Emil Wolf. Principles of Optics. Cambridge Univer. press. 2010.
3. Ландсберг, Г. С. Оптика / Г. С. Ландсберг. – М.: Наука, 2003. – 848 с.
4. 2. Ахманов, С. А. Физическая оптика / С. А. Ахманов, С. Ю. Никитин. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 654 с.
5. Сивухин, Д. В. Оптика / Д. В. Сивухин. – М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2002. – 792 с.
6. Детлаф, А. А. Курс физики / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 720 с.
7. Трофимова, Т. И. Курс физики. Колебания и волны. Теория, задачи и решения : учеб. пособие для студ. технических специальностей вузов / Т. И. Трофимова, А. В. Фирсов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 256 с.
8. Толмачев, Ю. А. Дельта-волна как альтернатива монохроматической в решении задач дифракции и интерференции / Ю. А. Толмачев // Вестник СПбГУ. – 2003. – № 7. – С. 56–62.
9. Сухоруков, А. П. Дифракция световых пучков в нелинейных средах / А. П. Сухоруков // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – № 5. – С. 85.
10. Агравал, Г. Нелинейная волоконная оптика / Г. Агравал. – М. : Мир, 1996. – 324 с.

MUNDARIJA

Kirish.....	2
1-mavzu: Geometrik optika, linza va prizmalarda nurlarning yo‘liga oid masalalar yechish.....	3
2-mavzu: Tasvir yasash, linzalarning optik kuchini hisoblashga oid masalalar yechish.....	7
3-mavzu: Yorug‘likning qaytishi va sinishi qonuniga oid masalalar yechish.....	11
4-mavzu: Fotometrik kattaliklarni hisoblashga oid masalalar yechish.....	15
5-mavzu: Elektromagnit to‘lqinlarning tarqalishi, sinishi va qaytishiga oid masalalar yechish.....	17
6-mavzu: Frenel tenglamalariga oid masalalar yechish.....	20
7-mavzu: Ikki muhit chegarasida qaytgan va singan elektromagnit to‘lqinlarga oid masalalar yechish.....	22
8-mavzu: Yorug‘likning yutilishiga oid masalalar yechish.....	23
9-mavzu: Yorug‘lik dispersiyasiga oid masalalar yechish.....	27
10-mavzu: Elektromagnit to‘lqinning fazaviy va guruh tezliklariga oid masalalar yechish.....	29
11-mavzu: Dispersiya qonuniyatlari, normal va anomal dispersiyaga oid masalalar yechish.....	30
12-mavzu: Yorug‘likning yutilish chegarasidagi dispersiya hodisalariga oid masalalar yechish.....	34
13-mavzu: Yorug‘lik interferensiyasi, kogerent nurlarning maksimumlik va minimumlik shartlarini aniqlashga oid masalalar yechish.....	36
14-mavzu: Yupqa plastinkadagi interferensiya, yo‘llar farqi va fazalar farqini aniqlashga oid masalalar yechish.....	41
15-mavzu: Nyuton halqalari, linzalarning egrilik radiusini interferension halqalar orqali hisoblashga oid masalalar yechish.....	42
16-mavzu: Frenel ko‘zgusi va biprizmasidagi interferension hodisalarni	

kuzatishga oid masalalar yechish.....	45
17-mavzu: Interferometrlardagi interferension manzaralar yordamida muhitlarning sindirish ko'rsatkichi va konsentratsiyalarini topishga oid masalalar yechish.....	47
18-mavzu: Yorug'lik difraksiyasi, turli tirqish va to'siqlardagi difraksiya hodisalariga oid masalalar yechish.....	49
19-mavzu: Difraksion panjara va ularning asosiy xarakteristikalarini hisoblash, ajrata olish qobiliyati, chiziqli va burchakli dispersiyalarni aniqlashga oid masalalar yechish.....	50
20-mavzu: Yorug'likning qutblanishi, qutblangan nurlarning turlari va ularni olishga oid masalalar yechish.....	53
21-mavzu: Qutblangan nur intensivligining qutblanish burchagiga bog'liqligi, Malyus qonuni, Bryuster qonuniga oid masalalar yechish.....	55
22-mavzu: Yorug'likning polyarizatorlardagi yo'li, $\lambda / 2$ va $\lambda / 4$ plastinkalar, qutblanish tekisliklarining aylanishiga oid masalalar yechish	56
23-mavzu: Issiqlik nurlanishi, issiqlik nurlanishi qonuniyatlari, absolyut qora jism nurlanishiga oid masalalar yechish.....	58
24-mavzu: Nurlanish energiyasining muhit harorati va nurlanish to'lqin uzunligiga bog'lanishiga oid masalalar yechish.....	60
25-mavzu: Plank, Stefan-Bolsman qonunlariga oid masalalar yechish....	62
26-mavzu: Fotoelektrik effekt, ichki va tashqi fotoeffektlar, chiqish ishiga oid masalalar yechish.....	64
27-mavzu: Eynshteyn formulasi, fotoelektron ko'paytirgich va fotoelementlarni asosiy xarakteristikalariga oid masalalar yechish.....	65
Foydalanilgan adabiyotlar.....	68