

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

QARSHI MUHANDISLIK-IQTISODIYOT
INSTITUTI

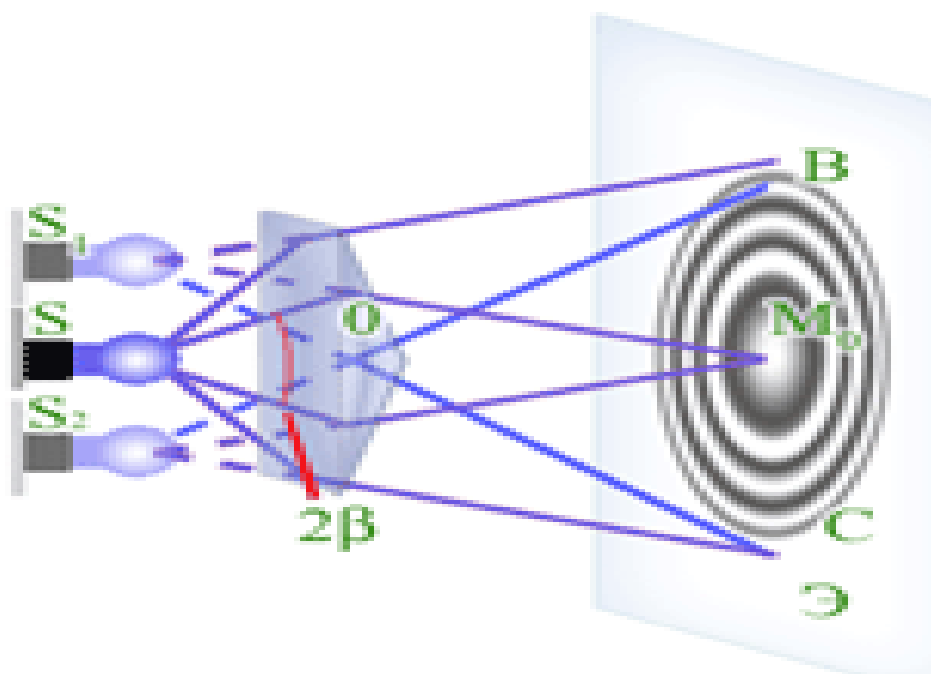
“FIZIKA” kafedrasi

FIZIKA

TO'LQIN OPTIKA

ASOSLARI

(Ma'ruzalar matni)



QARSHI-2015

«TASDIQLAYMAN»

Fizika kafedrasi mudiri, dots. Tursunov Q.SH.

« ____ » _____ 20 ____ yil .

FAN DASTURI BAJARILISHINING KALENDAR REJASI
(Ma’ruza, laboratoriya, amaliy va mustaqil mashg’ulotlar)

Fakultet: Neft va gaz	Ta’lim yo’nalish: 5311900– Neft gaz konlarini ishga tushirish va ulardan foydalanish	Akadem guruh* NGI– _____
Fanning nomi:	FIZIKA	
Ma’ruzachi:	Katta o‘qituvchi Qorjovov M.J.	
Maslahat va amaliy mashg’ulotni olib boruvchi:	Katta o‘qituvchi Qorjovov M.J., o‘q.–chi, Ismoilov D.	
Mustaqil mashg’ulotlarni olib boruvchi:	O‘q.–chi, Imomov O.E., o‘q.–chi, Ismoilov D.	

SOATLAR TAQSIMOTI:

O‘quv semestri	Hammasi	Audutoriya mashg’ulotlari					Mustaqil ish
		Jami	Maruza	Amaliy	Laboratoriya	Seminar	
I	182	108	54	22	32	–	74
II	122	72	36	14	22	–	50
Jami	304	180	90	36	54	–	124

QARSHI-2015

№	Mavzuning nomi	Ajratilgan soat	Bajarilganligi haqida ma'lumot		O'qituvchi imzosi
			Oy va kun	Soatlar soni	
1	3	4	5	6	7
	2-SEMESTR				
	Ma`ruza	36			
IV	To'liq optika asoslari.. Jami: 50 (10-soat ma'ruza, 10-soat amaliy, 10-soat laboratoriya, 20-soat mustaqil ta'lim).				
1	Yorug'likning elektromagnit to'liq tabiati	2			
2	Yorug'lik interferensiyasi	2			
3	Yorug'lik difraksiyasi. Yorug'lik sochilishi.	2			
4	Yorug'lik to'liqlarining muhit bilan o'zaro ta'sirlari	2			
5	Yorug'likning qutblanishi va Noziqli optika elementlari	2			
V	Kvant fizikasi elementlari. Atom-yadro fizikasi. Jami: 70 (24-soat ma'ruza, 4-soat amaliy, 12-soat laboratoriya, 30-soat mustaqil ta'lim).				
1	Kvant fizikasi elementlari	2			
2	Atom fizikasi elementlari	2			
3	Moddaning korpuskulyar-to'liq dualizmi	2			
4	Kvant nazariyasida Shredingerning umumiy tenglamasining qo'llanilishi	2			
5	Moddalarni kimyoviy bog'lanishning fizikaviy tabiati	2			
6	Kvant statistikasi elementlari	2			
7	Qattiq jism fizikasi kvant elementlari	2			
8	Metallar, dielektriklar va yarimo'tkazgichlarda kvant hodisalari	2			
9	Kvant elektronikasi elementlari	2			

10	Atom yadrosi va uning tuzilishi	2			
11	Suyuq kristallar	2			
12	Yangi texnologiyalar fizikasi–nanofizika elementlari	2			
	Fizikaning tadqiqot metodlarini tabiiy fanlar rivojlanib borishidagi o‘rni. Olamning yagona fizik manzarasini. Jami: 2 (2–soat ma’ruza).				
13	Olamning hozirgi zamon fizik tasavvuri	2			
	2–SEMESTRDA JAMI MA’RUZA	36			

LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARI

	II– SEMESTR. Laboratoriya mashg‘ulotlari–22 soat				
1	Fotometr yordamida yoritilganlik qonunlarini o‘rganish	2			
2	Difraksion panjarani o‘rganish va yorug‘likning to‘lqin uzunligini topish.	2			
3	Yorug‘likning qutblanish hodisasini o‘rganish	2			
4	Yorug‘lik interferensiyasi va difraksiyasini televizion mikroskop yordamida o‘rganish.	2			
5	Fotoeffekt hodisasini o‘rganish.	2			
6	Vodorod atomning nurlanish spektrini o‘rganish.	2			
7	Frank–Gers tajribasini o‘rganish.	2			
8	Frank–Gers tajribasini o‘rganish.	2			
9	Spektoskop yordamida inert gazlarning nurlanishini o‘rganish.	2			
10	Fotoelementning sezgirligini aniqlash.	2			
11	Elektronning chiqish ishi va Plank doimiysini aniqlash	2			
	JAMI	22			

AMALIY MASHG‘ULOTLAR

	II SEMESTR. Amaliy mashg‘ulotlar–14 soat				
1	Yorug‘likning elektromagnit to‘lqin tabiati	2			
2	Yorug‘lik interferensiyasi	2			

3	Yorug'lik difraksiyasi	2			
4	Yorug'lik to'lqinlarining muhit bilan o'zaro ta'sirlari	2			
5	Yorug'likning qutblanishi va Noziqli optika elementlari	2			
6	Kvant optikasi. Fotoeffekt qonunlari.	2			
7	Atom yadrosining tarkibi. Radioaktiv yemrilish qonunlari.	2			
	JAMI:	14			

Tuzuvchi:

Katta o'qituvchi Qorjovov M.J.

Tuzuvchi: katta o'qituvchi M.J.Qorjovov

Taqrizchi: dotsent Q.SH.Tursunov

Annotatsiya

Ushbu ma'ruzalar matni O'zbekiston Respublikasi Oliy va O'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan 16.07.2015 yilda №БД-310000 raqami bilan ro'yxatga olingan va 21.08. 2015 yilda №303 sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan, namunaviy dastur asosida tayyorlangan.

Ushbu ma'ruzalar matni "Fizika" kafedrasining №1, 28 avgust 2015 yilda kafedra yig'ilishida ko'rib chiqildi.

Ma'ruzalar matni institut uslubiy kengashi tomonidan _____ tasdiqlangan.

1 – MA'RUZA: YORUG'LIKNING ELEKTROMAGNIT TO'LQIN TABIATI

Reja:

1. Yorug'lik to'lqinlari va ularning xarakteristikasi.
2. Fotometrik kattaliklar.
3. Gyugens prinsipi.
4. Elektromagnit to'lqinlar shkalasi.
5. Yorug'likning qaytishi va sinishi .

Tayanch iboralar: to'lqinlar shkalasi, qaytishi, sinishi, to'lqin nazariyasi, Gyuygens prinsipi, to'lqin xarakteristikasi, yassi to'lqinlar, to'lqinlar energiyasi.

Ko'rgazmali qurollar: palakatlar, slaydlar, animatsion dasturlar.

O'tilgan mavzuni takrorlash

1. Elektromagnit to'lqinlar qanday vujudga keladi?
2. Elektromagnit to'lqilar deb qanday to'lqinlarga aytilad?
3. Maksvell nazariyasiga asosan elektromagnit to'lqinlarning tezligi qanday aniqlangan?
4. Elektromagnit to'lqinlarning vakuumda tarqalish tezligi qancha?
5. To'lqin uzunligi deb nimaga aytiladi?
6. To'lqinning tarqalish tezligi muhitga bog'liqmi?

Mavzuning borishi

1. Yorug'lik to'lqinlari va ularning xarakteristikasi. Yorug'lik qator hodisalarda to'lqin xususiyatini nomoyon qiladi. Shuning uchun to'lqinlarga oid ba'zi ma'lumotlarni dastlab yaqqollik uchun mexanik to'lqin misolida ko'rib chiqamiz.

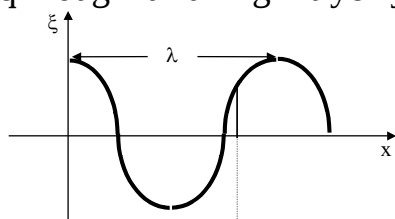
To'lqin deganda tebranishlarining muhitda (bunqa vakuum ham kiradi) tarqalish jarayoni tushuniladi. Yorug'lik to'lqinining tarqalish yo'nalishi nur deb ixtiyoriy vaqtda tebranishlar yetib kelgan muhit zarralarining geometrik o'rinlari to'lqin fronti deb ataladi.

To'lqin frontini tebranish sodir bo'layotgan fazoning qismi va tebranish hali boshlanmagan qismini ajratib turuvchi chegaraviy sirt tarzida tasavvur qilish mumkin. To'lqin frontining shakli muhit xossalari, tebranish manbaining shakli va o'lchamlariga bog'liq.

Bir jinsli va izotrop muhitda joylashgan nuqtaviy tebranish manbaidan tarqalayotgan to'lqinlarning fronti sferik shaklda bo'ladi. Bunday to'lqinlar sferik to'lqinlar deyiladi. Agar tebranish manbai tekislik shakliga ega bo'lsa, manbaga yaqin soxalardagi to'lqinlar yassi to'lqinlar deb ataladi. Tebranish nurqa perpendikulyar bo'lsa, bunday to'lqinlar ko'ndalang to'lqinlar deyiladi. Yorug'lik to'lqini ham ko'ndalang to'lqindir. Muhitning 0 nuqtasiga joylashgan manba $t = 0$ dan boshlab $x = A \cos \omega t$ garmonik tebranma harakat qilayotgan bo'lsin, bu yerda A , ω - mos ravishda tebranish amplitudasi va chastotasi. Amplituda deb muvozanat vaziyatidan eng katta

chetga chiqish kattaligi tushuniladi.
uzoqlikdagi zarraning ixtiyoriy t vaqtdagi siljishi:

0 nuqtadan x masofa



$$\xi = A \cos \omega \left(t - \frac{x}{u} \right)$$

u - to'lgining muhitdagi tarqalish tezligi. Bu ifoda yuguruvchi to'lqin tenglamasi deb ataladi.

To'lqin uzunligi deb bir xil fazada tebranayotgan 2 ta eng yaqin nuqtalar orasidagi masofaga aytiladi.

$l = uT$ ekanligidan

$$\xi = A \cos \left(\omega t - \omega \frac{x}{u} \right) = A \cos \left(\omega t - \frac{2\pi}{T} \frac{x}{u} \right) A \cos \left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x \right)$$

Mazkur tenglamadagi $\frac{2\pi}{\lambda}$ ni odatda, k harfi bilan belgilanadi va to'lqin soni deb ataladi. U $\frac{2\pi}{k}$ metr uzunlikdagi kesmada joylashadigan to'lqin uzunliklarining sonini ifodalaydi. Yuqoridagi ifoda

$$\xi = A \cos(\omega t - kx)$$

ko'rinishga keladi. Bu tenglama to'lqin fronti yassi tekislikdan iborat bo'lgan to'lqin uchun o'rindir.

Agar muhitda tarqalayotgan to'lqin sferik bo'lsa, tebranish amplitudalari tebranish manbaidan uzoqlikka $\left(\vec{r} \right)$ teskari proporsional ravishda kamayib boradi:

$$\xi = \frac{A}{r} \cos(\omega t - kr)$$

To'lqin tarqalish tezligi u nima ekanligini oydinlashtiraylik. Yassi to'lqin biror t vaqtda tebranish manbaidan x masofa uzoqlikka yetib kelsin. Mazkur vaqtdagi to'lqin fronti yassi tekislikdan iborat bo'lib, bu tekislikning barcha nuqtalari bir xil fazada tebranadi. Shu sababli to'lqin frontini bir xil fazalar tekisligi deyish ham mumkin. Fazalar bir xil degani

$$\omega \left(t - \frac{x}{u} \right) = \text{const}$$

demakdir $\omega = \text{const}$ ligidan

$$\left(t - \frac{x}{u} \right) = \text{const}$$

Buni differensiallab

$$U = \frac{d x}{d t} \quad \text{ni olamiz.}$$

Demak, to'lginning tarqalish tezligi fazaning ko'chish tezligini anqlatadi. Shuning uchun uni fazaviy tezlik deyiladi.

Turli chastotali to'lginlar yig'indisini to'lginlar guruhi yoki to'lgin "paket" deb ataladi. "Paket"ning tezligi uning tarkibidagi to'lginlarining birortasining tezligiga mos kelmaydi bunday hollarda to'lginlar guruhi maksimumining ko'chish tezligi tushunchasidan foydalaniladi va uni guruh tezlik deb ataladi.

To'lgin uzunliklari l dan $l + dl$ gacha bo'lgan to'lgin "paket" ning guruh tezligi

$$u_2 = u - \lambda \frac{d u}{d \lambda} \quad \text{bilan aniqlanadi.}$$

To'lginning muhitda tarqalish jarayonida energiyaning tarqalishi ham sodir bo'ladi. Elementar DV hajmdagi to'lgin energiya kinetik va potensial energiyalar yig'indisidan iboratdir

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

Bu ifodaning DV hajmga nisbati - muhitning birlik hajmida mujassamlashgan energiyadir. U energiya zichligi deb ataladi.

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

Sinus kvadratining o'rtacha qiymati $1/2$ ga teng bo'lganligi uchun to'lginning ixtiyoriy nuqtasidagi energiya zichligining vaqt bo'yicha o'rtacha qiymati

$$w_{o,r} = \frac{1}{2} \rho A^2 \omega^2 \quad \text{bo'ladi.}$$

To'lginning tarqalish yo'nalishiqa perpendikulyar ravishda joylash-tirilgan S sirt orqali $1s.$ davomida ko'chib o'tadigan energiya miqdori bilan xarakterlanuvchi kattalik energiya oqimi deyiladi. Energiya oqimi skalyar kattalik bo'lib, u quvvat birliklarida, SI da vatlarda o'lchanadi. To'lginning tarqalish yo'nalishiqa perpendikulyar bo'lgan $1m^2$ yuzli sirt orqali $1s.$ davomida ko'chib o'tadigan energiya miqdorini energiya oqimining zichligi deb ataladi.

Energiya oqimining zichligi

$$\vec{j} = \omega \vec{u}$$

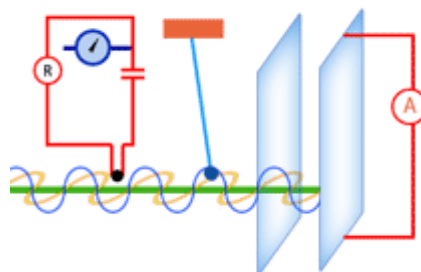
Bu $\vec{j}$ vektorini Umov vektori deb ataladi. Uning absolyut kattaligi bo'yicha o'rtacha qiymati

$$I = j_{or} = \frac{\rho A^2 \omega^2}{2}$$

to'lqin intensivligi deb ataladi.

Demak, to'lqin intensivligi - to'lqin o'zi bilan birgalikda "eltayotgan" energiya oqim zichligining o'rtacha qiymatidir. U Vt/m^2 hisobida o'lchanadi.

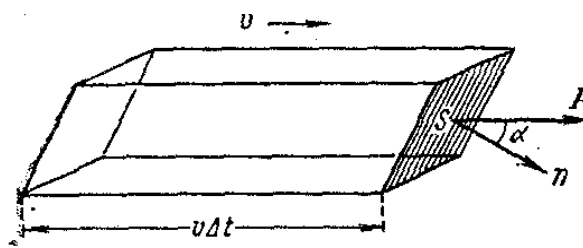
Yorug'lik chastotasi $\times$ o'qi yo'nalishida tarqalayotgan $n = (0,75, 0,40)$ Gs oraliqda, yoki vakuumdagi to'lqin uzunligi $\lambda_0 = (0,40, 0,75) \cdot 10^{-6} \text{m}$ intervalda bo'lgan elektromagnit to'lqinlardir.



Yassi monoxromatik yorug'lik elektr va magnit maydon kuchlanganlik vektorlarining o'zaro perpendikulyar tebranishlari ko'rinishida ifodalanadi: $\vec{E} = \vec{E}_m \cos(\omega t - kx + j_0)$, $\vec{H} = \vec{H}_m \cos(\omega t - kx + j_0)$. **Yorug'lik intensivligi muhitning sindirish ko'rsatkichi n va to'lqin amplitudasining**

kvadrati E_m^2 ga proporsional: $I = \frac{c}{4\pi} n E_m^2$. $\vec{S} = \left[\vec{E} \times \vec{H} \right]$ - **Umov-Poyting vektori.**

Elektromagnit to'lqinlar energiyasi. Elektromagnit to'lqinlarning turli ta'sirlar ko'rsatishini - dipolga ulangan lampaning tolasini cho'g'lantirishi, detektorga ulangan galvanometr strelkasini og'dirishi mumkin ekanligini va shunga o'xshash ta'sirlarini ko'rdik. Bu elektromagnit to'lqinlarning biror energiya olib o'tishini bildiradi.



Elektromagnit to'lqin maydonida ixtiyoriy S yuzacha olib, elektromagnit to'lqinning shu yuz orqali kichik Δt vaqt ichida olib o'tgan ΔW energiyasini hisoblaylik. Buning uchun S yuzacha asosida qirralari to'lqinning v tarqalish tezligiga parallel va $v\Delta t$ uzunlikka ega bo'lgan parallelepiped yasaymiz. Bu parallelepipedning hajmi quyidagiga teng:

$$\Delta \tau = S v \Delta t \cos \alpha$$

bu erda α - S yuzachaga o'tkazilgan n normal bilan v tezlik orasidagi burchak Δt vaqt ichida to'lqin $v\Delta t$ masofani o'tadi, shuning uchun biz ko'rayotgan yuzacha orqali parallelepiped ichidan ΔW energiya o'tadi. Shuning uchun agar

u maydonning hajm birligidagi energiyasi (energiyaning hajmiy zichligi) bo'lsa, u holda

$$\Delta W = u \Delta \tau = u S v \Delta t \cos \alpha$$

bo'ladi.

Elektromagnit to'liqin energiyasining hajmiy zichligi $\frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2$ elektr maydon energiyasi $\frac{1}{2} \mu \mu_0 H^2$ bilan magnit maydon energiyasi yig'indisidan iborat:

$$u = \frac{1}{2} (\varepsilon_0 E^2 + \mu \mu_0 H^2)$$

E va H kuchlanganliklarning kattaliklari elektromagnit to'liqinda $\sqrt{\varepsilon_0} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$ munosabat bilan bog'langan. Shuning uchun yana shunday yozish mumkin:

$$u = \varepsilon_0 E^2 = \mu \mu_0 H^2 = \sqrt{\varepsilon \mu} \sqrt{\varepsilon_0 \mu_0} EH$$

Yana $\mathcal{G} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon \mu} \sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$ ekanini nazarga olib, quyidagini yozish mumkin:

$$\Delta W = EHS \cos \alpha \cdot \Delta t.$$

Demak, S yuzacha orqali vaqt birligida o'tgan energiya yoki $\frac{\partial W}{\partial t}$ quyidagiga teng bo'ladi:

$$\frac{\partial W}{\partial t} = EHS \cos \alpha$$

Olingan natijani yanada qulayroq shaklda ifodalash mumkin. Elektromagnit energiya oqimi vektori tushunchasini kiritaylik, uni shunday aniqlaymiz:

$$P = [EH].$$

Elektromagnit to'liqinda E va H bir-biriga perpendikulyar va shuning uchun bu vektorning son qiymati $P = [EH]$ ga teng. P vektorning yo'nalishi esa E va H vektorlarning yo'nalishiga perpendikulyar, ya'ni to'liqinnig tarqalish tezligi v ning yo'nalishi bilan ustma-ust tushadi. U holda quyidagi ko'rinishda ifodalash mumkin:

$$\frac{\partial W}{\partial t} = P_n S$$

Bu erda $P_n = P \cos \alpha$ P -vektorning S yuzachaga o'tkazilgan n normal yo'nalishiga proyeksiyasi.

Shunday qilib, elektromagnit maydonda energiya harakatini P energiya oqimi vektori yordamida to'la ravishda xarakterlash mumkin. Bu vektorning yo'nalishi energiya harakatlanish yo'nalishini beradi. Energiya oqimi

vektorining son qiymati esa energiyaning harakat yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan birlik yuzachadan vaqt birligi ichida o'tgan energiyaga teng.

Energiya oqimi vektori tushunchasi N. A. Umovning turli muhitlarda energiyaning harakatiga doir ishlarida berilgan edi, uning elektromagnit maydon uchun maxsus ifodasi. Poynting kiritgan. Shuning uchun elektromagnit energiya oqimi vektori $\mathbf{P}$ Umov-Poynting vektori yoki Poynting vektori deb ataladi. Agar biz har bir nuqtasiga o'tkazilgan urinmalar $\mathbf{P}$ vektorining yo'nalishi bilan ustma-ust tushadigan chiziqlarni tasavvur qilsak (energiya oqimi vektorining chiziqlari, u holda bu chiziqlar elektromagnit maydon energiyasi tarqaladigan yo'llarni ko'rsatadi. Ikkinchi tomondan, yorug'lik energiyasi tarqaladigan chiziqlarni optikada nurlar deb yuritiladi. Yorug'lik ham elektromagnit to'lqinlardan iborat bo'lgani uchun yorug'lik nurlari ham mohiyati jihatidan yorug'lik elektromagnit to'lqinlari energiya oqimi vektorining chiziqlaridan iboratdir.

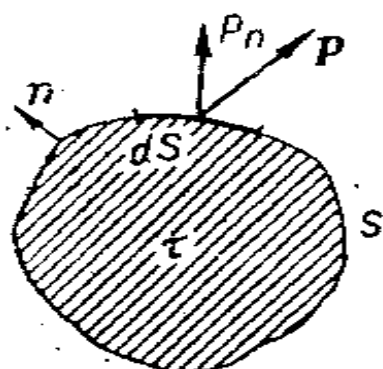
Biz keltirgan chiqarilishi unchalik qat'iy emas, chunki biz hamma joyda ham to'lqinlarning fazaviy tarqalish tezligi energiyaning harakat tezligi bilan mos tushadi deb faraz qildik. Biroq umuman olganda bu bunday emas. Shunga qaramay, biz unchalik qat'iy bo'lmagan mulohazalar asosida chiqargan barcha hollar uchun o'rinlidir. Maksvell tenglamalariga asoslanib elektromagnit maydonda energiyaning harakatiga doir quyidagi muhim teoremani isbot qilish mumkin (*Poynting teoremasi*). Ixtiyoriy muhit ichida S sirt bilan chegaralangan biror τ hajmni ajratib olamiz. So'ngra τ hajm ichidagi to'liq energiyani W orqali belgilaymiz. U holda

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \int_S \mathbf{P}_n dS$$

Bu erda $\mathbf{P}_n$ - bilan ifodalangan Umov - Poynting vektorining sirtga normal tashqil etuvchisi, integrallash esa butun yopiq S sirt bo'ylab bajariladi. Bunda tashqi normal $\mathbf{n}$ ning yo'nalishi musbat deb hisoblanadi ya'ni agar $\mathbf{P}$ vektor chiziqlari hajmning ichidan tashqariga chiqayotgan bo'lsa, $\int_S \mathbf{P}_n dS$ oqim musbat deb hisoblanadi.

$\frac{\partial W}{\partial t}$ Kattalik τ hajm ichidagi to'liq energiyaning vaqt birligi ichidagi kamayishi. Energiyaning saqlanish qonuniga muvofiq, bu kamayish S sirt

orqali vaqt birligi ichida tashqariga chiqayotgan energiyaga teng bo'lishi kerak.



Bundan shu narsa kelib chiqadi: S sirt orqali vaqt birligida chiqayotgan energiya qaralayotgan hajmni chegaralab turuvchi S yopiq sirt orqali

o'tayotgan P vektor oqimi bilan ifodalanadi. P_n kattalikni esa sirt birligi orqali vaqt birligida chiqayotgan energiya deb ta'riflash mumkin.

Elektromagnit maydon energiyasi oqimini hisoblashga doir ba'zi misollarni keltiramiz.

O'zgarmas tokli sim j zichlikli o'zgarmas tokli r radiusli silindrsimon o'tkazgichni sirtida elektr maydon E va magnit maydon H -rasm-da ko'rsatilgandagi singari yo'nalgan va shuning uchun Umov - Poynting vektori o'tkazgichning ichiga qarab uning yon sirtiga perpendikulyar yo'nalgan. Bu energiyaning o'tkazgichga atrof fazodan uzluksiz oqib kirishini bildiradi. Bu energiyaning kattaligini hisoblaymiz. Agar r - sim moddasining solishtirma qarshiligi bo'lsa, u holda Om qonuniga ko'ra,

$$E = \rho j$$

Magnit maydon kuchlanganligi sirtida quyidagiga teng:

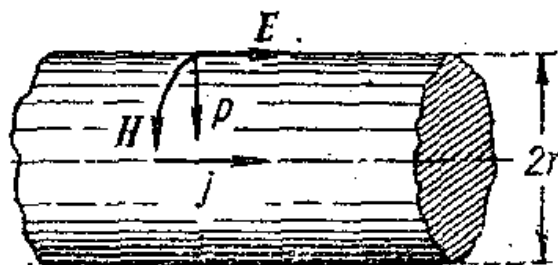
$$H = \frac{j}{2\pi r} = \frac{1}{2} jr$$

Shuning uchun

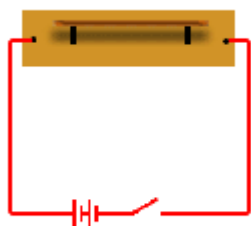
$$P = EH = \frac{1}{2} \rho jr^2$$

l ugunlikdagi sim kesmasining butun yon sirti orqali 1 sek da oqib kiruvchi energiya quyidagiga teng:

$$\frac{W}{t} = P 2\pi r l = \rho j^2 \pi r^2 l$$



Biroq ρj^2 kattalik Joule - Lents qonuniga (uning differentsial ko'rinishiga) muvofiq vaqt birligi ichida hajm birligida ajraladigan issiqlik miqdori, $\pi r^2 l$ esa simning hajmi. Shuning uchun biz simga kiruvchi energiya miqdori Joule - Lents issiqligi miqdoriga teng ekanligini topamiz, energiyaning saqlanish qonuniga muvofiq ham shunday bo'lishi kerak. Keltirilgan misol shuni ko'rsatadiki o'tkazgichga kiradigan va uning hisobiga issiqlik ajraladigan elektromagnit energiya o'tkazgichga, go'yo birinchi qarashda tuyulganidek, uning o'qi bo'yicha emas, balki uning yon sirti orqali kirar ekan.



2.Fotometrik kattaliklar. Yorug'lik oqimi. Biror sirtidan o'tayotgan yorug'lik nurlanishini elektromagnit to'lqinning shu sirt orqali 1s da olib o'tgan energiya miqdori, ya'ni shu sirt orqali nurlanish quvvati W bilan xarakterlash mumkin. Nurlanishning bu energetik xarakteristikasi yorug'likning energiya oqimi deyiladi. Yorug'lik oqimining birligi lyumen (lm)dir.

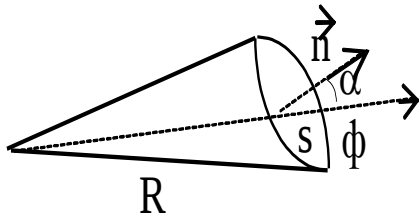
Yorug'likning nuqtali manbalarini xarakterlash uchun yorug'lik kuchi I ishlatiladi. Yorug'lik kuchini manba nurlanishining fazaviy burchak birligiga to'g'ri keladigan yorug'lik oqimi tarzida aniqlanadi.

$$I = d\Phi/dW$$

Yorug'lik kuchi. Fazaviy burchakning o'lchov birligi steradian (fazaviy radian) birlik radiusli sferada birlik yuza hosil qilgan burchakdir. Ravshanki, yorug'lik manbai atrofidagi butun fazoni qoplaydigan fazaviy burchak 4 steradian bo'ladi: $W=4\pi$. Shuning uchun izotrop manba uchun

$$I=\Phi/4\pi$$

Yorug'lik kuchining birligi kandela (kd) dir.



Yorug'lik yoritilganlik. Sirtlarni yoritishni miqdoriy baholash uchun yoritilganlik tushunchasi kiritiladi. **S sirtining E yoritilganligi deb shu sirtga tushayotgan Φ yorug'lik oqimining bu sirt kattaligiga nisbatiga aytiladi.**

Boshqacha aytganda, yoritilganlik sirt birligiga tushayotgan yorug'lik oqimiga tengdir:

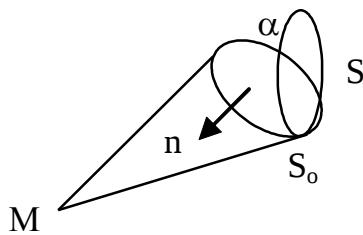
$$E=\Phi/S$$

Agar sirtning chiziqli o'lchamlari yorug'lik manbaigacha bo'lgan masofagacha nisbatan kichik bo'lsa

$$E=I\cos\alpha/R^2$$

Yoritilganlik birligi lyuks (lk) dir.

Yorug'lik manbai S ning B ravshanligi bu manbaning ko'rinuvchi sirtining yuza birligidan chiqayotgan yorug'lik kuchi bilan o'lchanadi.



$$B=I/S_0=(I/S)\cos\alpha.$$

Ravshanlik birligi kd/m^2 dir.

Yo'rug'likning to'lqin nazariyasi. Yorug'likning interferensiyasi va difraksiyasini korpuskular nazariyasi asosida tushuntirishning iloji bo'lmagan. Aynan shu hodisalar haqida mulohaza yuritgan ingliz fizigi R.Guk (1635-1703) va gollandiyalik fizik X.Gyuygens (1629-1695) yorug'lik to'lqin tabiatiga egaligi haqidagi fikrni olg'a surishgan. Ushbu nazariyaga ko'ra, yorug'lik to'lqinlarining manbadan tarqalishi suvga tosh tashlaganda hosil bo'lgadigan to'lqinlarning tarqalishidek tasavvur qilingan. To'lqin nazariyasiga muvofiq yorug'lik to'lqinlari elastik to'lqinlardan iborat bo'lib, efir deb ataluvchi maxsus muhitda tarqalishi mumkin. Ya'ni mexanik to'lqinlar suv sirtida tarqalganidek, yorug'lik to'lqinlari efirda tarqaladi.

3.Gyuygens prinsipi. Muhitning yorug'lik to'lqin yetib borgan har bir nuqtasi ikkilamchi to'lqinlarning nuqtaviy manbayi bo'ladi. Bir fazada tebranayotgan muhit nuqtalarining geometrik o'rni to'lqin sirti, qaralayotgan vaqtda tebranish yetib borgan nuqtalarning geometrik o'rni esa to'lqin fronti deyiladi. Frontning shakliga qarab, to'lqinlar yassi va sferik to'lqinlarga

ajratiladi. Sferik to'liqining t vaqtdagi fronti S_1 bo'lsa. Gyuygens prinsipiga asosan, S_1 da yotgan nuqtalarning har biri $v \cdot \Delta t$ radiusli sferik to'liqlarning ikkilamchi nuqtaviy maydoniga aylanadi va $t + \Delta t$ paytdagi to'liq fronti bu ikkilamchi to'liqlarga urinma sirtidan iborat bo'ladi.

4. Elektromagnit to'liqlar shkalasi. Elektromagnit to'liqlar shkalasi.



Radioto'liqlar, optik diapazon, rentgen nurlari, γ -nurlanish.

Zamonaviy aloqa vositasi. XX asrgacha aloqa majmuasi, asosan, feld'egerlik, aloqasi va maxsus aloqadan iborat bo'lgan. Lekin o'tgan asr aloqa tarmog'ining keskin o'zgarib ketishiga olib keldi. Ularning ichida keng tarqalgani telefon aloqasidir. Telefon kommutatorining yaratilishi XX asrning eng buyuk ixtirolaridan biri bekorga tan olinmagan. Bugungi kunda esa uyali aloqa vositasi, elektron pochta va internet aloqa tizimi turmush tarzining ajralmas qismiga aylanib bormoqda. Bu tizimlarning ish prinsipi ham dastlabki radiotelefon aloqadan keskin farq qilmaydi, faqat ular fan va texnikaning so'nggi yutuqlari, zamonaviy kompyuterlar va kosmik yo'ldoshlar vositasida amalga oshiriladi.

O'zbekiston telefon aloqasi. O'zbekiston dastlabki 200 raqamli telefon stansiyasi Toshkent 1904 – yilda tushirilgan. Hozir esa umumiy foydalaniladigan telefon tarmoqlarida 1,5 mln.dan ko'proq telefon raqami bor. Shu bilan birga, O'zbekiston shaharlararo telefon aloqasiga ham katta e'tibor berilmoqda. Hozir Respublikada shaharlararo telefon aloqasida 25 000 dan ortiq kanal mavjud. Toshkent shahrida stansiyalararo yo'nalishlarda tarmoqlar optik tolali aloqa vositalariga o'tkazilgan. Nukusda, Samarqandda va boshqa shaharlarda optik tolali aloqa yo'llarining yagona majmuasi ishga tushirish arafasida. 1992 – yilda Yaponiyaning “NEK” firmasi yetkazib bergan asbob – uskunalaridan abonentlarning jahon telefon tarmog'iga chiqishini hamda ikki tomonlama xalqaro teleko'rsatuvlarni ta'minlaydigan 150 kanalli raqamli kosmik telefon stansiyasi qurildi va foydalanishga topshirildi. Keyinchalik Turkiyaning “NETASH”, “TELETASH”, “SIMKO” firmalari 30 kanalli yana bir xalqaro kosmik telefon stansiyasini Toshkentda qurdi. Hozir xalqaro telefon so'zlashuvlarning 80% i sun'iy aloqa yo'ldoshlari orqali amalga oshiriladi.

Uyali aloqasi. 1991 – yilda O'zbekiston va AQSH ning “Interneyshtl – kommunikeyshtl grupp” firmasi bilan tashkil etilgan “UZDUNROBITA” qo'shma korxonasi 1995 – yigacha Toshkent, Samarqand, Urganch, Qarshi, Andijon, Buxoro shaharlarida xalqaro va shahar, shaharlararo telefon stansiyalari bilan bog'lanish imkoniyatiga ega bo'lgan uyali telefon aloqasi stansiyalarini ishga tushirdi. 1997 – yildan boshlab esa bunday aloqa vositrasi

bilan xizmat ko'rsatadigan yana beshta korxona vujudga keldi. Bular "UZMAKOM", "COSKOM", "UNITEL", "BUZTON", "BELLIYN", "MTS" va "Yu-tel" lardir. Hozir mamalakatimizda bunday aloqa vositasidan foydalaniladiganlar soni ham 100 mingdan oshib ketgan.

Elektron pochta va internet sistemasi. Komp'yuter texnologiyasi sohasidagi yutuqlarni aloqa sohasidagi yutuqlar bilan bog'lanish yangi elektron pochta va internet aloqa sistemalarining vujudga kelishida olib keldi. Hozirgi paytda juda ko'p ma'lumotlar va hujjatlar komp'yuterlar orqali modemlar vositasida uzatiladi yoki qabul qilinadi.

5. Yorug'likning qaytishi va sinishi. Agar yorug'lik ikkita muhitning chegarasiga tushsa, unda tushuvchi nur ikkita – qaytuvchi va sinuvchi nurlarga ajralib ketadi. Tushuvchi nur (I), qaytgan nur (II), va singan nur (III) deb belgilangan. Yorug'lik nuri deganda, yorug'lik energiyasi tarqaladigan yo'nalish tushuniladi. Tushuvchi va qaytgan nurlar hamda ikki muhit chegarasidagi, nurning tushish nuqtasiga o'tkazilgan perpendikulyar bir tekislikda yotadi. Qaytish burchagi i_1 tushish burchagi i_1 ga teng: $i_1=i_1$.

Yorug'likning sinishi. Tushayotgan nur, singan nur hamda ikki muhit chegarasidagi, nurning tushish nuqtasiga o'tkazilgan perpendikulyar bir tekislikda yotadi. Tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati shu ikki muhit uchun o'zgarmas kattalikdir.

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_{21}$$

Bu yerda n_{21} – ikkinchi muhitning birinchisiga nisbatan nisbiy sindirish ko'rsatkichi. Burchaklarni belgilashdagi indekslar yorug'lik nuri qaysi muhitda harakatlanayotganligi ko'rsatadi. Ikki muhitning nisbiy sindirish ko'rsatkichi ularning absolut sindirish ko'rsatkichlarining nisbatiga teng.

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$$

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Yorug'lik to'lqin nazariyasining yaratilishini nima taqazo etgan?
2. Yorug'lik to'lqinlari nazariyasi mualliflari kimlar?
3. Yorug'lik to'lqinlari qanday tasavvur qilingan?
4. Efir qanday muhit?
5. Gyuygens prinsipini aytib bering.
6. To'lqin sirti va to'lqin fronti nima?

2-MA'RUZA. YORUG'LIK INTERFERENSIYASI.

Reja:

1. Yorug'lik nurlarining monoxromatlikligi va kogerentligi. Yorug'lik interferensiyasini kuzatish usullari. Ikki manba beradigan interferension manzarani hisoblash.
2. Yupqa qatlamlardagi yorug'lik interferensiyasi.
3. Interferensiya hodisasining qo'llanilishi. Interferometrlar. Interferension plastinkalar.

Tayanch iboralar: yorug'lik to'lqinlarning interferensiyasi, to'lqinlarning kogerentligi, yupqa qatlamli interferensiya, interferometrlar, interferension plastinkalar.

Ko'rgazmali qurollar: slaydlar, plakatlar, animatsion dasturi.

O'tilgan mavzuni takrorlash

1. Yorug'likning qaytish qonunini aytib bering.
2. Yorug'likning sinish qonunini aytib bering.
3. Linza deb qanday jismlarga aytiladi?
4. Linza qanday moddalardan yasaladi va nima uchun?
5. Tashqi ko'rinishlarda linzalar qanday turlarga bo'linadi.

Mavzuning borishi

1. Yorug'lik nurlarining monoxromatlikligi va kogerentligi. Yorug'lik interferensiyasini kuzatish usullari. Ikki manba beradigan interferension manzarani hisoblash. O'zgarmas chastotali (to'lqin uzunlikli) va o'zgarmas amplitudali to'lqin monoxromatik to'lqin deb ataladi. Ikki yoki undan ortiq to'lqinlarning tebranish chastotasi bir xil va faza farqlari doimiy bo'lsa, bunday to'lqinlar kogerent to'lqinlar deb ataladi. Yorug'lik to'lqinini tavsiflash uchun garmonik tebranishlarning $x = A \cos(\omega t + j)$ ko'rinishdagi teglamasidan foydalanamiz. Bu yerda x -deganda E , H tushiniladi. Aytaylik, ikki monoxromatik kogerent $x_1 = A_1 \cos(\omega t + j_1)$ va $x_2 = A_2 \cos(\omega t + j_2)$ to'lqinlar bir birining ustiga tushsin. Natijaviy tebranish amplitudasi

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1 A_2 \cos(j_2 - j_1).$$

To'lqinlar kogerent bo'lganligi uchun $I \sim A^2$ va

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(j_2 - j_1).$$

Fazoning $\cos(j_2 - j_1) > 0$ shart bajariladigan nuqtalarida $I > I_1 + I_2$ bo'ladi. $\cos(j_2 - j_1) < 0$ bo'lgan nuqtalarda $I < I_1 + I_2$. Shunday qilib, 2 (yoki bir nechta) kogerent yorug'lik to'lqinlari ustma-ust tushganda, fazoda yorug'lik oqimlarining qayta taqsimlanishi ro'y beradi va natijada intensivlikning bir joyda maksimumi boshqa joyda minimumi kuzatiladi. **Bu hodisa yorug'lik interferensiyasi deb ataladi.**

Kogerent bo'lmagan to'lqinlar uchun $j_2 - j_1$ uzluksiz o'zgarib turadi va shuning uchun $\cos(j_2 - j_1)$ ning vaqt bo'yicha o'rtacha qiymati nolga teng va natijaviy to'lqinning intensivligi hamma yerda bir xil bo'ladi va $I_1 = I_2$ bo'lganda

$I=I_1$ bo'ladi (kogerent to'lqinlar uchun bu holda maksimumda $I=4 I_1$, minimumlarda $I=0$).

Kogerent yorug'lik to'lqinlari olish uchun 1 ta manba nurlantirayotgan to'lqinni 2 ga bo'lish usuli ishlatiladi. Bunda to'lqinlar turli optik yo'lni o'tganlaridan so'ng qo'shiladilar va intenferension manzara kuzatiladi.

Aytaylik, 0 nuqtada to'lqin ikkita kogerent to'lqinga ajratilyapti. Intenferension manzara kuzatilayotgan M nuqtaga borguncha n_1 sindirish ko'rsatkichli muhitda birinchi to'lqin S_1 yo'l o'tdi, ikkinchi to'lqin n_2 sindirish ko'rsatkichli muhitda S_2 yo'l o'tdi. Agar 0 nuqtada tebranish fazasi wt bo'lsa, M nuqtada birinchi to'lqin $A_1 \cos w(t - S_1/v_1)$, ikkinchi to'lqin $A_2 \cos w(t - S_2/v_2)$ ni vujudga keltiradi; bu yerda $v_1=s/n_1$, $v_2=s/n_2$ - birinchi va ikkinchi to'lqinlarning fazaviy tezliklari.

Ikki kogerent to'lqinlar uchun faza farqi:

$$d = w \left(\frac{S_2}{v_2} - \frac{S_1}{v_1} \right) = \frac{2\pi}{\lambda_0} (S_2 n_2 - S_1 n_1) = \frac{2\pi}{\lambda_0} (L_2 - L_1) = \frac{2\pi}{\lambda_0} \Delta$$

(λ_0 -vakuumdagi to'lqin uzunligi). **Yo'lning geometrik uzunligi S ning muhit sindirish ko'rsatkichi n ga ko'paytmasi yo'lning optik uzunligi L, $D=L_2 - L_1$ esa yo'lning optik farqi deyiladi.**

Agar yo'lning optik farqi vakuumdagi to'lqinning butun soniga

$$D = \pm m \lambda_0 \quad (m=0, 1, 2, \dots)$$

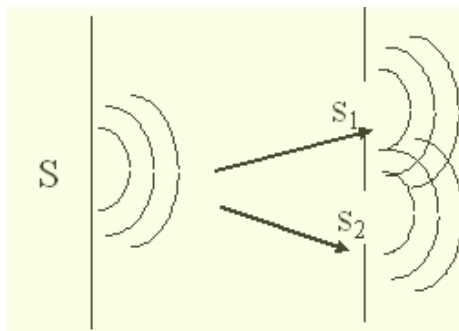
teng bo'lsa $d = \pm 2mp$ va M nuqtada qo'zg'alayotgan tebranishlar bir xil fazada bo'ladi intenferension maksimum sharti deb ataladi.

Yo'lning optik farqi

$$d = (2m+1) \lambda_0 \quad (m=0, 1, 2, \dots)$$

bo'lsa, $d = \pm(2m+1) p$ bo'ladi va M nuqtadagi to'lqin fazalari qarama-qarshi bo'ladi; intenferension minimum sharti deyiladi.

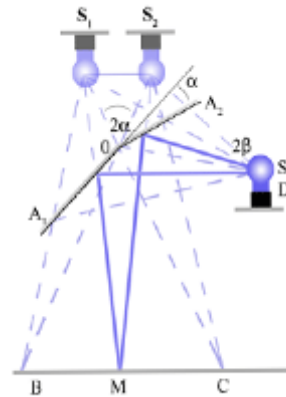
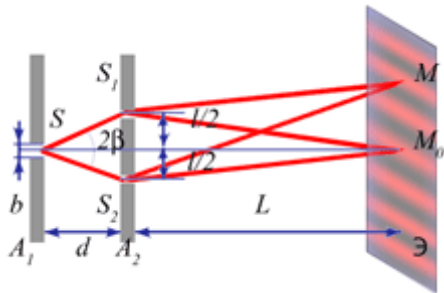
Yorug'lik intenferensiyasini kuzatish usullari. Yorug'lik intenferensiyasini kuzatish uchun kogerent yorug'lik dastasi bo'lishi kerak.



Lazerlar ixtiro qilinishidan oldin dasta bo'linar va so'ngra ular qo'shib intenferension manzara olinar edi. Bundagi ba'zi usullarni ko'rib o'taylik.

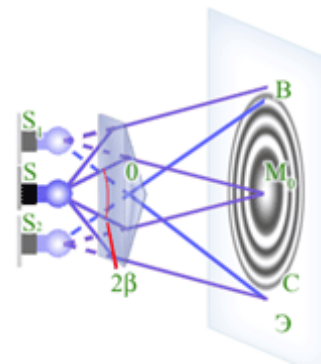
Yung usuli. Bunda ikkita kichik tirqishi bo'lgan ekran yordamida yorug'likni "ikkiga ajratish" mumkin. S yorug'lik manbai ekranning tirqishlarida yorug'likning S_1 va S_2 ikkilamchi manbalarini hosil qiladi. Asosiy S manba

nurlanayotgan to'lqinlarning fazalari ham shunga mos holda xuddi shunday o'zgaradi, ya'ni S_1 va S_2 manbalar nurlanayotgan to'lqinlarda fazalar ayirmasi hamma vaqt o'zgarishsiz qoladi-bu manbalar kogerent bo'ladi.



Frenel ko'zqulari. Kogerent manbalar hosil qilishning ikkinchi - usuli bir-biriga 180° ga yaqin burchak ostida o'rnatilgan 2 ta yassi ko'zgudan yorug'likning qaytishiga asoslangan. Bu tizimda yorug'likning S asosiy manbaining S_1 va S_2 tasvirlari kogerent manbalar bo'ladi.

Frenel biprizmasi ikkita bir xil sindirish burchaklari kichkina bo'lgan va asoslari birlashtirilgan prizmalardan iborat. S manбайдan tarqalgan nur prizmalarda sinib, S_1 , S_2 manbalaridan chiqayotgan kogerent nurlardek tarqaladi. Ekranda bu kogerent nurlar qo'shilib interferensiya hosil bo'ladi.



Ikki manba beradigan interferensiyon manzarani hisoblash. S_1 va S_2 kogerent manbalar hosil qilayotgan va P nuqtada qo'shilayotgan yorug'lik to'lqinlarining interferensiyasini ko'raylik.

Agar nurlar yo'lining ayirmasi $l = S_1P - S_2P$ ga to'lqinlarning butun soni joylashsa, ya'ni

$$l = 2n \lambda / 2 \quad (n=0,1,2,3, \dots)$$

bo'lsa, P nuqtada yorug'likning maksimumi bo'ladi. Agar $l = (2n+1)\lambda / 2$

bo'lsa, P nuqtada yorug'likning minimumi bo'ladi.

Endi monoxromatik yorug'likning S_1 va S_2 kogerent manbalarining ekranda hosil qilgan interferensiya manzarasi qanday bo'lishini aniqlaylik. Bu manbalar orasidagi masofa d, manbalardan ekrangacha bo'lgan masofa L bo'lsin, shu bilan birga $d \ll L$ bo'lsin.

S_1 va S_2 lardan barobar uzoqlikdagi 0 nuqtadan interferentsiya maksimumlari kuzatiladigan nuqtalargacha bo'lgan x masofani aniqlaylik.

PCS_1 va PBS_2 to'g'ri burchakli uchburchaklardan

$$PS_1^2 = L^2 + (X+d/2)^2,$$

$$PS_2^2 = L^2 + (X-d/2)^2,$$

bundan $PS_1^2 - PS_2^2 = 2xd$. Biroq $PS_1 - PS_2 = Dl$, $PS_1 + PS_2 \gg 2L$, demak $Dl_2L = 2xd$ va $x = LD l/d$. Yorug'lik maksimumlari 0 nuqtada $x = n\lambda L/d$ masofalarda hosil bo'lishini, minimumlari esa $x = (2n+1) \lambda L/2d$ masofada hosil bo'lishini aniqlaymiz.

Bu maksimum va minimumlar mos ravishda bir biriga parallel yorug' va qorong'i yo'llar ko'rinishida bo'ladi. $n=0$ ga tegishli bo'lgan markaziy maksimum 0 nuqtadan o'tadi. Qo'shni maksimumlar (yoki minimumlar) orasidagi masofa $Dx = \lambda L/d$ ga teng bo'ladi.

Shunday qilib, yorug'likning ikki kogerent manbalari ekranda hosil qilgan interferensiya manzarasi yorug' va qorong'i yo'llarning navbatlashib joylashishidan iborat bo'ladi. Bu manzara yorug'likning nuqtaviy manbalari o'rniga parallel joylashgan tor tirqishlardan foydalanilganda ayniqsa aniq hosil bo'ladi.

x masofa d ga teskari proportsional. $S1$ va $S2$ yorug'lik manbalari orasidagi masofa katta bo'lganda interferensiya yo'llari orasidagi masofa ajratib bo'lmaydigan darajada kichik bo'lishi mumkin. Shuning uchun aniq interferensiya manzarasi hosil qilish uchun bir-biridan mumkin qadar kichik masofada joylashgan yorug'lik manbalaridan foydalanish kerak ($d \ll L$). Yorug'lik to'lqinining uzunligini d , L va x kattalikning o'lchangan qiymatlariga ko'ra tajribada aniqlash mumkin. Monoxromatik bo'lmagan, masalan, oq yorug'likdan foydalanilganda interferensiya maksimumlari, har bir to'lqin uzunligi uchun bir-biriga nisbatan siljigan bo'ladi. Natijada hamma yorug'lik yo'llari kamalak rangiga ega bo'lib qoladi.

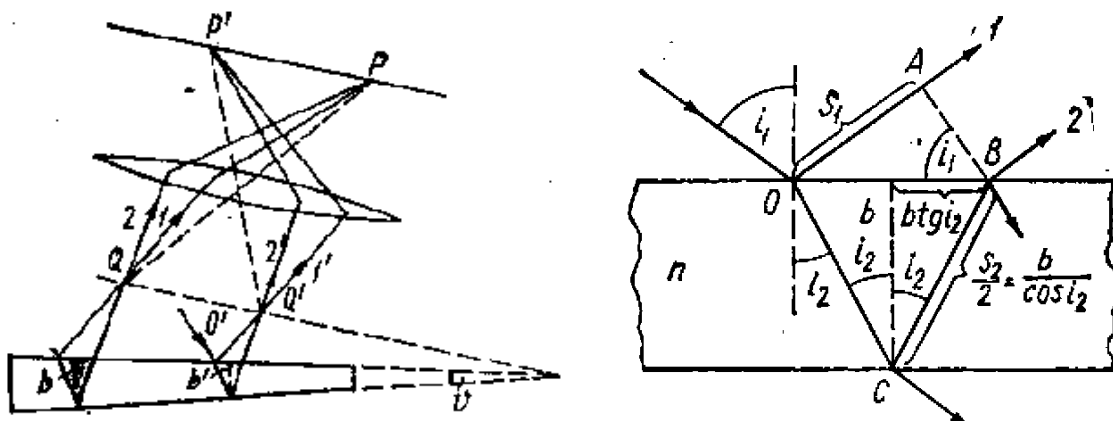
2. Yupqa qatlamlardagi yorug'lik interferensiyasi. Unga parallel nurlar dastasi tushayotgan bo'lsin. Tushayotgan O nurning bo'linishidan hosil bo'lgan nurlardan ikkitasini: plastinkaning yuqorigi va pastki sirtlardan qaytgan 1 va 2 nurlarni qarab chiqamiz. Agar linza yordamida ularni P nuqtada uchrashtirsak, ular interferensiyalashadi. ν burchak juda kichik bo'lganda nurlarning yo'llar farqi yetarli darajada aniqlik bilan

$$\Delta = 2b\sqrt{n^2 - \sin^2 i_1} - \frac{\lambda_0}{2}$$

formula bo'yicha hisoblash mumkin.

Buning uchun b sifatida plastinkaning nur tushayotgan joyidagi qalindilini olish kerak. Plastinkaning boshqa nuqtasiga tushayotgan O' nurning bo'lishi hisobiga hosil bo'lgan $1'$ va $2'$ nurlarni linza P' nuqtada yig'di. Bu nurlarning yo'llar farqi b' qalinlik bilan aniqlanadi.

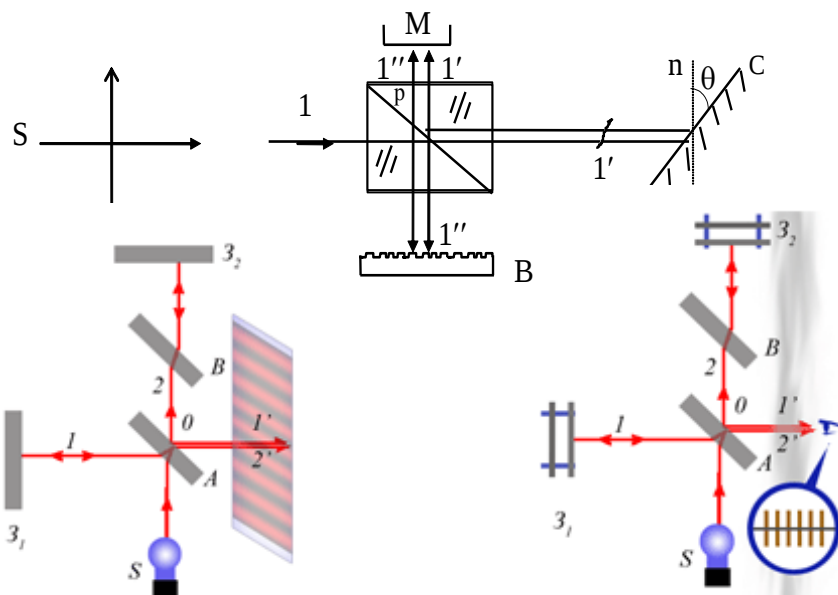
Agar ekranni Q , Q' ,..... nuqtalardan o'tuvchi sirtga qo'shma bo'ladigan qilib joylashtirsak, unda yorug' va xira polosalar sistemasi paydo bo'ladi. Bu polosalarning har biri plastinkaning bir xil qalinlikdagi joylaridan yorug'likning qaytishi hisobiga hosil bo'ladi. Shu sababli bu holda interferension polosalar **teng qalinlikdagi interfensiyalar** deb ataladi.



Yupqa plyonkada interferensiya hodisasi.

3. Interferensiya hodissasining qo'llanilishi. Interferometrlar. Interferension plastinkalar.

Interferometrlar. Interferensiya manzarasi interferensiyalanuvchi to'qinlarning yo'llari ayirmasiga juda sezgir bo'ladi: yo'llar ayirmasining kichik o'zgarishlarida uzunliklar va burchaklarni aniq o'lchash uchun, shuningdek, shaffof muhitlarning sindirish ko'rastkichlarini aniqlash uchun ishlatiladigan asboblarning tuzilishi shunga asoslangan. Sanoatda interferometrlar metall va boshqa silliqlangan sirtlarning sifatini (silliqligini) tekshirishda keng qo'llaniladi.



Bu oqim nurlaridan birining yo'lini ko'raylik. Yarim shaffof qatlamda 1 nur "ikkiga ajraladi": qisman qatlam orqali o'tadi va S ko'zguga tushadi. (1 nur), qisman esa qaytadi va tekshirilayotgan B sirtga tushadi (1 nur). So'ngra 1 nur ko'zgu va yarim shaffof qatlamdan qaytgandan so'ng va 1" nur

tekshirilayotgan sirtidan qaytib, yarim shaffof qatlamdan o'tgandan so'ng M mikroskopga tushadi. Bu nurlar kogerent nurlardir, shuning uchun ular interferentsiyalanadi, ularning interferentsiyalanish natijasida mikroskopning ko'rish maydonida ko'rinish turadi

Interferensiyalar. Plastinka yuqoriga yorug'likning ikkita kogerent parallel dastalarini qaytaradi, ulardan biri plastinkaning yuqori sirtidan yorug'lik qaytishi hisobiga, ikkinchi esa pastki sirtidan qaytishi vujudga keladi. Ikkinchi dasta plastinkaga kirishda va undan chiqishda sinadi. Plastinka yuqoriga, bu ikki dastadan tashqari, plastinka sirtlaridan uch, besh va hokazo marta qaytish hisobiga vujudga keladigan dastalarni ham yuboradi. Lekin biz bu dastalarni, ularning intensivligi juda kichik bo'ladi.

Mustahkamlash uchun savollar

1. Interferensiya hodisasi yorug'likning qanday tabiatga egaligini isbotlaydi?
2. Yorug'lik interferensiyasi nima?
3. Qanday yorug'lik to'lqinlari interferensiyaga kirishi mumkin?
4. Kogerent to'lqinlar deb qanday to'lqinlarga aytiladi?
5. Monoxromatik to'lqinlar qanday to'lqinlar?
6. Kogerent yorug'lik to'lqinlari qanday hosil qilinadi?
7. Teng qiyalikdagi interferensiya qanday hosil bo'ladi?
8. Teng qalinlikdagi interferensiya qanday aniqlanadi?
9. Interferometrlar nima?
10. Interferensiyalar plastinkalar nima?

3-MA'RUZA. YORUG'LIK DIFRAKSIYASI. YORUG'LIK SOCHILISHI.

Reja:

1. Gyuygens – Frenel qoidasi.
2. Frenel va Fraunhofer difraktsiyasi.
3. Difraksion panjara. Panjarani ajrata olish qobiliyati.
4. Rentgen nurlarining difraktsiyasi. Vulf – Breg formulasi.
5. Yorug'likning sochilishi. Reley formulasi.
6. Yorug'likning o'z – o'zida fokuslanishi.
7. Golografiya to'g'risida tushuncha.
8. Gologramma hosil qilish va qayta tasvirni hosil qilish.
9. Golografiyaning qo'llanilishi.

Tayanch iboralar: yorug'lik difraktsiyasi, Gyuygens va Frenel qoidasi, difraktsion panjara, panjaraning ajrata olish qobiliyati, rentgen nurlari, yorug'likning qaytishi, yorug'likning sochilishi, Reley formulasi, fokuslanish, golografiya tarixidan, golografiyaning asosi, gologramma hosil qilish, golografik tasvir hosil qilish, golografiyaning qo'llanilishi.

Ko'rgazmali qurollar: mavzuga doir animatsion dastur.

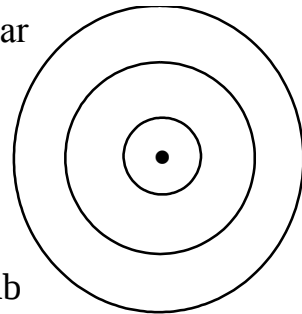
O'tilgan mavzuni takrorlash

1. Teng qiyalikdagi interferensiya qanday hosil bo'ladi?
2. Teng qalinlikdagi interferensiya qanday aniqlanadi?
3. Interferometrlar nima?
4. Interferension plastinkalar nima?

Mavzuning borishi

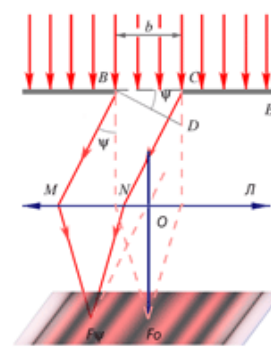
1. Gyuygens - Frenel qoidasi. Geometrik optika qonunlariga asosan, E ekranda T to'siqning soyasi doira shaklidagi qorong'i soha kuzatilishi lozim. Tajribada shu narsa kuzatiladi. Lekin to'siqdan ekrangacha bo'lgan masofa to'siq o'lchamlaridan bir necha ming marta katta bo'lsa, ekranda ketma-ket yorug'lik va qorong'i konsentrik halqachalar kuzatiladi.

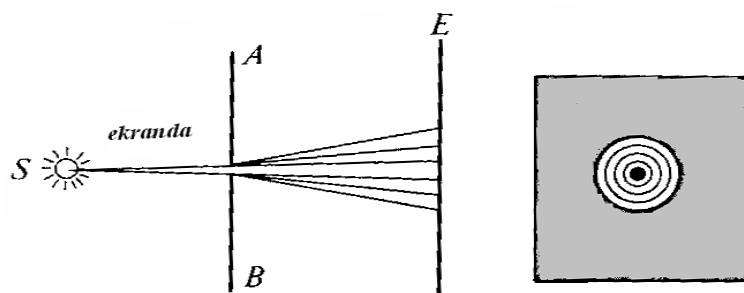
Gyuygens prinsipiga asosan, to'lqin frontining har bir nuqtasini ikkilamchi to'lqinlarining manbalari deb hisoblash mumkin. Frenel uni to'ldirib, bu ikkilamchi to'lqinlarning manbalarini kogerent manbalar deb va fazoning ixtiyoriy nuqtasidagi tebranish bu nuqtaga yetib kelgan ikkilamchi kogerent to'lqinlar interferensiyalanishining natijasi deb qarash lozimligini aytib o'tadi



Yorug'lik difraksiyasi. Yorug'lik difraksiyasi deb ataladigan hodisada, yorug'lik nurlari shaffofmas to'siqlardan egilib o'tib geometrik soya sohaga kirib boradi. Difraksiya so'zi lotincha "difrakcio" "egilib o'tish" dan olingan. Masalan, nuqtaviy monoxromatik yorug'lik manbai M dan tarqalayotgan yorug'lik nurlarining yo'liga shaffofmas jismdan yasalgan disk shaklidagi T to'siq joylashtirilgan bo'lsin. Geometrik optika qonunlariga asosan, E ekranda T to'siqning soyasi doira shaklidagi qorong'i soha kuzatilishi lozim. Tajribada shu narsa kuzatiladi. Lekin to'siqdan ekrangacha bo'lgan masofa to'siq o'lchamlaridan bir necha ming marta katta bo'lsa, ekranda ketma-ket yorug'lik va qorong'i konsentrik halqachalar kuzatiladi.

2. Frenel va Fraunhofer difraksiyasi. Frenel difraksiyasi - bu difraksiya tarqaluvchi yorug'liklar difraksiyasi bo'lib, aylana shaklidagi tirqishdan bo'ladigan difraksiya ko'rinishida ko'rib chiqamiz. Agar AB aylana shaklidagi tirqish to'lqin uzunligi darajasidan katta bo'lsa, bu vaqtda tirqishning tasviri ekranda hosil bo'ladi. Agar tirqishni kichraytirsak, tirqish tasviri o'rniga o'zaro bir-birini almashtiruvchi qora va oq xalqalar hosil bo'ladi. Agar aylana shaklidagi tirqishda tok Frenel zonalari sig'adigan bo'lsa, birinchi xalqa oq bo'ladi, agar tirqishga juft Frenel zonalari sig'adigan bo'lsa birinchi xalqa qora bo'ladi.





Fraunhofer difraksiyasi. Difraksiya hodisalari ikki sinfga bo'linadi. To'siqqa tushayotgan nurlar parallel dastasini hosil qilgan va difraksion manzara manbadan cheksizlikda mujassamlashgan holdagi hodisalarni Fraunhofer tekshirgan. **Shuning uchun bu hodisalar Fraunhofer difraksiyasi deyiladi.**

Bir tirqishdan bo'ladigan difraksiya. To'g'ri to'rtburchakli tor tirqishli B ekranga parallel monoxromatik nurlar dastasi ekranga normal holda tushayotgan bo'lsin. Tirqishdan dastlabki yo'nalishda o'tayotgan barcha nurlar S linza yordamida linzaning fokal tekisligida joylashgan A ekrannning 0 nuqtasiga to'planadi. Bu barcha nurlar o'rtasidagi yo'l ayirmasi 0 ga teng bo'ladi. 0 nuqta orqali tirqishga parallel yorug' yo'l o'tadi. Endi difraksiya tufayli tirqishdan o'tgan nurlarning faqat dastlabki yo'nalishda emas, balki bu yo'nalishga turli burchaklar ostida o'tishini nazarga olamiz (**j burchak difraksiya burchagi deb ataladi**). Tirqishdan shunday $j = j_1$ burchak ostida difraksiyalanuvchi nurlar dastasini ko'raylikki, dastaning chekka nurlari orasidagi yo'l ayirmasi Dl yorug'lik to'lqinining uzunligiga teng bo'lsin: $Dl = 2j/2$ bunda butun dastani Frenel zonalar deb ataluvchi shunday I va II zonalar ajratish mumkin, bu zonalar uchun I zonaning har bir nuri bilan II zona mos nurining yo'l ayirmasi $l/2$ ga teng bo'ladi. Linza yordamida 0_1 nuqtadan o'tgan to'g'ri chiziqda to'plangan bu nurlar interferensiyalanadi va o'zaro so'nishadi. Natijada 0_1 orqali qorong'i yo'l - difraksiya minimumi o'tadi (bu qol 0_1 ga simmetrik bo'lgan $0'_1$ da ham ro'y beradi).

$j = j_2$ burchak ostida difraksiyalanuvchi nurlar dastasinining chekka nurlar orasidagi Dl yo'l ayirmasi $3l/2$ ga teng bo'lsin. Bu holda butun dastani uchta I, II, III Frenel zonalariga ajratish mumkin. Ikki qo'shni zonaning (I, II) bir-birini so'ndirishi tushunarli (chunki bu zonalarining nurlari orasidagi yo'l ayirmasi $l/2$ ga teng) III zona esa so'nmaydi va 0_2 nuqtadan o'tuvchi chiziqda difraksiya maksimumini beradi. 0_2 nuqtaga simmetrik bo'lgan $0'_2$ nuqtadan o'tuvchi to'g'ri chiziqda ham shunday maksimum paydo bo'ladi. $0'_2$ va 0_2 maksimumlarning yoritilganligi 0 maksimumning yoritilganligidan ancha kam bo'ladi.

Shunday qilib, Frenel zonalarining toq soniga mos burchaklar bilan difraksiyalanuvchi nurlar dastasi ekranda difraksiya maksimumlarini hosil qiladi, Frenel zonalarining juft soniga mos burchaklar bilan difraksiyalanuvchi nurlar dastasi difraksiya minimumlar hosil qiladi. Bu maksimumlarni hosil qiluvchi nurlarning difraksiya burchaklari ortishi bilan maksimumlarni

yoritilganligi kamayadi. **Natijada bir tirqishdan hosil qilinadigan difraksiya manzarasi markazi yorug' yo'ldan har ikki tomonda simmetrik joylashgan qorong'i va yorug' yo'llarning navbatlashishidan iborat.**

b) **ikki va ko'p parallel tirqishlardan hosil bo'lqan difraksiya.** Parallel monoxromatik nurlar dastasi bir-biridan d masofada joylashgan ikkita parallel tirqishi bo'lgan B ekranga perpendikulyar tushayotgan bo'lsin.

Bunda bu tirqishlar yorug'likning kogerent manbalari bo'lib qoladi. Agar B ekran orqasida S yig'uvchi linza qo'yilgan bo'lsa, u holda linzaning fokal tekisligida joylashgan A ekranda difraksiya manzarasi vujudga keladi, bu difraksiya manzarasi ikki jarayonning, ya'ni yorug'likning har bir ayrim tirqishdan interferensiyasi natijasidir. Biroq bu manzaraning asosiy xususiyatlari ko'proq ikkinchi jarayon bilan aniqlanadi. Ikki parallel nurlar yo'llarining ayirmasi $d \sin j = n\lambda$. Agar bu ayirma

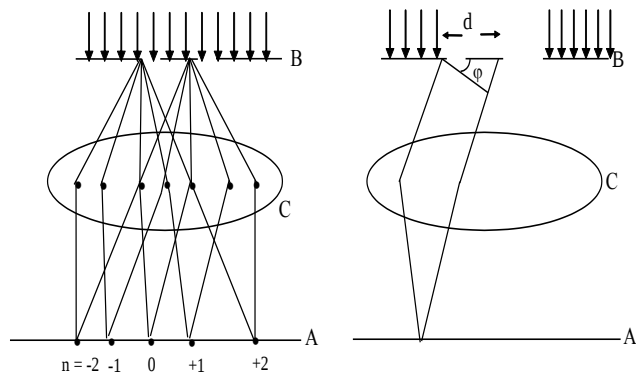
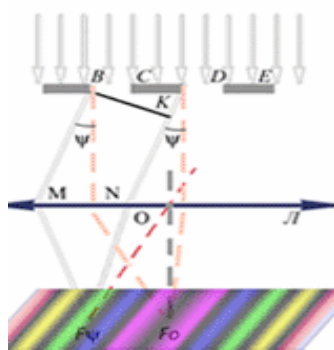
$$d \sin j = n\lambda$$

shartni qanoatlantirsa, ekranda interferension maksimum kuzatiladi.

Agar $d \sin j = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$ bo'lsa, interferension minimum kuzatiladi.

Yorug'lik bir-biriga yaqin joylashgan ko'plab parallel tirqishlar to'plamidan difraksiyalanganida ham difraksiya manzarasining ko'rinishi ikki tirqishdan difraksiyalanishdagi ko'rinishda bo'ladi. **Faqat maksimumlar ravshanroq va torroq, ularni ajratib turgan minimumlar esa keng va amalda butunlay qorong'i ko'rinadi. Bunday qurilma difraksiya panjarasi deyiladi. Masofa panjaraning davri deyiladi.** Difraksiya panjaralari shisha plastinka yoki metall ko'zgu sirtiga ingichka shtrixlar (tirnashlar) chizish yo'li bilan tayyorlanadi. Difraksion panjara bilan yorug'lik to'lqin uzunligini aniqlash mumkin.

3. Difraksion panjara. Panjarani ajrata olish kuchi. Bu davriy ravishda tirqish va to'siqlardan iborat tiniq optik qurilma hisoblanadi. Tirqish kenligi b va to'siq kenligi a bo'lsa, difraksion panjaraning davri $d = a + b$ bo'ladi. Bu vaqtda panjaradagi tirqishlar soni: $N = l/d$. Bu yerda l – panjaraning eni. Bu tizimga parallel yorug'liklar tushganda Fraungofer difraksiyasi vujudga kelib, nurlar tushish yo'nalishiga nisbatan φ burchakka og'adilar. Bu nurlar linza yordamida to'planganda, linzaning fokall tekisligida o'zaro bir-birini almashtiruvchi oq va qora tasmlar hosil bo'ladi.



Bu vaqtda difraksion manzara bir nechta maksimumlardan iborat bo'ladi.

Difraksiya vaqtida φ burchakning ma'lum qiymatlarida ikkala tirqishning mos nuqtalaridan kelayotgan nurlar bir xil fazada bo'ladi. Bu nurlarning interferensiyalanishi natijasida intensivlikning asosiy maksimumi kuzatiladi.

$$d \sin \varphi = 2k \frac{\lambda}{2}, \quad k = 0, 1, 2, 3 \dots$$

Kuzatish burchagi φ ning ma'lum qiymatlarida nurlar qarama-qarshi fazada bo'lib yo'llar farqi yarim to'lqin uzunligi juft karalli bo'ladi, bu holda nurlarning interferensiyalanishi natijasida yorug'lik intensivligining so'nishi kuzatiladi va qo'shimcha minimumlik sharti bajariladi.

$$d \sin \varphi = \pm 2k \frac{\lambda}{2}$$

Kuzatish burchagining ma'lum qiymatlari:

$$d \sin \varphi = \pm (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$$

kuzatiladi va bu shart qo'shimcha maksimumlar sharti hisoblanadi.

Difraksion panjaraning ajrata olish qobiliyati. Agar difraksion panjaraga monoxromatik yorug'lik tushmasdan murakkab oq yorug'lik ko'rinishdagi yorug'liklar parallel tushsa, difraksion manzara oq va yorug' tasmalar o'rniga binafsha rangidan boshlab, qizil ranggacha bo'lgan tasmalar majmuasi, ular orasida esa, qora tasmalar kuzatiladi. Tasmalar rangdorligi quyidagi tartibda bo'ladi. Eng kichik og'ush burchagi binafsha rangli tasma, undan keyin esa havo rang, ko'k, yashil, sariq, zarg'aldoq va qizil rangli tasma eng katta og'ish burchagiga ega bo'ladi. Har bir rangdagi tasma o'zining maksimumlariga ega bo'ladi. Reley qoidasiga ko'ra, maksimumlar bir-biridan ajirim chegarasi ordinata yo'nalishida umumiy maksimumning 0,8 qismiga teng bo'lsa, tasma ranglari o'zaro ajralgan deb hisoblanadi.

Difraksion panjara va difraksion asboblarning ajrata olish qobiliyati burchakli dispersiya va chizig'li dispersiya ko'rinishda bo'ladi. Burchakli dispersiya:

$$D = \frac{d\varphi}{d\lambda} \quad D = \frac{k}{b \cos \varphi}$$

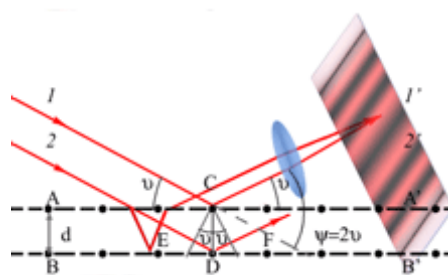
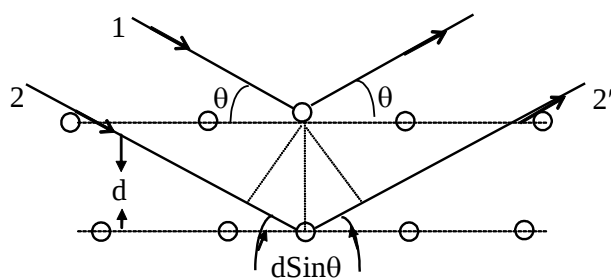
bu yerda φ difraksiya vaqtida nurning og'ush burchagi, $d\lambda$ - to'lqin uzunligining o'zgarishi, k - difraksion manzaraning tartib raqami, b - difraksion panjaradagi tirqish eni.

Dispersiyaning chizig'lik kattaligi ya'ni panjara yoki spektral asboblarning chizig'li ajrata olish qobiliyati quyidagicha aniqlanadi:

$$r = \frac{\lambda}{\delta \lambda} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1}$$

4. Rentgen nurlarining difraksiyasi. Vulf – Bregg formulasi.

Rentgen nurlarining difraksiyasi. Difraksion manzara kuzatilishi uchun panjara doimiysi va to'lqin uzunliklarining tartibi bir xil bo'lishi kerak. Kristallarning panjara doimiysi $\sim 10^{-10}$ m va shuning uchun ko'rinadigan yorug'lik ($\lambda \gg 5 \times 10^{-7}$ m) uchun ularda difraksiya kuzatilmaydi. Nemis fizigi M. Laue kristallarda difraksiyani rentgen nurlari ($\lambda \gg 10^{-12} - 10^{-8}$ m) da kuzatish mumkinligini birinchi bo'lib ko'rsatdi.



Monoxromatik rentgen nurlari dastasi (1,2)-sirpanish burchagi ostida kristallga tushmoqda va 1,2 ikkilamchi to'lqin sifatida tarqalmoqda va interferensiyalanmoqda. Intensivlik maksimumlari - difraksion maksimumlar

$$2d \sin \varphi = m\lambda \quad (m=1,2,3, \dots)$$

da kuzatiladi. Bu ifodadan foydalanib, kristallarning atom tekisliklari orasidagi masofa (d) ni aniqlash mumkin (rentgenostrukturaviy tahlil). Bu usul elektronlar va neytronlardan foydalanib amalga oshirilishi mumkin (elektronografiya, neytronografiya). d va m ni bo'lgan holda yorug'lik to'lqin uzunligini aniqlash mumkin.

Vulf – Bregg formulasi. Rus olimi Yu.V.Vulf va ingliz fiziklari U.G. Bregg va U.L.Bregglar bir-biridan mustaqil ravishda kristall panjaradan hosil bo'ladigan difraksion manzaraning analizini quyidagi sodda usulda ham bajarish mumkinligini ko'rsatdilar kristall panjaraning tugunlari orqali bir – biridan barobar masofalarda parallel tekisliklar o'tkazamiz. Bundan keyin biz o'sha tekisliklarni atom qatlamlari deb ataymiz. Agar kristallga tushayotgan to'lqin yassi bo'lsa, bunday qatlamda yotuvchi atomlar yuzaga keltiradigan ikkilamchi to'lqinlarning o'ramasi ham tekslikdan iborat bo'ladi. Shunday qilib, bir qatlamda yotgan atomlarning natijaviy ta'sirini atomlar bilan qoplangan sirtidan odatdagi qaytish qonunlari bo'yicha qaytgan yassi to'lqin ko'rinishida tasavvur qilish mumkin. Turli atom qatlamlaridan qayta yassi ikkilamchi to'lqinlar o'zaro kogerent va difraksion panjaraning har xil tirqishlaridan berilgan yo'nalishda tarqalayotgan to'lqinlar kabi interferensiyalashadi. Shuning bilan birga, difraksion panjaradagi kabi qo'shni to'lqinlar uchun yo'llar farqi λ

ga karrali bo'lgan yo'nalishlardan tashqari hamma yo'nalishlarda ikkilamchi to'lqinlar amalda bir-birini yo'qotadi. Qo'shni atom qatlamidan qaytgan ikki to'lqinning yo'llar ayirmasi $2d \sin \nu$ bo'ladi; bunda d qaralayotgan qatlamlarga perpendikulyar yo'nalishda kristallning birdaylik davri, ν – yutilish burchagiga qo'shimcha burchak bo'lib, tushuvchi nurlarning sirpanish burchagi deb ataladi. Demak, difraksion maksimumlar hosil bo'ladigan yo'nalishlar quyidagi shart bilan aniqlanadi va Vulf – Bregg formulasi deb ataladi.

$$2d \sin \nu = \pm m \lambda \quad (m = 1, 2, 3, \dots)$$

5. Yorug'likning sochilishi. Reley formulasi. *Yorug'lik qaytishi.* Agar yorug'lik ikkita muhitning chegarasiga tushsa, unda tushuvchi nur ikkita nurga ajraladi. Bular qaytuvchi va sinuvchi nurlar.

Yorug'lik nuri deganda, yorug'lik energiyasi tarqaladigan yo'nalish tushuniladi. Yorug'lik nurining intensivligi esa vaqt birligida nur yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan birlik yuzadan oqib o'tadigan energiya bilan aniqlanadi. Tushuvchi va qayta nurlar hamda ikki muhit chegarasidagi, nurning tushush nuqtasiga o'tkazilgan perpendikulyar bir tekislikda yotadi. Qaytish burchagi i_1' tushish burchagi i_1 ga teng:

$$i_1' = i_1$$

Yorug'likning sochilishi. Tiniq bo'lmagan muhitlarda, ya'ni optik jihatdan bir jinslimas bo'lgan muhitda ham yorug'lik difraksiyasi kuzatiladi. Bunday muhitlarga aerozonlar (bulut, tutun, tuman), emulsiya, kolloidli eritmalar va hokazolar kiradi, ya'ni mayda zarrachalar suzib yurgan muhitlar kiradi. Yorug'lik bunday muhitdan o'tayotib tartibsiz joylashgan bir jinsli bo'lmagan joylardan, zarralardan difraksiyalanadi va hamma yo'nalishda bir xil intensivlik beradi, bunda aniq bir difraksion manzara hosil bo'lmaydi. Bu hodisa tiniq bo'lmagan (xira) muhitda yorug'likning sochilishi deb ataladi. Misol uchun quyosh nurining ingichka dastasi changli havodan o'tayotib, sochiladi va ko'rinadigan bo'lib qoladi.

Yorug'likning sochilishi begona zarralari bo'lmagan toza muhitlarda ham kuzatilishi mumkin. L.I.Mandelshtam bu hodisani muhitning sindirish ko'rsatkichining doimiy emasligi bilan ya'ni nuqtadan nuqtaga o'tganda o'zgarishi bilan tushuntiradi. Keyinchalik M.Smoluxovskiy bunga sabab molekulalar xaotik issiqlik harakati tufayli yuzaga keladigan zichlikning fluktuatsiyalari bo'lishi mumkinligini ko'rsatdi. Bunga sabab yangi muhit anizotropiysi bo'lishi mumkin. Bunday sochilishlar molekulyar sochilish deb ataladi. Osmon rangining ko'kligi molekulyar sochilishi bilan tushuntiriladi. D.Reley bo'yicha sochilgan yorug'lik intensivligi $I \sim \lambda^{-4}$, shuning uchun havo rang ko'k nurlar, sariq va qizil nurlarga nisbatan ko'proq sochiladi va osmon havorang (ko'k) bo'lib ko'rinadi. Zichlik va intensivlik fluktuatsiyalari temperatura ortishi bilan ortadi. Shuning uchun yozda osmon rangi qishdagidan ko'ra to'yinganroq bo'ladi.

Reley formulasi. Yorug'likning ko'zguli qaytishi vaqtida monoxramatik fazaviy tezligi

$$v = \frac{\omega}{k}$$

bu yerda ω – monoxramatik davriy chastotasi, k - to'lqin soni.

Yorug'likning spontan sochilishi vaqtida uning faza tezligi bilan birga guruppa tezligi vujudga keladi. Guruppa tezligining qiymati $u = d\omega/dk$ bo'ladi.

bu tenglamaga ω – qiymati qo'yilsa

$$u = \frac{d\omega}{dk} = \frac{d(vk)}{dk} = v + k \frac{dv}{dk}$$

$$k \frac{dv}{dk} = -\frac{2\pi}{\lambda} \frac{\lambda^2}{2\pi} \frac{dv}{d\lambda} = -\lambda \frac{dv}{d\lambda}$$

$$u = v - \lambda \frac{dv}{d\lambda}$$

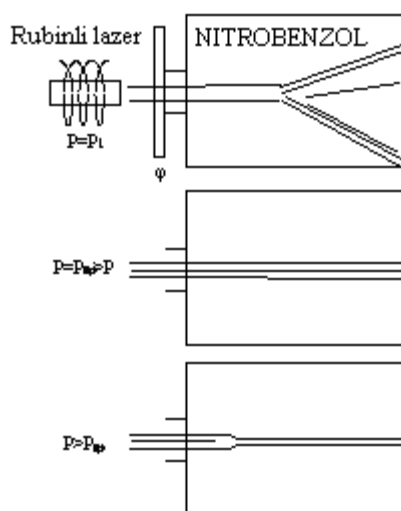
Reley formulasi kelib chiqadi.

Muhitning sindirish ko'rsatkichi bilan yorug'likning tezligi orasida bog'lanishda foydalangan holda

$$n\lambda = 2\pi c/\omega$$

Guruppa tezligining qiymati quyidagicha aniqlanadi.

$$u = \frac{c}{n + \omega dn/d\omega}$$



6. Yorug'likning o'z-o'zida fokuslanishi.

Parallel yorug'lik oqimi muhitda tarqalganda, difraksiya hodisasi tufayli chekka sohalarga ham tarqaladi. Agar muhit suyuqlik yoki (ba'zan) kristall bo'lsa bunday bo'lmasligi ham mumkin ekan. Shunday tajribalardan birida rubin lazeri ($\lambda = 9643 \text{ \AA}$ qizil soha) ning qizil dastasi F filtrni va

dumaloq diafragmani o'tgandan so'ng shaffof suyuqlik, masalan, nitrobenzolga tushadi. Quvvat $P \sim 0,5 \text{ Vt}$ bo'lganda odatdagi chiziqli optika qonunlariga binoan difraksion manzara hosil bo'ladi.

Quvvat $P_{kr} = 20 \text{ kVt}$ ga teng bo'lsa, yorug'lik chetga tarqalmasdan dasta bo'lib tarqaladi. $P > P_{kr}$ da dasta muhitda siqilib

$$P \sim \frac{1}{\sqrt{P}}, \text{ o'z-o'zidan}$$

fokuslanadi. Buning sababi muhit sindirish ko'rsatkichi yorug'lik intensivligi ortib borishi bilan ortishidir:

$$n = n_0 + n_1 E^2 \quad n_0 = \sqrt{\varepsilon_0}$$

Bunda nur egallagan soha optik jiqatdan zich bo'lib qoladi va dasta fokuslanadi.

Lazer nurining intensivligi ma'lum chegaraviy intensivlikdan katta bo'lsa, asosiy chastota (ω) ga yo'ldosh sifatida xosil bo'ladigan spektrlar-satellitlarning intensivligi ortib ketar ekan va asosiy chastotali chiziqli intensivligiga teng bo'lib qolar ekan. Satellitlar soni ham ortib ketar ekan va $\omega \pm 2W$; $\omega \pm 3W$; $\omega \pm 4W$ va hokazo komponentalar paydo bo'lar ekan. Ayniqsa, bu hodisa rubin lazer nurini siqilgan gaz (vodorod, azot) da sochilishida yorqin namoyon bo'ladi. Intensivlik $10^8 - 10^9$ vt/sm² yetganda, sochilgan nur tarkibidagi komponentalar shu darajada ko'payadiki, tushayotgan qizil bo'lgan nur chiqishda oq yorug'likka aylanadi. Shunday qilib, muhit bilan ta'sirlashish natijasida yorug'likning spektral tarkibi o'zgaradi.

7. Golografiya to'g'risida tushuncha. Golografiya grekcha "holo" "to'liq", "grafic", "yozaman" so'zlaridan tashkil topgan bo'lib, u buyumlarning tashqi ko'rinishini "yozib olish" ning maxsus usulini anglatadi. Bu usul 1947 yilda D.Gabor tomonidan kashf qilingan. Golografiyaning mohiyati buyumdan kelayotgan nurlanishning to'lqin frontini fotoplastinkaga qayd qilish (yozib olish), so'ng buyumning tasvirini vujudga keltirish maqsadida bu frontni tiklashdan iborat.

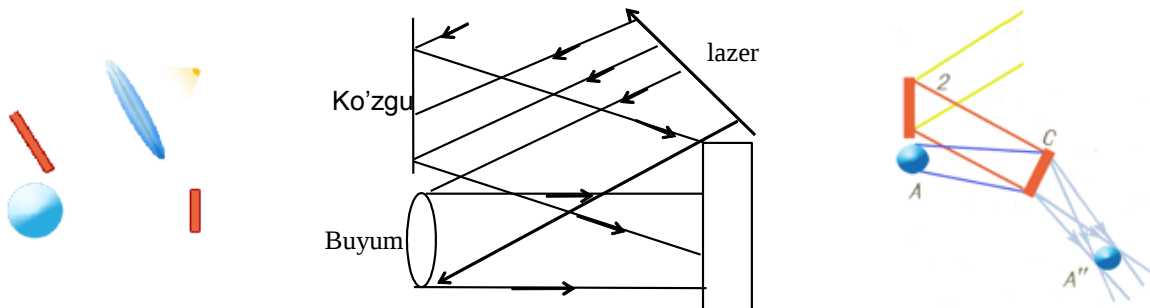
Fotografiyada yoritilgan ob'ektning ayrim nuqtalaridan qaytgan nurlar fotoplastinka yoki fotoplyonka tekisligining ayrim nuqtalariga ob'yektiv yordamida fokuslanadi. Bunda buyum barcha qismlarining tasvirlari ravshan bo'lavermaydi. Fotoapparat biror tekislikka ravshan qilib moslangan bo'lsa, buyumlarning shu tekislikda yotuvchi nuqtalarining tasvirlari ravshan bo'lib chiqadi. Buyumning bu tekislikdan beriroqdagi yoki nariroqdagi qismlarining tasvirlari esa unchalik aniq bo'lmaydi. Masalan, bino oldida turgan odamning fotografik tasvirida odam gavdasi berkitib turgan bino qismini fotografiyaga turlicha vaziyatlardan qaragan bilan bari bir ko'rib bo'lmaydi. Bundan tashqari, binoni odamdan qanchalik uzoqda joylashganligi ham aniqlab bo'lmaydi. Bino va odamning tasvirlari bitta tekislikda ko'rinadi. Fotoplastinkada buyumning ayrim nuqtalaridan qaytgan nurlarning nisbiy intensivliklari qayd qilinadi. Bu nurlar fazalari orasidagi munosabatni fotoplastinkaning qorayishiga hech ta'siri yo'q. Vaholanki, fazalar orasidagi munosabat buyumning ayrim nuqtalarini fotoplastinkadan uzoqliklariga bog'liqdir.

8. Gologramma hosil qilish va qayta tasvirni hosil qilish.

Gologramma hosil qilish. Kogerent yorug'lik dastasi ikkiga ajratilib, uning bir qismi buyum (B) dan qaytib fotoplastinka (G) ga tushadi. Bu to'lqinni signal to'lqin yoki buyum to'lqin deyiladi. Ikkinchi qismi esa qaytargich plastinka (K) dan qaytib fotoplastinkaga tushadi. Uni tayanch to'lqin deyiladi. Bu ikki guruh kogerent to'lqinlar fotoplastinkada qo'shilib interferension manzara hosil qiladi. Fotoplastinkaga ishlov berilgandan so'ng oshkor bo'ladigan bu interferension

manzara *gologramma* deyiladi. Gologrammada buyumdan qaytgan to'lqinlarda, ya'ni buyum to'lqinlarining amplituda hamda fazalari to'g'risidagi axborotlar qayd qilingan. Haqiqatan, buyum va tayanch to'lqinlarning fazalari bir xil bo'lsa, bu to'lqinlarning amplitudalari qo'shiladi. Shuning uchun pozitiv gologrammaning bunday nuqtalari shaffofroq (negativ gologrammada esa xiraroq) bo'ladi. Buyum va tayanch to'lqinlar fazalari mos bo'lmagan tarzda yetib kelgan gologrammada nuqtalar esa qorong'iroq bo'ladi.

Golografik tasvirni tiklash. Demak, buyumdan qaytgan nurlarning faqat amplitudalarinigina emas, balki fazalarini ham fotoplstinkada qayd qilish usulini topish lozim. Bu usul golografiyadir. Golografiya to'lqin optikasining asosiy qonunlari - intenferensiya va difraksiya qonunlaridan foydalanish asosida vujudga keldi.



Tasvirni tiklash uchun gologramma avvalgi holatiga joylashtiriladi va uni "tayanch" bilan yoritiladi. Natijada interferension strukturadagi difraksiya tufayli buyum to'lqinning nusxasi tiklanadi.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Difraksion panjaradagi difraksiyani izohlab bering.
2. Difraksion panjara deb nimaga aytiladi?
3. Panjara doimiysi nimaga teng?
4. Difraksion panjara qayerda qo'llaniladi?
5. Panjaraning ajrata olish kuchi qanday aniqlanadi?
6. Ajrata olish kuchi panjaradagi shtrixlar soniga bog'liqmi?
7. Difraksiya so'zi qanday ma'noni anglatadi?
8. Gyuygens prinsipi nima?
9. Frenel Gyuygens prinsipiga qanday qo'shimcha kiritdi?
10. Fraungofer difraksiyasi deb qanday difraksiyaga aytiladi?
11. Yorug'lik qaytishini tushuntirib bering. Yorug'likning sochilishi qanday hodisa?
12. Reley formulasini keltirib chiqaring?
13. O'z – o'zidan fokuslanish qanday hodisa?
14. Golografiya so'zi qanday ma'noga ega va u qanday usul?

15. Gologramma qanday hosil qilinadi?

16. Golografiyadan qanday maqsadlarda foydalaniladi va uning afzalligi nimada?

4-MA'RUZA. YORUG'LIK TO'LQINLARINING MUHIT BILAN O'ZARO TA'SIRLARI

Reja:

1. Anomal va normal dispersiya.
2. Yorug'likning dispersiyasi.
3. Yorug'likning moddada tarqalishi.
4. Dispersiyaning elementar nazariyasi.

Tayanch iboralar: anomal dispersiya, normal dispersiya, yorug'likning dispersiyasi, dispersiyaning elementar nazariyasi.

Ko'rgazmali qurollar: animatsion dasturi.

O'tilgan mavzuni takrorlash

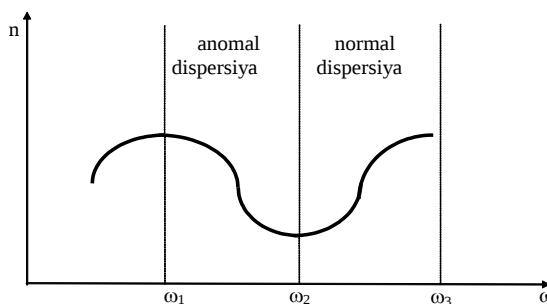
1. Qutblanuvchi prizma nima?
2. Malyuss qonunini tushuntiring.
3. Kerr efekti deb nimaga aytiladi?
4. Aylanish doimiysi nimaga teng?
5. Saxarimetr asbobi qaysi vaqtlarda foydalaniladi.
6. Yarim soyali qurilmasi qaysi vaqtda foydalaniladi.

Mavzuning borishi

1. Anomal va normal dispersiya. Chastota ortishi bilan moddaning sindirish ko'rsatkichi ham ortsa, ya'ni, bu moddada yorug'likning dispersiyasi normal dispersiya deyiladi. Agar chastota ortishi bilan moddaning sindirish ko'rsatkichi

kamaysa, u holda $\frac{\Delta n}{\Delta \omega} < 0$ va bunday

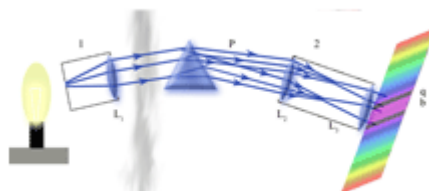
dispersiya anomal dispersiya deyiladi. Ba'zi moddalarda ham normal, ham anomal dispersiyalar kuzatiladi.



2. Yorug'likning dispersiyasi. Moddalar sindirish ko'rsatkichining yorug'lik to'lqin (chastotasiga) bog'liqligi dispersiya deb ataladi.

$$n = f(\lambda_0)$$

funksiya bilan xarakterlash mumkin. Bu yerda λ_0 – yorug'likning vakuumdagi to'lqin uzunligi. N'yuton 1972-yilda yorug'likning shisha prizmada sinishidan



foydalanib, birinchi bo'lib, yorug'lik dispersiyasini eksperimental tekshirdi.

3. Yorug'likning moddada tarqalishi. Vakuumda istalgan to'lqin uzunlikli elektromagnit to'lqinlarning tarqalish tezligi bir xil $c=3\cdot 10^8\text{m/s}$, moddalarda esa to'lqin uzunligiga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun ham oq yorug'lik tarkibiga kiradigan turli ranglarga mos keluvchi to'lqinlar uchun muhitning sindirish ko'rsatkichi ham farq qiladi. Natijada prizmadan o'tish paytida turli ranglar turlicha sindirish ko'rsatkichiga uchraydi, turlicha sinadi va bir – biridan ajraladi.

4. Dispersiyaning elektron nazariyasi. Yorug'likni elektromagnit to'lqin, modda tuzilishini esa elektron nazariya asosida tasavvur qilish yetarli. Elektron nazariyaga asosan jism elektronlar va ionlardan tashkil topgan. Ular yorug'lik ta'sirida tebranma harakatga keladi. Yorug'lik to'lqinlarning tebranishlari 10^{15} Gs chastotalarda sodir bo'ladi. Elektromagnit maydonning bunchalik tez o'zgarishini massalari yetarlicha kichik bo'lgan elektronlarga sezishga ulguradi. Shuning uchun yorug'lik to'lqinining jismga ta'sirini hisoblashda yorug'likning elektronga ta'sirini hisoblash bilan chegaralanilsa bo'ladi.

Elektromagnit to'lqin jismdan o'tayotganda-e zaryadli har bir elektronga elektr kuch ($\vec{F}_e = -e\vec{E}$) va Lorens kuchi $\vec{F} \approx -e\left[\vec{g}\vec{B}\right]$ ta'sir qiladi:

$$\vec{F} = \vec{F}_e + F = -(e\vec{E} + e[\vec{g}\vec{B}])$$

$$\vec{F}_e = -e\vec{E} = -e\vec{E}_0 \cos \omega t$$

E_0 ning amplituda qiymati, ω - to'lqinning siklik chastotasi. Birinchi yaqinlashishda kuch faqat eng tashqi elektronlarni siljitadi deb hisoblash mumkin. Lekin bu elektron bilan atomning qolgan qismi orasida kvazielastik kuch mavjudki, u elektronni avvalgi vaziyatiga qaytarishga harakat qiladi. Bu kuch siljishga proporsionaldir:

$$\vec{F}_e = -k\vec{x}$$

U holda elektron harakati uchun Nyuton 2-qonunini quyidagicha yozsa bo'ladi:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx - eE_0$$

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx - eE_0 \cos \omega t$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{k}{m}x - \frac{e}{m}E_0 \cos \omega t$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\omega_0^2 x - \frac{e}{m} E_0 \cos \omega t, \quad \omega_0^2 = \frac{k}{m}$$

Bu tenglamaning yechimini

$$x = x_0 \cos \omega t$$

$$\dot{x} = -x_0 \sin \omega t \cdot \omega, \quad \ddot{x} = -\omega^2 x_0 \cos \omega t,$$

$$-\omega^2 x_0 \cos \omega t = -\omega_0^2 x_0 \cos \omega t - \frac{e}{m} E_0 \cos \omega t, \quad x_0 (\omega^2 - \omega_0^2) = \frac{e}{m} E_0,$$

va nihoyat,

$$x_0 = \frac{\frac{e}{m} E_0}{\omega^2 - \omega_0^2} = -\frac{\frac{e}{m} E}{\omega_0^2 - \omega^2}$$

ni hosil qilamiz.

Ikkinchidan, elektromagnit to'lqin ta'sirida elektronni siljishi tufayli hosil bo'lgan bunday sistemani elektr dipoli deb qarash mumkin. Bu dipolning yelkasi siljishga teng. Agar x_0 maksimal siljish bo'lsa, dipol momenti $P = -ex_0$ ga teng.

Moddaning birlik hajmidagi atomlar sonini N deb belgilasak, qutblanish vektori P ning qiymati

$$P = NP_0 = \frac{N \frac{e^2}{m} E_0}{\omega_0^2 - \omega^2}$$

Kuchlanganligi E_0 bo'lgan maydondagi modda uchun ϵ dielektrik singdiruvchanligi bilan quyidagicha bog'langan:

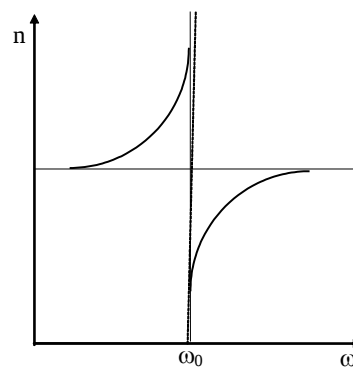
$$P = (\epsilon - 1) \epsilon_0 E_0,$$

U holda

$$\frac{N \frac{e^2}{m} E_0}{\omega_0^2 - \omega^2} = (\epsilon - 1) \epsilon_0 E_0,$$

$$\epsilon = 1 + \frac{N \frac{e^2}{m} E_0}{\epsilon_0 (\omega_0^2 - \omega^2)}$$

kelib chiqadi.



Maksvell nazariyasiga binoan dielektrik singdiruvchanligi, magnit singdiruvchanligi bo'lgan muhitda elektromagnit to'lqinning tarqalish tezligi

$$g = \frac{c}{\sqrt{\epsilon \mu}}$$

$$\text{Moddanning sindirish ko'rsatgichi esa } n = \frac{c}{g} = \sqrt{\epsilon \mu},$$

$$m = 1, \quad n = \sqrt{\epsilon}.$$

Demak,

$$n = \sqrt{1 + \frac{N}{\epsilon_0} \frac{\frac{e^2}{m}}{\omega_0^2 - \omega^2}}$$

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Normal dispersiya deb nimaga aytiladi?
2. Yorug'lik dispersiyasi deb nimaga aytiladi?
3. Yorug'lik dispersiyasini birinchi marta kim va nechanchi yilda eksperiment qilgan?
4. Dispersiya elektron nazariyasini tushuntirib bering.

5-MA'RUZA. YORUG'LIKNING QUTBLANISHI VA NOZIQLI OPTIKA ELEMENTLARI.

Reja:

1. Yorug'likning qaytishda va sinishda qutblanishi. Bryuster qonuni.
2. Yorug'likning anizotrop muhit orqali o'tishi.
3. Ikkilanma nur sindirish. Qutblantiruvchi prizmalar.
4. Kerr effekti.
5. Qutblanish tekisligining aylanishi. Qutblagich asboblardan moddani o'rganishda foydalanish.
6. Noziqli optika elementlari

Tayanch iboralar: yorug'likning qaytishda qutublanishi, yorug'likning sinishda qutublanishi, Bryuster qonuni, ikkilanma nur sindirish, qutblantiruvchi prizma, Kerr effekti, tekisligining aylanishi.

Ko'rgazmali qurollar: mavzuga oid animatsion dastur.

O'tilgan mavzuni takrorlash

1. Golografiya so'zi qanday ma'noga ega va u qanday usul?
2. Jismning to'lqini deb qanday to'lqinga aytiladi?

3. Gologramma qanday hosil qilinadi?
4. Golografiyadan qanday maqsadlarda foydalaniladi va uning afzalligi nimada?
5. Gologramma deb nimaga aytiladi?

Mavzuning borishi

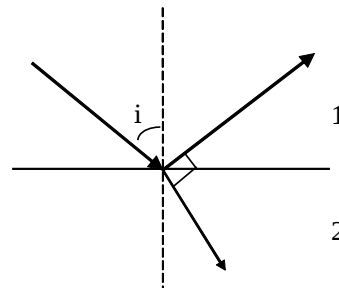
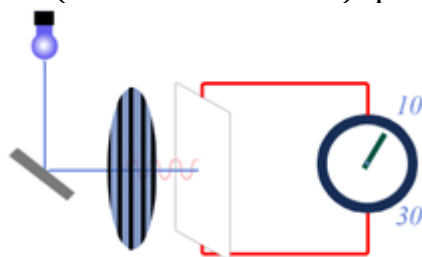
1. Yorug'likning qaytishda va sinishda qutblanishi. Bryuster qonuni.

Tabiiy yorug'lik nuri ikki dielektrik chegarasiga tushayotgan bo'lsin (masalan, havodan shishaga). Bunda nurning bir qismi qaytadi, bir qismi sinadi. Tajribalar qaytgan va singan nurlar qisman qutblanganligini ko'rsatadi. Qaytgan nurlarda tushish tekisligiga perpendikulyar yo'nalishdagi tebranishlar ko'proq ekanligiga singan nurlarda tushish tekisligiga parallel tebranishlar ko'pligi aniqlangan.

Qutblanish darajasi nurning tushish burchagiga va sindirish ko'rsatkichiga bog'liq. Shotlandiyalik olim Bryusterning aniqlashicha

$$\operatorname{tg} i_B = n_{21}$$

munosabatdan topiladigan i_B burchaklarda qaytgan nur yassi (to'la), singan nur esa maksimal (to'la bo'lmasa ham) qutblangan bo'lar ekan.



Yorug'lik Bryuster burchagi ostida tushganda qaytgan va singan nurlar o'zaro perpendikulyar bo'ladi.

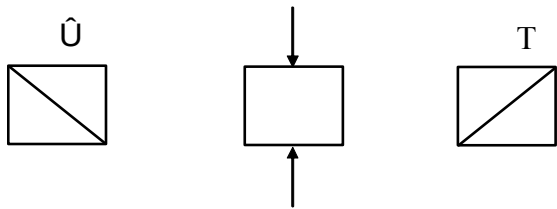
Singan nurning qutblanish darajasini har safar Bryuster burchagi ostida tushirib oshirish mumkin.

2. Yorug'likning anizotrop muhit orqali o'tishi. Anizotropik jismlardan yorug'lik o'tganda turli qutblanish hodisalari kuzatilar ekan. Bunday anizotropiyani tabiiy deb atasak o'rinli bo'ladi. Bir qator usullar bilan jism, moddalarga sun'iy anizotropik xossasini berish mumkin.

1. Zeebek va Bryuster izotrop jismlarni mexanik deformatsiyalaganda nurning ikkilanib sinish hodisasini kuzatishda (1831-yil) hosil bo'ladigan anizotropiyani aniqladi. Optik anizotropiya o'lchovi sifatida oddiy va g'ayri oddiy nurlar sindirish ko'rsatkichlarining farqi tushuniladi.

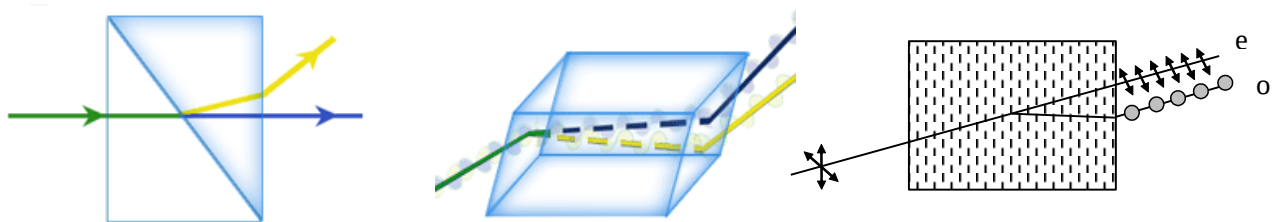
$$n_o - n_e = k_1 s,$$

k_1 - shu jismni xarakterlovchi koeffitsiyent, $s = F/S$ - ko'ndalang kesimga qo'yilgan kuchlanish.



Bu hodisa shishada va kristallarda kuzatiladi. Sanoatda jismlarning ichida ichki deformatsiyalar borligi tekshirilishi mumkin.

3. Ikkilanma nur sindirish. Qutblantiruvchi prizmalar. *Ikkilanma nur sindirish.* Fizik xususiyatlari yo'nalishlarga bog'liq bo'lmagan muhit izotrop muhit deb, yo'nalishlarga bog'liq bo'lgan muhit anizotrop muhit deyiladi. Izotrop muhit (masalan shisha plastinka) da yorug'likning sinishi sinish qonuniga bo'ysunadi. Agar island shpatiga yorug'lik tushsa, kristalldan ikki bir-biriga va tushayotgan nurga parallel nur chiqadi. Agar tushayotgan nur kristallga perpendekulyar bo'lsa ham singan nur ikkiga bo'linadi. **Bu nulardan birining elektr tebranishlari kristallning bosh optik tekkisligiga perpendikulyar bo'ladi; bu nur oddiy nur (o) deb ataladi. Ikkinchi nurning elektr tebranishlari esa bosh tekkislikda bo'ladi; bu nur g'ayri oddiy nur (e) deyiladi.**



Kubik sistemaga kiruvchi kristallardan boshqa hamma kristallar nurni ikkilantirib sindirish xossasiga ega. Bu hodisa birinchi bo'lib island shpatida Bartolini tomonidan aniqlangan. Bu hodisa yorug'likning anizotrop kristallarda turli yo'nalishda e_x, e_y lar har xil bo'lishi mumkinligi bilan bog'liq. Demak, sindirish ko'rsatkichlari ($n_x = \sqrt{e_x}$, $n_y = \sqrt{e_y}$) ham xar-xil. Shuning uchun nur kristallga tushganda turli burchak ostida sinadi.

Kristallarda shunday yo'nalish borki, bu yo'nalish bo'yicha yorug'lik tarqalganda nurning ikkilanib sinishi kuzatilmaydi. Bu yo'nalish kristallning optik o'qi deyiladi. Agar kristall optik o'qqa perpendekulyar yo'nalishda qirgilsa shu qirranga normal tushayotgan nur bir xil tezlik bilan tarqaladi. Tabiiy nur optik o'q bo'ylab ketganda yorug'lik qutblanmaydi.

Qutblantiruvchi prizmalar. Tabiiy yorug'likdan qutblangan yorug'lik olish uchun shunday sharoit yaratish kerakki, bunda yorug'lik to'lqinining $\vec{E}$ vektori muayyan aniq bir yo'nalish bo'ylab tebranadigan bo'lsin. Bunday sharoitlar qutblovchi prizmalarda mujassamlangandir. Prizmalar ikki turga bo'linadi:

1) faqat yassi qutblangan nur olinadigan;

2) bir-biriga perpendikulyar tekisliklarda qutblangan ikkita nur beradigan prizmalar.

Eng avvalo Bryuster qonunidan foydalanib ko'p qavatli kristallardan foydalanib qutblagich qurish mumkinligini ta'kidlash kerak. Qutblovchi prizmalar to'la ichki qaytish hodisasiga asoslanib ishlaydi. Bunday prizmalarning tipik misoli Nikol prizmasidir. Nikol prizmasi ikki island shpatidan qilingan AB chiziq bo'ylab Kanada balzami ($n=1.55$) kleyi bilan birlashtirilgan qurilmadir. Tabiiy nur kristall ichida oddiy ($n_0=1.66$) va g'ayri oddiy ($n_c=1.51$) nurlarga bo'linadi. Oddiy nur Kanada balzamidani to'la qaytadi va qoraytirilgan SB sirtida yutiladi. Kristalldan g'ayri oddiy nur chiqadi.

Anizotrop muhitlarda nur ikkiga bo'linishidan tashqari turlicha yutiladi. Dicroizm deb ataluvchi bu hodisa tufayli ikki nurdan biri to'la yutiladi. Masalan, turmalin kristallida oddiy nurning yutilish koeffitsiyenti g'ayri oddiylikidan bir necha marta katta. Qalinligi 1 mm bo'lgan turmalin plastinkasida oddiy nur yutilib, faqat g'ayrioddiy nur chiqadi. Bu esa dicroizimli kristallardan qutblagich sifatida foydalanish imkoniyatini beradi. Qutblagich sifatida polyaroidlar keng qo'llaniladi. Polyaroid yupqa selluloid plyonkasidan iborat bo'lib, unga gerapatit ingichka kristallari kiritilgan bo'ladi. Gerapatitning 0,1 mm qalinlikdagi plastinkasi oddiy nurni to'la yutadi.

Agar bir turmalin plastinkasi orqasiga ikkinchi turmalin plastinkasi joylashtirilsa, birinchisi qutblagich, ikkinchisi tahlilchi deyiladi. Ikkinchi kristallga tushuvchi yorug'lik intensivligini I_0 chiquvchi yorug'lik intensivligini I deb belgilasak,

$$I = I_0 \cos^2 \alpha$$

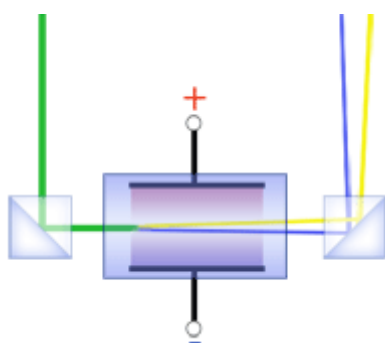
tabiiy yorug'lik intensivligi I_1 bo'lsa, $I_0 = I_1/2$ dir. - kristallarning optik o'qlari orasidagi burchak Malyus qonunini ifodalaydi.

4. Kerr effekti. Bu hodisa shishada va kristallarda kuzatiladi. Sanoatda jismlarning ichida ichki deformatsiyalar borligi tekshirilishi mumkin.

Elektr maydoni yordamida suyuqliklarda anizotroplik xossasini hosil qilish qurilmasi berilgan. **Bu hodisa Kerr effekti deyiladi.** Elektr maydon yo'qligida sistemadan yorug'lik o'tmaydi. Elektr maydon qo'yilganda suyuqlik nurni ikkilantirib sindiradi. Maydon kuchlanganligi ortishi bilan modda anizotroplik darajasi va demak yorug'lik intensivligi ortadi. Bunda

$$n_0 - n_e = k_2 E^2$$

Kerr effekti suyuqlik molekularining elektr maydonida turli yo'nalishlarda turlicha qutblanishiga asoslangan. Bu hodisa deyarli inertsiasizdir. Maydon qo'yilishi bilan 10^{-10} s dan keyinroq effekt kuzatiladi.



Shuning uchun bu hodisa yorug'lik oqimi intensivligini boshqarishda keng qo'llaniladi. Bu hodisa amorf jismlar, suyuqliklar, gazlarda kuzatiladi.

Elektr maydoniga joylashtirilgan kristallning sindirish ko'rsatkichi o'zgaradi. Bu

hodisadan foydalanib yorug'likning elektrooptik modulyatorini yasash mumkin. Bunda maydonni ko'ndalang yoki bo'ylama qo'yish mumkin. **Bunday qurilmalar Pokels yacheykasi deyiladi va u lazerlarda optik to'sqich rolini bajaradi.**

Magnit maydoniga joylashtirilgan suyuqlik, shishalar, kolloidlar uchun

$$n_0 - n_e = k_3 H^2$$

bo'ladi. Bu hollarda tashqi ta'sir natijasida modda zarralarining (elektr) qutblanish darajasi o'zgaradi va uning optik xususiyatlariga ta'sir qiladi.

5. Qutblanish tekisligining aylanishi. Qutblagich asboblardan moddani o'rganishda foydalanish.

Qutblanish tekisligining aylanishi. Aylanish burchagi φ nurning kristall ichida bosib o'tgan l yo'liga proporsional:

$$\varphi = \alpha l$$

α – koeffisienti aylanish doimiysi deb ataladi. Eritmalarda qutblanish tekisligining aylanish burchagi nurning eritmadagi l yo'liga va aktiv moddaning c konsentrasiyasiga proporsionaldir:

$$\varphi = [\alpha]cl$$

bunda $[\alpha]$ – solishtirma aylanish doimiysi deb ataladigan kattalik.

Qutblanish tekisligi aylanishining yo'nalishiga qarab, optikaviy aktib moddalar o'ngga va chapga aylantiruvchi moddalarga bo'linadi.

Qutblagich asboblardan moddani o'rganishda foydalanish. O'zaro perpendikulyar polyarizatorlar orasiga optikaviy aktiv modda joylashtirilsa, ko'tish sohasi yorishadi. Qaytadan qorong'ilik hosil qilish uchun ikkinchi polyarizatorni φ burchakka burish kerak bo'ladi. Berilgan moddaning solishtirma aylanish doimiysi $[\alpha]$ va l uzunlik ma'lum bo'lsa, φ burilish burchagini o'lchab, eritmaning c konsentrasiyasini aniqlash mumkin. Konsentrasiyani aniqlashning bunday usuli turli moddalarni ishlab chiqarishda, jumladan, qand ishlab chiqarishda keng qo'llanadi, bunga tegishli asbob *saxarimetr* deb ataladi.

Polyarizatorni qorong'ilikka to'g'rilashni yetarlicha aniqlikda amalga oshirib bo'lmaydi. Shu sababli oddiy polyarizator o'rniga *yarim soya qurilmalar* ishlatiladi.

6. Noziqli optika elementlari. XX asrning oxirgi choragida fizikaning yangi bo'limi-nochiziqli optika tez sur'atlar bilan rivojlandi. O'tgan asrning yigirmanchi yillaridan boshlab rus olimi S.I.Vavilov nochiziqli optikaning effektlari ustida izlanishlar olib bordi. Bu izlanishlarning samarasi sifatida S.I.Vavilov va V.L.Lyovshinlar tomonidan 1926 yilda birinchi bor kuzatilgan nochiziqli optikaning effekti-uran shishasidan o'ta yorug' nurning o'tishida yutilish koeffitsiyentining kamayishini keltirish mumkin. 1960 yilda lazerlarning yaratilishi esa nochiziqli optikaning rivojlanishida keskin burilish yasadi.

Chiziqli optikaning asosiy tamoyillaridan yana biri bu-yorug'likning biror muhitdan o'tishida, ikki muhit chegarasida qaytishi va sinishida chastotasi

(rangi)ning o'zgarmasligidir. Bu hodisa 1671 yilda ingliz olimi I.Nyuton tomonidan kashf qilingan bo'lib, optikaning rivojlanishida muhim ahamiyatga egadir. Nazariya nochiziqli effektlar yorug'likning vakuumda tarqalishida ham kuzatilishini bashorat qilsada, amalda hamma nochiziqli effektlar yorug'likning muhitlarda tarqalishida kuzatiladi. Klassik optikada yorug'likning muhitlarda tarqalishida muhit atomlaridagi elektronlarni "prujinaga maxkamlangan jism"-deb qaraladi. Yorug'lik to'lqini o'zining elektr maydoni bilan mos chastotada elektronni majburiy tebranishga keltiradi. Bu tebranishlar o'z navbatida atom fazosida elektromagnit to'lqinlar tarqatadi, ya'ni atomning o'zi shu chastotada energiya nurlaydi. Bunda fazalar farqi o'zgarmas bo'lib, har xil atomlarning ikkilamchi to'lqinlari bilan birlamchi yorug'lik to'lqinining qo'shilishi natijasidagi to'lqin muhitda $v=c/n$ tezlik bilan tarqalayotgan natijaviy to'lqinni beradi. Bunda c -yorug'lik tezligi, n -muhitning nur sindirish ko'rsatgichi.

Yorug'lik ta'sirida elektronning siljishi juda kichik bo'lib, yorug'lik nuri kuchlanganligining atom ichidagi maydon kuchlanganligiga nisbati bilan aniqlanadi. Siljish nisbatan kichik bo'lganda elektronni muvozanat holatiga qaytaruvchi kuch $F = -kx$ chiziqli bo'ladi. Lekin elektronning siljishi katta bo'lganda qaytaruvchi kuchda $F = -kx + \alpha x^2$ -nochiziqli had paydo bo'ladi. Ko'chishning ishorasi o'zgarganda kuchning kattaligi ham asimmetrik o'zgaradi. $\alpha > 0$ bo'lganda manfiy tomondan ko'ra musbat tomonga siljitish oson bular ekan. Demak, chiziqli optik xodisalar elektronni qaytaruvchi kuchning chiziqli bo'lishi, moddaning optik xarakteristikalarini muhitning xossalriga va yorug'lik chastotasiga bog'liqligi bilan to'shantirilsa, nochiziqli optika olami bu kuchning nochiziqliligi yetarlicha katta bo'lganda va muhitning xossalari tushayotgan yorug'lik intensivligiga bog'liq o'zgarganda ko'zga tashlanar ekan.

Nochiziqli optikada elektronning harakati

$$ma = -kx + \alpha x^2 + eE_0 \cos \omega t, \quad (1)$$

tenglama bilan ifodalanadi. Bunda m – elektronning massasi, $eE_0 \cos \omega t$ – yorug'lik to'lqini tomonidan ta'sir etuvchi kuch bo'lib, E_0 – elektr maydon kuchlanganligi amplitudasi, ω – chastotasi. Matematikada bunday tenglamalar aniq yechimga ega emas. Tebranishlar nazariyasi bilan shug'ullangan mashhur ingliz fizigi Reley bu masalaning taxminiy yechimini taklif qildi. Reley nolinchi yaqinlashishda (1) tenglamada αx^2 -hadni xisobga

olmasdan yechib, harakat $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ -xususiy chastotali emas, balki ω - chastotali majburlovchi kuch ta'sirida

$$x_0(t) = beE_0 \cos(\omega t + \varphi) \quad (2)$$

ko‘rinishda bo‘lishini aniqladi. Bunda beE_0 – majburiy tebranishlar amplitudasi. Keyingi yaqinlashishda (1) tenglamadagi $x^2(t)$ - nochiziqli hadni $x_0^2(t)$ -had bilan almashtirdi va siljishga nisbatan chiziqli tenglamani oldi:

$$ma = -kx + \alpha b^2 e^2 E_0^2 \cos^2 \omega t + eE_0 \cos \omega t. \quad (3)$$

$\cos^2 \omega t = \frac{1}{2}(1 + \cos 2\omega t)$ trigonometrik ayniyatdan foydalanib,

$$ma = -kx + \left(\frac{1}{2}\alpha b^2 e^2 E_0^2 + \frac{1}{2}\alpha b^2 e^2 E_0^2 \cos 2\omega t + eE_0 \cos \omega t\right), \quad (4)$$

tenglamani oldi. Bu harakat tenglamasidan ko‘rinadiki, elektronga uchta majburlovchi kuch (qavs ichidagi hadlar) ta’sir etadi. Ularning birinchisi vaqtga bog‘liq bo‘lmasdan oddiy asimmetrik siljishga, ikkinchisi esa 2ω chastota bilan elektronga ta’sir etib, uni shu chastota bilan davriy siljishga keltiradi va yorug‘lik to‘lqini amplitudasining kvadratiga proporsional bo‘ladi. Uchinchi kuch ω chastota bilan o‘zgarib, tushuvchi yorug‘lik to‘lqini amplitudasiga bog‘liq bo‘ladi. Tushayotgan yorug‘lik intensivligi ortishi bilan uchinchi kuchga nisbatan ikkinchi kuchning roli ortib boradi. Shunday qilib, elektronning majburiy tebranishi ω va 2ω chastotali ikki garmonik tebranishdan iborat bo‘ladi. Atomlarning ikkilamchi nurlanishlari ham mos ravishda ω va 2ω chastotali bo‘ladi. Demak, αx^2 -nochiziqli kuch ta’sirida chiziqli optikada hukmronlik qilgan chastotaning doimiylik prinsipi buziladi.

Shu paytgacha optik nochiziqli xodisalarni qaraganimizda klassik fizika aqidalaridan chetga chiqmadik. Lekin qator nochiziqli effektlar mavjudki, ularni faqat **kvant tasavvurlar** asosida tushuntirish mumkin.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Qaytgan va singan nurlar qanday qutblangan bo‘ladi?
2. Bryuster qonunini tushuntiring.
3. Sun'iy optik anizotropiya nima?
4. Yorug‘likning qaytishda, sinishda qutblanishini tushuntiring.
5. Qutblanuvchi prizma nima?
6. Malyuss qonunini tushuntiring.
7. Kerr effekti deb nimaga aytiladi?
8. Aylanish doimiysi nimaga teng?
9. Saxarimetr asbobi qaysi vaqtlarda foydalaniladi.
10. Yarim soyali qurilmasi qaysi vaqtda foydalaniladi.

Adabiyotlar.

1.I.V.Savelyev. "Umumiy fizika kursi." I-qism. Toshkent: O'qituvchi,1973 y.

2.I.V.Savelyev. "Umumiy fizika kursi." II-qism. Toshkent: O'qituvchi,1973 y.

3.I.V.Savelyev. "Umumiy fizika kursi." III-qism. Toshkent: O'qituvchi,1973 y.

4.S.X.Astanov, M.Z.Sharipov, A.R.Fayzullayev, M.R.Turdiyev. "Fizika", II-qism, Ma'ruzalar matni. Buxoro. 2013 y.

5.Сивухин Д.В. Умумий физика. Механика.— Т., Ўқитувчи, 1981.

6.Аҳмаджонов О.И. Физика курси 1–3 қ.–Т., Ўқитувчи , 1988–89.

MUNDARIJA:

1. Yorug'likning elektromagnit to'lqin tabiati.....	7
2. Yorug'lik interferensiyasi.....	13
3. Yorug'lik difraksiyasi. Yorug'lik sochilishi.....	21
4. Yorug'lik to'lqinlarining muhit bilan o'zaro ta'sirlari.....	30
5. Yorug'likning qutblanishi va noziqli optika elementlari.....	34
Adabiyotlar.....	40