

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

Qarshi davlat universiteti

FIZIKA-MATEMATIKA FAKULTETI

OPTIKA

FANIDAN

O'QUV-USLUBIY MAJMUA



Mundarija

FANINING ISHCHI DASTURI.....	4
Amaliy mashg'ulot	10
Laboratoriya ishlari	11
Mustaqil ish mavzulari.....	13
NAZORAT SAVOLLAR.....	14
Mustaqil ish ishlanmalari	16
Yakuniy nazorat variantlari.	44
MA'RUZALAR MATNI.....	55
Savollar.....	69
MAVZU: YORUG'LIK DISPERSIYASI.	86
Mavzu: Yorug'likning interferensiya hodisasi.....	92
MA'RUZA: Mavzu: Yorug'likning difraksiya hodisasi.	108
Savollar.....	115
1.Yorug'lik difraksiyasi deb qanday hodisaga aytiladi?	115
2.Frenel difraksiyasini tushuntirib bering?	115
3.Puasson dog'i deb qanday holat tushuniladi?	115
4.Tindal tajribasini tushuntiring.....	115
5.Molekulyar sochilish deb qanday sochilishga aytiladi.?	115
6.Kombinatsion sochilish xakida tushuncha bering.	115
Savollar.....	121
1. Fraungofer difraksiyasi deb nimaga aytiladi?	121

2. Analitik usulni tushuntirib bering?	121
3. Qanday ulchamli difraksion panjaralar mavjud?	121
4. Spektrometrlar xakida tushuncha?	121
MA'RUZA: Mavzu: Rentgen nurlari difraksiyasi.	122
MA'RUZA: Mavzu: Rentgen nurlari difraksiyasi.	122
MA'RUZA: YORUG'LIKNING QUTBLANISH HODISASI.....	125
Markazlashtirilgan optik sistema.....	136
Bitta sferik sirtda sinish holi kamdan-kam bo'ladi. Sindiruvchi real sistemalarning ko'pchiligida kamida ikkita sindiruvchi sirt (linza) yoki undan ham ko'prok sirtlar bo'ladi. Agar barcha sferik sirtlarning markazlari bir to'g'ri chiziqda yotsa bunday sferik sirtlar sistemasi markazlashtirilgan sistema deb yuritiladi, markazlar yotgan to'g'ri chiziq esa sistemaning bosh optik o'qi deyiladi. Xuddi shuningdek, Lagranj-Gelmgolts teoremasi ham sirtlarning markazlashtirilgan sistemasi uchun o'z kuchida qoladi, ya'ni (1*-p)	
U ₁ =Y ₂ n ₂ U ₂ =Y ₃ n ₃ U ₃ =...	Y ₁ n ₁ 136
LABORATORIYA ISHLARI	158
Adabiyotlar	228
1. Landsberg G. S. «Optika»	228

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

QARSHI DAVLAT UNIVYERSITYETI

«TASDIQLAYMAN»
«FIZIKA-MATEMATIKA» fakulteti
dekani _____
«__» _____ 2009 yil

FIZIKA - MATEMATIKA FAKULTETINING
«5440100 - fizika» ta'lim yo'nalishi uchun



FANINING ISHCHI DASTURI

Qarshi 2009 yil

Tayyorlovchi:

f.m.f.n. Qo'yliev B. T.
O'qit. Usmonov A , Raxmonova M

Ishchi dastur «Astronomiya va Optika» kafedrasi (bayon № 1 «28» avgust 2009 yil), «Fizika - matematika» fakulteti uslubiy komissiyasi tomonidan (bayon №1 « 29» avgust 2009 yil) ko'rib chiqilgan hamda o'quv jarayonida foydalanishga tavsiya etilgan.

Kafedra mudiri:

f.m.f.n. B.T.Qo'yliev

TEXNOLOGIK XARITASI

Fanning nomi	ta'lim yo'nalishi	kurs	semestr	fan soati	fan koeff.		1-JB	2-JB	1-MI	1-OB	3-JB	4-JB	2-MI	2-OB
Optika	fizika	2	4	135	1,35	Mak.ball	6,0	6,0	5,0	12,0	6,0	6,0	5,0	12,0
						Sar.ball	3,3	3,3	2,8	6,6	3,3	3,3	2,8	6,6

5-JB	6-JB	3-MI	3-OB	Sum-JB	Sum-MI	Sum-OB	Sum-JB, OB va MI	YaB	Umumiy ball
6,0	5,0	5,0	11,0	35,0	15,0	35,0	85,0	15,0	100,0
3,3	2,8	2,8	6,1	19,3	8,3	19,3	46,8	8,3	55,0

BAHOLASH MEZONLARI

№	Fanning nomi	JB1+JB2					OB1				N1=JB1+JB2+OB1		JB3+JB4						OB2			
		Mak	Min	Topshiriq soni	1 ta topsh.bali	Must.ta'lim	Mak	Min	Og'zaki		Mak	Min	Mak	Min	Topshiriq soni	1 ta topsh.bali	Must.ta'lim	Mak	Min	Og'zaki		
									savol soni	1 ta savol bali										savol soni	1 ta savol bali	
1	Optika	17,0	9,4	4,0	3,0	5,0	12,0	6,6	6,0	2,0	29,0	15,4	17,0	9,4	4,0	3,0	5,0	12,0	6,6	6,0	2,0	

N2=JB3+JB4+OB2		JB5+JB6					OB3				N3=JB5+JB6+OB3		Yakuniy baholash				UB=YaB+N1+N2+N3	
Mak	Min	Mak	Min	Topshiriq soni	1 ta topsh.bali	Must.ta'lim	Mak	Min	Og'zaki		Mak	Min	Maks.	Min.	Og'zaki		Maks.	Min.
									savol soni	1 ta savol bali					savol soni	1 ta savol bali		
29,0	15,4	16,0	8,8	4,0	2,8	5,0	11,0	6,1	5,0	2,2	27,0	16,0	15,0	8,3	5,0	3,0	100	55

Mashg'ulotlar tarkibi							
Ixtisosligi	o'quv semstri	jami	ma'ruza	Amaliy mashg'ulot	laboratoriya	seminar	Mustaqil ta'lim
B 5440100 Fizika	IV	188	58	56	74	10	130

FAN BO'YICHA TALABANING RYETINGINI
ANIQLASH JADVALI.

Maksimal ball -100

Saralash ball - 55

Mak.

J.B - 50 ball

min.

28 ball

O. B - 35 ball

19 ball

Ya. B - 15 ball

8 ball

No	Baholash	Baholash soni	Bir baholash uchun ball	To'plangan ball	Izoh
I-joriy nazorat (50 ball)					
1.	Talabaning dars jarayonida bilim va ko'nikmasini aniqlab borish.	10	0,5	5	
2.	Amaliy mashg'ulot	10	2	20	
3.	Seminar mashg'uloti.				
4.	Laboratoriya ishini bajarish	10	2,5	25	-
Jami				50	
Oraliq baholash (35)					
5	I/- oraliq nazorat I-IV bo'lim. 1-8 ma'ruzalar yuzasidan	4	3	12	og'zaki
6	II-oraliq nazorat V-VIII bo'lim 8-19 ma'ruzalar yuzasidan	4	3	12	og'zaki
7	III-oraliq nazorat IX-XII bo'lim 20-30 mavzular yuzasidan	4	2,8	11	Yozma
Jami				35	
Yakuniy baholash					
8	Yakuniy baholash	5	3	15	Og'zaki
Jami				100 ball	

Fanning asosiy maqsadi va vazifalari.

Kirish. Ta'lim sohasining qisqacha tavsifi. Hozirgi zamon ishlab chiqarish texnologiyasining asosini va texnikaning rivojlanish jarayonini «Optika» fanining yutuqlarisiz tasavvur etib bo'lmaydi.

Optika fanini o'qitishdan maqsad:

- ◆ yorug'likning elektromagnit tabiati, elektromagnitik to'lqinlarning optik sohasi tavsiflari, optika fanining vujudga kelishi va unda O'rta Osiyo allomalarining tarixiy o'rni, optikaning fizika ilmidagi o'rni va ilmiy texnika taraqqiyotidagi roli;
- ◆ talabaga mikrodunyoda ro'y beradigan fizik jarayonlarni va hodisalarni kuzatish, eksperimental tadqiqot usullarini o'rgatish;
- ◆ talabaga fizik masalalarini qo'yish va ularni klassik fizika, kvant fizikasi qonunlari asosida yechishni o'rgatish;

O'zgaruvchan elektr maydon, o'zgaruvchan magnit maydonini va o'z navbatida o'zgaruvchan magnit maydon o'z tevaragida o'zgaruvchan elektr maydonini hosil qilishni o'rgatish

- ❖ Elektr magnit maydonlarining o'zaro bog'lanishini, ya'ni elektr magnit maydonini (Maksvell tenglamalarini) keltirib chiqarish.
- ❖ Elektromagnit to'lqinning juda ham tor (kichik) qismini yorug'lik tashqil qilishini, ya'ni bu qismi bilan optika shug'ullanishini ko'rsatish.
- ❖ Yorug'likning korpuskulyar va to'lqin tabiatini o'rganish.
- ❖ Yorug'lik to'lqin superpozitsiyasidan maksimum va minimum shartlarini keltirib chiqarish.
- ❖ Ikki muhit chegarasiga yorug'lik to'lqinining normal tushishidan uning qaytarish va o'tkazish koeffitsientlarini keltirib chiqarish.
- ❖ Kogerent to'lqinlar to'g'risida tushuncha berish. Fazalar farqi, yo'llar farqini o'rganish.
- ❖ Interferentsiya olish usullari bilan tanishtirish.
- ❖ Dumaloq teshik, dumaloq disk tirqish difraktsion panjaralar va boshqalardan hosil bo'lgan yorug'lik difraktsiyalari bilan tanishtirish.
- ❖ Elektromagnit to'lqinning bir qismi yorug'lik ekanini, bunda asosiy rolni elektr vektori o'ynashini va shuning uchun ham u vektor –yorg'lik vektori delishini ko'rsatish.
- ❖ Tabiiy yorug'likni dielektrikdan o'tkazish natijasida, u moddani deformatsiyalasak, magnit maydoniga kuitsak, elektr maydoniga kuitsak tabiiy yorug'likdan qutublangan yorug'likni olishni va bunda qutublanish tekisligining aylanishini ko'rsatish.
- ❖ Issiqlik nurlanish konunlari bilan tanishtirish va bu konunlarga asoslangan optik pirometrlarni, yana yorug'lik manbalarini vujudga keltirishlar bilan tanishtirish.
- ❖ Xarakatlanuvchi muhit optikasida Maykelson tajribalari bilan tanishtirish.
- ❖ Optik kvant generatorlar (lazerlar)temasida rubin va neon-geliy lazerlarining ishlash printsiipi bilan tanishtirish.
- ❖ Golografiya va uning ishlatilishi bilan kiskacha tanishtirish.

1.2. Fanning boshqa fanlar va ishlab chiqarish bilan bog'liqligi.

Optika fanining nazariy asoslariga oliy matematika, mexanika, molekulyar fizika, elektromagnetizm kabi fanlar kiradi.

Optika fani o'z navbatida atom fizikasi, yadro fizikasi, molekulyar optika, molekulyar spektroskopiya, yadro spektroskopiya, lazer fizikasi va boshqa sohalarga xos fanlarni o'rganish uchun asos bo'lib, xizmat qiladi.

Fanning asosiy bo'limlari va rejasi

№	Ma'ruzalar mavzusi	Soati	Adabiyotlar	Kalendar reja
---	--------------------	-------	-------------	---------------

I. Kirish

1	Optikaga oid umumiy ma'lumotlar. Optika sohasidagi nazariyalar taraqqiyotidagi bosh davrlar.	2	1.2	
---	--	---	-----	--

II. Yorug'likning elektromagnit tabiati.

2	Maksvel tenglamalari.	2	1.4	
3	Elektromagnit to'lqinlar shkalasi va undagi optik soha. Elektromagnit to'lqin eltadigan energiya, Umov Poenting vektori.	2	1.5	

III. Asosiy fotometrik kattaliklar

4	Nur energiyasining oqimi, Yorug'lik manbai ravshanligi, Yorituvchanlik intensivlik, Yorug'lik kuchi. Yorug'lik o'lchashlarida ishlatiladigan birliklar.	2	1-7 1-8	
---	---	---	------------	--

IV. Optikaning asosiy qonunlari.

5	Yorug'likning tug'ri chiziq bo'ylab tarqalishi, Yorug'lik nurlarining mustaqilligi, ikki shaffof muhit chegarasidan qaytish va sinish qonunlari.	2	1-10	
6	Yorug'likning to'la ichki qaytishi . Nur tola optikasi.	2	1-11	
7	Yorug'likning yutilishi Buger-Beer qonuni.	2	1-7	
8	Yorug'lik dispersiyasi. Normal va anamal dispersiya. Yorug'lik dispersiyasining elementar klassik nazariyasi.	2	1-9	

V. Yorug'lik interferentsiyasi.

9	Interferentsiya hodisasi. Interferentsiya olish usuli Kogerentlik kogerentlik uzunligi va vaqti.	2	1-12	
10	To'lqinlar interferentsiyasining umumiy holi. Teng kalinlikka tegishli interferentsiya. (N'yuton xalqalari).	2	1-6	
11	Interferentsiyaning ishlatilishi. Ko'p va ikki nurli interferometrlar	2	1-4	

VI. Yorug'lik difraktsiyasi.

12	Yorug'lik difraktsiyasi haqida tushuncha. Gyuygens-Frenel printsiipi	2	1-15	
13	Frenel zonalari. Natijaviy amplitudani hisoblash. Zonali plastinka Puasson dog'i..	2	1-16	
14	Fraungofer difraktsiyasi. Yakka tirqishdan Fraungofer difraktssi	2	1-17	
15	Analitik usul. Difraktsion panjara. Ikki va uch oelchamli difraktsion panjara.	2	1-5	
16	Rentgen nurlari va Ultratovush to'lqinlarida yorug'lik difraktsiyasi.	2	2-8	

VII. Yorug'likning qutblanishi

17	Yorug'lik t��lqinini k��ndalang t��lqinligi . Yorug'likni turmalin orqali tarqalishi, Malyus qonuni.	2		
18	Qaytishda va sinishda qutblanish Bryuster qonuni. Izotrop mukitda yorug'likning tarqalishi. Polyarizatorlar.	2	3-7	
19	Suniy optik anizotropiya va uni hosil qilish.	2	5-12	

VIII. Geometrik optika.

20	Markazlashtirilgan optik sistema Kattalashtirishi. Lagranj- Gel'mgolts teorimasi.	2	6-14	
21	Linzing umumiy formulasi, Linzalar va kuzgular tasvir yasash.	2	8-16	

IX. Issiqlik nurlanishi.

22	Jismlarning nur yutish, chiqarish va sochish qobiliyati.	2	1-17	
23	Issiqlik nurlanish qonunlari. Optik pirometrlar.	2	1-9	
24	Fotoluminestsentsiya	2	1-11	

X. Yorug'lik ta'sirlari.

25	Fotoeffekt qonunlari. Ichki va tashqiy fotoeffekt	2	7-10	
26	Fotoeffektning qo'llanilishi (fotoelementlar, FEU, fotorezistorlar)	1	6-15	

XI. Yorug'likning sochilishi.

27	Optik bir jinsli bo'lmagan muhitda yoriqning sochilishi. Tindal tajribasi Molekulyar sochilish.	2	8-12	
28	Yorug'likning kombinatsion sochilishi. Kompten effekti.	2	1-14	
29	Spektral chiziqlarning shakli va kengligi.	1	1-15	

XII. OKT.

30	Sponton va indutsirlangan nur sochish. OKG lar (optik kvant generatorlari) lazerlar. Golografiya va uning ishlatilishi.	2	1-6	
	JAMI	58		

Amaliy mashg'ulot

o'tkazishga oid namunaviy dastur(40 soat)

№	Amaliy mashg'ulotlar mavzulari	Soati	Adabiyot
	1. Yorug'likning yutilishi		
1.	Yorug'likning birjinsli muhitda yutilishi. Buger-Lambert qonuni.	2	1-10
2	Yorug'likning konsentrlangan eritmalarida yutilishi. Ber qonuni.	2	1-10
	2. Yorug'likning dispersiyasi		
3	Normal dispersiya. Spektirlar. Koshi formulasi.	2	1-10
4	Gartman formulasi. Dispersiyaning elementar klassik nazariyasi	2	1-10
	3. Yorug'lik interferentsiyasi		
5	Interferentsiya olishda Yung usuli. Interferentsiya olishda Frenelning bikuzgi va biprizma usullari.	2	1-10
6	Ikki nurli interferometrlar.	2	1-10
7	Nyuton xalqalari. Maksimum, minimum, shartlari.	2	1-10
8	Pona va yupqa pardada hosil bo'lgan interferentsiya.	2	1-10

	4. Yorug'lik difraktsiyasi (8 soat)		
9	Dumaloq teshik va dumalok ekran vujudga keltirgan difraktsiya.	2	1-10
10	Tirqishdan hosil bo'lgan difraktsiya.	2	1-10
11	Difraktsion panjaralar	2	1-1
12	Spektral asboblarning xarakteristikasi. Burchak dispersiya. CHiziqli dispersiya. Spektral asboblarning ajrata olish kobiliyati.	2	1-10
	5. Yorug'likning qutublanishi. (6 soat)		
13	Tabiiy va qutublangan yorug'lik. Malyus qonuni.	2	1-10
14	Yorug'likning qaytishi va sinishdagi qutublanishi. Bryuster qonuni.	2	1-10
15	Yorug'likning ikkilanib sinishi. Yorug'likning island shpati, kristaldan o'tishi. Qutublanish tekisligining aylanishi.	2	1-10
	6. Fotoelektrik effekti. (4 soat)		
16	Yorug'likning kvant tabiati. Zarrachalarning (elektronning)to'lqin tabiati.	2	1-10
17	Tashqi fotoeffekt uchun Eynshteyn formulasi. Metallardan elektronning chiqish ishi va uning kinetik energiyasi. Metallar uchun fotoeffektning qizil chegarasi.	2	1-10
	7. Issiqlik nurlanishi (4 soat)		
18	Absalyut qora jismlar uchun Stefan – Boltsman qonuni.	2	1-10
19	Vinning siljish qonuni. Plank formulasi.	2	1-10

Laboratoriya ishlari

(74 soat)

№	Tavsiya etiladigan laboratoriya ishlarning nomlari	Laboratoriya ishlari mos kelgan mavzular
1	Yig'uvchi va sochuvchi linzalarning fokus masofalarini aniqlash.	
2	Nyuton xalqalari yordamida linzaning egrilik radiusini aniqlash	15
3	CHug'lanma elektr lampaning yorug'lik kuchini va solishtirma quvvatini aniqlash.	26
4	Difraktsion panjara yordamida yorug'likning to'lqin uzunligini aniklash.	18
5	SHisha sindirish kursatkichining o'tayotgan yorug'lik to'lqin uzunligiga bog'liqligini o'rganish	
6	Spektroskopni darajalash .	11
7	Vodorod spektrini o'rganish.	11
8	Abbe refraktometri yordamida suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichini aniqlash	
9	Mikroskop kattalashtirishini va shishaning sindirish ko'rsatkichini aniklash	
10	Molyus qonunini tekshirish	22
11	Bryuster qonunini tekshirish	22
12	Magnit maydonda qutublanish tekisligining aylanishi	23
13	Qutublanish tekisligining sun'iy aylanishi	23
14	Lazerlar bilan tanishish	33
	Jami (74 soat)	

Laboratoriya ishlariga oid adabiyotlar.

1. Iveronova taxriri ostida «Elektr va optika» Toshkent-1968
2. X.T.To'raqulov, B.S.Jo'raev. «Spektroskopiya» mutaxassisligidan laboratoriya ishlarini bajarishga doir metodik ko'rsatmalar. Samarqand, 1991 y.
3. B.Qo'yliey., B.CHoriev., B.Xayriddinov., B.Qobilov. «Optikadan laborato riya ishlarini bajariga doir uslubiy qo'llanma». Toshkent- 2003 y.
4. Karimov R.K, Buriboev I, Yusupov R.A, Gorbatov I.A, Rixsiev Sh.T, «Fotometriyadan laboratoriya ishlari bajarish uchun metodik qo'llanma» Toshkent Universitet – 1993 yil.
5. Karimov R.K, Buriboev I, Yusupov R.A, Gorbatov I.A, Rixsiev Sh.T, «Difraktsiya va interferentsiyani o'rganish bo'yicha laboratoriya ishlarini bajarish» Toshkent universitet 1993 yil.

Mustaqil ish mavzulari

Optika fani buyicha bo'limlar nomi	Mustaqil ishlar uchun mo'ljallangan mavzular	Tavsiya qilinadigan adabiyotlar
Elektromagnit to'lqinlar	Yassi elektromagnit to'lqin tenlamasi.Monoxromatik to'lqinlar.To'lqinlarni qo'shish. Elektromagnit to'lqin energiyasi.	1-16
Fotometriya	Yorug'lik energiyasini ulchashlarva energetik xarakteristikalar (yorug'lik energiya oqimi, yorug'lik kuchi , yoritilganlik, yorug'lik oqim intensivligi va boshqalar).Yorug'lik xarakteristikalarining o'lchov birliklari.	1-16
Geometrik optika	Yorug'likning tushish,qaytish va sinish qonunlari.Yorug'likning sferik sirtga , tekis sirtga ,o'tishi va tasvirlarning hosil bo'lishi. Lupalar, fotoapparatlar, Proeksion qurilmalar , mikroskoplar va ularning tuzilishi va ishlash printsipi.	1-16
Trigonometriya	Burchaklar, ularni o'lchash va burchak birliklari. Trigonometrik funktsiyalar va ular orasidagi bog'lanishlar. Trigonometrik funktsiyalarni ko'shish. Keltirilgan formulalar.	1-16

NAZORAT SAVOLLAR

1-oralik nazorat uchun savollar

1. Yorug'likning tæg'ri chiziq bo'ylab tarqalish qonuniga izoh bering.
2. Yorug'lik nurlarining mustaqillik qonunini tushuntirib bring.
3. Yorug'likning qaytish qonuniga ta'rif bering.
4. Yorug'likning sinish qonuniga ta'rif bering.
5. Yorug'lik otkazgichlari nima.
6. Yorug'lik kuchi nima.
7. Yorug'lik oqimi nima.
8. Yoritilganlik va yorituvchanlik deganda nimani tushunasiz.
9. Këndalang tölqin deb qanday tölqinga aytiladi.
10. Umov-Poyting vektori haqida tushuncha bering.
11. Kërinuvchanlik egri chizig'i va elektromagnit tölqin shkalasi
12. haqida tushuncha bering.
13. Fazoviy tezlik deb qanday tezlikka aytiladi?
14. Elektromagnit to'lqinlar shkalasida optik sohani ko'rsating?
15. Chiziqli qutblangan yorug'lik deb nimaga aytiladi?
16. qutblanish tekisligi deb qanday tekislik tushiniladi?
17. Snellius qonunini tushuntirib bering.
18. Kerr effekti deb qanday hodisaga aytiladi?
19. Dispertsiya hodisasi deb qanday hodisaga aytiladi?
20. Dispertsyani elektroniy nazariyasini tushuntirib bering?.
21. Tormozlovchi kuch haqida tushuncha bering.
22. Spektr nima?
23. Anomal va normal dispertsiya nima?
24. Yutish koeffitsienti deb nimaga aytiladi?
25. Yutilish koeffitsienti nimalarga bog'liqligini tushuntiring.
26. Interferentsiya hodisasini tushuntirib bering?.

27. Kogerent to'liqlar deb qanday to'liqlar tœplamiga aytiladi?
28. Interferometrlar haqida tushuncha bering?
29. Yoruqlik difraktsiyasi deb shunday hodisaga aytiladi?
30. Frenel difraktsiyasini tushuntirib bering?
31. Puasson doql deb shunday kolat tushuniladi.

II- oraliq nazorat uchun savollar

1. Fraungofer difraktsiyasi deb nimaga aytiladi?
2. Analitik usulni tushuntirib bering?
3. Qanday o'lchamli difraktsion panjaralar mavjud?
4. Spektrometrlar haqida tushuncha?
5. Kristal panjaralar haqida tushuncha bering.
6. Vulf- Bregg shartini ayting.
7. Golografiya deb nimaga aytiladi?
8. Linzaning umumiy formulasini chiqarib bering.
9. Linzaning optik kuchi deb nimaga aytiladi.
10. Fokus masofa deb qanday masofa olinadi.
11. Fokal tekisligi deb qanday tekislikka aytiladi.
12. Nurlanish deb qanday hodisa tushuniladi?
13. Absolyut oq va absolyut qora jism deb qanday jismlarga aytiladi?
14. Кирихгоф qonunini tushuntirib bering.
15. Fotoeffekt hodisasi deb qanday hodisaga aytiladi?
16. Fotoeffekt qonunlarini tushuntirib berinr.
17. Fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasini keltirib chiqaring?
18. Tindal tajribasini tushuntiring.
19. Molekulyar sochilish deb qanday sochilishga aytiladi?
20. Kombinatsion sochilish haqida tushuncha bering.

Mustaqil ish ishlanmalari

1.Elektromagnit tulqinlar

Reja

Kirish

- a) Siljish toki
- b) Maksvell tenglamalarining integral va differensial ko‘rinishi
- v) Maksvell tenglamalaridan kelib chiqadigan xulosalar

X U L O S A
ADABIYOTLAR

2. Yorug‘lik bosimi

Reja

Kirish

- a) Lebedev tajribasi
- b) Yorug‘lik bosimining ta’sirlari
- v) Lebedev tajribasining kullanilishi

X U L O S A
ADABIYOTLAR

3.Vavilov–Chyerenkov effekti

Reja

Kirish

- a) β -Nurlar
- b) γ nurlar -
- v) Tamm va Frank ishlari

X U L O S A
ADABIYOTLAR

4. Ikki nurli interferometrlar

Reja

Kirish

- a) Interferensiya
- b) Ikki nurli interferometrlar
- v) Jamen va Maykelson interferometrlari

X U L O S A
ADABIYOTLAR

5.Kup nurli interferometrlar

Reja

Kirish

- a) Interferensiyaning umumiy xoli
- b) Fobri-Petro interferometri
- v) Fabri –Petro interferometrining ishlatilishi

X U L O S A

ADABIYOTLAR

6. Maykilson eshloni

Reja:

Kirish

- a) Yorug‘lik difraksiyasi
- b) Maykelson esheloni
- v) Maykelson eshelonining ishlatilishi

X U L O S A

ADABIYOTLAR

7.Elliptik qutblanish

Reja

Kirish

- a) Yorug‘likning qutblanishi
- b) Dairaviy va elliptik qutblanish
- v) Dairaviy va elliptik qutblanishning ishlatilishi

X U L O S A

ADABIYOTLAR

8.Kerr effekti

Reja

Kirish

- a) Sun‘iy optik anizotropiya
- b) Kerr effekti
- v) Kerr effektining qullanilishi

X U L O S A

ADABIYOTLAR

9. Kotton -Muton effekti

Reja

Kirish

- a) Magnit maydonida ikkiga ajralib sinish
- b) Kotton -Muton effekti
- v) Uning kullanilishi

X U L O S A

ADABIYOTLAR

10. Kutblanish tekisligining aylanishi

Reja

Kirish.

- a) Kutblanishning umumiy xoli
- b) Soxarametr tuzilishi va ishlashi
- v) Soxarametrlarning kullanilishi

X U L O S A
ADABIYOTLAR

11. Zemman effekti

Reja

Kirish

- a) Yorug‘likning ikkilanib sinishi
- b) Zemman effekti
- v) Zemman effektining kullanilishi

X U L O S A
ADABIYOTLAR

12.Rele sochilishi

Reja

Kirish

- a) Muhitlarda yorug‘likning sochilishi
- b) Relening I. II. III qonunlari
- v) Rele qonunlarining amalda qullanilishi

X U L O S A
ADABIYOTLAR

13.Lyuminssensiya

Reja

Kirish

- a) Fotolyuminssensiya
- b) Fosforessensiya
- v) Flyuresensiya
- g) Ularning kullanilishi

X U L O S A
ADABIYOTLAR

14. Yorug‘likning kombinatsion sochilishi

Reja

Kirish

- a) Kombinatsion sochilish
- b) Relecha va kambinatsion sochilishlarning farki
- v) Kombinatsion sochilishning qullanilishi

X U L O S A
ADABIYOTLAR

15. Kompton effekti

Reja

Kirish

- a) Mikrozaralar xususiyati
- b) Kompton effekti
- v) Kompton effektining kullanilishi

X U L O S A

ADABIYOTLAR

16. Foto effekt

Reja

Kirish

- a) Foto effekt konuni
- b) Lukirskiy Prilejeyev tajribasi
- v) Qullanilishi

X U L O S A

ADABIYOTLAR

17. Ichki fotoeffekt konuni

Reja

Kirish

- a) Tashqi va ichki fotoeffekt hodisasi
- b) Fotorezistorlar, fotodiodlar
- v) Ichki fotoefektning ishlatilishi

X U L O S A

ADABIYOTLAR

18. Doppler effekti

Reja

Kirish

- a) Yorug'lik to'liqini xususiyati
- b) Doppler effekti
- v) Doppler effektining kullanilishi

X U L O S A

ADABIYOTLAR

19. Lazerlar

Reja

Kirish

- a) Lazerlarning turlari
- b) Lazer nurlarini hosil qilish
- v) Lazerlarning amalda kullanilishi

X U L O S A

ADABIYOTLAR

20. Golografiya

Reja

Kirish

- a) Golografiyaning fotografiyadan farqi
- b) Gologrammani olish usullari
- v) Golografiyaning kullanilishi

X U L O S A

ADABIYOTLAR

21 Chiziqli bo‘lmagan optika

Reja

Kirish

- a) Chiziqli bo‘lmagan optikaning asoslari
- b) O‘z-o‘zini fokuslash va difraksiyalash
- v) Yorug‘likning moddalarda kombinatsion sochilishi va kullanilishi

X U L O S A

ADABIYOTLAR

22. Yorug‘likning ximiyaviy ta’siri

Reja

Kirish

- a) Fotoximiyaning asosiy qonunlari
- b) Sensibillashtirilgan fotoximiyaviy reaksiyalar
- v) Yorug‘likning ximiyaviy ta’siri va amalda foydalanish.

X U L O S A

ADABIYOTLAR

23. Ko‘z optik sistema

Reja

Kirish

- a) Yaqindan kuruvchi ko‘z
- b) Uzoqdan kuruvchi ko‘z
- v) Ko‘zni qurollanitirish

X U L O S A

ADABIYOTLAR

24. Yorug‘lik tezligi

Reja

Kirish

- a) Galileyning birinchi urinishi
- b) Yorug‘lik tezligini ulchashning astronomik usuli

v) Amalda qullanilishi

X U L O S A

ADABIYOTLAR

25. Yorug‘lik tezligini laboratoriya usulida aniqlash.

Reja

Kirish

a) Fizo usuli

b) Fuko usuli

v) Xozirgi zamon o‘lchashlari

X U L O S A

ADABIYOTLAR

26. Rentgen nurlari

Reja

Kirish

a) Rentgenospektroskopiya

b) Rentgenostruktura analizi.

v) Rentgen nurlarining amalda qullanilishi

X U L O S A

ADABIYOTLAR

27. Metallar optikasi

Reja

Kirish

a) Metallarning optik xossalari

b) Metallar optikasining doimiylari

v) Ularning kulanilishi

X U L O S A

ADABIYOTLAR

28. Optik sistemalarning aberratsiyalari

Reja

Kirish

a) Xromatik aberratsiya

b) Sferik aberratsiya

v) Sferoxromatik aberratsiya

X U L O S A

ADABIYOTLAR

29. M.V. Lomonosovning «Tunda ko‘rish trubasi»

Reja

Kirish

- a) Jismlarni ko‘rish
- b) M.V. Lomonosovning «Tunda ko‘rish trubasi» tuzilish va ishlash prinsipi
- v) Tunda kurish trubalarining amalda qullanilishi

X U L O S A

ADABIYOTLAR

30. Ko‘p uchovli strukturalarda yuz beradigan difraksiya

Reja

Kirish

- a) I -Tartibli difraksiya
- b) II - tartibli difraksiya
- v) III- Tartibli difraksiya

X U L O S A

ADABIYOTLAR

31. Yorug‘lik sochilishining rele nazariyasi

Reja

Kirish

- a) Relening I- qonuni
- b) Relening II -qonuni
- v) Relening III - qonuni

X U L O S A

ADABIYOTLAR

32. Yorug‘lik sochilishi tug‘risida Eynshteyn nazariyasi

Reja

Kirish

- a) Smoluxovski g‘oyasi
- b) Eynshteyn nazariyasi
- v) Reley va Eynshteyn nazariyasining bir-biriga mos kelishi

X U L O S A

ADABIYOTLAR

33. Yorug‘likning sochilishida Tendal tajribasi

Reja

Kirish

- a) Optik bir jinsi emaslik tushunchasi
- b) Tendal xulosalari
- v) Osmonning moviyligi sabablari

X U L O S A

ADABIYOTLAR

34. Optika sohasida ilmiy tadkikotlar olib borgan va borayotgan Uzbekistonlik olimlar

Reja

Kirish

- a) A.Q. Otaxujayev faoliyati
- b) P.Q. Xabibullayev faoliyati
- v) va boshqalar

X U L O S A
ADABIYOTLAR

35. Optika sohasida ilmiy tadqiqotlar olib borgan Rossiya olimlari

Reja

Kirish

- a) G.S. Landsberg faoliyati
- b) L.I. Mandelshtam faoliyati D.S. Rojdestvenskiy
- v) N.G. Basov, A.M. Proxorov va boshqalar

X U L O S A
ADABIYOTLAR

36. Optika sohasida ilmiy tadqiqotlar olib borgan chet-ellik olimlar

Reja

Kirish

- 1. Fraungofer, Gyugens,
- 2. Frenel. CH Tauns
- 3. Va boshqalar

X U L O S A
ADABIYOTLAR

37. Uzbekistonda mavjud optika maktablari xakida nima bilasiz.

Reja

Kirish

- a) Samarqandda ...
- b) Toshkentda

XULOSA
ADABIYOTLAR

38. Chyet eldagi optika maktablari xakida

Reja

Kirish

- a) Rossiyada
- b) Yevropada
- v) Boshqa mamlakatlarda

XULOSA
ADABIYOTLAR

ASOSIY ADABIYOTLAR

1. G.S. Landseberg «Optika» T 1981 yil
2. .I Kolyeyskiy «Volnavaya optika» T. 1971 yil
3. Internet tarmogi
- 4 Ilmiy maqolalar

QO'SHIMCHA ADABIYOTLAR

1. B. Quyliyev «Optika» T. 2009 yil
- 2.S.E. Frish A.P. Timoreva «Kurs obshiy fiziki» Tom II M 1959
- 3.A.N.Matveyev «Optika» M 1985 yil
- 4.B.Kuyliyev «Optika» ma'ruzalar matni
- 5.R. Karimov «2 Optika» ma'ruzalar matni. T. 2000 yil

TEST SAVOLLARI

1. Kogerentlik uzunligi Lazerlar uchun taxminan qanday bo'ladi.

A). 1000 m

V). 100 m

S). 10 m

D). 50 m

2. Sovun pufagining jilolanishini yorug'likning qaysi hodisasi asosida tushuntirish mumkin.

A). Interferensiya

V). Difraksiya

S). Dispersiya

D). Sochilish

3. Kogerentlik uzunligi kogerentlik vaktiga bog'liqmi.

A). Tug'ri proporsional $L_{kog} = S_{kog}$

V). Teskari proporsional

S). Bog'lik emas

D). Javoblarning hammasi noto'g'ri.

Zonali plastinkani birinchi kim tayyorlagan

A). 1875 yil Sore

V). 1800 yil Frenel

S). 1850 yil Fraungofer

D). 1880 yil Puasson

Fuasson tajribalarining natijasi Frenel xulosalariga zidmi?

A). Frenel xulosalariga zid bulmasdan uni tasdiklaydi

V). Zid.

S). Puasson dogini Frenelga alokasi yuk

D). Hamma javoblar noto'g'ri.

6. Frenel va Fraungofer difraksiyalari nimada fark kiladi.

A). Tulkin sirtida

V). Ikkalasi bir narsa

S). Butunlay bir-biriga yakin emas

D). Umuman farklanmaydi.

7. Normal kuz uchun shox pardaning sindirish kursatkichi n_m suvga uxshagan suyuklikni n_s xrustal yadrosini n_{xy} sindirish kursatkichlari qanday.

A). $n_m=1,376$, $n_c=1,33$, $n_{xy}=1,376$ ga teng

B). $n_m=1$, $n_c=1,2$ $n_{xy}=1,2$

C). $n_m=1,1$ $n_c=1,3$ $n_{xy}=1,3$

D). $n_m=1,3$ $n_c=1,4$ $n_{xy}=1,4$

8. Eng yaxshi kurish masofasi qanday?

A). 25 sm

- V). 20 sm
- S). 10 sm
- D). 35 cm

9. Fokal tekislik qanday tekislik
- A). Bosh optik ukka perpendikulyar bo'ladi.
 - V). Bosh optik ukka parallel bo'ladi.
 - S). Bular kesishmaydi.
 - D). Hamma javoblar noto'g'ri

10. Zonali plastinkani linza sifatida ishlatish bo'ladimi.
- A). Yiguvchi linza sifatida
 - V). Sochuvchi linza sifatida
 - S). Umuman linzaga alokasi yuk
 - D). Javoblar noto'g'ri

11. Gyugens- Frenel prinsipi Gyugens prinsipi bilan bir narsami?
- A). Gyugens tamoilini Frenel ikkilamchi nurlar interferensiyasi tushunchasini kiritib tuldirdi.
 - V). Bir narsa
 - S). Bir-biriga alokasi yuk.
 - D). Hamma javoblar to'g'ri.

12. Tula ichkiy kaytish hodisasida chegaraviy (r burchak qanday burchak.
- A). Sinish burchagi 90° bo'lgan tushish burchagi chegaraviy yoki limit burchak deyiladi.
 - V). Tushish burchagi
 - S). Sinish burchagi
 - D). Kaytish burchagi

13. $\text{tgi} = \frac{n_2}{n_1}$, bu ifoda qanday ifoda

- A). Bryuster konuni , i- Bryuster burchagi
- V). Sinish konuni
- S). Kaytish konuni
- D). Bunday ifoda optikada yuk.

Gayriy oddiy va oddiy nurlar qanday nurlar.

- A). Bu nurlarning sindirish koeffitsienti kristalda farqlanadi, shuning uchun xam ikkiga ajralib davom etadi.
- V). Farki yuk bitta nur
- S). Bu nurlar tula kutublangan nur olishda ishlatiladi.
- D). Javoblar noto'g'ri.

15. Pechda ikki kusok shisha bor. Birinchisi tinik, ikkinchisi qoraga buyalgan. Pechdan olinsa qaysi tez soviydi.

- A). Ikkinchisi
- V). Birinchisi
- S). Ikkalasi xam baravar
- D). S, V.

16. Suyuk yoki gazsimon izotrop dielektrik elektr maydoniga joylashtirilganda anizotropiya vujudga kelishini kim kashf etgan.

- A). J.Kerr
- V). T. Zeyebek
- S). D.Bryuster
- D). A.Otaxujayev

17. $n = f(\lambda)$ ifoda nimani anglatadi

- A). Sindirish koeffitsientini tulqin uzunligini funksiyasi sifatida ifodalaydi. Dispersiya.
- V). Interferensiyani
- S). Difraksiyani
- D). Yutilish hodisasini

18. Moddalarning k yutilish koeffitsienti λ tulqin uzunligiga bog'liqmi.

- A). Boglik
- V). Boglik emas
- S). Temperatura oshganda bog'liq bo'ladi.
- D). Past bosimda bog'liq bo'ladi.

19. Interferension manzarani kontrastligini xarakterlovchi V parametr qanday oralikda uzgaradi.

- A). $0 \leq V \leq 1$
- B). $0 \geq V$
- C). $0 \leq V$
- D). $V=0$

20. A.K. Otaxujayev fizikani qaysi sohasida ish kilgan.

- A). A.K. Otaxujayev Samarkand Davlat Universitetida ishlagan Urta Osiyoda optika maktabining asoschilaridan biri. Molekulyar spektroskopiya sohasida ish kilgan . Beruniy nomidagi Davlat mukofoti sovrindori.
- V). Yadro fizikasi.
- S). Kattik jismlar fizikasi.
- D). Nazariy fizika buyicha.

21. Optika suzini lugaviy ma'nosi qanday?

- A). Kurish degan ma'noni beradi.
- B). Kurish oblastini urganadi
- C). Optik diapozondi urgatadi.
- D). Hamma javob to'g'ri

Yorug'likning sinish konunini to'g'ri ifodasini toping

- A). $\frac{\sin \alpha}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1} = n_{2,1}$
- B). $\tan \alpha = \frac{n_2}{n_1}$
- C). $\frac{\cos \alpha}{\cos r} = \frac{n_1}{n_2}$
- D). $\frac{\sin \alpha}{\sin r} = \frac{n_1}{n_2} = n_{1,2}$

23. Periskoplar yorug'likning qaysi hodisasiga asoslanib ishlaydi.

- A). Tula ichki kaytish hodisasiga
- V). Sinish konuniga
- S). Kaytish konuniga
- D). Hamma javob to'g'ri.

24. Yorug'lik kuchi qaysi javoblarda to'g'ri.

- A). $I = \frac{\Phi}{4\pi}$
- B). $I = \Phi \cdot 4\pi$
- C). $I = \frac{4\pi}{\Phi}$
- D). $\Phi = 4\pi$

25. Yoritilganlik qaysi javobda to'g'ri.

- A). $E = \frac{d\Phi}{\sigma}$
- B). $E = d\Phi\sigma$
- C). $d\Phi = \frac{\sigma}{E}$
- D). $E = \frac{\sigma}{d\Omega}$

26. Ravshanlik qaysi javobda to'g'ri.

- A). $B_i = \frac{d\Phi}{\sigma \cos i d\Omega}$
- B). $d\Phi = \frac{B_i}{\sigma \cos i d\Omega}$

$$C). I = - \frac{d\Phi}{4\pi}$$

$$D). B_i = d\Phi \sigma$$

27. Intensivlik qaysi javobda to'g'ri.

$$A). R = \frac{d\Phi}{\sigma \cos i d\Omega}$$

$$B). B = \sigma \cos i d\Omega$$

$$C). R = \sigma \cos i d\Omega$$

$$D). R = d\Phi \sigma \cos i d\Omega$$

28. 100 vt nominal kuvvatda chulganma lampaning yorug'lik kuchi 100 kd ga teng. Agar lampa fakat 80 vt kuvvat istemol qilib chala chuglanib yonayotgan bo'lsa, Yorug'lik kuchi 65 kd teng bo'ladi Lampaning shu ish rejimlaridagi yorug'lik berishini (1 vt ga to'g'ri kelgan yorug'lik okimini) toping.

$$A). \Delta\Phi_1 = 12,56 \frac{\text{лЮМ}}{\text{Вт}}, \quad \Delta\Phi_2 = 10,2 \frac{\text{лЮМ}}{\text{Вт}}$$

$$B). \Delta\Phi_1 = 10,46 \frac{\text{лЮМ}}{\text{Вт}}, \quad \Delta\Phi_2 = 3 \frac{\text{лЮМ}}{\text{Вт}}$$

$$C). \Delta\Phi_1 = 4,5 \frac{\text{лЮМ}}{\text{Вт}}, \quad \Delta\Phi_2 = 4 \frac{\text{лЮМ}}{\text{Вт}}$$

$$D). \Delta\Phi_1 = 3,2 \frac{\text{лЮМ}}{\text{Вт}}, \quad \Delta\Phi_2 = 5 \frac{\text{лЮМ}}{\text{Вт}}$$

29. Yorug'lik kuchi 400 kd bo'lgan lampa yerdan 4 m balandga osib kuyilgan. Lampa ostidagi gorizontaal maydonning yoritilganligini toping.

$$A). E = 25 \text{ люкс}$$

$$B). E = 10 \text{ люкс}$$

$$C). E = 20 \text{ люкс}$$

$$D). E = 23 \text{ люкс}$$

30. Bir jinsli izotrop muxit uchun Maksvell tenglamalari qaysi javobda to'g'ri.

$$A). \left. \begin{aligned} \text{rot} \vec{E} &= -\frac{\mu}{c} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} \\ \text{rot} \vec{H} &= \frac{\varepsilon}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \text{div} \vec{E} &= 0 \\ \text{div} \vec{H} &= 0 \end{aligned}$$

$$B). \text{rot} \vec{E} = 0 \quad \text{div} \vec{E} = 0$$

$$C). \text{rot} \vec{H} = \frac{E}{c} \frac{dt}{dE} \quad \text{div} \vec{H} = 0$$

$$D). \text{rot} \vec{E} = \frac{c}{\mu} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} \quad \text{div} \vec{H} = 0$$

31. Umov - Poyenting vektori qaysi javobda to'g'ri.

A). $\vec{S} = \frac{c}{4\pi} [EH]$

B). $\vec{S} = [EH]$

C). $\vec{S} = \frac{c}{4\pi}$

D). $\vec{S} = 4\pi c$

32. Fazaviy tezlik qaysi javobda to'g'ri

A). $\vartheta_\phi = \frac{\lambda}{T}$

B). $\vartheta_\phi = \lambda \cdot T$

C). $\vartheta_\phi = \frac{T}{\lambda}$

D). $\vartheta_\phi = \lambda \cdot T \vartheta$

33. Gruppaviy tezlik qaysi javobda to'g'ri

A). $U = \frac{d\omega}{dk}$

B). $U = d\omega k l$

C). $U = dkl$

D). $U_{zp} = \vartheta_\phi - \lambda \frac{d\vartheta}{d\lambda}$

34. Optik oblast qaysi javobda to'g'ri

A). $(10^{12} \div 10^{17})_{\text{ZU}}$

B). $(10^{14} \div 10^{18})_{\text{ZU}}$

C). $(10^{11} \div 10^{19})_{\text{ZU}}$

D). $(10^{10} \div 10^{19})_{\text{ZU}}$

35. Kurish oblasti qaysi javobda to'g'ri

A). $(380 \div 760)_{\text{HM}}$

B). $(500 \div 800)_{\text{HM}}$

C). $(600 \div 800)_{\text{HM}}$

D). $(700 \div 800)_{\text{HM}}$

36. Malyus konuni qaysi javobda to'g'ri berilgan

A). $I = I_0 \cos^2 \alpha$

B). $\frac{I}{I_0} = \sin \alpha$

C). $I = I_0 \sin \alpha$

D). Хамма жавоб тугри

37. Bryuster konuni qaysi javobda to'g'ri berilgan

A). $\operatorname{tgi} = \frac{n_2}{n_1}$

B). $\sin \alpha = \frac{n_2}{n_1}$

C). $\cos \alpha = \frac{n_2}{n_1}$

D). $\operatorname{ctg} \alpha = \frac{n_2}{n_1}$

38. Moddaning sindirish koeffitsiyenti tulqin uzunligining funksiyasi sifatida qaysi javobda to'g'ri yozilgan.

A). $n = f(\lambda)$

B). $n = \frac{n_2}{n_1}$

C). $\nu = \frac{\Delta n}{\Delta \lambda}$

D). hamma javob to'g'ri

39. Buger konuni ifodasi qaysi javobda to'g'ri berilgan

A). $U = U_0 e^{-kl}$

B). $\frac{U}{U_0} = kl$

C). $U = U_0 kl$

D). hamma javob to'g'ri

40. Buger-Beyer konuni ifodasi qaysi javobda to'g'ri

A). $U = U_0 e^{-\Re cl}$

B). $U = U_0 e^{-kl}$

C). $U = U_0 kl$

D). $U = U_0 \Re cl$

41. Interferension xad qaysi javobda to'g'ri.

A). $2\sqrt{I_1 I_2} \cdot \cos(\alpha_2 - \alpha_1)$

B). $I = I_1 + I_2$

C). $I = I_1, I_2$

D). $I = \cos(\alpha_2 - \alpha_1)$

42. Interferension maximum qaysi javobda to'g'ri.

- A). $d_2 - d_1 = m\lambda$
- B). $d_2 - d_1 = (2m+1)\frac{\lambda}{2}$
- C). $\frac{d_2}{d_1} = m\lambda$
- D). $d_2 = d_1 m\lambda$

43. Interferension minimum qaysi javobda to'g'ri berilgan.

- A). $d_2 - d_1 = (2m+1)\frac{\lambda}{2}$
- B). $d_2 - d_1 = m\lambda$
- C). $\frac{d_2}{d_1} = \frac{m\lambda}{2}$
- D). $d_2 - d_1 = 0$

44. Interferension yul kengligi qaysi javobda to'g'ri berilgan.

- A). $\Delta y_m = \Delta y'_m = \frac{L}{l} \lambda$
- B). $\Delta y_m = l\lambda$
- C). $\Delta y'_m = l\lambda$
- D). $\Delta y_m + \Delta y_m^1 = \frac{L}{l} \lambda$

45. Interferension manzaraning kontrastligini xarakterlovchi parametрни aniqlang

- A). $V = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}}$
- B). $V = \frac{I_{max} + I_{min}}{I_{max} \cdot I_{min}}$
- C). $V = I_{max} + I_{min}$
- D). $V = I_{max} - I_{min}$

46. Nyuton korongi xalkasining radiusini toping

- A). $r_m = \sqrt{\lambda R d}$
- B). $r_m = \lambda R d$
- C). $r_m = \frac{\lambda}{R d}$
- D). $r_m = \frac{R d}{\lambda}$

47. Nyuton yorug xalkasiningn radiusini toping

A). $r_m = \sqrt{R\lambda\left(m - \frac{1}{2}\right)}$

B). $r_m = \sqrt{R\lambda d}$

C). $r_m = \sqrt{Rd}$

D). $r_m = \sqrt{R\left(m - \frac{1}{2}\right)}$

48. Agar uchinchi yorug xalkaning radiusi 1,1 mm ga teng bo'lsa, Nyuton xalkalari hosil kilishda ishlatilgan ($n=1,6$)yassi qavariq linzaning fokus masofasi topilsin.

A). $f=1,37$ м

B). $f=1$ м

C). $d=2$ м

D). $f=3$ м

49. Jamen interferometri qanday maksadda ishlatiladi

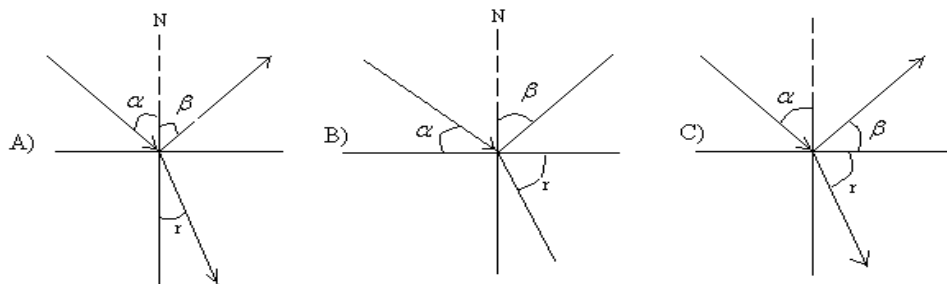
A). Bu interferometrning sezgirli juda katta shuning uchun u gazlar sindirish kursatgichini aniklashda ishlatiladi.

B). Spektral chiziklar tabiatini urganishda).

C). Kristallarni ustirishda

D). Hamma javoblar to'g'ri.

50. Qaysi javobda α - tushish, β - kaytish, r – sinish burchaklari to'g'ri belgilangan.



D). Hamma javob noto'g'ri.

51. Yorug'likning interferensiya hodisasi kachon ruy beradi.

A). Кушилувчи тулкинлар когерент булиши ва фазалар фарки доимий булиши шарт

B). Когерент булмаган икки тулкин кушилганда .

C). Иккита хар – хил частотали тулкин кушилганда

D). Хамма холат тугри.

52. Difraksion maksimum shartini aniqlang.

A). $d\sin\varphi = m \cdot \lambda$

- B). $d\sin\varphi = \frac{m}{\lambda}$
 C). $\sin\varphi = m\lambda$
 D). Hamma javoblar to'g'ri

53. Qaysi ifoda orqali Frenelning m- zonasini radiusini topish mumkin

- A). $\rho_m = \sqrt{\frac{Rr_0}{R+r_0}} m\lambda$
 B). $\rho_m = \sqrt{R\lambda m}$
 C). $\rho_m = \sqrt{\frac{\lambda}{R}}$
 D). Hamma javoblar to'g'ri

54. Uch ulchamli difraksion panjarani yasash mumkinmi.

- A). Yuk, u tabiiy xolda kristallarda mavjud
 B). Xa
 C). A,V
 D). Hamma javoblar to'g'ri.

55. Rentgen nurlari elektromagnit tulqindan iborat ekanligini kim kachon aniklagan.

- A). 1912 yil Laue tomonidan
 B). 1901 yilda Rentgen tomonidan
 C). Dirak tomonidan
 D). Eynshteyn tomonidan (1917).

56. Fizika sohasi buyicha birinchi Nobel mukofotini kim kachon olgan.

- A). 1901 yil B). Rentgen olgan
 B). 1905 yil A). Eynshteyn olgan
 C). 1913 yil N. Bor olgan
 D). 1900 yil M. Plank olgan

57. Golografiya goyasi uchun kim kachon Nobel mukofoti olgan.

- A). 1947 yil Gobor olgan
 B). 1666 yil I. Nyuton olgan
 C). 1873 yil Edison olgan
 D). 1964 yil Basov va Proxorovlar olgan

58. Golografiya qanday maksadda ishlatiladi.

- A). Xajmiy tasvir olish kino, televideniya, EXMlarni yangi tiplarini yaratishda
 B). Kosmonavtikada

- C). Yadro energiyasini olishda
D). Hamma javoblar to'g'ri

59. Chizikli kattalashtirishni toping

- A). $\Gamma = \frac{a_2}{a_1} \frac{n_1}{n_2} = \frac{y_2}{y_1}$ y_2 -tasvir ulchamining y_1 -buyum ulchamiga nisbati
B). $\Gamma = \frac{n_2}{n_1}$
C). $\Gamma = \frac{y_1}{y_2}$
D). Hamma javoblar to'g'ri.

60. Lagranj – Gelmgols teoremasini ifodasini aniqlang

- A). $y_1 n_1 u_1 = y_2 n_2 u_2$
B). $\frac{y_1}{n_1 u_1} = \frac{y_2}{n_2 u_2}$
C). $n_1(y_1 - u_1) = n_2(y_2 - u_2)$
D). javoblarda hammasi to'g'ri.

61. Aperturasi kattaroq bo'lgan nurlar dastasi bilan ish kurulganda anik tasvir olish uchun qanday shart bajarilishi lozim.

- A). $y_1 n_1 \sin u_1 = y_2 n_2 \sin u_2$
B). $y_1 n_1 u_1 = y_2 n_2 u_2$
C). $y_1 n_1 \cos \alpha = y_2 n_2 \cos \beta$
D). Javoblarning hammasi to'g'ri

62. Manba xar qanday joylashgan va fokus shunga yarasha joylashgan xar qanday xolda qavariq va botiq linzalar uchun ishlaydigan formulani aniqlang.

- A). $\frac{1}{a_2} - \frac{1}{a_1} = (N-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$
B). $\frac{1}{a_2} - \frac{1}{a_1} = (N-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$
C). $\frac{1}{a_2} - \frac{1}{a_1} = (N-2) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$
D). $\frac{3}{a_2} - \frac{1}{a_1} = (N-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$

63. Qavariq linza va botiq kuzgu uchun to'g'ri formulani aniqlang.

- A). $\frac{1}{F} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2}$

- B). $\frac{1}{F} = \frac{3}{a_1} + \frac{1}{a_2}$
 C). $\frac{1}{F} = \frac{1}{a_1} + \frac{2}{a_2}$
 D). Hamma javob to'g'ri.

64. Botiq linza va qavariq kuzgu uchun to'g'ri ifodani aniqlang.

- A). $-\frac{1}{F} = \frac{1}{a_1} - \frac{1}{a_2}$
 B). $-\frac{1}{F} = \frac{6}{a_1} - \frac{1}{a_2}$
 C). $-\frac{1}{F} = \frac{2}{a_1} - \frac{1}{a_2}$
 D). Hamma javoblar to'g'ri

65. Jismga tushayogan nur tula qaytadi, bunday jism qanday jism deyiladi.

- A). $\rho_{\lambda,T} = 1$, $a_{\lambda,T} = 0$, shart bajariladi va jism absolyut oq jism deb ataladi.
 B). jism qora
 C). jism sariq
 D). jism ko'k

66. Stefan - Bolsman konuni to'g'ri ifodasini toping.

- A). $E_T = \sigma T^4$
 B). $E_T = -\sigma T^4$
 C). $E_T = \sigma T^5$
 D). $E_T = \sigma T^6$

67. Absolyut qora jism nurlanish spektrini qanday izoxlaysiz.

- A). Absolyut qora jism nurlanish spektri uzluksiz va xar bir temperaturaga oid egri chizikda max. mavjud bo'lib u temperatura oshgan sari kiska tulqin tarafga siljiydi.
 B). Absolyut qora jism nurlanish spektri uzlukli
 C). Absolyut qora jism xech qanday nurlanish spektriga ega emas
 D). Javoblarning hammasi noto'g'ri.

68. Absolyut qora jismning nur chiqarish kobiliyatining maksimumiga mos keluvchi λ_m tulqin uzunlikning absolyut temperaturaga kupaytmasi qanday kattalik

- A). Uzgarimas kattalik
 B). Uzgaruvchan kattalik

- C). Unaka kupaytma yuk
- D). Javoblarning hammasi noto'g'ri

69. Fotoelektronlarning boshlangich tezliklarining maksimal qiymati nimaga bog'liq.

- A). Yorug'lik tulqin uzunligiga bog'liq
- B). Yorug'lik intensivligiga bog'liq
- C). Yorug'lik tulqin uzunligiga xam intensivligiga xam bog'liq emas.
- D). Hamma javoblar noto'g'ri.

70. Tashqi fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasini aniqlang.

- A). $h\nu = A_r + \frac{m_e g_{max}^2}{2}$
- B). $h\nu = A_r$
- C). $h\nu > A_r$
- D). $h\nu < A_r$

71. Qaysi shart bajarilganda fotoeffekt hodisasi amalga oshadi.

- A). S va D
- B). $h\nu < A_r$
- C). $h\nu = A_r$
- D). $h\nu > A_r$

72. Fotoeffektning qizil chegarasini ifodalovchi ifodani aniqlang.

- A). $A_r = h\nu_\kappa$
- B). $A_r = \frac{h}{\nu_\kappa}$
- C). $A_r > h\nu_\kappa$
- D). $h\nu_\kappa < A_r + \frac{m_e g^2}{2}$

73. Yorug'likning kombinatsion sochilishini to'g'ri tariflang

- A). Sochilgan yorug'lik chastotasi ν^1 , tushuvchi yorug'lik chastotasi ν_0 bilan molekula xususiy tebranishi chastotasi ν_1 kombinatsiyasidan iborat, ya'ni $\nu^1 = \nu_0 \pm \nu_1$
- B). $\nu^1 = \nu_i$
- C). $\nu^1 = \nu_0$
- D). Hamma javoblar to'g'ri

74. Kombinatsion sochilishda Stoks chizigi chastotasi qanday ifodalanadi.

- A). $\nu' = \nu_0 - \nu_i$ ν' – sochilgan yorug'lik chastotasi
- B). $\nu' = \nu_0 + \nu_i$ ν_0 – tushuvchi yorug'lik chastotasi
- C). $\nu' = \nu_0$ ν_i – molekulaning xususiy tebranish chastotasi
- D). $\nu' = \nu_i$

75. Kombinatsion sochilishda Antistoks chizigi chastotasi qanday ifodalanadi.

- A). $\nu' = \nu_0 + \nu_i$
- B). $\nu' = \nu_0 + \nu_i^3$
- C). $\nu' = \nu_0 + \nu_i^2$
- D). $\nu' = \nu_0$

76. Releyning birinchi konuni deb yuritiladigan va osmonning moviyligini tushuntira oladigan ifodani toping.

- A). $I \sim \frac{1}{\lambda^4}$
- B). $I \sim \lambda^4$
- C). $I \sim \frac{5}{\lambda^4}$
- D). $I \sim \frac{1}{\lambda^6}$

77. Molekulalarning kombinatsion sochilish spektrini urganishda qaysi parametr asosiy rol uynaydi.

- A). γ - Kutblanuvchanlik koefitsiyenti
- B). p -Dipol momenti
- C). ε - Elektr singdiruvchanligi
- D). μ - Magnit sindiruvchanligi.

78. Qaysi shart bajarilganda energetik satxlarning invers bandligi amalga oshadi

- A). $N_m / g_m > N_n / g_n$ N_m – yukorigi satxning sermolekulaligi
- B). $N_m / g_m = N_n / g_n$ N_n - asosiy satxning sermolekulaligi
- C). $N_m / g_m < N_n / g_n$ g_m, g_n - mos ravishda xolatlarining statistik ogirliklari.
- D). Hammasi noto'g'ri.

79. Ne – Ne lazerining infrakizil (kuzga kurinuvchi) sohadagi tulqin uzunligini aniqlang

A). $\lambda = 6328 \text{ }^0\text{A}$

B). $\lambda = 4880 \text{ }^0\text{A}$

C). $\lambda = 600 \text{ }^0\text{A}$

D). $\lambda = 5000 \text{ }^0\text{A}$

80. Argon (Ar+) lazerining (kuzga kurinuvchi) binafsha sohadagi tulqin uzunligini aniqlang.

A). $\lambda = 4880 \text{ }^0\text{A}$

B). $\lambda = 4000 \text{ }^0\text{A}$

C). $\lambda = 3000 \text{ }^0\text{A}$

D). $\lambda = 4090 \text{ }^0\text{A}$

81. Suyuk yoki gazsimon izotrop dielektrik elektr maydoniga joylashtirilganda anizotropiya vujudga kelishini kim aniklagan.

A). J. Kerr

B). A. Eynshteyn

C). M. Plank

D). N. Bor

82. Kuchli magnit maydon ta'sirida ba'zi izotrop jismlarda (suyuklik, shisha va kalloidlar) optik anizotropiya vujudga kelishini kimlar aniklagan.

A). E.Kotton, va X Muton

B). N. Bor va M. Plank

C). A.Eynshteyn va Jaul

D). Muton va M. Plank

83. Yorug'lik dispersiyasi necha turga bulinadi.

A). Yorug'lik dispersiyasi ikki turga normal va anamal dispersiyasiga bulinadi.

B). Uch turga

S). turt turga

D). Olti turga

84. Anamal dispersiyani kim tajribada aniklagan.

A). Leru

B). A. Eynshteyn

S). M.Plank

D). N. Bor

85. Lazerlarni kimlar kashf etgan, kimning goyasi asosida.

A). Basov, Proxorov va amerikalik Tauyenslar tomonidan,

Fabrikant goyasi asosida 1958 yilda yaratilgan.

B). A. Eynshteynning majburiy nurlanish goyasi asosida Proxorov tomonidan

C). Proxorovning Fabri-Pero eteloni goyasi asosida M. Plank tomonidan.

D). Hamma javoblar to'g'ri.

86. Yorug'likning kombinatsion sochilish hodisasi kim tomonidan kashf etilgan, qaysi yili.

A). 1928 yili Landsberg, Mandelshtam va Hindistonlik Roman uzining shogirdi bilan.

B). Frank tomonidan, 1930 yili.

C). N. Bor tomonidan 1913 yili

D). A. Eynshteyn 1916 yil.

87. Gorizontal yorug'lik nuri vertikal joylashgan kuzguga tushadi. Kuzgu uz uki atrofida α burchakka buriladi. Qaytgan nur qancha burchakka buriladi

A). 2α

B). 5α

C). 3α

D). 4α

88. Agar buyum egrilik radiusi 40sm bo'lgan qavariq sferik kuzgudan 30 sm uzaklikka joylashtirilgan bo'lsa, kuzgudagi buyumning tasviri qanday masofada bo'ladi.

A). $a_2 = 0,12\text{ m}$, $y' = -8\text{ mm}$. Tasvir mavxum, to'g'ri va kichraygan

B). $a_2 = 0,11\text{ m}$, $y' = -8\text{ mm}$.

C). $a_2 = 0,11\text{ m}$, $y' = -6\text{ mm}$.

D). $a_2 = 0,12\text{ m}$, $y' = -4\text{ mm}$.

89. Egrilik radiusi 40 sm bo'lgan botiq sferik kuzguda natural kattaligining yarimicha keladigan haqiqiy tasvir olinmokchi. Buyumni kayrga kuyish kerak va tasvir kayrda olinadi.

A). $a_1 = -0,6\text{ m}$, $a_2 = -0,3\text{ m}$

B). $a_1 = -0,5\text{ m}$, $a_2 = -1,3\text{ m}$

C). $a_1 = -2,6\text{ m}$, $a_2 = -0,3\text{ m}$

D). $a_1 = -0,6\text{ m}$, $a_2 = -0,4\text{ m}$

90. Botiq sferik kuzgu oldiga uning bosh optik ukiga bu ukka tik xolda yonib turgan sham urnatilgan. Sham bilan kuzgu chukkisi orasidagi masofa $\frac{4}{3}F$ ga teng. Botiq kuzgudagi shamning tasviri fokus masofasi $F_1=2F$ bo'lgan qavariq kuzguga tushadi. Kuzgular urtasidagi masofa $3F$ ga teng bo'lib ularning uklari bir to'g'ri chizikda yotadi. Birinchi kuzgudagi shamning tasviri ikkinchi

kuzguga nisbatan mavxum buyum rolini uynab ikkala kuzgu urtasida joylashgan haqiqiy tasvirni beradi. Shu tasvir chizilschin va sistemaning umumiy chiziqli kattalashtirilishi hisoblab chiqarilsin.

- A). Sistemaning umumiy chiziqli kattalashuvi 6 ga baravar.
- B). Sistemaning umumiy chiziqli kattalashuvi 9 ga baravar.
- C). Sistemaning umumiy chiziqli kattalashuvi 10 ga baravar.
- D). Sistemaning umumiy chiziqli kattalashuvi 3 ga baravar.

91. Bir shishaning sindirish kursatkichi 1,5, ikkinchisini 1,7. Ikkala shishadan shakli bir xilda bo'lgan ikkita bir xil ikki yoklama qavariq linza yasalgan. Bu linzalar fokus masofalarining nisbati topilsin.

Agar linzalar sindirish kursatkichi 1,6 bo'lgan tinik suyuklikka botrilsa, ularning xar biri optik ukka parallel bo'lgan nurlarga qanday ta'sir kursatadi?

- A). $\frac{F_1}{F_2} = 1,4$; 2) mazkur suyuklikda birinchi linza sochuvchi linza

sifatida, ikkinchisi esa – yiguvchi linza sifatida ishlaydi.

- B). $\frac{F_1}{F_2} = 1,7$; 2) mazkur suyuklikda birinchi linza sochuvchi linza sifatida,

ikkinchisi esa - yiguvchi linza sifatida ishlaydi.

- C). $\frac{F_2}{F_1} = 1,9$; 2) mazkur suyuklikda birinchi linza sochuvchi linza sifatida,

ikkinchisi esa – yiguvchi linza sifatida ishlaydi.

- D). $\frac{F_1}{F_2} = 1,2$; 2) mazkur suyuklikda birinchi linza sochuvchi linza sifatida,

ikkinchisi esa – yiguvchi linza sifatida ishlaydi.

92. Mikroskop obyektivining fokus masofasi 2mm, okulyarining fokus masofasi esa 40 mm . Obyektiv fokus bilan okulyar fokusi urtasidagi masofa 18 sm. Mikroskopni kattalashtirishi topilsin.

- A). $k=562$
- B). $k=563$
- S). $k=652$
- D). $k=565$

93. Teleskop fokus masofasi 10 sm bo'lgan obyektiv va fokus masofasi 10 sm bo'lgan okulyarga egA). Agar tulin Oy kurollanmagan kuzga 31' burchak bilan kurinsa, maskur teleskopdan qanday kurish burchagi bilan kurinadi?

- A). $7^{\circ}45'$ burchak bilan
- B). $7^{\circ}50'$ burchak bilan
- C). $7^{\circ}60'$ burchak bilan
- D). $7^{\circ}90'$ burchak bilan

94. Yorug'lik kuchi 100 sham keladigan elektr lampochkasining spiral simi, diametri: 1) 5 sm va 2) 10 sm bo'lgan xira sferik kolba ichiga joylashtirilgan. Ikkala xolda xam lampochkaning yorug'ligi va ravshanligi topilsin. Kolba kobigidagi yorug'lik isrofi hisobga olinmasin.

- A). $R_1 = 1,6 \cdot 10 \text{ лм} / \text{м}^2$; $B_1 = 5,1 \cdot 10^4 \text{ нт}$;
 $R_2 = 4 \cdot 10^4 \text{ лм} / \text{м}^2$; $B_2 = 1,27 \cdot 10^4 \text{ нт}$.
- B). $R_1 = 1,6 \cdot 10 \text{ лм} / \text{м}^2$; $B_1 = 5,1 \cdot 10^4 \text{ нт}$;
 $R_2 = 4 \cdot 10^2 \text{ лм} / \text{м}^2$; $B_2 = 1,27 \cdot 10^4 \text{ нт}$.
- C). $R_1 = 1,6 \cdot 10 \text{ лм} / \text{м}^2$; $B_1 = 5,1 \cdot 10^4 \text{ нт}$;
 $R_2 = 4 \cdot 10^4 \text{ лм} / \text{м}^2$; $B_2 = 1,27 \cdot 10^4 \text{ нт}$.
- D). $R_1 = 1,6 \cdot 10 \text{ лм} / \text{м}^2$; $B_1 = 5,1 \cdot 10^4 \text{ нт}$;
 $R_2 = 4 \cdot 10^4 \text{ лм} / \text{м}^2$; $B_2 = 1,27 \cdot 10^{-1} \text{ нт}$.

95. Yorug'lik nuri yassi – parallel shisha plastinkaga 30° burchak bilan tushib, undan dastlabki nurga parallel xolda chiqadi. Shishaning sindirish kursatkichi 1,5. Agar nurlar urtasidagi masofa 1,94 sm bo'lsa, plastinkaning d kalinligi qancha?

- A). $d=0,1 \text{ m}$
V). $d=0,4 \text{ m}$
C). $d= 0,7 \text{ m}$
D). $d = 0,6 \text{ m}$

96. Suvga shungigan kishi botib borayotgan Kuyoshni qaysi yunalishda kuradi?

- A). Cuv yuzasiga $48^\circ 45'$ burchak hosil qilib
B). Cuv yuzasiga $48^\circ 60'$ burchak hosil qilib
C). Cuv yuzasiga $50^\circ 45'$ burchak hosil qilib
D). Cuv yuzasiga $70^\circ 80'$ burchak hosil qilib

97. Agar ikkinchi va yigirmanchi korongi Nyuton xalkalari urtasidagi masofa 4,8 mm bo'lsa, uchinchi va un oltinchi qorong'u xalkalar urtasidagi masofa qanchaga teng? Kuzatish qaytgan yorug'likda olib boriladi.

- A). 3, 6 mm
B). 4, 6 mm
C). 2, 5 mm
D). 3, 9 mm

98. Nyuton xalkalari kuzatiladigan qurilmada linza bilan shisha plastinka urtasidagi bushlik suyuklik bilan tuldirilgan. Agar uchinchi yorug xalka radiusi 3,65mm ga teng bo'lib chiqsa, suyuklikning sindirish kursatkichi aniklansin. Kuzatish utuvchi yorug'likda olib boriladi . Linzaning egrilik radiusi 10 m . Yorug'likning tulqin uzunligi $5,89 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$.

- A). $n=1,33$
B). $n= 1,5$
C). $n= 1,4$
D). $n= 1,2$

99. Nyuton xalkalari kuzatiladigan qurilma qaytgan yorug'likda normal tushuvchi monoxromatik yorug'lik $\lambda = 5 \cdot 10^3 \text{ \AA}$ bilan yoritiladi. Linza bila shisha plastinka o'rtasi suvga tulgazilgan. Uchinchi yorug'lik xalka kuzatiladigan joydagi linza bilan plastinka o'rtasidagi suv katlami kalinligi topilsin.

- A). $4,7 \cdot 10^{-7} \text{ m}$
- B). $4,7 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
- C). $4,7 \cdot 10^8 \text{ m}$
- D). $4,7 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

100. Nyuton xalkalarini hosil kiladigan qurilma monoxromatik yorug'lik bilan yoritilmokda Kuzatish qaytgan yorug'likda olib borilmokda). Ikki kushni qora xalkalarning raduslari mos xolda 4,0 mm va 4,38 mm Linzaning egrilik radiusi 6,4 m. Xalkalarning tartib nomerlari va tushayotgan yorug'likning tulqin uzunligi topilsin.

- A). $k=5, \quad k+1=6 \quad \lambda=5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$
- B). $k=5, \quad k+1=6 \quad \lambda=5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$
- C). $k=5, \quad k+1=6 \quad \lambda=5 \cdot 10^{-4} \text{ m}$
- D). $k=5, \quad k-1=6 \quad \lambda=5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

Yakuniy nazorat variantlari.

Tasdiqlayman
Dekan_____prof. B.Xayriddinov

Fizika-matematika fakulteti fizika yo'nalishi II-kurs talabalari uchun «Optika»fanidan
yakuniy nazorat savollari

1- VARIANT

1. Optika va uning ilm, fan va texnika taraqqiyotidagi roli.
2. Yorug'lik o'tkazgichlari. Nur tola optikasi.
3. Yorug'likning ikki muhit chegarasida qaytish hodisasi.
4. Difraksion panjara.
5. Atom tuzilishi haqidagi tasavvurlar. Atom tuzilishining turli modellari.
6. Gorizontaal yorug'lik nuri vertikal joylashgan kuzguga tushadi. Kuzgu o'z o'qi atrofida α burchakka buriladi. Qaytgan nur qancha burchakka buriladi?

Kafedra mudiri: dots. B.Qo'lyiev
Tuzuvchi o'qituvchi: dots. B.Qo'lyiev

Tasdiqlayman
Dekan_____prof. B.Xayriddinov

Fizika-matematika fakulteti fizika yo'nalishi II-kurs talabalari uchun «Optika»fanidan
yakuniy nazorat savollari

2- VARIANT

1. Optika sohasidagi nazariyalar, taraqqiyotdagi bosh davrlar.
2. Stefan-Boltsman qonuni.
3. Yorug'likni sinish qonuni $\frac{\sin \alpha}{\sin z} = n_{2,1}$ formulani keltirib chiqarish.
4. Golagrafiyaning optik hisoblash mashinalarida ishlatilishi.
5. Mendelevning elementlar davriy sistemasi.
6. Botiq sferik kuzguning egrilik radiusi 20 sm. Kuzgudan 30 sm uzoqlikda balandligi 1 sm bo'lgan buyum qo'yilgan. Tasvirning vaziyati va balandligi topilsin. Chizmasi berilsin.

Kafedra mudiri: dots. B.Qo'lyiev
Tuzuvchi o'qituvchi: dots. B.Qo'lyiev

Tasdiqlayman
Dekan_____prof. B.Xayriddinov

Fizika-matematika fakulteti fizika yo'nalishi II-kurs talabalari uchun «Optika»fanidan
yakuniy nazorat savollari

3- VARIANT

1. Geometrik optikaning asosiy qonunlari.
2. Issiqlik nurlanishi (absolyut qora va oq jismlar).
3. Yorug'likni to'la ichki qaytish hodisasi.
4. Interferentsiyaning umumiy holi.
5. Elektronning kashf qilinishi. Optik elektron?
6. Agar buyum egrilik radiusi 40 sm bo'lgan qavariq sferik ko'zgudan 30 sm uzoqlikka joylashtirilgan bo'lsa, ko'zgudagi buyumning tasviri qanday masofada hosil bo'ladi? Buyum 2 sm kattalikda bo'lsa, tasvirning kattaligi qanday bo'ladi? Hisoblash milli metrli qog'ozda grafik yo'l bilan tekshirilsin.

Kafedra mudiri: dots. B.Qo'yliev
Tuzuvchi o'qituvchi: dots. B.Qo'yliev

Tasdiqlayman
Dekan_____prof. B.Xayriddinov

Fizika-matematika fakulteti fizika yo'nalishi II-kurs talabalari uchun «Optika»fanidan
yakuniy nazorat savollari

4- VARIANT

1. Asosiy fotometrik kattaliklar.
2. Optik aktiv muhit.
3. Optik diapozondan Axborot tuzatishda foydalanish.
4. Yorug'lik hodisasining mustaqillik qonuni.
5. α -zarrachalar va ularning xossalari. α -zarralarning sochilish nazariyasi.
6. Qavariq sferik kuzguning egrilik radiusi 60sm. Kuzgudan 10 sm uzoqlikda balandligi 2 sm keladigan buyum qo'yilgan. Tasvirning vaziyati va balandligi topilsin. Chizmasi berilsin.

Kafedra mudiri: dots. B.Qo'yliev
Tuzuvchi o'qituvchi: dots. B.Qo'yliev

Tasdiqlayman
Dekan_____prof. B.Xayriddinov

Fizika-matematika fakulteti fizika yo'nalishi II-kurs talabalari uchun «Optika»fanidan
yakuniy nazorat savollari

5- VARIANT

1. Elektromagnit to'liqning fazoviy va gruppaviy tezligi.
2. Invers bandlangan va metastabil holat.
3. Elektromagnit to'liqin shkalasi.
4. Ikki va uch o'lchamli difraktsion panjara.
5. Rentgen nurlari. Rentgen nurlarining sochilishi va yutilishi.
6. Egrilik radiusi 40 sm bo'lgan botiq sferik kuzguda natural kattaligining yarimicha keladigan haqiqiy tasvir olinmoqda.

Kafedra mudiri:	dots. B.Qo'yliev
Tuzuvchi o'qituvchi:	dots. B.Qo'yliev

Tasdiqlayman
Dekan_____prof. B.Xayriddinov

Fizika-matematika fakulteti fizika yo'nalishi II-kurs talabalari uchun «Optika»fanidan
yakuniy nazorat savollari

6- VARIANT

1. Yorug'lik to'liqining kundalang to'liqin ekanligi.
2. Frenel defraktsiyasi va Frenel zonalar nazariyasi.
3. Ikki nurli interferometrlar.
4. Ne-Ne lazerining ishlash printsipli.
5. Rentgen nurlarining kristall panjaradagi difraktsiyasi. Chiziqli va tutash spektrlar.
6. Buyumning botiq sferik kuzgudagi tasviri uning o'z kattaligidan ikki marta katta.
Buyum bilan tasvir o'rtasidagi. Masofa 15 sm. Kuzguning: 1) fokus masofasi va
2) optik ko'chi aniqlansin.

Kafedra mudiri:	dots. B.Qo'yliev
Tuzuvchi o'qituvchi:	dots. b.qo'yliev

Tasdiqlayman
Dekan_____prof. B.Xayriddinov

Fizika-matematika fakulteti fizika yo'nalishi II-kurs talabalari uchun «Optika»fanidan
yakuniy nazorat savollari

7-VARIANT

1. Qaytishda va sinishda qutblanish. Bryuster, Malyus qonunlari.
2. Fraunhofer difraktsiyasi.
3. Tindal tajribasi.
4. Interferentsiyani ishlatilishi.
5. Borning kvant postulatlari. Frank va Gerts tajribalari.
6. Botiq sferik kuzgu oldiga uning bosh optik o'qiga bu o'qqa tik holda yonib turgan sham o'rnatilgan. Sham bilan kuzgu cho'qqisi orasidagi masofa $\frac{4}{3} F$ ga teng. Botiq kuzgudagi shamning tasviri fokus masofasi $F=2F$ bo'lgan kvarik kuzguga tushadi. Kuzgular o'rtasidagi masofa $3F$ ga teng bo'lib, ularning o'qlari bir to'g'ri chiziqda yotadi. Birinchi kuzgudagi shamning tasviri ikkinchi kuzguga nisbatan mavxum buyum rolini o'ynab, ikkala kuzgu o'rtasida joylashgan haqiqiy tasvirni beradi. Shu tasvir chizilsin va sistemaning umumiy chiziqli kattalashtirilishi hisoblab chiqarilsin.

Kafedra mudiri:	dots. B.Qo'yliev
Tuzuvchi o'qituvchi:	dots. B.Qo'yliev

Tasdiqlayman
Dekan_____prof. B.Xayriddinov

Fizika-matematika fakulteti fizika yo'nalishi II-kurs talabalari uchun «Optika»fanidan
yakuniy nazorat savollari

8-VARIANT

1. Ikkiga ajralib sinishdagi qutblanish, polarizatorlar.
2. Yorug'likning sochilish hodisasi.
3. Anomal va normal dispersiya.
4. Fotoeffekt qonunlari.
5. Spontan nurlanish. Plank formulasini Eynshteyn usulida keltirib chiqarish.
6. Egrilik radiusi 16 m ga teng. Sferik reflektorda olinadigan Quyoshning tasviri qaerda va qanday kattalikda bo'ladi?

Kafedra mudiri:	dots. B.Qo'yliev
Tuzuvchi o'qituvchi:	dots. B.Qo'yliev

Tasdiqlayman
Dekan_____prof. B.Xayriddinov

Fizika-matematika fakulteti fizika yo'nalishi II-kurs talabalari uchun «Optika»fanidan
yakuniy nazorat savollari

9 – VARIANT

1. Optik anizotropiyani so'niy ravishda hosil qilish.
2. Dispersionni elektron nazariyasi.
3. Foton va uning xarakteristikalar.
4. Fotoeffektning qizil chegarasi.
5. Induktsiyalangan nurlanish xossalari. Lazerlar va mazerlar .
6. Teshigining diametri 40 sm bo'lgan botiq sferik kuzguning egrilik radiusi 60 sm.
Bosh o'qqa parallel bo'lgan chetki nurlarning bo'ylama va ko'ndiruvchi sferik
aberratsiyalari topilsin.

Kafedra mudiri:	dots. B.Qo'lyiev
Tuzuvchi o'qituvchi:	dots. B.Qo'lyiev

Tasdiqlayman
Dekan_____prof. B.Xayriddinov

Fizika-matematika fakulteti fizika yo'nalishi II-kurs talabalari uchun «Optika»fanidan
yakuniy nazorat savollari

10-VARIANT

1. Yorug'likning yutilish hodisasi, Buger – Beer qonuni.
2. Kombinatsion sochilish.
3. Ko'p nurli interferometrlar.
4. Kogerentlik va uni hosil qilish.
5. Optik kvant generatorlari.
6. Yorug'lik nuri yassi- parallel shisha plastinkaga 30 gradus burchak bilan tushib, undan
dastlabki nurga parallel xolda chiqadi. Shishaning sindirish ko'rsatkichi 1,5. Agar
nurlar o'rtasidagi masofa 1,94 sm bo'lsa, plastinkaning qalinligi qancha?

Kafedra mudiri:	dots. B.Qo'lyiev
Tuzuvchi o'qituvchi:	dots. B.Qo'lyiev

Tasdiqlayman
Dekan_____prof. B.Xayriddinov

Fizika-matematika fakulteti fizika yo'nalishi II-kurs talabalari uchun «Optika»fanidan
yakuniy nazorat savollari

11 – VARIANT

1. Teng qalinlikka tegishli interferentsiya.
2. Puasson dogi, zonali plastinka.
3. Gyugens – Frenel printsipli.
5. Atomlar xossalariidagi qonuniyatlar. Atomlar optik spektrlari. Spektral seriyalar va termlar.
6. Monoxromatik nur sindirish burchagi 40 gradus bo'lgan prizmaning yon sirtiga normal tushmoqda . 40 gradus bo'lgan prizmaning yon sirtiga normal tushmoqda. Bu nur uchun prizma materialining sindirish ko'rsatkichi 1,5 prizmadan chiqayotgan nurning dastlabki yo'nalishdan og'ishi topilsin.

Kafedra mudiri:	dots. B.Qo'yliev
Tuzuvchi o'qituvchi:	dots. B.Qo'yliev

Tasdiqlayman
Dekan_____prof. B.Xayriddinov

Fizika-matematika fakulteti fizika yo'nalishi II-kurs talabalari uchun «Optika»fanidan
yakuniy nazorat savollari

12- VARIANT

1. Golografiya .
2. Linzaning umumiy formulasini keltirib chiqarish
3. Qavariq ko'zguda tasvir yasang.
4. Yorug'likning bosimi.
5. Vodorod atomi uchun Bor nazariyasi. Energiya sathlari diagrammalari.
6. Natriyning sariq chizig'i uchun ($\lambda = 5,89 \cdot 10^{-7} \text{ m}$) kvarts linzaning bosh fokus masofasi 16 sm bo'lsa , simob spektr ultrabinafsha chizig'i uchun ($\lambda = 2,59 \cdot 10^{-7} \text{ m}$) kvarts linzaning bosh fokus masofasi topilsin. Ko'rsatilgan to'lqin uzunliklari uchun kvartsning sindirish ko'rsatkichi mos holda 1,504 va 1,45

Kafedra mudiri:	dots. B.Qo'yliev
Tuzuvchi o'qituvchi:	dots. B.Qo'yliev

Tasdiqlayman
Dekan_____prof. B.Xayriddinov

Fizika-matematika fakulteti fizika yo'nalishi II-kurs talabalari uchun «Optika»fanidan
yakuniy nazorat savollari

13-VARIANT

1. Ko'z optik sistemasi.
2. Linzalarda tasvir yasang.
3. Rentgen nurlari va ularning difraktsiyasi.
4. Osmonni moviyligini tushuntiring.
5. Fotoeffekt. Fotoeffektning qizil chegarasi.
6. Egrilik radiuslari va sindirish ko'rsatgichi $n = 1,5$ bo'lgan ikki yuklama linzaning ikki bosh fokuslari egrilik markazlarida yetishi isbot qilinsin.

Kafedra mudiri:	dots. B.Qo'yliev
Tuzuvchi o'qituvchi:	dots. B.Qo'yliev

Tasdiqlayman
Dekan_____prof. B.Xayriddinov

Fizika-matematika fakulteti fizika yo'nalishi II-kurs talabalari uchun «Optika»fanidan
yakuniy nazorat savollari

14-VARIANT

1. Releyning birinchi qonuni.
2. ultratovush tulqinlvrida yorug'lik difraktsiyasi.
3. Spektral chiziqlarni ajratish uchun Reley kriteriyasi.
4. Kuzgularda tasvir yasash.
5. Kompton effekti. Kompton effektining nazariyasi.
6. Diametri 1,2 m bo'lgan dumaloq stolning markaziga, uning sirtidan 40 sm balandlikda bir lampochkali stol lampasi qo'yilgan. Stol markazining ustida, uning sirtidan 2 m balandlikda 4 ta shunday lampochkalardan iborat lyustra osilgan. Qaysi holda stol qirralarining yoritilganligi ortadi (va necha baravar): stol lampasi yongandami yoki lyustra yongadimi?

Kafedra mudiri:	dots. B.Qo'yliev
Tuzuvchi o'qituvchi:	dots. B.Qo'yliev

Tasdiqlayman
Dekan_____prof. B.Xayriddinov

Fizika-matematika fakulteti fizika yo'nalishi II-kurs talabalari uchun «Optika»fanidan
yakuniy nazorat savollari

15-VARIANT

- 1.Kattalashtirish Lagranj-Gelmgolts teoremasi.
- 2.Jismlarning nur chiqarish va nur yutish qobiliyatlari.
- 3.Sinush qonunini. Nyuton va Gyugens qarashlariga asosan tushuntirining.
- 4.Nyuton halqalari.
- 5.Noaniqlik munosabatlari. Shredinger tenglamasi.
- 6.Normal tushayotgan quyosh nurlaridan yer sirtining yoritilganligi topilsin. Quyoshning ravshanligi 1,2K 109nt.

Kafedra mudiri:	dots. B.Qo'yliev
Tuzuvchi o'qituvchi:	dots. B.Qo'yliev

Tasdiqlayman
Dekan_____prof. B.Xayriddinov

Fizika-matematika fakulteti fizika yo'nalishi II-kurs talabalari uchun «Optika»fanidan
yakuniy nazorat savollari

16-VARIANT

- 1.Interferentsion min va max sharti.
- 2.Yorug'likni yutilish hodisasi.
- 3.Quyoshning botishida va chiqishida qizarib ko'rinishini tushuntiring.
- 4.Yoritilganlik va yorituvchanlik.
- 5.Elektron spini. Shtern-Gerlax tajribasi. Elektronning to'la magnit momenti. Nozik struktura.
6. Agar α -zarrachalar dastasi buylab kuzatilganida geliy chizig'ining ($\lambda=4922\text{A}$) maksimal doppler siljishi 8A ga teng bo'lsa, geliy razryad trubkasining elektrodleri orasiga qanday potentsiallar ayirmasi qo'yilgan bo'ladi?

Kafedra mudiri:	dots. B.Qo'yliev
Tuzuvchi o'qituvchi:	dots. B.Qo'yliev

Tasdiqlayman
Dekan_____prof. B.Xayriddinov

Fizika-matematika fakulteti fizika yo'nalishi II-kurs talabalari uchun «Optika»fanidan
yakuniy nazorat savollari

17-VARIANT

- 1.Kurish funktsiyasi.
- 2.Kompton effekti.
- 3.Yorug'likni tug'ri chiziq bo'ylab tarqalish qonuni.
- 4.Releyning sochilish nazariyasi.
- 5.Ishqoriy metallar atomlarining spektrlari. Murakkab atomlar energiya sathlari.
- 6.Andromeda « ϵ » yulduzining spektri fotosuratga olinganida titan chizig'i
($\lambda = 4,954 \cdot 10^{-8} \text{m}$) spektrning binafsha uchi tomon harakat qiladi?

Kafedra mudiri:	dots. B.Qo'yliev
Tuzuvchi o'qituvchi:	dots. B.Qo'yliev

Tasdiqlayman
Dekan_____prof. B.Xayriddinov

Fizika-matematika fakulteti fizika yo'nalishi II-kurs talabalari uchun «Optika»fanidan
yakuniy nazorat savollari

18-VARIANT

- 1.Svetofozni optikaga bog'lab tushuntiring.
- 2.Yorug'likni elektromagnit nazariyasi.
- 3.Intensivlik,ravshanlik tushunchalari.
- 4.Periskopning ishlash printsipi.
5. Tanlash qoidasi.Termning multipletligi. Pauli printsipi.
- 6.Agar yashil yorug'lik filtrini($\lambda = 5 \cdot 10^{-5} \text{m}$) qizil yorug'lik filtriga ($\lambda = 6,5 \cdot 10^{-5} \text{m}$)
almashtirilsa, Yung tajribasida ekrandagi qo'shni interferentsiya yullari o'rtasidagi
masofa necha marta oshadi?

Kafedra mudiri:	dots. B.Qo'yliev
Tuzuvchi o'qituvchi:	dots. B.Qo'yliev

Tasdiqlayman
Dekan_____prof. B.Xayriddinov

Fizika-matematika fakulteti fizika yo'nalishi II-kurs talabalari uchun «Optika»fanidan
yakuniy nazorat savollari

19-VARIANT

- 1.To'la ichki qaytish hodisasi va uni qo'llanilishi.
- 2.Interferentsiya haqida umumiy tushunchalar.
- 3.Frenl zonalar nazariyasi.
- 4.Zonali plastinka.
- 5.Zemmanning normal va anomal effektlari.
- 6.Beshinchi va yigirma beshinchi yorug' Nyuton halqalari o'rtasidagi masofa 9 mm ga teng. Linzaning egrilik radiusi 15 m. Ko'rilmagan normal tushayotgan monoxromatik yorug'likning to'lqin uzunligi topilsin. Kuzatish qaytgan yorug'likda olib boriladi.

Kafedra mudiri:	dots. B.Qo'yliev
Tuzuvchi o'qituvchi:	dots. B.Qo'yliev

Tasdiqlayman
Dekan_____prof. B.Xayriddinov

Fizika-matematika fakulteti fizika yo'nalishi II-kurs talabalari uchun «Optika»fanidan
yakuniy nazorat savollari

20-VARIANT

- 1.Optik anizotropiyani sun'iy ravishda hosil qilish.
- 2.Spektrometrlar. DFS-12,difraksion reshetka.
- 3.Lazerlar.
- 4.Lazerlarning ishlatilishi.
- 5.Yadro protonlar va neyronlarning uzaro ta'sirlashuvchi sistemasi sifatida. Yadro zaryadi. Massa soni va yadro massasi. Izotonlar. Izotoplar. Izobarlar.
6. Quyosh 1 minutda qancha miqdor energiya chiqaradi? Quyosh nurlanishi absolyut qora jism nurlanishiga yaqin deb hisoblansin. Quyosh sirtining temperaturasini 5800K deb qabul qiling.

Kafedra mudiri:	dots. B.Qo'yliev
Tuzuvchi o'qituvchi:	dots. B.Qo'yliev

Adabiyotlar ro'yxati

1. Landsberg G. S. «Optika», Toshkent, "O'qituvchi", 1981.
2. Kalitievskiy N.I. «Volnovaya optika», M., Nauka. -1978.
3. Gvozdeva N.P., Kulyanova V.I., Leushina T.M., «Fizicheskaya optika», Moskva. Mashinostroenie-1991.
4. Gorelik G.S., «Kolebaniya i voln», Moskva – 1959.
5. Ye.I. Butikov, «Optika» 1986.
6. Tuxvatullin F.X. va bosh. "Optika", Samarqand -2004.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Axmadjonov O., "Fizika kursi", 1986.
2. V.Ye. Zuev B.D. Belan. G.O opticheskaya pogoda 1990 g.
3. N.M. Godjaev Optika 1977 y.
4. Sh. Fayzullaev, U. Jo'raev. Optika asoslari. 1983y.
5. A.N. Matviev . Optika 1985 y.
6. Sh.Fayzullaev, U. Jo'raev, Jumaboev « Yorug'lik interferentsiyasi»1985 y.
7. D.V. Sivuxin. Optika 1980 g.
8. 13 Sh.Fayzullaev, U. Jumaboev « Yorug'lik difraktsiya si»,1989.
9. Djankoli D. "Fizika", 2 Tom, "Mir", 1992.
10. Fayzullaev Sh, Turaqulov X.T., R.Djumadinov, "Geometrik optika", Samarqand, 1986.
11. Qo'yliev B.T. va bosh. "Optikadan laboratoriya ishlari", Toshkent-1998.
12. Qo'yliev B.T. Ma'ro'zalar matni.
13. Qo'yliev B.T. "Optika", Toshkent-2009.

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS
TA‘LIMI VAZIRLIGI**

QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI

FIZIKA-MATEMATIKA FAKULTETI

ASTRONOMIYA VA OPTIKA KAFEDRASI

O P T I K A

MA‘RUZALAR MATNI

TUZUVCHI:

f.-m.f.n. B.T. QO‘YLIEV

TAQRIZCHI:

prof. A. JUMABOEV

f.-m.f.n. M. YULDASHEV

Q A R S H I - 2008 Y I L

OPTIKA.

MA'RUZA. KIRISH.

Reja:

- a) Optikaning ilm fan va texnika taraqqiyotidagi roli.
- b) Optika sohasidagi nazariyalar, taraqqiyotdagi bosh davrlar.
- v) Hozirgi kunda optikaning o'rni.

Xulosa.

Optika yorug'lik to'g'risidagi fan bo'lib, elektromagnit to'lqinning juda qisqa kam sohasini tashqil etadi. Tabiiy yorug'lik manbai kuyoshdir. Yorug'lik to'g'risidagi fan ham quyosh kabi qadimiydir (optika-ko'rish).

Optika ya'ni yorug'lik haqidagi birinchi ta'limot nima uchun odam o'z atrofidagi narsalarni ko'radi degan savolga javob berishga urinishlar natijasida vujudga kelgan.

Bu yorug'lik haqidagi ta'limot, fizikaning boshqa bo'limlari bilan uzviy bog'lanishdadir. Optik hodisalarni chuqur o'rganish fizikani boshqa bo'limlarini rivojlanishi uchun zamin yaratdi. Masalan: atom va molekulalar tuzilishi haqidagi zamonaviy nazariya spektroskopiya sohasidagi kashfiyotlar natijasida yuzaga keldi. Fizika texnika bilan zich aloqadorligi tufayli texnikaning ko'p sohalarida optikadan foydalaniladi. Masalan: fotografiya, kino, televedenie va x.k. Fizikaga yaqin bo'lgan boshqa tabiiy fanlar - biologiya, ximiya va astronomiyada ilmiy ko'zatish va analizning optik metodlarini qo'llash natijasida keyingi yillarda katta yutuqlarga erishildi.

Keyingi yillarda optika sohasida yirik kashfiyotlar qilindi. V.A.Fabrikant, Basov N.G., A.M.Proxorov, Ch.Tauns va boshqalar tomonidan yorug'likning yangi xossalari payqaldi va uning yangi manbalari-lazerlar-optik kvant generatorlari (OKG) yaratildi. Bu yorug'lik manbalari optikaning qo'llanilish chegarasini fizika va texnikada yanada kengaytirdi. Yaqin kelajakda yorug'lik nuri faqat yerda emas, balki kosmik masshtabda aloqaning asosiy kanali bo'lib qoladi. Optikaning ana shu

yutuqlarga olib kelgan uning asosiy qonun qoidalarini qarashdan oldin uning fan sifatida rivojlanishini tasdiqlovchi tarixiy faktlarga qisqacha to'xtalib o'tamiz. Yorug'likning tabiati va uning tarqalish qonunlari haqidagi masala qadimgi grek faylasuflari tomonidan o'rta tashlangan edi.

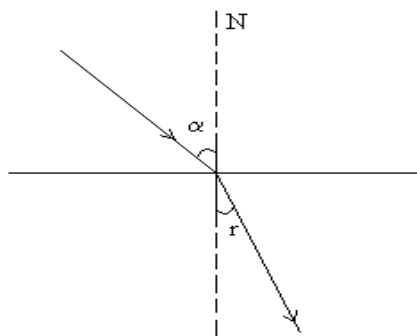
Bizning eramizdan 300 yil oldin yozilgan «Optika» va «Katoptrika» (Yorug'likning qaytishi) nomli asarlarda ko'rish nurlari haqida ma'lumot berilgan. Guyo bu no'rlar ko'zdan chiqib xuddi barmoqlarga o'xshab jismni ushlab ko'rgandek bo'lar emish va bizga xabar berar emish.

Albatta bunday nazariya tajribada isbotlanmadi va uning noto'g'riligi aniqlandi.

Yorug'likning sinish qonunining aniq ifodasini grek faylasuflari topolmadilar. Ptolomey o'z zamonasiga xos aniqlikda tajriba o'tkazib yorug'likning tushish burchagi α ning turli qiymatlarda sinish burchagi r ning qiymatlarini o'lchab quyidagi xulosaga keldi.

$$\frac{\alpha}{r} = \text{const} \quad (1)$$

Lekin (1) ifoda Ptolomey tajribalarida yorug'likning tushish burchagi katta bo'lgan xollarda bajarilmaydi. Shunday qilib yorug'likning sinish qonuni Ptolomey tomonidan uzil-kesil hal etilmadi. Yorug'likning tushish va sinish burchagi o'rtasidagi proporsionallikning yo'qligi XI asrda Arab olimi Haysam Abu Ali tomonidan aniqlandi. Bundan tashqari bu olim ko'rsatdiki, tushuvchi nur, singan nur va tushish nuqtasidan r muhit chegarasiga o'tkazilgan normal (N) bir tekislikda yotadi.



XVII-asrning boshida mikroskop va ko'rish trubasi kashf etildi. Optik asboblarning keng miqyosda astronomiya va boshqa sohalarda ishlatila boshlandi. Bu optik asboblarning takomillashtirilishi yorug'likning qaytishi (katoptrika) va yorug'likning sinishi (dioptrika) to'g'risidagi ta'limotlarni ham rivojlantirishni talab etar edi.

1620 yilga kelib golland fizigi Snellius ikki muhit yondashgan chegarada yorug'likning sinish qonunini miqdoriy jihatdan asosladi. Bu qonunning quyidagi matematik xolatda yozilishi Dekartga tegishlidir. (1637)

$$\frac{\sin \alpha}{\sin r} = \text{const} \quad (2)$$

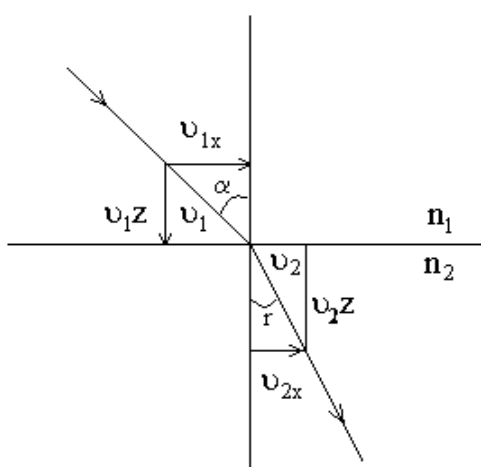
Dekart birinchi bo'lib bu qonunni yorug'likning Nyuton tomonidan taklif etilgan korpuskulyar nazariyasiga asoslanib tushuntirish uchun o'rinib ko'rdi.

Nyutonning fikricha yorug'lik juda kichik zarralar korpuskulalardan iborat bo'lib, bu zarrachalar yarqillab (cho'g'lanib) turgan jismlar tomonidan chiqariladi va ular katta tezlikda to'g'ri chiziqli traektoriya bilan harakat qiladilar deb tushunar edi.

Korpuskulyar nazariya bilan birgalikda 1690 yilda yorug'likning to'lqin nazariyasi paydo bo'ldi va rivojlandi. Bu nazariya Nyuton nazariyasidan butunlay farqli bo'lib uning asoschisi golland olimi Gyuygens edi. Gyuygens - yorug'lik butun olamni to'ldiruvchi gipoterik elastik muhit - olam efirida tarqaluvchi elastik to'lqin deb tushuntirar edi. Yuz yildan ko'prok davr ichida korpuskulyar nazariya tarafdorlari to'lqin nazariyasi tarafdorlaridan ko'prok edi. Lekin XIX asrning boshida o'sha vaqtda ma'lum bo'lgan barcha optik hodisalarni fransuz olimi Frenel to'lqin no'qtai nazariga asosan tushuntirishga muvaffaq bo'ldi va bu nazariya tan olindi. Korpuskulyar nazariya esa qariyb 100 yil davomida esdan chiqarildi. 1864 yilda D.K.Maksvell yorug'likning elektromagnit nazariyasini yaratdi. Bu nazariyaga asosan yorug'lik to'lqin uzunligi $380 \text{ nm} \div 760 \text{ nm}$ oralig'ida yotuvchi elektromagnit to'lqinlardan iboratdir. Lekin 1887 yilda nemis olimi G. Gers tomonidan yorug'lik ta'sirida metallardan elektronlarning ajralib chiqish hodisasining kashf etilishi shu hodisaning mohiyatini tushuntirishda elektromagnit to'lqinlar alohida «portsiyalar» yoki «kvantlar» (fotonlar) shaklida nurlanadilar deb faraz qilishga olib keldi. 1900 yilda M.Plank elektromagnit to'lqin uzluksiz ravishda emas balki diskret ravishda,

ya'ni ayrim portsiyalar (kvantlar) ko'rinishida nurlanadi degan xulosaga keldi. Rus olimi S.I.Vavilov 1945 yilda yorug'lik kvantlarini bevosita ko'zatishga imkon beradigan asbob yaratdi va natijada yorug'likning kvant nazariyasi uzil-kesil hal etildi.

Yorug'likning korpuskulyar va to'lqin nazariyasi moddaning sindirish ko'rsatkichi bilan yorug'likning moddadagi tezligi orasidagi bog'lanishga olib keladi. Nyuton nazariyasiga asosan yorug'likning sinishi ikki muhit chegarasida korpuskulalar tezligining normal tashqil etuvchisi shu chegarada ta'sir etuvchi kuch tomonidan o'zgartiriladi deb hisoblanadi.



$$\sin \alpha = \frac{v_{1x}}{v_1}; \quad (3)$$

$$\sin r = \frac{v_{2x}}{v_2}; \quad (4)$$

Yuqoridagi shartga asosan tangentsial tashqil etuvchisi o'zgarmaydi. ($v_{1x}=v_{2x}$). Shuning uchun (3) va (4) dan quyidagi ifodani hosil qilish mumkin.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin r} = \frac{\frac{v_{1x}}{v_1}}{\frac{v_{2x}}{v_2}} = \frac{v_{1x} \cdot v_2}{v_{2x} \cdot v_1} = \frac{v_2}{v_1}; \quad (5)$$

Sinish qonuniga asosan (5) ni hisobga olsak

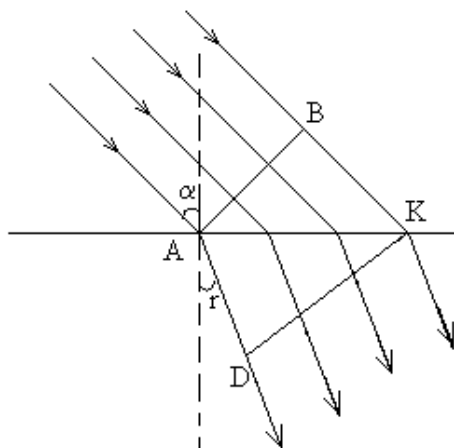
$$\frac{\sin \alpha}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1}; \quad \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}; \quad (6)$$

Agar yorug'lik bo'shliq (vakuum) bilan yondashgan muhit chegarasida sinsa u holda $n_1 = 1$; $v_1 = c$ $v_2 = v$ deb olsak va n_2 ni n deb olsak natijada quyidagi ifoda hosil bo'ladi.

$$\frac{n_2}{n_1} = n = \frac{g}{c}; \quad (7)$$

Yorug'likni to'lqin nazariyasi bu ifodaga teskari bo'lgan xulosaga olib keladi.

Ma'lumki, Gyugens printsipiga asosan to'lqinning har bir no'qtasi yangi to'lqin manbai bo'la oladi. Faraz qilaylik AB to'lqin fronti vakuumda C tezlik bilan tarqalayotgan bo'lib, bu yorug'lik vakuumga yondashgan muhitga α burchak ostida tushsin va yorug'likning 2 muhitdagi tezligi endi g bo'lsin ma'lum Δt vaqt oralig'idan keyin B nuqtadan tarqalayotgan to'lqin $BK = C\Delta t$ masofani bosib o'tadi. Muhit chegarasiga yetib keladi. Shu vaqt o'zida A no'qtadan tarqalayotgan to'lqin $AD = g\Delta t$ masofani bosib o'tadi.



Rasmdan ko'rinib turibdiki, AK tomon bir vaqtning o'zida ikkita to'g'ri bo'rchakli ABK va ADK uchbo'rchaklar gipotenuzasidir va

$$AK = \frac{c \cdot \Delta t}{\sin \alpha} = \frac{g \Delta t}{\sin r}; \quad (8)$$

$$\frac{c}{\sin \alpha} = \frac{g}{\sin r}; \quad (9) \text{ yoki}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin r} = \frac{c}{g}; \quad (10)$$

Bizga ma'lumki n muhit uchun hamma vaqt $n > 1$ katta shuning uchun korpuskulyar nazariyaga asosan $g > c$, to'lqin nazariyasiga asosan $c > g$.

1851 yilda Fuko yorug'likning tezligini suvda o'lchadi va (10) ifodaning to'g'riligini isbotladi.

Shunday qilib yorug'lik ham to'lqin, ham zarra xossasiga ega ekanligi aniqlandi. Ba'zi bir hodisalarda – interferensiya, difraksiya va qutblanishda yorug'lik o'zining to'lqin xossasini namoyon qilsa, boshqa hodisalarda, yorug'lik o'zining zarra xossasini namoyon qiladi.

Yorug'likning to'lqin uzunligiga qarab uning korpuskulyar (zarra) va to'lqin xossalari ham o'zgarib turadi. Katta to'lqin uzunligiga ega bo'lgan yorug'lik nurining korpuskulyar xossasini payqash qiyin bo'lsa kichik to'lqin uzunligiga ega bo'lgan nurning to'lqin xossasini aniqlash qiyindir. Demak, yorug'lik haqida to'la tushuncha hosil qiladigan nazariya uning to'lqin va kvant xossalarini birgalikda hisobga olish kerak. Ya'ni yorug'lik diskretlik va uzluksizlikning birligidan iboratdir.

Yorug'lik quvvatini xarakterlovchi kattalik sifatida uning intensivligi I qabul qilingan. Bu kattalik quydagi formula yordamida aniqlandi:

$$J = \left(\frac{1}{4\pi} \right) cnE^2$$

Bu yerda n - muxitning sindirish ko'rsatkichi,

E - yorug'lik to'lqini elektr maydon kuchlanganligi.

c - yorug'likning bo'shliqdagi tarqalish tezligi. Odatdagi yorug'lik manbalarining intensivligi 10 Vt/sm^2 dan oshmaydi.

Ayrim yorug'lik manbalari bilan olib boriladigan tajribalar shuni ko'rsatadiki, optik hodisalar xarakteri nurlanishi intensivligiga bog'liq emas. Bunday hodisalarga chiziqli hodisalar va uni o'rganuvchi optika bo'limiga chiziqli optika deyiladi

Quvvati 10^8 Vt/sm^2 va bundan kata yorug'lik manbalari (lazerlar) bilan olib borilgan juda ko'p tajribalar shuni ko'rsatadiki optik hodisalar xarakteri sezilarli darajada intensivligiga bog'liq bo'lar ekan. Optik hodisalar xarakteri nurlanishi intensivligiga bog'liq bo'lishini o'rganuvchi optikaning bunday bo'limiga chiziqli bo'lmagan optika deyiladi.

Optikaning bu yangi yo'nalishi 1962 yildan boshlab ikkinchi garmonika generatsiyasi (chastotani ikki marta oshirishi effekti) ochilishidan so'ng jadal rivojlana boshladi.

Yorug'lik haqidagi ta'limot va zamonaviy optikani rivojlantirishda jahon olimlari: D. Rojdestvenskiy, M. Plank, S. Vavilov, P. Lebedev, Ch. Raman, Eynshteyn, G. Lorents, I. Nyuton, X. Gyuygens, G.S. Landsberg va boshqalar bilan bir qatorda respublikamiz olimlari-akademiklari A.Otaxo'jaev, P. Habibullaev, M.Ashurov va boshqalarining hissasi kattadir.

Hozirgi kunda yorug'likning ko'pgina yangi xususiyatlari ochilmoqda. Bunga quydagilarni misol qilishimiz mumkin.

Jismlar o'zlariga tushayotgan nurning bir qismini yutib qolgan qismini qaytargani uchun ko'rinish xususiyatiga egallar. Shuningdek havo kabi shaffof jismlar nurni to'lig'icha o'tkazib yuborgani uchun ba'zan ko'zimiz ularni ilg'amaydi. Qiziq, tabiatdagi rangli jismlarni ham

ko‘rinmas holga keltirish mumkinmi? Misol uchun odam. Nazariy jihatdan albatta, mumkin. Buning uchun tushuayotgan nur yutilmasdan, burib yuborilishi kerak, xalos. Qarabsizki, qarshingizdagi inson ko‘zdan g‘oyib bo‘ladi.

Fanda bunday hodisani yaqin paytgacha amaliyotga joriy qilish imkonsiz deb hisoblab kelingan. Biroq oxirgi tadqiqotlar amalda ham jismni ko‘rinmas qilish mumkinligi, to‘g‘rirog‘i, ko‘rinmas materiallar yasash imkoniyati borligini ko‘rsatmoqda. Shunday materiallar bilan istalgan jismni o‘rab qo‘ysangiz, u ko‘zdan yo‘qoladi, o‘rnida shaffof bo‘liq hosil bo‘ladi. Ko‘rinmaslik sirini kashf etish borasidagi izlanishlarga qiziqish kun sayin ortib bormoqda. Bundan to‘rt yil muqaddam Pentagon Massachusets texnologiya universitetiga «Ko‘rinmas askar kiyim»ini ishlab chiqish uchun 50 mln dollar ajratgan edi. Yaqinda 22-26 oktyabr kunlari Italiya (Rim) da ana shu va boshqa muammolarni yechish ustida ishlayotgan olimlarning birinchi Xalqaro yig‘ini o‘tkazildi. Yig‘inda butun dunyodagi mamlakatlardan 500 ga yaqin olim 500 ta ma‘ruza bilan qatnashgan. Shu jumladan bizning mamlakatimizdan ham bitta olim qatnashgan. Samarqand Davlat universitetining professori Obloqul Quvondiqov. Konferensiya mavzusi «Metamateriallar-sun‘iy elektromagnit materiallarning optik va mikroto‘lqin texnikasida qo‘llanishi» deb nomlangan. Bu mavzu ustida juda ko‘p fikr-mulohazalar mavjud.

Savollar.

1. Optikaning rivojlanish tarixi va uning vazifalari haqida gapiring.
2. Zamonaviy optika haqida gapiring.
3. Nyuton mulohazalari bilan o‘rtoqlashing.
4. Gyuygens mulohazalarini tushuntiring.
5. Optika so‘zining lo‘g‘aviy ma‘nosi nima?

MA‘RUZA. YORUG‘ LIKNING ELEKTROMAGNIT TABIATI.

Reja.

- a). Yorug‘likning elektromagnit tabiati .
- b). Elektromagnit to‘lqin eltadigan energiya.
- v). Elektromagnit to‘lqinning fazoviy va gruppaviy tezligi.
- g). Elektromagnitik to‘lqinlar shkalasi.

Xulosa.

Yorug‘likning elektromagnit tabiati

XIX asrning ikkinchi yarmida Maksvell elektr va magnit maydon qonunlarini chuqur analiz qilib, elektromagnit maydon nazariyasini ishlab chiqdi va o‘zining nomi bilan ataladigan tenglamalarni taklif etdi.

Bir jinsli izotrop muhit uchun Maksvell tenglamalari quyidagi ko‘rinishga ega.

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{rot} \vec{E} &= -\frac{\mu}{c} \cdot \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} \\ \operatorname{rot} \vec{H} &= \frac{\varepsilon}{c} \cdot \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \end{aligned} \right\} \quad (1) \quad \left. \begin{aligned} \operatorname{div} \vec{E} &= 0 \\ \operatorname{div} \vec{H} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

(1) va (2) ifodalardagi diverqensiya (div) va rotor (rot) lar differentsial amallar bo‘lib, ular qo‘ydragicha ifodalanadi.

$$\operatorname{div} \vec{A} = \frac{\partial A_x}{\partial x} + \frac{\partial A_y}{\partial y} + \frac{\partial A_z}{\partial z}$$

$$\operatorname{rot} \vec{A} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ A_x & A_y & A_z \end{vmatrix}$$

$$\nabla\text{- operator nabla } \nabla = i \frac{\partial}{\partial x} + j \frac{\partial}{\partial y} + k \frac{\partial}{\partial z}$$

$$\nabla \cdot \vec{A} = \frac{\partial A_x}{\partial x} + \frac{\partial A_y}{\partial y} + \frac{\partial A_z}{\partial z} \quad \vec{A} \text{ vektorning ditergentsiyasi deyiladi}$$

$$\nabla \cdot \vec{A} \text{ - vektornoe prozvedenie nezivaetsya vixrem (rotor) } \vec{A}$$

ε va μ muhitning elektr va magnit kirituvchanligi S-elektromagnit to‘lqinning vakuumdagi tezligi.

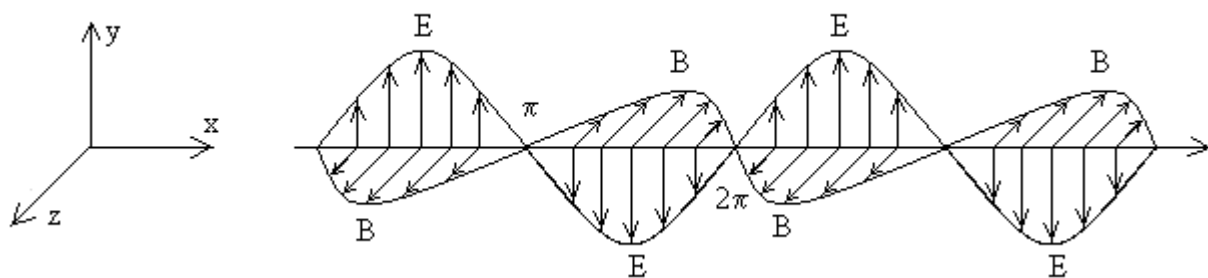
$\vec{H}$, $\vec{E}$ - lar elektromagnit kuchlanganlik vektorlari.

(1) va (2) ifodaga asoslanib quyidagi xulosalarni chiqarish mumkin.

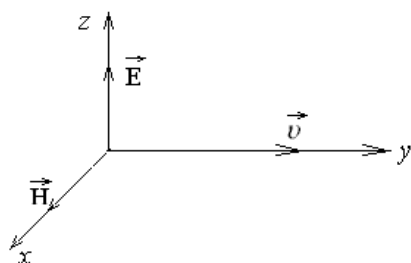
1) Har qanday vaqt birligi ichida o‘zgaruvchan elektr maydoni atrofida uyurmalangan magnit hosil bo‘ladi va aksincha. Hosil bo‘lgan bu maydonlar elektr va magnit kirituvchanliklari ε va μ bo‘lgan muhitda $\mathcal{G} = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$ tezlik bilan tarqaladi.

2. $\vec{E}$ va $\vec{H}$ vektorlar o‘zaro ortogonal bo‘lib, maydon tarqalish yo‘nalishiga ham perpendikulyar $\vec{E} \perp \vec{H}; \vec{E} \perp \vec{\mathcal{G}}; \vec{H} \perp \vec{\mathcal{G}}$ ya’ni elektromagnit to‘lqinlar ko‘ndalang to‘lqinlardan iboratdir.

3. $\vec{v}$, $\vec{E}$, $\vec{H}$ vektorlar ung vintli sistemani hosil qiladilar,



4. Harakatdagi yassi monoxromatik to‘lqinda $\vec{E}$ va $\vec{H}$ vektorlar bir xil fazoda tebranadilar. (ya’ni sinfazdirlar). $\vec{E}$ va $\vec{H}$ vektorlarning sinfazligi (bir fazoda tebranishi)ni isbotlash uchun yassi to‘lqin y o‘qi bo‘yicha tarqaladi deb faraz qilaylik. Bu holda elektr magnit to‘lqin xossasiga asosan $\vec{E}$ va $\vec{H}$ vektorlar Z va X o‘qlarga mos ravishda yo‘nalgan bo‘ladi.



$$\begin{aligned} E_y = E_x = 0; & \quad H_y = H_z = 0 \\ E_z = E(y,t); & \quad H_x = H(y,t) \end{aligned}$$

(1) tenglamani quyidagicha yozish mumkin.

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial E_z}{\partial y} &= \frac{\mu}{c} \frac{\partial H_x}{\partial t} \\ \frac{\partial H_x}{\partial y} &= \frac{\varepsilon}{c} \frac{\partial E_z}{\partial t} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

(3) ni y bo‘yicha deferensiallab quyidagi tenglamani hosil qilamiz.

$$\frac{\partial^2 E}{\partial t^2} = -\frac{c^2}{\varepsilon\mu} \cdot \frac{\partial^2 E}{\partial y^2} \quad (4)$$

(4) ni yechimlaridan foydalanib quyidagi tenglamaga kelamiz.

$$\sqrt{\mu} \frac{\partial H_x}{\partial t} = \sqrt{\varepsilon} \frac{\partial E_z}{\partial t} \quad (5)$$

buni vaqt bo‘yicha integrallash natijasida quyidagi ifodani hosil qilamiz.

$$\sqrt{\mu} H = \sqrt{\varepsilon} E + \text{const} \quad (6)$$

Barcha elektrodinamik (va optik) proseslarda o‘zgarmas maydon rol uynamaganligi uchun o‘zgarmas kattalikni nolga teng deb hisoblaymiz. $\text{const} = 0$

$$\sqrt{\mu} H = \sqrt{\varepsilon} E \quad (7)$$

$\vec{E}$ va $\vec{H}$ fazoning har qanday nuqtasida bir vaqtda maxsimal va minimal qiymatlarga ega bo‘ladi, ya’ni ular faqat fazoda emas, balki vaqt bo‘yicha ham sinfaz tebranadilar. Shunday qilib elektromagnit to‘lqin uchun $\vartheta = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}}$ tezlik bilan tarqaladigan ikkita bog‘langan vektorlar to‘plamiga egamiz.

$$\vartheta = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = \frac{1}{(8,85 \cdot 10^{-12} \text{ kl}^2 / \text{H} \cdot \text{M}^2) (4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tl} \cdot \text{M} / \text{A})} = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/c}$$

To‘lqin deb tebranishning biror fazoda yoki muhitda tarqalishiga aytiladi.

Elektromagnit to‘lqin deganda juda keng sohada tushuniladi va uning tebranish chastotasi $\sim 10^{-3} \text{ Гц}$ dan to 10^{21} Гц gacha bo‘lishi mumkin.

Odam tanasi elektromagnit to‘lqining ko‘p sohalarini sezadi: Quloq $\nu = 20 \text{ Гц}$ dan 2000 Гц gacha eshitadi. Ko‘z $\nu = 4 \cdot 10^{14}$ dan $8 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$ gacha ko‘radi. Odamning tanasi ultrabinafsha, rentgen nurlari, γ - nurlar va boshqa elektromagnit to‘lqin qismlarini sezadi.

Demak, elektromagnit to‘lqinning ko‘zga ko‘rinadigan juda kichik (tor) qismi $\nu = 4 \cdot 10^{14}$ dan $8 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$ gacha ($\lambda = 4000 \text{ A}$ dan 7500 A) bilan Optika shug‘ullanar ekan va bu qismini yorug‘lik deyiladi.

Shunday qilib elektromagnit to‘lqinning juda ham tor qismi bilan Optika (yorug‘lik) shug‘ullanadi va yorug‘lik uchun ham Maksvellning elektromagnit to‘lqinlariga tegishli natija, formulalar va ulardan kelib chiqqan natijalarni ishlatamiz.

Yorug‘lik to‘lqini uchun ham:

- 1) $n = \sqrt{\epsilon\mu}$ muhitning sindirish ko‘rsatkichi (elektr va magnit kirituvchanlikdan tashqil topgan).
- 2) $\nu = c/n$ yorug‘likning biror muhitdagi tezligi (vakuumda $n = 1$, yorug‘lik $\nu = c$ tezlik bilan tarqaladi).
- 3) $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$ yorug‘likning bo‘shliqdagi tezligi (elektr va magnit doimiylari bilan bog‘langan).
- 4) Yorug‘lik uchun ham $\vec{E} \perp \vec{H} \perp \vec{\nu}$ bo‘lib ko‘ndalang to‘lqindir va $\vec{E} \perp \vec{H}$ bo‘lib o‘ng parma qonuniga bo‘yso‘nadi.
- 5) $E_0 / H_0 = 377 (E_0 \gg H_0)$ ga asosan yorug‘likdan asosiy ta‘sirni elektor vektori ko‘rsatadi.
- 6) Yorug‘lik uchun $\lambda \in (4000 \div 7500 \text{ A}^\circ)$
($1\text{M} = 10^2 \text{ cM} = 10^3 \text{ mM} = 10^6 \text{ mKM} = 10^9 \text{ HM} = 10^{10} \text{ A}^\circ$)

7) Yorug'lik uchun (yassi to'lqin $\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} = \varepsilon_0 \mu_0 \varepsilon \mu \frac{\partial^2 S}{\partial t^2}$) va uning yechimi

$\equiv$ tebranma-to'lqin jarayon tenglamasi $S = A \sin(\omega t \pm kx)$ yoki $S = A \cos(\omega t \pm kx)$. Bu yerda ham belgi "+" kelayotgan, belgi "-" ketayotgan yorug'lik uchun.

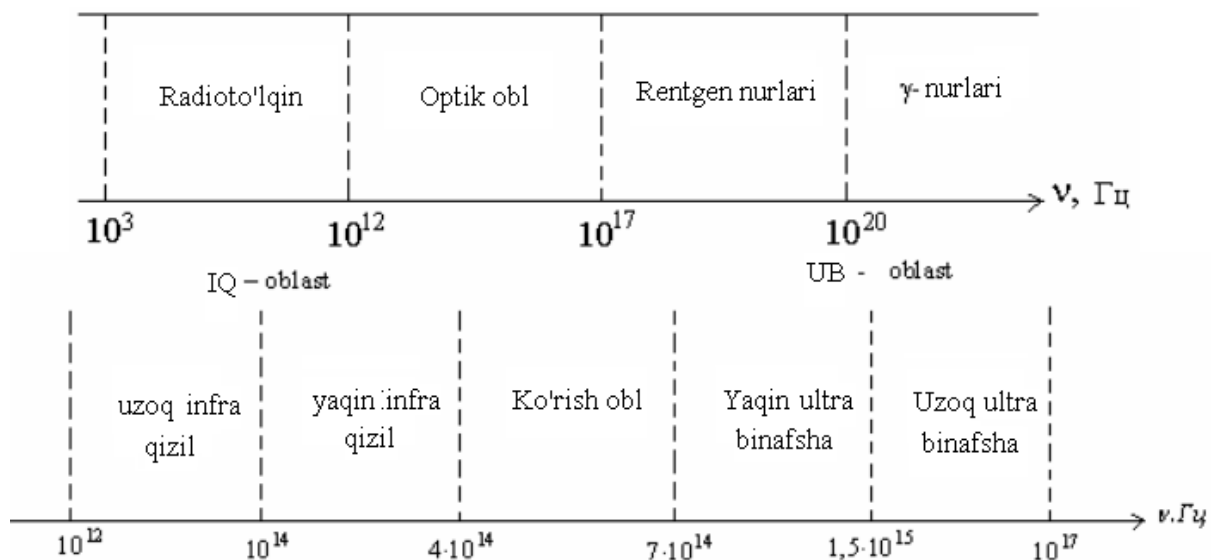
8) Yorug'lik to'lqin uzunligi (λ) bilan, chastotasi (ν) orasidagi bog'lanish formulasi

$\lambda = v / \nu$; $v = c / n$; biror muhitda

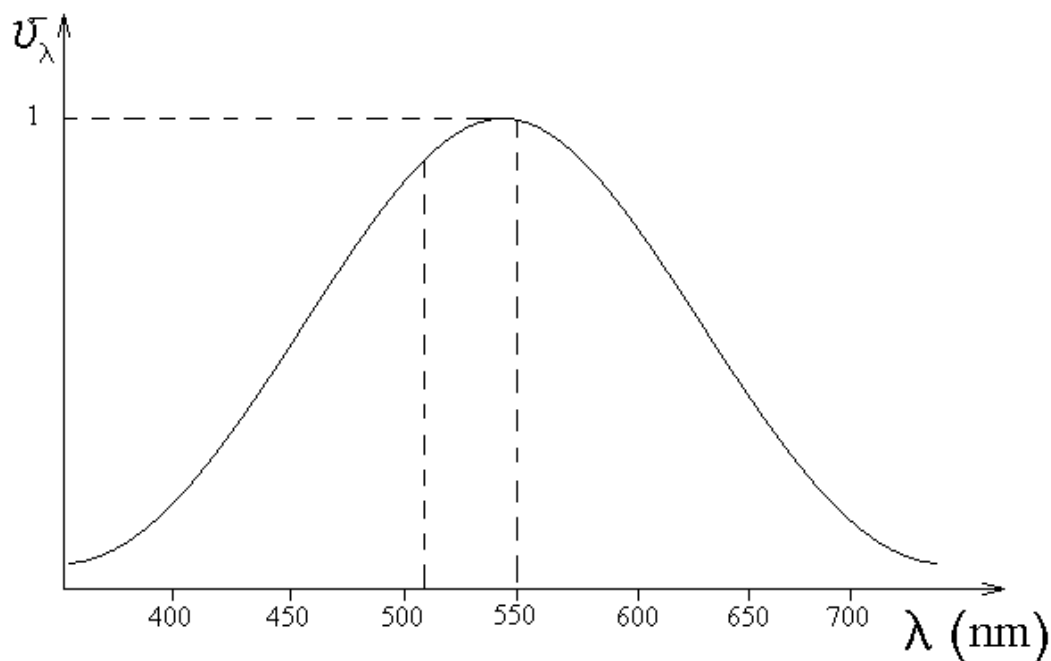
$\lambda_0 = c / \nu$ bo'shliqda ($\lambda = v / \nu = 1 / \nu \cdot c / n = c / \nu \cdot 1 / n = \lambda_0 / n$)

Elektromagnit to'lqinlar shkalasi spektrining optik oblasti.

Ko'rish oblasti xususiyati.



To'lqin diapason nomi	Diapazon chegaralari	
	λ -to'lqin uzunligi	kvantlar energiyasi
γ - nurlanishlar	0, 0012 nm	$> 1\text{mev}$
Rentgen nurlari	0.0012-12 nm	100ev-1mev
Ultra bin	120-380 nm	3,2-100 ev
Ko'rish oblasti	380-760 nm	1,3-3,2 ev
I.K	760-106 nm	$1,2 \cdot 10^{-3}$ -1,6 ev
Radio to'lqinlar	>1 mm	$1,2 \cdot 10^{-3}$ ev



$\lambda \sim [\text{M}], \text{SM}, \text{MKM}, \text{NM } \text{\AA}$

1. $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ M} = 10^{-8} \text{ sm}$

2. $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ M}$

3. $1 \text{ mkm} = 10^{-6} \text{ M}$

4. $1 \text{ mkm} = 10^3 \text{ nm}$

$$\vartheta = \frac{c}{\lambda}; \quad \Gamma_{\text{U}} = c^{-1};$$

Elektromagnit to'liqin eltadigan energiya.

Elektromagnit to'liqin vakuumda S tezlik bilan muhitda $\vartheta = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$ bilan tarqalsa bu elektromagnit g'alayonning ma'lum energiyasi bor. Bu energiyaning zichligi (ya'ni xajm birligidagi energiya) elektr maydonida $\frac{\varepsilon}{8\pi} E^2$ va magnit maydonida esa $\frac{\mu}{8\pi} H^2$ bilan ifodalanadi. Buni quyidagicha yozish mumkin.

$$W = \frac{\varepsilon}{8\pi} E^2 + \frac{\mu}{8\pi} H^2$$

Buni $\sqrt{\mu}H = \sqrt{\varepsilon}E$ ligini e'tiborga olsak quyidagicha yozishimiz mumkin

$$W = \frac{\varepsilon}{4\pi} E^2 = \frac{\mu}{4\pi} H^2$$

To'liqin energiyasi uning amplitudasi kvadratiga proporsional elastik to'liqin tarqalganda ham elektromagnit to'liqin tarqalganda ham energiya ko'chadi. (oqadi). Elastik to'liqinda energiya

oqishi masalasini birinchi bo'lib (1874 y) N.A.Umov tekshirgan va har qanday muhitda energiya oqimi to'g'risidagi umumiy teoremani isbotqildi.

Elastik to'ldiridagi energiya oqimi muhitning elastik deformasiyasini potensial energiyasini va zararlari harakatining kinetik energiyasini xarakterlovchi kattaliklar orqali hisoblanishi mumkin. Energiya oqimining zichligi maxsus vektor Umov vektori orqali ifodalanadi.

Elektromagnit to'ldirlar uchun bu vektorni Poenting (1884 y) kiritgan. Uni Umov-Poenting vektori deb atash mumkin.

$$S = \frac{c}{4\pi} [EH]$$

Umov-Poyting vektorining yo'nalishi to'ldir energiyasining ko'chishi yo'nalishini aniqlaydi.

Elektromagnit to'ldirning fazoviy va gruppaviy tezligi.

a) Fazoviy tezlik.

Bir jinsli muhitda X o'qi yo'nalishida tarqaluvchi yassi monoxromatik yorug'lik to'ldirini qaraylik.

$$\vec{E} = E_0 e^{i(\omega t - kx)} = E_0 e^{i\omega \left(t - \frac{k}{\omega} x\right)} = \vec{E}_0 e^{i\omega \left(t - \frac{x}{g}\right)}$$

Bir xil fazada tebranayotgan sirtlar tenglamasi quyidagi ko'rinishga egadir:

$$\omega \left(t - \frac{x}{g}\right) = \text{const} \quad (1)$$

X o'qi yo'nalishi bo'yicha tarqaluvchi to'ldir sirtining siljish tezligi quyidagicha aniqlanadi.

$$g = \frac{dx}{dt} \quad (2)$$

Mana shunday bir xil fazada tebranayotgan sirtning siljish tezligiga faza tezligi deyiladi.

To'ldir fazasining to'ldir soni orqali ifodalanishidan foydalanib faza tezligini aniqlash uchun quyidagi formulani hosil qilish mumkin.

$$\omega t - kx = \text{const} \quad (3)$$

buni t bo'yicha differentsiallab quyidagi ifodani hosil qilamiz.

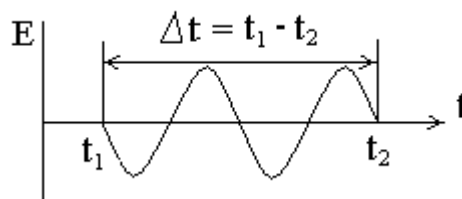
$$g = \frac{dx}{dt} = \frac{\omega}{k} = \frac{\lambda}{T} \quad (4)$$

Bu ifodadan ko'rinadiki to'ldir faqat bitta faza tezligi bilan xarakterlanar ekan.

b) Gruppaviy tezlik.

Alohida atomlar vaqt bo'yicha cheksiz bo'lgan monoxromatik to'ldir nurlantirmasdan, balki yorug'lik impulsini nurlantiradi. Har bir yorug'lik impulsini $\Delta t = t_2 - t_1$ vaqt oralig'ida davom

etuvchi monoxromatik to‘lqin bo‘lagi deb qarash mumkin. Yorug‘lik to‘lqinlarining monoxromatik emasligi asosan monoxromatik to‘lqinning uzilishi bilan tushuntiriladi.



Garmonik to‘lqinning faza tezligi chastotaga bog‘liq bo‘lmaydigan muhit dispersiyalanmaydigan va faza tezligi chastotaga bog‘liq bo‘lgan muhit dispersiyalovchi muhit deyiladi. Mana shunday dispersiyalovchi muhitda monoxromatik yorug‘lik nuri tarqalsa, u vaqtda turli xil to‘lqin uzunlikka ega bo‘lgan yorug‘lik nurlari dispersiya tufayli turlicha tezlik bilan tarqaladi. Bunday xollarda aniq to‘lqin uzunlikka xos bo‘lgan yorug‘lik nurlarining tarqalish tezligini xarakterlovchi faza tezligi to‘g‘risida gapirib bo‘lmaydi. Shuning uchun ham gruppaviy tezlik tushunchasi kiritiladi.

Yorug‘likning gruppaviy tezligini aniqroq tushunish uchun berilgan yorug‘lik impulsi chastotalari $\omega_1 > \omega_2$ bir-biriga yaqin va amplitudalari teng to‘lqinlardan iborat deb qaraylik.

$$E_1 = E_0 \cos(\omega_1 t - k_1 x) \quad (1)$$

$$E_2 = E_0 \cos(\omega_2 t - k_2 x) \quad (2)$$

Yorug‘lik impulsi shu to‘lqinlar yig‘indisidan iboratdir.

$$E = E_1 + E_2 = A \sin(\omega_0 t - k_0 x);$$

Bu ifodada A vaqt bo‘yicha modullashgan, sekin-asta o‘zgaruvchi amplituda bo‘lib, uning maksimal qiymatining siljish tezligi gruppaviy tezlikdir.

Shunday qilib gruppaviy tezlik monoxromatik yorug‘lik to‘lqinlari maksimal amplitudasining siljish tezligini, ya‘ni tarqaluvchi impuls energiyasining ko‘chish tezligini xarakterlaydi.

Gruppaviy tezlik:

$$U = \frac{dx}{dt} = \frac{\delta \omega}{\delta k} = \frac{d\omega}{dk};$$

Gruppaviy tezlik bilan fazaviy tezlik o‘rtasida quyidagicha bog‘lanish bor.

$$U_{gu} = v_f - \lambda \frac{dv_f}{d\lambda}$$

Bu ifoda Reley tomonidan chiqarilganligi sababli Reley formulasi ham deb yuritiladi.

Savollar.

1. Bir jinsli izotrop muhit uchun Maksvel tenglamasini yozing.

2. Tenglamadan kelib chiqadigan xulosalarni tushuntiring
3. Sinfazlikni isbotlang
4. Yorug'lik qanday to'liqin?
5. Gruppoviy tezlik nima?
6. Faza tezligi nima?
7. Elektromagnit to'liqlar shkalasini tushuntiring.
8. Optik oblastni ayting.
9. Ko'rish oblastini xususiyatlarini ayting.
10. Yorug'likni elektromagnit tabiatini xulosalang.
11. Rotor va divergensiylarni tushuntiring.

MA'RUZA. ASOSIY FOTOMETRIK KATTALIKLAR.

REJA:

- a) Asosiy tushunchalar.
- b) Nur energiyasining oqimi Φ
- v) Yorug'lik kuchi I
- g) Yoritilganlik E , manba ravshanligi B , yorituvchanlik S , Yorug'lik oqimining intensivligi R .

d) Yorug'lik o'lchashlarida ishlatiladigan birliklar.

Xulosa.

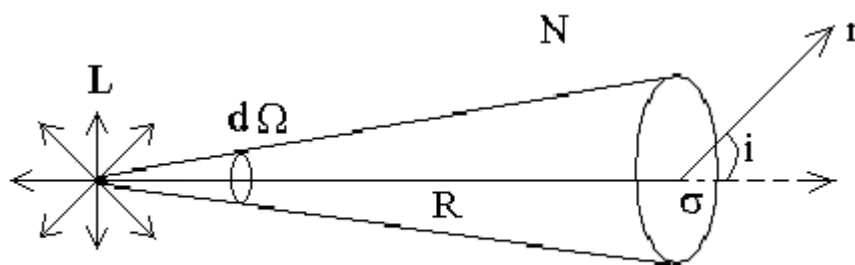
Asosiy tushunchalar.

Yorug'likning ko'zga yoki qabul qiluvchi boshqa bir apparatga ko'rsatadigan ta'siri, dastavval, yorug'lik to'liqini eltadigan energiyaning bu apparatga berilishidan iborat. Shuning uchun biz optik hodisalar qonunlarini qarab chiqishdan avval yorug'likni o'lchash - fotometriya to'g'risida tasavvur hosil qilishimiz kerak. Fotometriya yorug'lik to'liqini keltirayotgan energiyani o'lchashdan yoki shu energetik xarakteristika bilan biror tarzda bog'langan kattaliklarni o'lchashdan iborat.

b) Nur energiyasining Φ oqimi.

Nuqtaviy L manbadan kelayotgan nur energiyasi yo'liga kichik σ yuza joylashtirib shu yuza orqali t vaqt ichida o'tgan Q energiya miqdorini o'lchaylik (1-rasm).

Bu maqsadda yuzani unga to'shayotgan butun energiyani yutadigan modda (qora kuya) bilan qoplash va temperatura o'zgarishiga qarab, yutilgan energiyani o'lchash mumkin. Yuza orqali birlik vaqtda oqib o'tuvchi nur energiyasi quvvatini ko'rsatuvchi $d\Phi = \frac{Q}{\tau}$ nisbat σ sirt orqali o'tuvchi nur energiyasi oqimi deyiladi.



1-rasm

Nur energiyasi bir jinsli muhitda to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalgani uchun L nuqtadan σ yuza konturiga tiraladigan nurlar to'plami o'tkazib, oqimning σ orqali o'tayotgan qismini chegaralovchi konus hosil qilamiz. Agar muhit ichida energiya yutilmasa u holda bu konusning har qanday kesimidan bir xil oqim o'tadi. Markazi L da radiusi 1 ga teng bo'lgan sferik sirt bilan bu konusning kesishishidan hosil bo'lgan kesim konusning $d\Omega$ fazoviy burchagining o'lchovi bo'ladi. Agar sirtga o'tkazilgan N normal konus o'qi bilan i burchak tashqil qilsa va L dan σ gacha bo'lgan masofa R bo'lsa, u holda

$$d\Omega = \frac{\sigma \cos i}{R^2}; \quad (1)$$

Shunday qilib oqimning biz ajratib olgan bir qismi $d\Omega$ fazoviy burchakka to'g'ri keladi. $d\Omega$ ni kichik miqdor deb R ga nisbatan: $d\Omega$ ichida oqimni tekis taqsimlangan deb hisoblash mumkin. L dan barcha yo'nalishlar bo'yicha ketayotgan to'la oqim $\Phi = \int d\Phi$ bo'ladi.

v) Yorug'lik kuchi I

Fazoviy burchak birligiga to'g'ri kelgan oqim kattaligi yorug'lik kuchi deyiladi. Agar oqim Φ , manbadan barcha yo'nalishlar bo'yicha bir tekis yuborilayotgan bo'lsa, $I = \frac{\Phi}{4\pi}$ bo'ladi.

Bu har qanday yo'nalish uchun bir xil bo'ladi. Oqim notekis bo'lgan holda $\Phi/4\pi$ kattalik faqat yorug'likning o'rtacha kuchi bo'ladi va yorug'lik o'rtacha sferik kuchi deyiladi.

Tayinli bir yo'nalish bo'yicha yorug'lik kuchini o'lchash uchun $d\Omega$ elementar fazoviy burchak va bu fazoviy burchakka to'g'ri kelgan $d\Phi$ yorug'lik oqimi o'lchanishi kerak.

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega} \quad (2)$$

g) Yoritilganlik E .

Yoritilganlik deb, sirt birligiga to'g'ri kelgan oqim kattaligiga aytiladi. σ yuzning yoritilganligi

$$E = \frac{d\Phi}{\sigma}$$

(1) va (2) larni hisobga olsak,

$$E = \frac{d\Phi}{\sigma} = \frac{Id\Omega}{\sigma} = \frac{I \cos i}{R^2} \quad (3)$$

bo'ladi. (3) dan ko'rinadiki nuqtaviy manba hosil qilgan yoritilganlik manbadan sirtgacha bo'lgan masofaning kvadratiga teskari proporsional va yorug'lik oqimi yo'nalishi bilan yoritilgan sirtga o'tkazilgan normal orasidagi burchak $\cos i$ ga to'g'ri proporsional bo'ladi.

Manbaning B ravshanligi.

Ba'zi bir manbalarni nuqtaviy manbalar deb bo'lmaydi. Bu manbalarni ko'pi shuncha kattaki, kuzatish olib borganda oddiy masofalarda ko'z bilan ularning shaklini payqash mumkin. Juda ko'pchilikni tashqil qilgan bunday manbalarga nisbatan ravshanlik tushunchasi tarixiy ma'noga ega. Bu tushuncha ajrata olish qobiliyati chegarasidan tashqarida yotuvchi manabalarga masalan: yulduzlarga nisbatan qo'llanila olmaydi.

Sirtning B ravshanligi yorug'lik chiqaruvchi sirtning berilgan sohasidan chiqqan va berilgan yo'nalish bo'yicha nurlanishni xarakterlovchi kattalikdir.

Yo'nalishni esa uning yorug'lik chiqaruvchi sirtga o'tkazilgan normal bilan tashqil qilgan i burchagi aniqlaydi. Sirtning σ elementiga tayanuvchi va $d\Omega$ fazoviy burchak hosil qilgan dastani ajratib olamiz.

Manbaning $\beta_i = \frac{d\Phi}{\sigma \cos i d\Omega}$; i burchak bilan aniqlanuvchi yoʻnalish boʻyicha ravshanlanishi

deyiladi. Demak maʼlum bir yoʻnalishdagi ravshanlik deb, koʻrinmas sirt birligining oʻsha yoʻnalishda birlik fazoviy burchak ichiga yuborilayotgan oqimiga aytiladi.

B_i ravshanlik yoʻnalishga bogʻliq kattalik. Baʼzan bu kattalik yoʻnalishga bogʻliq boʻlmazligi mumkin. Bunday manbalar Lambert qonuniga boʻysunuvchi manbalar deyiladi. (faqat absolyut qora jism ana shunday manba boʻladi). Har bir qismi yorugʻlikning barcha tomonga tekis sohadigan xira sirt yoki muhitlar Lambert manbalariga bir muncha oʻxshaydi.

Buger quyoshning ravshanligi markazidan chetiga tomon bir muncha pasayib radiusining 3/4 qismicha masofada ravshanlik disk markazidagi ravshanlikning taqriban 80% ni tashqil qilgani tajribada aniqlangan boʻlsada, quyosh sirti Lambert qonuniga ancha yaqin qonun boʻyicha nurlanadi.

Yorituvchanlik S.

Ravshanlik tushunchasi bilan S yorituvchanlik tushunchasi uzviy bogʻlangan boʻlib, u integral kattalik, yaʼni birlik sirtdan barcha yoʻnalishlar boʻyicha 2π fazoviy burchak ichiga yuborilayotgan toʻla oqimdir. Shunday qilib, yorugʻlik chiqaruvchi σ yuzadan barcha yoʻnalishlar boʻyicha tashqariga yuborilayotgan toʻla oqim Φ boʻlsa, u holda yorituvchanlik

$$S = \frac{\Phi}{\sigma}$$

Yorituvchanlik bilan ravshanlik orasida $S = 2\pi \int_0^{1/2\pi} \beta_i \cos i \sin i di$; $S = \pi\beta$ bogʻliqlik bor.

$\Phi = \sigma \cdot S$ munosabatning koʻrsatishicha S yorituvchanlik, E yoritilganliknikidek oʻlchamlikka ega va sirt birligiga toʻgʻri kelgan oqimdan iborat.

Yorituvchanlik sirtning yorugʻlanishini yaʼni sirt birligidan ketayotgan yorugʻlik oqimini harakterlaydi a-rasm. Yoritilganlik sirt birligiga toʻgʻri kelgan yorugʻlik oqimini xarakterlaydi b-rasm.



Yorugʻlik oqimining R intensivligi.

Yorugʻlik maydonini xarakterlash uchun yorugʻlik oqimining intensivligi tushunchasini kiritish mumkin. Birlik fazoviy burchak ichiga oqayotgan yorugʻlik oqimi kattaligi tushuniladi.

$$R = \frac{d\Phi}{\sigma \cos i d\Omega}$$

Yorug'lik chiqarayotgan sirtning xarakterlashda ravshanlik qanday rol o'ynasa, yorug'lik oqimining intensivligi yorug'lik maydonini xarakterlashda shunday rol o'ynaydi. Shuning uchun ko'pincha yorug'lik oqimining ravshanligi deb ham ataladi.

Yorug'lik o'lchashlarida ishlatiladigan birliklar.

Xalqaro yoritish komissiyasi odam ko'zini yorug'lik energiyasini qabul qiluvchi sifatida olib, yorug'lik oqimini ko'rish sezgisi bo'yicha baholanadigan nur energiyasi oqimi deb ta'rifladi.

Yorug'lik oqimi va boshqa yorug'lik texnikasi kattaliklarini amalga oshirish uchun shartli yorug'lik etaloni ishlatiladi.

Xalqaro kelishuv bo'yicha 1948 yil 1 yanvarda yorug'likning qayta tiklanuvchi yangi etaloni kiritilgan bo'lib, u toza platinaning qotish temperaturasida (2046,6 K) qo'llaniladigan absolyut qora jism ko'rinishida yasalgan.

Sobiq SSSR da bunday etalon butun ittifoq metallurgiya ilmiy tekshirish instituti fotometriya laboratoriyasida yasalgan.

Yorug'lik kuchi birligi kandela (kd). Hozir tilga olingan yorug'lik etalonining $\frac{1}{60} \text{ sm}^2$ yuzidan normal yo'nalishda chiqayotgan yorug'lik kuchining $\frac{1}{60}$ qismiga teng.

Oldin yorug'lik kuchining birligi sham bo'lib, u 1,005kd ga teng edi. $I = \frac{\Phi}{4\pi}$

Yorug'lik oqimi birligi Lyumen (**lm**) u **1 kd** li yorug'lik manbaining **1** steradian fazoviy burchak ichiga yuboradigan oqimidir.

Agar manbaning har qanday yo'nalishi bo'yicha yorug'lik kuchi **1 kd** ga teng bo'lsa, u holda manba **$4\pi \text{ lm} = 12,5 \text{ lm}$** ga teng to'la yorug'lik oqimi beradi. $d\Phi = \frac{Q}{\tau}$;

Yoritilganlik **E** birligi lyuks (**lk**) bo'lib, u 1 m^2 yuzaga tekis taqsimlangan **1 lm** oqimga mos keladigan yoritilganlikdir.

$$1 \text{ lk} = 1 \text{ lm}/1 \text{ m}^2; \quad E = \frac{d\Phi}{\sigma}$$

Shunday qilib **1 lk**-markazida barcha tomonga tekis nurlanadigan **1kd** kuchli manba joylashgan va radiusi **1m** bo'lgan shar sirtida hosil qilinadigan yoritilganlikdir.

Yorituvchanlik xuddi yoritilganlik kabi **lm/m²**. $S = \frac{\Phi}{\sigma}$ hisobida ifodalanadi.

Biroq bu yerda bu kattalik olinayotgan oqimga emas, balki chiqayotgan oqimga tegishli.

Ravshanlik **B** birligi sifatida o'ziga perpendikulyar yo'nalishda har bir kvadrat metrdan **1kd** yorug'lik kuchi beradigan yuzning ravshanligi olinadi. Shunday qilib ravshanlik birligi kvadrat metrga kandela bo'ladi. **kd/m²**. Ravshanlikni ilmiy birliklari **kd/m²** ga nisbatan.

- 1) nit (nt) = 1kd/m²
- 2) stilb (sb) = 10⁴
- 3) apostilb (asb) = 1/π
- 4) lambert (lb) = 10²/π

Yorug'lik va energetik birliklar.

Kattaliklar	Belgisi	Birligi	Simvoli	Energetik birligi
Yorug'lik oqimi	Φ	Lyumen	Lm	Vatt
Yorug'lik kuchi	I	Kandela	Kd	Vatt / steradian
Ravshanlik	B	Kandela/m ²	Kd /m ²	Vatt / (steradian m ²)
Intensivlik	R	Kandela/ m ²	Kd /m ²	Vatt / (steradian m ²)
Yorituvchanlik	S	Lyumen /m ²	Lm/m ²	Vatt /m ²
Yoritilganlik	T	Lyuks	Lk	Vatt /m ²

Masala 1: 100 Vt nominal quvvatda cho'g'lanma lampaning yorug'lik kuchi 100 kd ga teng. Agar lampa faqat 80 Vt quvvat istemol qilib, chala cho'g'lanib yonayotgan bo'lsa, yorug'lik kuchi 65 kd ga teng bo'ladi. Lampaning shu ish rejimlaridagi yorug'lik berishini (1Vt ga to'g'ri kelgan yorug'lik oqimini) toping.

Berilgan.

Yechish.

$$W_1 = 100 \text{ Bt}$$

$$I = \frac{\Phi}{\Omega}; \quad \Omega = 4\pi; \quad \Phi = I \Omega = 4\pi I$$

$$I_1 = 100 \text{ kd}$$

1 Vt ga to'g'ri keladigan oqim;

$$W_2 = 80 \text{ Bt}$$

$$\Delta\Phi_1 = 4\pi I_1 / w_1$$

$$I_2 = 65 \text{ kd}$$

$$\Delta\Phi_1 = \frac{4\pi I_1}{W_1} = \frac{4\pi \cdot 100 \text{ lm}}{100 \text{ Bt}} = 4\pi \frac{\text{lm}}{\text{Bt}} = 12,56 \frac{\text{lm}}{\text{Bt}};$$

$$\underline{\Delta W = 1 \text{ Bt}}$$

$$\Delta\Phi_2 = \frac{4\pi I_2}{W_2} = \frac{4\pi \cdot 65 \text{ lm}}{80 \text{ Bt}} = 10,2 \frac{\text{lm}}{\text{Bt}}$$

$$\Delta\Phi_1 - ?$$

$$\Delta\Phi_2 - ?$$

2. Yorug'lik kuchi 400 kd bo'lgan lampa yerdan 4 m balandga osib qo'yilgan. Lampa ostidagi gorizontall maydonning yoritilganligini toping.

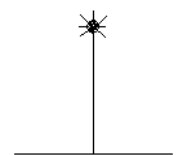
Berilgan.

Yechish.

$$I = 400 \text{ kd}$$

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

$$\underline{h = 4 \text{ m}}$$



E - ?

Yorug'lik manbadan yuzaga perpendikulyar tushmoqda. Shu sababli

$$\varphi = 4\pi; \quad \cos \varphi = 1$$

$$E = \frac{I}{r^2} = \frac{400}{16} = 25 \text{lyuk};$$

Savollar.

1. Fazoviy burchak nima?
 2. Yorug'lik kuchi nima?
 3. Yoritilganlik va uni birligini tushuntiring?
 4. Yorituvchanlik va uni birligini tushuntiring?
 5. Manba ravshanligi, intensivlik haqida gapiring?
 6. Bu kattaliklarga tegishli birliklarni tushuntiring?
-

Ma'ruza. Optikaning asosiy qonunlari.

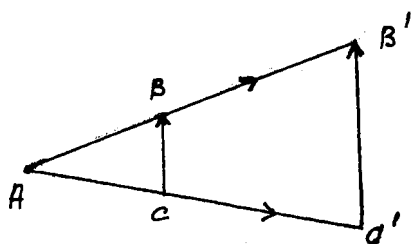
Eng qadimgi zamonlardan beri optik hodisalarning quyidagi to'rtta asosiy qonunlari ma'lumdir.

Reja

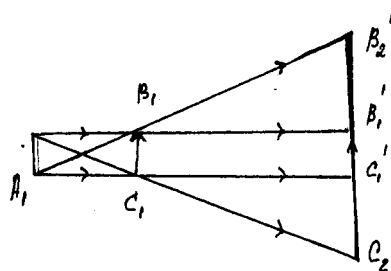
1. Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish qonuni.
2. Yorug'lik nurlarining mustaqillik qonuni .
3. Yorug'likning qaytish qonuni.
4. Yorug'likning ikki optik shaffof muhit chegarasidan sinish qonuni.

1. Yorug'lik bir jinsli muhitda to'g'ri chiziq bo'ylab tarqaladi. Soya yarim soya hosil bo'lishi ushbu qonunning isbotidir. Agar tiniqmas BC jismni A nuqtaviy yorug'lik manbai yordamida yoritsak u vaqtda tiniqmas jismning soyasi $B^1 C^1$ aniq bo'lib ekranga tushadi (a-rasm).

Agar yorug'lik manbai A_1 ma'lum o'lchamga ega bo'lsa $B_1^1 C_1^1$ soyadan tashqari $B_2^1 C_2^1$ yarim soya ham hosil bo'ladi (b rasm).



a) rasm



b) rasm

Lekin yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish qonuni taxminiy qonundir chunki yorug'lik juda kichik teshiklar orqali o'tganda bu qonundan chetlanish ko'zatiladi.(difraksiya yuz beradi).

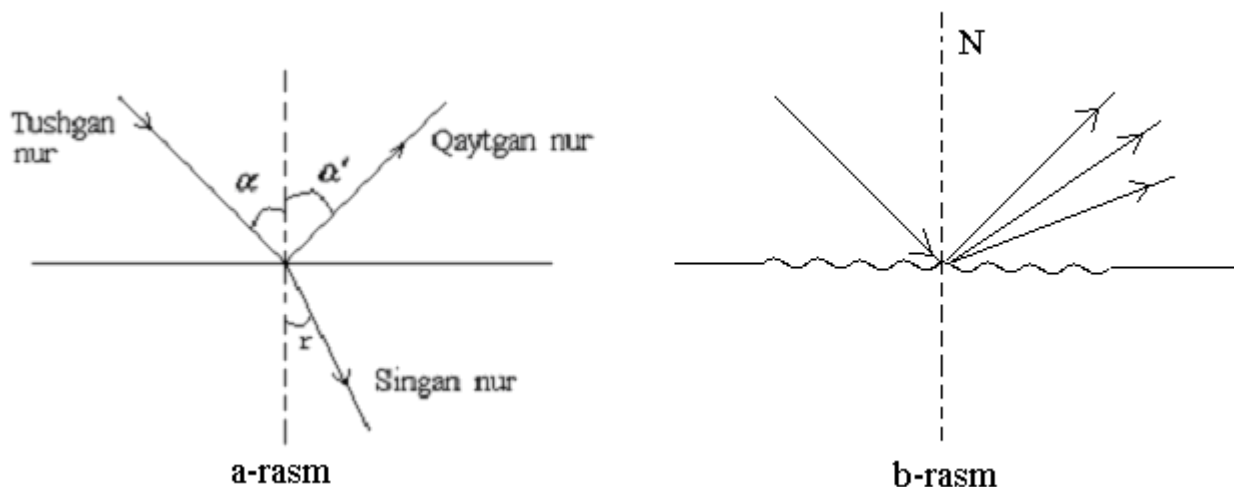
2) Yorug'lik nurlarining mustaqillik qonuni shundan iboratki, uncha kuchli bo'lmagan yorug'lik nurlari bir-biri bilan uchrashganda ular bir-biriga halaqit bermaydi. Lekin nurlar uchrashgan no'qtaning yoritilganligi ortadi.

Bu qonunning bajarilishini isboti uchun bir vaqtning o'zida inson tomonidan bir necha predmetlarning kuzatilishini ko'rsatish mumkin. Chunki bu predmetlardan qaytib inson ko'ziga tushuvchi yorug'lik nurlari bir-birlariga halaqit bermaydi, aks holda biz ularni bir paytning o'zida ko'rmagan bo'lar edik.

3) Yorug'likning qaytish qonunini quyidagicha ta'riflash mumkin: qaytgan nur, tushish no'qtasidan ikki muhit chegarasiga o'tkazilgan normal va tushuvchi nur, bir tekislikda yotadi.

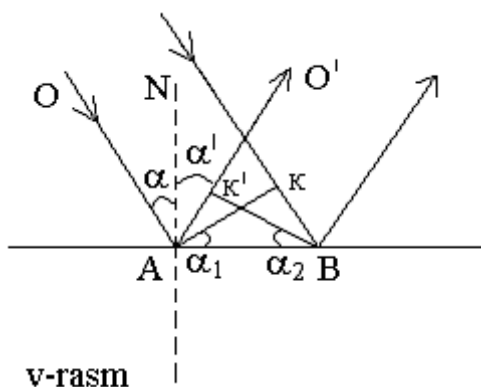
Yorug'likning qaytish α' burchagi tushish burchagi α ga teng. Bunday shartlar faqat yorug'lik tekis sirtga (masalan, yassi kuzguga) tushib qaytgandagina bajariladi (a-rasm). Agar yuza tekis bo'lmasa bunday yuzaga tushgan yorug'lik tekis qaytmasdan hamma tomonga sochilib ketadi

(b-rasm). Bunday qaytishga tarqoq qaytish yoki diffuz qaytish deyiladi. Bunday qaytish tabiatda ko'proq uchraydi.



Yorug'likning qaytish qonuniti to'liqin nazariyasi asosida isbot qilish mumkin. Faraz qilamizki AB yuzaga OA yo'nalishda yassi to'liqin tushsin, bu to'liqinning fronti AK bo'lsin (v-rasm).

To'liqin fronti AK holatni egallagan vaqtda AB sirtning A no'qtasidan elementar to'liqin $\mathcal{S}$ tezlik bilan tarqaladi. t vaqt davomida shu to'liqin frontining boshqa cheti KB masofani bosib o'tguncha A no'qtadan tarqalayotgan to'liqin AK ga teng AK' masofaga tarqaladi, chunki $KB = \mathcal{S} \cdot t$ va $AK' = \mathcal{S} \cdot t$ bu vaqtda A no'qtadan radiusi AK' ga teng bo'lgan yarim aylanaga o'tkazilgan urinma to'liqin frontining yangi holati K'B ni beradi; va bu front vaqtning o'tishi bilan AO' yo'nalish bo'yicha siljiydi ya'ni OA tushuvchi nur, AO' esa qaytgan nur. Rasmga asosan AKB va AK'B uchburchaklar bir-biriga teng, chunki ularning AK' va BK katetlari o'zaro teng bo'lib gipotenuza ikkala uchburchak uchun umumiydir. Demak $\alpha_1 = \alpha_2$.



O'zaro perpendikulyar tomonga ega bo'lgan burchaklar $\alpha_1 = \alpha$, $\alpha_2 = \alpha'$ bo'lgani uchun $\alpha = \alpha'$ bo'ladi.

4. Yorug'likning sinish qonuni quyidagicha ta'riflanadi. Tushuvchi nur, normal va singan nur bir tekislikda yotadi. Tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati berilgan moddalar uchun o'zgarmasdir, ya'ni:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1} = n_{2,1}$$

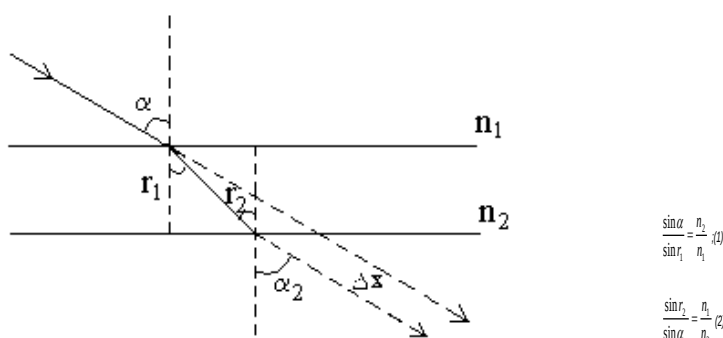
$n_{2,1}$ - ikkinchi moddaning birinchi moddaga nisbatan olingan nisbiy sindirish ko'rsatkichi deyiladi.

Moddaning bo'shliqqa nisbatan olingan sindirish ko'rsatkichi uning absolyut sindirish ko'rsatkichi deyiladi.

Masala: Qalinligi d ga, sindirish ko'rsatkichi n ga teng yassi parallel plastinkaga yorug'lik nuri, biror α burchak ostida tushganda nima bo'lishini qaraylik.

Yechish: Tajriba ko'rsatishicha, plastinkadan chiqqan nur tushuvchi nurga parallel bo'ladi.

Haqiqatan ham 11 ni plastinkaning ikkala sirtidan singan nur uchun yozsak,



bularni mos tomonlarini ko'paytirsa, $\frac{\sin \alpha_1}{\sin r_1} \cdot \frac{\sin r_2}{\sin \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1} \cdot \frac{n_1}{n_2} = 1$ geometriyadan $r_1 = r_2$; u

vaqtda $\frac{\sin \alpha}{\sin \alpha_2} = 1$; va $\alpha = \alpha_2$; faqat Δx masofaga siljiydi. Δx - qancha masofaga

siljiganini topish uyga vazifa.

Yorug'likning to'la ichki qaytish hodisasi.

Yorug'likning ikki muhit chegarasida sinish qonunidan ko'rinadiki, ikki muhitning nisbiy sindirish ko'rsatkichiga qarab sinish burchagi tushish burchagidan katta yoki kichik bo'lishi

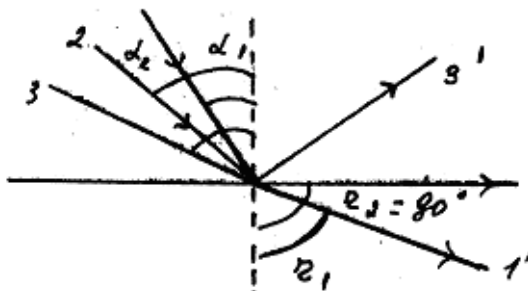
mumkin. Haqiqatan ham, $\frac{\sin \alpha}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow n_2 > n_1$ bo'lsa $\frac{\sin \alpha}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1} > 1$ yoki $\frac{\sin \alpha}{\sin r} > 1$ bundan

$\sin \alpha > \sin r$ α va r burchaklar 0° dan 90° oraliqda o'zgaradi. Yuqoridagi tenglikdan $\alpha > r$ ekanligi

kelib chiqadi, ya'ni ($n_2 > n_1$).

Agar ikkinchi muhitning optik zichligi kichik bo'lsa ($n_2 < n_1$). U vaqtda $\alpha < r$ bo'ladi, ya'ni singan nur normaldan uzoqlashadi va α ning qiymatini oshira borsa sinish burchagi 90° ga teng bo'ladi yoki singan nur ikki muhit chegarasi bo'ylab ketadi. Mana shunday sinish burchagi 90° ga teng bo'ladigan tushish burchagiga chegaraviy yoki limit burchak deyiladi. Tushish burchagining undan katta qiymatlarida nur sinmasdan to'laligicha birinchi mo'xitga qaytadi. Shu hodisaga

yorug'likning to'la ichki qaytish hodisasi deyiladi. Shunday qilib to'la ichki qaytish hodisasi optik zichligi katta muhitdan optik zichligi kichik muhitga o'tganda sodir bo'lar ekan.



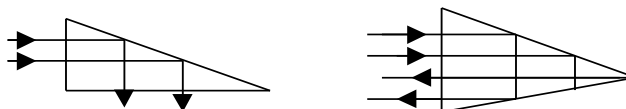
Rasmida $\alpha_2 = \alpha_{\text{lim}}; \alpha_3 > \alpha_{\text{lim}}$; bo'lgan vaqtda yorug'likning sinish hodisasi bo'lmaydi va faqat yorug'likning qaytish, ya'ni to'la ichga qaytish hodisasi bo'ladi.

Sinish qonuniga asosan $\sin 90^\circ = 1$; u vaqtda $\frac{\sin \alpha_2}{\sin r_2} = \frac{n_2}{n_1}; r_2 = 90^\circ; \sin \alpha_2 = \sin \alpha_{\text{lim}} = \frac{n_2}{n_1};$

$\alpha_{\text{lim}} = \arcsin \frac{n_2}{n_1}$; Yorug'likning bu hodisasidan turli optik asboblarda foydalaniladi. (durbin,

periskoplarda). Bundan tashqari moddalarning sindirish ko'rsatkichlarini aniqlashda refraktometrlarda foydalaniladi.

Agar shishaga biz 42 gradusdan kattaroq burchak ostida ($\alpha = 45$ gradus) yorug'lik nurini tushirsak u vaqtda to'la ichga qaytish hodisasini kuzatamiz.



Masala. Suv- havo chegarasi uchun limit burchak 49° ga, shisha-havo chegarasi uchun 42° ga teng bo'lsa shisha-suv chegarasi uchun limit burchakni toping.

Yechish. Suv-havo chegarasi uchun limit burchak

$$\sin \alpha_{\text{lim}} = \frac{n_h}{n_s} \quad (1)$$

shartdan, shisha-havo chegarasi uchun limit burchak

$$\sin \alpha'_{\text{lim}} = \frac{n_h}{n_{sh}} \quad (2)$$

shartdan topiladi.

$$\text{Odatda, } n_h = 1 \text{ (1) tenglikdan } n_s = \frac{1}{\sin \alpha_{\text{lim}}} \text{ (2) tenglikda esa } n_{sh} = \frac{1}{\sin \alpha'_{\text{lim}}}.$$

Shisha-suv chegarasi uchun limit burchak quyidagi shartdan topiladi:

$$\sin \alpha''_{\text{lim}} = \frac{n_s}{n_{sh}} = \frac{\frac{1}{\sin \alpha'_{\text{lim}}}}{\frac{1}{\sin \alpha_{\text{lim}}}} = \frac{\sin \alpha'_{\text{lim}}}{\sin \alpha_{\text{lim}}}$$

Yoki:

$$\alpha''_{\text{lim}} = \arcsin\left(\frac{\sin \alpha'_{\text{lim}}}{\sin \alpha_{\text{lim}}}\right)$$

o'rniga qiymatlarini quysak

$$\alpha''_{\text{lim}} = \arcsin\left(\frac{\sin 42^0}{\sin 49^0}\right) = 62^0 26'$$

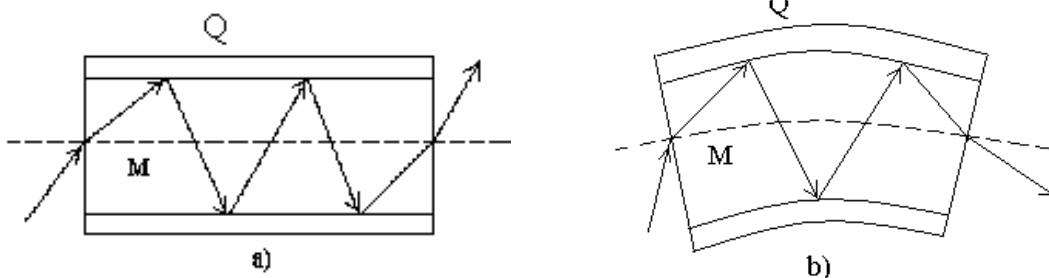
Periskop yordamida yer yuzasidagi ob'ektlarni, chuqurliklardan turib ko'zatish mumkin.

Yorug'lik o'tkazgichlari haqida ma'lumot.

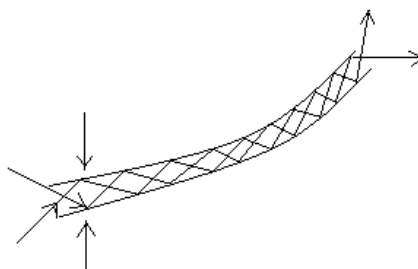
Yorug'likning to'la ichki qaytish hodisasidan foydalanib uning energiyasini va jism tasvirini uzoq masofaga uzatish mumkin.

Ana shu maqsad uchun yorug'lik o'tkazgichlari xizmat qiladi. Yorug'lik o'tkazgichlari ingichka va buklanadigan tola shakliga ega, bo'lib, sindirish ko'rsatkichi kattaroq bo'lgan (m) mag'iz va sindirish ko'rsatkich kichikroq bo'lgan (q) qobiq qisimlaridan iborat bo'ladi. Yorug'lik o'tkazgichlarida yorug'lik nurlari tola devorlariga geografik burchakdan kattaroq burchak ostida tushadi. Yorug'likning ana shunday tushishi natijasida tola devorlarining ichki yuzasidan yorug'likning to'la ichki qaytishi sodir bo'ladi. Va tolaga tushgan yorug'lik uning oxiridan chiqadi, mana shuning uchun ham ushbu tolalardan yoritilishi qiyin bo'lgan joylarni yoritishda foydalaniladi.

O'z shakliga qarab tolalar turli xil bo'ladi.



Yorug'lik tarqalish yo'nalishi bo'ylab diametri kamayuvchi tolaga **fakon** deyiladi



Yorug'lik tarqalishi yo'nalishida diametri oshib boradigan tolaga afokon deyiladi.

Savollar.

5. Sinish qonuni to'g'risidagi dastlabki mulohazalarni ayting.
6. Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish qonuniga izox bering.
7. Yorug'lik nurlarining mustakillik qonunini tushuntirib bering.
8. Yorug'likning qaytish qonuniga ta'rif bering.
9. Yorug'likning sinish qonuniga ta'rif bering.
10. To'la ichki qaytish hodisasini tushuntiring.
11. To'la ichki qaytish qurilmasini tushuntiring.
12. Yorug'lik o'tkazgichlari haqida gapiring.
13. Periskop nima?
14. Sinish qonunini Gyuygens talqini bo'yicha keltirib chiqaring.

Qaytish, sinish va to'la qaytish qonunlarini kompyuter yordamida virtual o'rganish. Virtual laboratoriyalar.

Mavzu: Yorug'likning yutilishi.

REJA:

- a) Yorug'likning yutilish hodisasi
- b) Buger-Beer qonuni
- Xulosa.

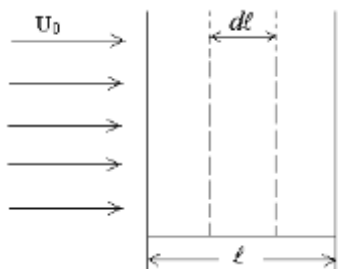
Yorug'likning yutilish hodisasi.

Bizga o'tgan darslardan ma'lumki yorug'lik nuri biron bir muhitdan o'tganda shu muhitning ikkinchi muhitga yendashish chegarasidan qaytadi va bir qismi sinib ikkinchi muhitga o'tadi. Sinish va qaytishdan tashqari yorug'lik nuri shu muhitda ma'lum darajada yutilar ekan ham. Yorug'lik har bir moddadan o'tganda odatda ozmi ko'pmi yutiladi. Yutilish odatda selektivlik xarakteri bilan sifatlanadi, ya'ni turli to'lqin uzunligiga oid yorug'lik turlicha yutiladi. Turli rangdagi nurlar berilgan bir moddaning o'zida turlicha yutiladi. Buyalmagan shaffof jismlar ko'rinuvchi nurlar intervaliga oid yorug'lik to'lqinlarini juda kam yutuvchi jismlardir, qalinligi 1 sm bo'lgan shisha o'zidan o'tadigan yorug'likni 1 % ga yaqin qisminigina yutadi.

Shu shishaning o'zi esa ultrabinafsha va ulardan juda uzoq joylashgan infraqizil nurlarni kuchli ravishda yutadi. Kurinuvchi nurlarni selektiv yutuvchi jismlar rangdor shaffof jismlardir. Masalan: qizil va qirmizi nurlarni kam yutib yashil ko'k va binafsha nurlarni ko'plab yutadigan shisha qizildir! Agar shunday shishaga turli rangdagi oq yorug'lik tushsa shisha orqali faqat qizil tus xissini beruvchi uzunroq to'lqinlar utib kiskaroq to'lqinlar yutiladigan bo'ladi.

Shu shishani yashil yoki ko'k yorug'lik bilan yoritilganda u «qora» bo'lib ko'rinadi, chunki shisha bu nurlarni yutib qoladi. Elektronlar nazariyasi nuqtai nazaridan qaraganda yorug'likning yutilish sababi o'tuvchi yorug'lik to'lqinlarining elektronlarda majburiy tebranishlar qo'zg'atishidadir.

Elektronlarni tebrantirib turishga energiya sarf bo'lib u energiya borib-borib boshqa xil energiyaga aylanib ketadi. Agar atomlarning o'zaro to'qnashishlari natijasida elektronlar tebranishlarining energiyasi betartib molekulyar harakat energiyasiga aylansa unda jism isiydi.



Moddadan parallel nurlar tarqalayotgan bulsin.

- Bu moddada yorug'likning tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan ikkita parallel sirt bilan chegaralangan $d\ell$ qalinlikdagi cheksiz yupka qatlamni ajratib olamiz. Nurlarning bu qatlamdan utishida energiya oqimining U zichligi dU miqdorda uzgaradi. Bu dU kamayishini berilgan yutuvchi qatlamdagi energiya oqimi zichligining o'ziga va qatlamning qalinligiga proporsional bo'ladi deb faraz etish mumkin.

$$\bullet \quad -dU = kUd\ell \quad (1)$$

k -koeffitsient yutuvchi moddaning xususiyati bilan aniqlanib, yutish koeffitsienti deb ataladi. K - koeffitsientning o'zgarmasligi har bir qatlamda o'sha qatlamga etib kelgan oqimning doim bir xil qismi yutilishini ko'rsatadi. Energiya oqimi zichligining chekli ℓ qatlamda kamayishi qonunini topish uchun (1) ifodani

$$\frac{dU}{U} = -kd\ell$$

shaklda ko'chirib yozamiz va uni 0 dan ℓ gacha bo'lgan chegarada integrallaymiz.

$$\int_0^\ell \frac{dU}{U} = -k \int_0^\ell d\ell$$

Qatlam boshidagi ($\ell=0$) oqim zichligi U_0 bo'lsin. U bilan esa uning moddaning ℓ qalinligini o'tganidagi qiymatini belgilaylik.

Unda, integrallagandan keyin

$$\ln U - \ln U_0 = -k\ell \quad \text{ёки} \quad \ln \frac{U}{U_0} = -k\ell$$

hosil bo'ladi, bundan esa

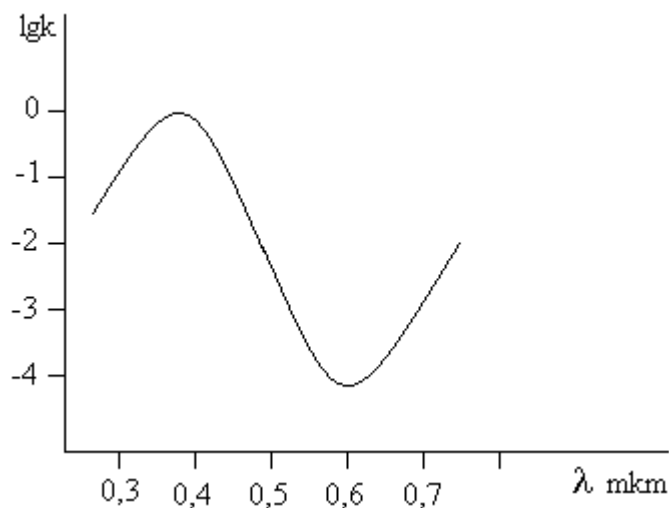
$$U = U_0 e^{-k\ell} \quad (2)$$

e -natural logarifmlar asosidir. Yutilish koeffitsienti k qancha katta bo'lsa, yorug'lik shuncha ko'p yutiladi. qatlam $1g$ bo'lganda, (2) ifodaga muvofiq

$$U = \frac{U_0}{e} \cong \frac{U_0}{2,72}$$

Shunday qilib, $\frac{1}{\kappa}$ ga teng qalinlikdagi qatlam energiya oqimining zichligini 2,72 marta susaytirar ekan. Yutilish koefitsientining son qiymatlari turli moddalar uchun juda keng miqyosda tebranadi.

Barcha moddalarning κ yutilish koefitsienti to'liq uzunligiga o'zmi ko'pmi bog'liq. 2-rasmda 0° C va bir atmosfera bosimdagi gaz holatli xlor uchun $\lg \kappa$ ning λ to'liq uzunligiga bog'liqligi tasvirlangan.



2-rasm

Rasmdan ko'rinishicha binafsha sohada koefitsiyent katta bo'ladi.

Undan so'ng sarik, yashil, sohada keskin pasayib ketadi va qizil sohada yana kutariladi. Tajribada yorug'likning shaffof erituvchida eritilgan moddada yutilishida yutilish yorug'lik nurining eritmadagi yo'l uzunligi birligiga to'g'ri keladigan yutuvchi molekulalar soniga proporsional ekanini ko'rsatadi. Yo'l birligiga to'g'ri keladigan molekulalar soni eritma konsentratsiyasi C ga proporsional bo'lgani uchun K yutilish koefitsienti C ga proporsional bo'ladi.

$$K = \chi C$$

χ -eritma konsentratsiyasiga bog'liq bo'lmaydigan faqatgina yutuvchi modda molekularining xususiyatlariga bog'liq o'zgarmas koefitsient, buni ya'ni (*)ni (2)ga qo'ysak

$$U = U_0 e^{-k\ell} \quad (2)$$

$k = \chi C$ bulardan

$$U = U_0 e^{-\chi C \ell} \quad (3)$$

χ -koefitsient eritma konsentratsiyasiga bog'liq emas degan tasdiqni birinchi marta Beer topgan. (3) ga Buger-Beer qonuni deyiladi.

Beer qonuni ya'ni ($\mathcal{X}$ -eritma konsentratsiyaga bog'liq emasligi) har bir molekulaning xususiyatini unga qo'shni molekulalarning mavjudligi uzgartirmagandagina bajariladi.

Beer qonuni bajarilganda (3) dan foydalanib eritmalarining konsentratsiyasini aniqlash mumkin. Yuqori konsentratsiyali eritmalarda Beer qonunidan chetlanish mavjud.

Savollar.

- 1.Yutish koefitsienti deb nimaga aytiladi?
- 2.Yutilish koefitsienti nimalarga bog'liqligini tushuntiring?

MAVZU: YORUG'LIK DISPERSIYASI.

REJA:

- a) Normal va anomal dispersiya
- b) Dispersiyaning elektron nazariyasi.

Xulosa.

Yorug'lik dispersiyasi

Sindirish ko'rsatkichi yorug'lik nurlari dastasining tushish burchagiga bog'liq bo'lmaydi, ammo u yorug'likning rangiga bog'liq bo'ladi. Buni Nyuton kashf etgan edi.

Yorug'lik dispersiyasi deganda moddaning sindirish koefitsientining yorug'lik to'lqin uzunligiga bog'liqligidan yuz beradigan hodisalar tushuniladi. Turli to'lqin uzunligiga ega bo'lgan turli tusli yorug'lik ikki shaffof moddaning yondashish chegarasida turlicha sinadi.

Berilgan har bir moddaning sindirish koefitsiyentini to'lqin uzunligining funksiyasi sifatida yozish mumkin:

$$n = f(\lambda) \quad (1)$$

Maddenin dispersiyasi deb to'lqin uzunligining o'zgarishiga qarab n sindirish koefitsientining qanchalik tez o'zgarishini ko'rsatuvchi miqdoriga aytiladi. Agar λ_1 va λ_2 dan iborat ikki to'lqin uzunligiga loyiq sindirish koefitsiyentlarining qiymatlari mos holda n_1 va n_2 bo'lsa, moddaning λ_1 dan λ_2 gacha bo'lgan to'lqin uzunlik sohasida moddaning o'rtacha dispersiyasi $\bar{\nu}$ ushbu

$$\bar{\nu} = \frac{n_2 - n_1}{\lambda_2 - \lambda_1} = \frac{\Delta n}{\Delta \lambda} \quad (2)$$

munosabat yordamida ifodalanadi. Bunda $\Delta n = n_2 - n_1$ va $\Delta \lambda = \lambda_2 - \lambda_1$ To'lqinlar uzunliklari intervalini cheksiz kichiklatish yuli modda dispersiyasining berilgan λ to'lqin uzunligi yaqinidagi ν qiymatini topamiz; y vaqtda (2) munosabat o'rniga n sindirish koefitsiyentining to'lqin uzunligiga nisbatan olingan hosilasi ishlatiladi:

$$\nu = \frac{dn}{d\lambda} = \frac{d}{d\lambda} f(\lambda)$$

Barcha shaffof moddalarning n sindirish koeffitsienti λ to'liqin uzunligi kiskargan sari monoton orta boradi. Bu xol shaffof moddalarda binafsha nurlarning yashil nurlarga nisbatan kuchlirok sinishi, yashil nurlarning esa oizil nurlardan kuchlirok sinishidan iborat.

Yorug'likning dispersiyasi ustidagi dastlabki eksperimental tekshirishlarni Nyuton qilgan (1672 y.) bo'lib, prizmada sindirish usulida bajarilgan edi. Sindiruvchi burchaklari teng bo'lgan, lekin turli moddalardan ishlangan prizmalar yordamida hosil qilingan spektrlarni taqqoslaganda spektrlarning turli burchakka ogganigina emas, balki ularning ko'proq yo ozroq chuzilganini ham ko'rish mumkin. Masalan: Suv va uglerod sulfid tashqil etgan bir xil prizmalarni taqqoslaganda ikkinchi prizma hosil qilgan spektr (qizildan binafsha nurlargacha) birinchisinikidan 5–6 marta uzun ekanini ko'ramiz. Turli to'liqin uzunliklarga tegishli sinish ko'rsatkichini o'lchab, prizma moddasining dispersiyalash kobiliyatini, ya'ni $n = f(\lambda)$ funksiyani tekshirish mumkin.

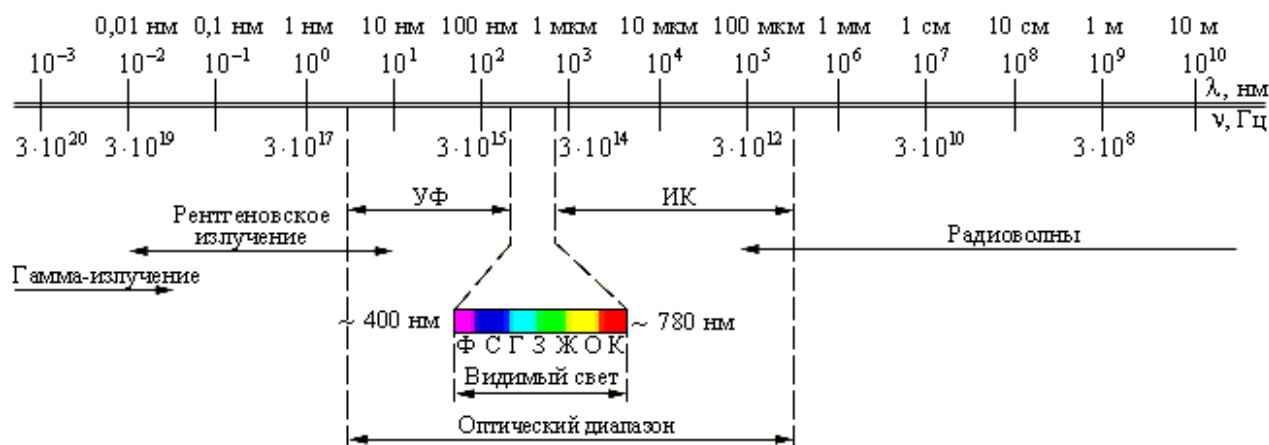
Dispersiyaning orta borishi bilan sinish ko'rsatkichi ham orta borsada, lekin hamma vaqt bunday bo'lavermaydi. Hatto dispersiyaning umumiy o'zgarib borishi, ya'ni to'liqin uzunlik kamaygan sari sinish ko'rsatkichining kattalasha borishi hamma vaqt ham o'rinli bo'lavermaydi.

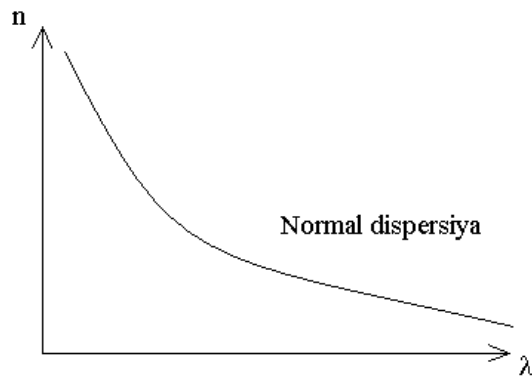
Leru (1862 y) yod bug'i to'ldirilgan prizmada yorug'lik sinishini kuzatib, qizil nurlarga qaraganda ko'k nurlar kamroq sinishini topdi (boshqa nurlarni yod yutadi va ular ko'rinmay koladi).

Leru bu xususiyatni anomal dispersiya deb atadi. (pacm)

Spektrning biror sohasida anomal dispersiyaga ega bo'lgan barcha moddalar bu sohada yorug'likni ko'p yutadi. Kamalak yettita asosiy rangdan iborat degan ko'p asrlik an'anaga amal qilib, Nyuton ham yettita rangni binafsha, ko'k, havo rang, yashil, sariq, tuqsariq va qizil ranglarni ajratadi. **Kamalak rangli polosaning o'zini Nyuton spektr deb atadi.**

Yorug'likning sinish ko'rsatkichining yorug'likning rangiga bog'liqligi dispersiya deb ataladi. (dispersiya so'zi lotincha dispergo- sochaman degan ma'noni bildiradi).





Savol.

1. Nima uchun qizil rang kamalakda yuqorida ko‘rinadi?
2. Nima uchun Almaz tovlanadi?

Dispersiyaning elektroniy nazariyasi.

Atomlarning xususiy tebranishlari tushunchasidan foydalanib, tebranuvchi zarralar (elektronlar va ionlar) tabiatini aniqladi, modda va yorug‘lik to‘g‘risidagi tasavvurimizni chuqurlashtirdi.

Dispersiyaning elektroniy nazariyasi asoslari bilan birmuncha batafsilroq tanishaylik.

Yuqorida aytganimizdek, yorug‘lik bilan moddaning o‘zaro ta‘sirining mohiyati tushayotgan to‘lqin maydoni ta‘sirida modda elektronlari (va ionlari)ning tebranishlari natijasida paydo bo‘lgan ikkilamchi to‘lqinlar bilan birlamchi to‘lqinlarning interferensiyalanishidan iborat. Demak, sinish ko‘rsatkichining to‘lqin uzunlikka bog‘lanishini keltirib chiqarish uchun dielektrik singdiruvchanlikning o‘zgaruvchan elektr maydon chastotasiga qanday bog‘langanligini topamiz, so‘ngra

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

munosabatga asosanib n ni topamiz. Elektroniy nazariyaga muvofiq dielektrikning molekula yoki atomlarini tarkibida elektronlar bo‘lgan sistemalar deb qaraymiz. Bu elektronlar molekularlar ichida muvozanat vaziyatida bo‘ladi. Tashqi maydon ta‘sirida bu zaryadlar muvozanat vaziyatidan r masofa qadar siljib, atomni maydon bo‘ylab yo‘nalgan $p = er$ momentli elektr sistemasiga (dipolga) aylantiradi. Agar tekshirayotgan muhitning birlik hajmida qutblanadigan N ta atom bo‘lsa, birlik hajmning elektr momenti, ya‘ni muhitning qutblanishi $P = NP = Ne r$ bo‘ladi.

Bunda biz soddalik maqsadida muhitda faqat bir sort atom bor va har bir atomda siljiy oladigan bittagina elektron bor, deb faraz qildik.

$$\text{Aks holda} \quad P = \sum N_i e r_i$$

ko‘rinishida ifodalanar edi, bunda i indeks. i - son zaryadlarga tegishli bo‘lar edi. Muhitning elektr qutblanishini bilgan holda uning ε dielektrik singdiruvchanligini hisoblab topish mumkin.

$$D = \varepsilon E = E + 4\pi P$$

D -muhitning elektr induksiyasi.

Demak, $[D = \varepsilon E = E + 4\pi N_{er}]$

bo'lib, bunda r ni E maydon aniqlaydi.

Shunday qilib masala davriy o'zgaruvchi tashqi maydon ta'sirida elektronning r siljishini aniqlashdan iborat bo'lib qoladi, bunda tarkibiga shu elektron ham kirgan atomning boshqa qismlarining va atrofdagi atomlarning shu elektronga ta'sir etadigan kuchlari hisobga olinadi, ya'ni bu masala elektronning majburiy tebranishlari to'g'risidagi masaladir. Bu yerda gap atom ichida qiladigan harakatining chastotasi yorug'lik to'liqini chastotasi tartibida bo'ladigan elektronlar to'g'risida ketayotganini nazarda tutish kerak. Ular optik elektronlar deyiladi. Mana shu optik elektronlarga ta'sir qiluvchi kuchlar quyidagilardan iborat. **Optik elektronni muvozanat vaziyatda tutib turuvchi kuchlar.**

$$F = -br$$

Bu kuchlar elastiklik kuchi xarakterga ega bo'lishi kerak.

b- elastiklik bog'lanishning tegishli doimiysi.

r -elektronning muvozanat siljishi.

Tormozlovchi kuch.

Haqiqatdan tebrantirilgan elektron o'z energiyasini asta sekin sochadi va tebranish amplitudasi vaqt o'tishi bilan kamayadi. Shunday qilib tebranish qat'iy garmonik bo'lmay sunuvchi tebranish deb qarash kerak. Har qanday holda ham tebranish amplitudasini kamaytiradi va binobarin elektron harakatiga tormozlovchi (disipativ) kuch ta'sir ko'rsatadi. Demak, elektronga ta'sir etuvchi ikkinchi kuch sifatida qarshilik kuchini ya'ni tormozlash kuchini kuzatamiz.

$$G = -g \frac{dr}{dt} = -g\dot{r}$$

g - muhitning xossalari bog'liq koeffitsiyent.

Majbur etuvchi kuch

Muhitda tarqaluvchi yorug'lik to'liqini ta'sirida elektronlar majburiy tebranish qiladi. Yorug'lik to'liqini ta'sirini bu to'liqinning elektr maydoni kuchlanganligi aniqlaydi. Ya'ni elektronga eE kuch ta'sir qiladi deb hisoblaymiz.

Ta'sir qiluvchi kuchlar to'g'risida yuqorida ko'rsatilgan farazlarni kilgach, elektron uchun Nyutonning harakat tenglamasini yoza olamiz:

$$m\ddot{r} = eE - br - g\dot{r} \quad (1)$$

Bu tenglama majburiy tebranishlarning harakat tenglamasidir. Bu tenglamani yechib, r ni binobarin $P = NP = N_{er}$ ni aniqlaymiz va demak, $E = n^2$ ni atomning

doimiylari (e, m, ω_0, g) tashqi maydonning ω chastotasi funksiyasi sifatida topamiz, ya'ni dispersiya masalasini yechamiz. (1). Agar qarshilik kuchi nazarga olinmasa, ya'ni $g = 0$ deb hisoblansa, elektronlarning majbur etuvchi kuch ta'sirida qiladigan harakatining asosiy xususiyatlarini topish ancha oson. Yorug'lik to'liqlinining E maydonini ω chastotaning sodda sinusoidal funksiyasi deb, ya'ni $E = E_0 \sin \omega t$ deb hisoblash mumkin. $g=0$ deb faraz qilib, (1) tenglamaning ikkala tomonini m ga bo'lib yuborsak, tenglama

$$\ddot{r} + \omega_0^2 r = \frac{e}{m} E_0 \sin \omega t \quad (2)$$

ko'rinishga keladi.

$$\omega_0 = \sqrt{b/m}$$

elektronning xususiy tebranish chastotasi 2 tenglamaning yechimini

$$r = A \sin \omega t ;$$

(3)

ko'rinishida yozish mumkin, bunda o'rniga qo'yib P ni topamiz:

$$r = \frac{e}{m} \frac{E_0 \sin \omega t}{\omega_0^2 - \omega^2}$$

Bundan foydalanib

$$D = \varepsilon E = E + 4\pi P$$

munosabat asosida soddalashtirilgan

$$\varepsilon = n^2 = 1 + \frac{4\pi N e^2}{m(\omega_0^2 - \omega^2)} \quad (4)$$

echimini topamiz.

Bu formulaga muvofiq sindirish ko'rsatkichi tashqi maydonning ω chastotasiga bog'liq, ya'ni topilgan formula yorug'lik dispersiyasi hodisasini aks ettiradi, ammo bu formulani chiqarishda soddalashtiruvchi ba'zi bir farazlar qilingan edi, bu farazlar kelgusida bartaraf qilinishi kerak. (4) dan ko'rinib turganidek, $\omega = 0$ dan to $\omega = \omega_0$ gacha bo'lgan sohada $n > 1$ va ω oshgan sari n orta boradi (normal dispersiya).

Sindirish ko'rsatkichining qiymati cheksiz bo'lishi fizik ma'noga ega emas, bu qiymat masalani soddalashtirish maqsadida harakatni sindiruvchi qarshilik kuchi yo'q ($g=0$) deb qilingan faraz tufayli hosil bo'ladi.

MN soha-anomal dispersiya sohasi, bu sohada ω chastota oshgan sari n kamaya boradi.

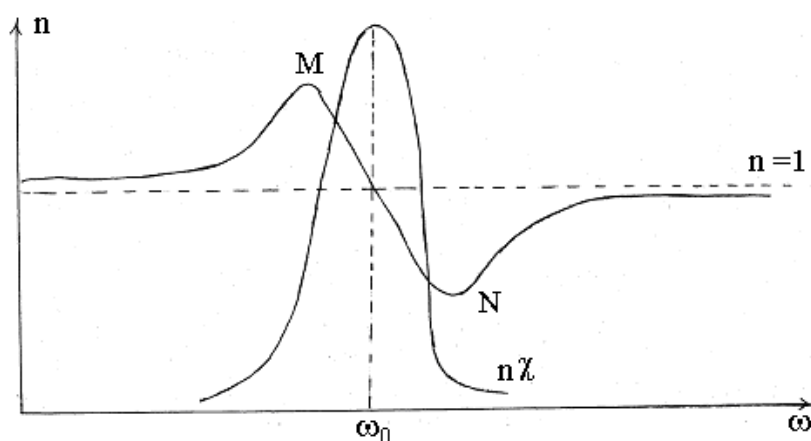
(4) formulada N ni ham zichlikka yoki birlik hajmdagi N_0 atomlar soniga proporsional deb hisoblasa bo'ladi. Demak, $N = fN_0$ deb olamiz; o'lchamsiz f -koeffitsiyent odatda ossilyator kuchi deyilib, bu bilan dispersiya hodisalarida shu ossilyatorlarning qatnashish hissasi yoki ularning effektivligi ta'kidlanadi. Shunday qilib (4) formula quyidagi ko'rinishni oladi:

$$n^2 = 1 + 4\pi N_0 \frac{e^2}{m} \frac{f}{(\omega_0^2 - \omega^2)} \quad (5)$$

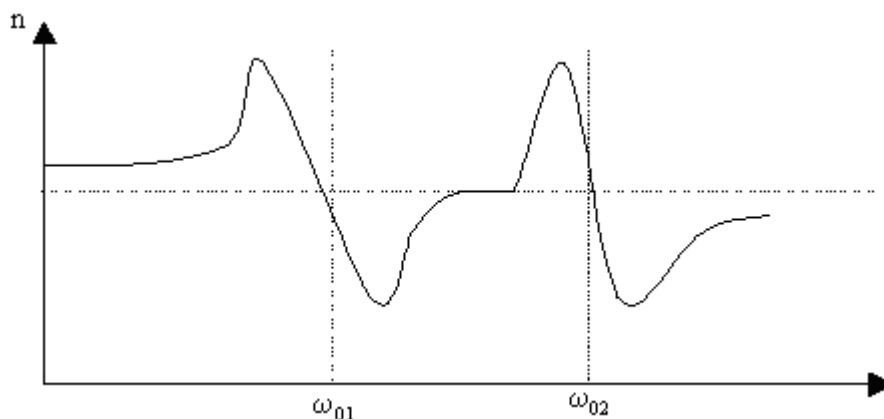
Agar moddada e_i zaryadi va m_i massasi turlicha bo'lgan va turli ω_{0i} xususiy chastotada tebrana oladigan bir necha sort zaryadlar bo'lishi e'tiborga olinsa, u holda (5) formula o'rniga

$$n^2 = 1 + 4\pi N_0 \sum \frac{f_i e_i^2}{m_i} \frac{1}{(\omega_{0i}^2 - \omega^2)} \quad (6)$$

ifoda olinadi. Bunda f_i - turlicha ω_{0i} chastotalarga mos keladigan ossilyatorlar ayrim sortlarining kuchlari (yoki effektivliklari).



1-rasm .Yolg'iz yutilish (chizig'i) polosasi yaqinida yuz beradigan dispersiya va absorbtsiya egri chiziqlari.



2-rasm. Yutish polosalari bir necha bo'lganda yuz beradigan dispersiya egri chiziqlari.

Savollar.

1. Dispersiya hodisasi deb qanday hodisaga aytiladi?
2. Dispersiyani elektroniy nazariyasini tushuntirib bering?
3. Tormozlovchi kuch haqida tushuncha bering.
4. Spektr nima?
5. Anomal va normal dispersiya nima?

Mavzu: Yorug'likning interferensiya hodisasi.

Reja:

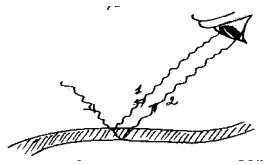
- a) Interferensiya to'g'risida tushuncha, kogerentlik va uni hosil qilish.
- b) Tebranishlarni qo'shish va interferensiyalar had.
- v) Bir yo'nalish bo'yicha qo'shiluvchi to'lqinlar interferensiyasi. To'lqinlar interferensiyasining umumiy holi.
- g) Teng qalinlikka tegishli interferensiya (Nyuton halqalari)
- d) Yorug'lik interferensiyasining ishlatilishi ikki va ko'p nurli interferometrlar.

Xulosa.

Yorug'likning interferensiya hodisasi.

Yorug'lik interferensiyasini odamlar juda qadim zomandayoq kuzatganlar, ammo nima uchun bunday bo'lishi bilan qiziqmaganlar. Interferensiyalar manzarani biz ham bolaligimizda sovun pufaklari uchirayotganimizda yoki suv betiga to'kilgan kerosin yoxud neft yupqa pardasi kamalak ranglari bilan tovlanishini ko'zatganimizda ko'p marta ko'rganmiz. «Havoga uchirilgan sovun pufagi atrofdagi narsalarga xos bo'lgan barcha ranglar bilan tovlanadi. Sovun pufagini tabiatning eng ajoyib, eng nozik mo'jizasi desa bo'ladi» (Mark Tven).

Sovun pufagining kishiga shunchalik zavq baxsh etishiga xuddi ana shu yorug'lik interferensiyasi sababdir. Ingliz olimi Tomas Yung yupqa pardalarning har xil rangda tovlanish sababini biri pardaning tashqi yuzasidan, ikkinchisi esa ichki yuzasidan qaytuvchi 1 va 2 to'lqinlarning (1-rasm) qo'shilishidan deb tushuntirish mumkin, degan genial fikrni maydonga tashladi.



1-rasm.

Bunda yorug'lik to'qlinlarining interferensiyasi sodir bo'ladi - ikki to'qlin qo'shiladi, buning oqibatida natijaviy (yig'indi) yorug'lik tebranishlari fazoning turli nuqtalarida kuchayadigan yoki zaiflashadigan vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydigan manzara ko'zatiladi.

Interferensiya (yig'indi tebranishlarining kuchayishi yoki zaiflashuvi) natijasi yorug'likning pardaga tushish burchagi, pardaning qalinligi va to'qlinning uzunligiga bog'liq.

Agar singan ikkinchi to'qlin qaytgan birinchi to'qlindan to'qlinlar uzunligining butun soni qadar kechiksa, yorug'lik kuchayadi. Agar ikkinchi to'qlin birinchi to'qlindan to'qlin uzunligining yarim to'qlinlarning tok soni qadar kechiksa, yorug'lik zaiflashadi. To'qlinlarning qo'shilishida turg'un interferentsion manzara hosil bo'lishi uchun tulqinlar kogerent bo'lishi, ya'ni ularning to'qlin uzunliklari bir xil va fazalari farqi o'zgarmas bo'lishi kerak.

Pardaning tashqi va ichki yuzalaridan qaytgan to'qlinlarning kogerent bo'lishiga sabab shuki, bu to'qlinlarning ikkalasi ham bitta yorug'lik dastasining qismlaridir.

Ikkita odatdagi mustaqil manbadan chiqadigan to'qlinlarga kelsak ular interferentsion manzara hosil qilmaydi, chunki bunday manbalardan chiqadigan ikki to'qlinning fazalari farqi doimiy emas.

Yung rangdagi farq to'qlin uzunligidagi (yorug'lik to'qlinlarning chastotasidagi) farqda ekanligini ham tushundi.

Tebranishlarni qo'shish.

Fazoning biror nuqtasida bir xil chastota va turli boshlang'ich faza, amplitudaga ega bo'lgan va bir yo'nalishda tarqalayotgan ikki garmonik to'qlin o'zaro uchrashsin.

$$\vec{E}_1 = \vec{E}_{01} \cos(\omega t + \alpha_1) \quad (1)$$

$$\vec{E}_2 = \vec{E}_{02} \cos(\omega t + \alpha_2) \quad (2)$$

Bu yerda E_{01} , E_{02} - to'liqin amplitudalari;

ω - chastotasi, α_1 , α_2 - boshlang'ich fazalari.

$\vec{E}_{02} > \vec{E}_{01}$ va $\alpha_2 > \alpha_1$ bo'lsin

(1) va (2) ni qo'shib quyidagi tenglikni hosil qilamiz.

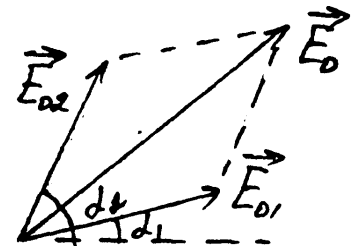
$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{E}_{01} \cos(\omega t + \alpha_1) + \vec{E}_{02} \cos(\omega t + \alpha_2) = \vec{E}_0 \cos(\omega t + \alpha) \quad (3)$$

Bundan ko'rinadiki, bir yo'nalish bo'yicha tarqaluvchi va bir xil davrga ega bo'lgan ikkita garmonik tebranishlarni qo'shganda, o'sha yunalish bo'yicha tarqaluvchi va chastotasi o'zgarmagan garmonik tebranish hosil bo'ladi.

Bu yig'indi tebranishning amplituda va boshlang'ich fazasi quyidagi vektorli diagramma yordamida aniqlanadi.

$$E_0^2 = E_{01}^2 + E_{02}^2 + 2E_{01}E_{02} \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \quad (4)$$

To'liqin intensivligi amplituda kvadratiga to'g'ri proporsional bo'lganligi uchun (4) ning ikkala tomonini berilgan muhit uchun doimiy bo'lgan $\frac{c}{4\pi} \sqrt{\varepsilon}$ kattalikka ko'paytirib intensivlik uchun quyidagi ifodani hosil qilamiz.



$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 \cdot I_2} \cdot \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \quad (5)$$

I_1 va I_2 qo'shiluvchi tebranishlar intensivligi,

I- natijaviy to'liqin intensivligi.

Elektromagnit to'liqin nurlanishi atomlar tebranishi bilan bog'liq bo'lib, bu tebranishlar garmonik emas va har bir tebranish 10^{-8} sek. vaqt oralig'ida amalga oshadi. Bir atomning turli vaqtdagi va turli atomlarning bir paytdagi tebranishlari mustaqil ravishda amalga oshganligi uchun ular o'zaro faza bo'yicha bog'liq bo'lmasdan turli fazalarga ega bo'ladi. Demak (5) bilan aniqlanadigan qo'shilish natijasi vaqtga bog'liq bo'ladi. Yorug'lik intensivligining o'zgarish chastotasi juda katta (10^{14} Гц) bo'lganligi tufayli bevosita ko'z yordamida bunday tez o'zgarishlarni kuzatish mumkin emas. Mana shuning uchun ham (5) ning vaqt bo'yicha o'rtacha qiymatini olamiz.

$$I = \overline{I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 \cdot I_2} \cos(\alpha_2 - \alpha_1)}$$

Yuqoridagi chiziq mos kattaliklardan vaqt bo'yicha olingan o'rtacha qiymatni ko'rsatadi.

E_{01} va E_{02} - vaqtga bog'liq emasligi tufayli $\overline{E_{02}^2} = \overline{E_{01}^2}$ ba $\overline{E_{01}^2} = \overline{E_{02}^2}$ u vaqtda

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 \cdot I_2} \cos(\alpha_2 - \alpha_1)$$

(6)

Demak intensivlikning o'rtacha qiymatini aniqlash uchun fazalar farqi kosinusining bu holdagi o'rtacha qiymatini aniqlash kifoya.

$$\overline{\cos(\alpha_2 - \alpha_1)} = \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} \cos(\alpha_2 - \alpha_1) dt \quad (7)$$

τ - kuzatish vaqti.

Quyidagi ikki xususiy holni kuraylik.

1-hol. Faraz qilaylikki: $\alpha_2 - \alpha_1 = \text{const}$ bo'lsin.

Bu holda (7) ga asosan: $\overline{\cos(\alpha_2 - \alpha_1)} = \frac{1}{\tau} \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \int_0^{\tau} dt = \cos(\alpha_2 - \alpha_1) = \text{const}$

$$\text{Demak, } I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 \cdot I_2} \cdot \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \quad (8)$$

$$\text{Ya'ni, } I \neq I_1 + I_2 \quad (9)$$

(8) dan ko'rinadiki, qo'shiluvchi tebranishlarning fazalar farqi doimiy bo'lganda natijaviy intensivlik ayrim tebranishlar intensivliklarining yig'indisidan farq qiladi. Ya'ni interferensiya hodisasi yuzaga keldi. Ko'zatish vaqti davomida fazalar farqi doimiy bo'ladigan tebranishlarning o'zaro qo'shilishi interferensiya hodisasiga olib keladi va bunday tebranishlarga kogerent tebranishlar deyiladi.

Ma'lumki turli chastota bilan tebranuvchi tebranishlar kogerent bo'la olmaydi, ammo bir xil chastotali hamma tebranishlar ham kogerent bo'la olmaydi.

Interferensiya (8) formulada uchinchi hadning mavjudligi natijasida amalga oshadi, shuning uchun ham bu hadga interferentsion had deyiladi.

Interferentsion had $2\sqrt{I_1 \cdot I_2} \cos(\alpha_2 - \alpha_1)$ qo'shiluvchi tebranishlarning korrelyasiyasini (o'zaro aloqadorligini) xarakterlaydi.

2-hol. Qo'shiluvchi tebranishlarning fazasi ixtiyoriy ravishda o'zgarsin. Bu holda xaotik o'zgaruvchi fazalar teng ehtimoliyatlar bilan bir xil musbat va manfiy qiymatlarni qabul qiladi va uning kuzatish vaqti davomidagi o'rtacha qiymati nolga teng bo'ladi,

$$\text{Ya'ni, } \overline{\cos(\alpha_2 - \alpha_1)} = 0$$

$$\text{Demak: } \bar{I} = I_1 + I_2 \quad (10)$$

(10) dan ko‘rinadiki, fazalar farqi xaotik ravishda o‘zgarganda, intensivliklarning odatdagi qo‘shilishi amalga oshadi, ya’ni in-terferentsiya hodisasi bu holda kuzatilmaydi. Bunday tebranishlar kogerentmas tebranishlar deyiladi. Demak bir xil davrli ikki tebranish qo‘shilishida ikki holni farq qilish kerak.

1. Kuzatishlar uchun yetarli bo‘lgan τ vaqt davomida tebranishlarning fazalar farqi o‘zgarmay turadi. Natijaviy tebranishning o‘rtacha energiyasi dastlabki tebranishlar o‘rtacha energiyalarining yig‘indisidan farq qiladi va fazalar farqi qanday bo‘lishiga qarab energiyalar yig‘indisidan katta yoki kichik bo‘ladi. Bu holda tebranishlar kogerent tebranishlar deyiladi.

Tebranishlar qo‘shilganda intensivliklar qo‘shilmaydigan hol tebranishlar interferentsiyasi deyiladi.

2. Kuzatish vaqti davomida tebranishlarning fazalar farqi betartib o‘zgaradi. Natijaviy tebranishning o‘rtacha energiyasi dastlabki tebranishlar o‘rtacha energiyalarining yig‘indisiga teng. Bu holda tebranishlar kogerent bo‘lmagan tebranishlar deyiladi. Ular qo‘shilganda hamma vaqt intensivliklar qo‘shiladi, ya’ni interferentsiya bo‘lmaydi.

Yuqorida ko‘rsatilganidek, bir xil chastotali qat‘iy garmonik tebranishlar hamma vaqt o‘zaro tamomila kogerent bo‘ladi, chunki ular uzilmasdan davom etganligi tufayli, ularning fazalari farqi xoxlagancha uzoq vaqt davomida o‘zgarmay turadi. Shuning uchun bunday garmonik tebranishlar qo‘shilganida hamma vaqt interferentsiya bo‘ladi.

Kelgusi darslarimizda interferentsiyaning umumiy holi va interferometrlar to‘g‘risida batafsil to‘xtalamiz.

Masala: O‘zaro tik yo‘nalishlarda qutblangan va intensivliklari I_1 va I_2 bo‘lgan kogerent to‘lqinlar qo‘shilishidan hosil bo‘lgan yig‘indi to‘lqin intensivligi nimaga teng bo‘ladi?

Ечиш. $\vec{E}_1 = \vec{E}_{01} \cos \omega t; \quad \vec{E}_2 = \vec{E}_{02} \cos(\omega t + \delta)$

$$\vec{E}_2 = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{E}_{01} \cos \omega t + \vec{E}_{02} \cos(\omega t + \delta) \quad (1)$$

$$I \sim (\vec{E})^2 = (\vec{E}_{01})^2 \cos^2 \omega t + (\vec{E}_{02})^2 \cos^2(\omega t + \delta) + 2(\vec{E}_{01} \cdot \vec{E}_{02}) \cos \omega t \cdot \cos(\omega t + \delta)$$

Vaqt bo‘yicha o‘rtacha qiymati:

$$(\vec{E}_1 \vec{E}_2) = \left(\frac{\vec{E}_{01}}{2} \right)^2 + \left(\frac{\vec{E}_{02}}{2} \right)^2 + 2(\vec{E}_{01} \vec{E}_{02}) \overline{\cos \omega t \cdot \cos(\omega t + \delta)}$$

$$I = I_1 + I_2 + 2(\vec{E}_{01} \vec{E}_{02}) \overline{\cos \omega t \cdot \cos(\omega t + \delta)} \quad (2)$$

Agar $E_{01} \perp E_{02}$ ekanligini hisobga olsak $(\vec{E}_{01} \cdot \vec{E}_{02}) = 0$ bo'ladi.

(2) chi formuladagi uchunchi had nolga teng bo'ladi.

$I = I_1 + I_2$ deb yozish mumkin.

Interferensiyani olish usullari.

Interferensiya olish usullari juda ham ko'p. Bularni S.V.Vavilov ikki tipga bo'ladi.

- I. Frenal tipidagi interferensiya (Yung usuli, bizerkala usuli, biprizma usuli, bilinza usuli va hokozo).
- II. Nyuton tipidagi interferensiya (yupqa pardadagi, xonadagi, Nyuton halqalari va boshqalar).

Kogerentlik vaqti va kogerentlik uzunligi.

Kogerentlik uzunligi va kogerentlik vaqti quydagicha bog'langan.

$$l_{kog} = c \cdot \tau_{kog} = \frac{c}{\Delta \nu}$$

$\Delta \nu$ - spektral interval kenglik.

Odatdagi yorug'lik manbalari uchun kogerentlik uzunligi bir necha santimetrdan oshmaydi. Lazerlar uchun 1000 metrdan oshmaydi.

Yorug'likning monoxromatikligi nurlanish mexanizmi bilan bog'liqdir. Nurlanish cheksiz uzunlikga ega bo'lgan monoxromatik to'lqinning bir parchasidir. Ya'ni bir parchasi shaklida nurlanadi.

Masala. Yorug'lik manbai to'lqin uzunligi **490 nm** dan **510 nm** gacha bo'lgan intervalda nur chiqarsa kogerentlik vaqti τ_{kog} hamda kogerentlik uzunligi l_{kog} aniqlansin.

Berilgan.

Yechish.

$$\lambda_1 = 490 \text{ nm} \quad \tau_{kog} = \frac{1}{\Delta \nu} = \frac{1}{\nu_1 - \nu_2} = \frac{1}{\frac{c}{\lambda_1} - \frac{c}{\lambda_2}} = \frac{\lambda_1 \cdot \lambda_2}{c(\lambda_2 - \lambda_1)} = 4 \cdot 10^{-14} \text{ s}$$

$$\lambda_2 = 510 \text{ nm}$$

$$l_{kog} = c \cdot \tau_{kog} = 0,01 \text{ mm}$$

$$\tau_{kog} - ?$$

$$l_{kog} - ?$$

Bir yoʻnalish boʻyicha qoʻshiluvchi toʻlqinlar interferensiyasi.

Yuqorida taʼkidlaganimizdek, toʻlqinlar uchrashish nuqtasida tebranishlarning fazalar farqi doimiy qolsa, bunday toʻlqinlarga kogerent toʻlqinlar deyiladi. Bir xil chastotaga ega boʻlgan monoxromatik toʻlqinlar kogerent boʻladi. Natijaviy intensivlik kattaligi

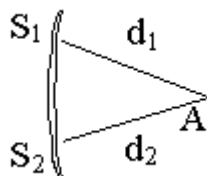
$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\alpha_2 - \alpha_1)$$

Demak toʻlqinlar interferensiyasini tekshirish ularning uchrashish nuqtasidagi fazalar farqini aniqlashdan iborat boʻladi.

Bir xil chastota bilan tebranuvchi S_1 va S_2 kogerent yorugʻlik manbalarini qaraylik. Bu manbadan chiqqan kogerent toʻlqinlar biror A nuqtada uchrashsin. A nuqtadan S_1 va S_2 manbalargacha boʻlgan masofa d_1 va d_2 boʻlsin A nuqtaga yetib keluvchi tebranishlar tenglamasi mos ravishda quyidagicha ifodalansin.

$$E_1 = E_{01} \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} d_1 + \alpha_1\right) \quad (1)$$

$$E_2 = E_{02} \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} d_2 + \alpha_2\right) \quad (2)$$



E_{01}, E_{02} tebranishlarning A nuqtadagi amplitudasi. Soddalik uchun $E_{01}=E_{02}$ deb olamiz.

A nuqtadagi natijaviy tebranish.

$$\begin{aligned} E &= E_1 + E_2 = 2E_{01} \cos\left[\frac{\pi}{\alpha}(d_2 - d_1) - \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}\right] \cdot \cos\left[\omega t - \frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1) + \frac{\alpha_2 + \alpha_1}{2}\right] = \\ &= E_0 \cos\left[\omega t - \frac{\pi}{\lambda}(d_1 + d_2) + \frac{\lambda}{2}\right] \\ E &= E_1 + E_2 = E_0 \cos\left[\omega t - \frac{\pi}{\lambda}(d_1 + d_2) + \frac{\lambda}{2}\right] \end{aligned} \quad (3)$$

bu yerda

$$E_0 = 2E_{01} \cos\left[\frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1) - \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}\right]; \quad \alpha = \alpha_1 + \alpha_2$$

(3) ifoda amplitudasi E_0 bo'lgan tebranish tenglamasidir. Agar amplituda ma'lum bo'lsa natijaviy intensivlikni aniqlash mumkin.

$$I = \frac{c}{8\pi} \sqrt{\varepsilon} 4E_{01}^2 \cos^2\left[\frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1) - \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}\right] \quad (4)$$

c - yorug'lik tezligi. ε -muhitning dielektrik singdiruvchanligi (ekran urnatilgan joyda). To'lqinlarning kogerentligi tufayli $\alpha_2 - \alpha_1 = \text{const}$. U vaqtda ekranning turli nuqtalarida intensivlikning taqsimlanishi qo'shiluvchi to'lqinlarni bosib o'tgan yo'llar farqiga bog'liq bo'ladi. Soddalik uchun $\alpha_2 - \alpha_1 = 0$ deb olsak.

$$I = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\varepsilon} E_{01}^2 \cos^2 \frac{\pi}{\lambda} (d_2 - d_1)$$

(5)

(5) chi formula natijaviy intensivlik qo'shiluvchi to'lqinlar yo'llar farqiga bevosita bog'liq ekanligini ko'rsatadi. (5) ga asosan $d_2 - d_1 = m\lambda$ ($m=0,1,2,3,\dots$) bo'lganda, ya'ni yo'llar farqi to'lqin uzunligi butun sonlarga teng bo'lganda natijaviy intensivlik maksimal qiymatga ega bo'ladi.

$$I_{\max} = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\varepsilon} \varepsilon_{01}^2$$

(6)

To‘lqinlarning yo‘llar farqi mavjudligi tufayli hosil bo‘lgan fazalar farqi.

$$\Delta\varphi = \frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1)$$

$d_2 - d_1 = m\lambda$ bo‘lganda $\Delta\varphi = \frac{\pi}{\lambda}m\lambda = \pi m$ va intensivlikning kuchayishi kuzatiladi.

$d_2 - d_1 = (2m+1)\frac{\lambda}{2}$ bo‘lganda, ya’ni $\Delta\varphi = (2m+1)\frac{\pi}{2}$ bo‘lganda (5) ga asosan $I=0$ bo‘ladi. Ya’ni qo‘shiluvchi to‘lqinlar kuzatilish nuqtalarida qarama-qarshi fazada uchrashib bir-birini susaytiradi va natijada intensivlik nolga teng bo‘ladi. Ekranda turli nuqtalarida qo‘shiluvchi to‘lqinlar yo‘llar farqining qiymatlari

$$d_2 - d_1 = 2m\frac{\lambda}{2} = m\lambda$$

$$d_2 - d_1 = (2m+1)\frac{\lambda}{2}$$

ga mos keladi. Ekranda maksimal va minimal intensivlikga ega bo‘lgan. Navbatma-navbat keluvchi interferension manzara kuzatiladi.

Agar $E_{01} \neq E_{02}$ desak umumiy holda maksimal va minimal nuqtalarda intensivlik mos ravishda quyidagi qiymatlarni qabul qiladi:

$$I_{\max} = \frac{c}{8\pi} \sqrt{\varepsilon} (E_{01} + E_{02})^2$$

$$I_{\min} = \frac{c}{8\pi} \sqrt{\varepsilon} (E_{01} - E_{02})^2$$

Ya’ni minimal nuqtalarda $E_{01} = E_{02}$ bo‘lgandek to‘la qorong‘ilik kuzatilmasdan intensivlik $(E_{01} - E_{02})^2$ ga proporsional ravishda bo‘ladi.

To‘lqinlar interferensiyasining umumiy holi.

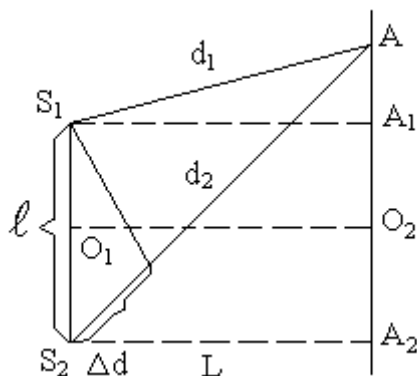
Agar E_1 va E_2 to‘lqinlarning tebranish tekisliklari mos tushmasa, u holda bunday to‘lqinlarning ustma-ust tushishi natijasida hosil bo‘lgan natijaviy to‘lqin amplitudasi quyidagi qonuniyat asosida o‘zgaradi:

$$\overline{E}^2 = \overline{E}_1^2 + \overline{E}_2^2 + (\overline{\vec{E}_1} \cdot \overline{\vec{E}_2}) \quad (1)$$

Bundan ko‘rinadiki, agar $(\vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2) = 0$ bo‘lsa, intensivliklar superpozitsiyasi $\bar{E}^2 = \bar{E}_1^2 + \bar{E}_2^2$ amalga oshadi, boshqacha qilib aytganda kuzatish vaqti davomida $\vec{E}_1$ va $\vec{E}_2$ bir-biriga perpendikulyar bo‘lsa, $\alpha = 90^\circ (\vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2) = \vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2 \cos \alpha = 0$ kogerent to‘lqinlarning interferensiyasi hosil bo‘lmaydi. Chiziqli qutblangan nurlar uchun interferensiya hosil bo‘lish sharti quyidagi ko‘rinishga ega: $(\vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2) \neq 0$

Bir biridan l masofada turgan S_1 va S_2 nuqtaviy yorug‘lik manbalarini qaraylik. Bu manbalardan tarqalayotgan to‘lqinlar ekranda ustma-ust tushib, interferensiya hodisasini yuzaga keltirsin. Ekran S_1 va S_2 ni birlashtiruvchi to‘g‘ri chiziqqa parallel bo‘lsin.

Ekran bilan manbalar orasidagi masofa $L \gg \ell$ bo‘lsin. E ekranda ixtiyoriy olingan A nuqtada interferensiyaning ko‘zataylik. Bu nuqta ekran markazidan $y = O_2A$ masofada tursin. A nuqtadagi intensivlik nurlarning optik yo‘llar farqi $\Delta d = d_2 - d_1$ orqali aniqlanadi.



Δd ni aniqlaymiz.

S_2A_2A va S_1A_2A uchburchaklaridan:

$$d_2^2 = L^2 + (y + \frac{\ell}{2})^2 \quad (2)$$

$$d_1^2 = L^2 + (y - \frac{\ell}{2})^2 \quad (3)$$

$L \gg \ell$ bo‘lganidan: $d_1 + d_2 = 2L$ deb olish mumkin va

$$d_2^2 - d_1^2 = 2y\ell \quad \text{bo‘ladi, chunki}$$

$$d_2^2 - d_1^2 = (d_2 + d_1)(d_2 - d_1) = 2L(d_2 - d_1) \quad \text{yoki}$$

$$2L(d_2 - d_1) = 2y\ell \quad \text{bu yerdan}$$

$$\Delta d = d_2 - d_1 = \frac{y\ell}{L} \quad (4)$$

$$\Delta d = \frac{y_m \cdot \ell}{L} = m\lambda; \quad (m = 0, 1, 2, \dots) \quad (5)$$

shartni qanoatlantiruvchi nuqtalarda maksimum

$$\Delta d = d_2 - d_1 = \frac{y_m \cdot \ell}{L} = (2m + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (6)$$

shartni qanoatlantiruvchi nuqtalarda minimum ko‘zatiladi. m ga interferensiya tartibi deyiladi.

(5) va (6) ga asosan ekranda interferentsion manzara yorug‘ va qorong‘u yo‘llardan iborat bo‘ladi. Yorug‘ yo‘llarga butun tartiblar $(0, 1, 2, 3, \dots)$ qorong‘i yo‘llarga kasr tartib $(1/2, 3/2, 5/2, \dots)$ mos keladi. m tartibli maksimum va $1/2 (2m + 1)$ tartibli minimum ekran markazidan mos ravishda quyidagi masofalarda joylashadi.

$$y_m = m \frac{L}{\ell} \lambda \quad (7)$$

$$y'_m = -\frac{1}{2}(2m+1) \frac{L}{\ell} \lambda \quad (8)$$

Ekran markazida bosh maksimum (markaziy maksimum) joylashadi. Undan yuqori va pastda bir-biriga teng masofalarda birinchi, ikkinchi va xokazo tartibli maksimumlar (minimumlar) joylashadi.

Qo'shni maksimumlar yoki minimumlar orasidagi masofaga interferentsion yo'l kengligi deyiladi va bu kattalik quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta y_m = \Delta y'_m = \frac{L}{\ell} \lambda \quad (9)$$

(9) dan ko'rinadiki, interferentsion yo'l kengligi interferensiya tartibi (m) ga bog'liq bo'lmaydi. L va λ doimiy bo'lganda manbalar orasidagi masofa ℓ ning kamayishi interferentsion yo'lning kengayishiga olib keladi, ya'ni manzara aniqlanadi. Ko'zga ko'rinadigan yorug'lik uchun $\lambda \sim 10^{-5} \text{ sm}$ bo'lganligi sababli kuzatish uchun qulay bo'lgan aniq, interferentsion manzara $\ell \ll L$ da hosil bo'ladi. Mana shuning uchun ham kogerent manbalarni hosil qilishning hamma usullarida imkon boricha ℓ ni kichik olish kerak.

Yorug' va qorong'i yo'llarning intensivliklarini $I_{\max}$ va $I_{\min}$ bilan belgilab interferentsion manzaraning kontrastligini harakterlovchi quyidagi parametрни kiritamiz:

$$V = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

(10)

Agar qorong'i yo'l intensivligi nolga teng bo'lsa, u holda $V = \frac{I_{\max}}{I_{\min}} = 1$ bo'ladi, ya'ni

kontrastlik eng katta bo'ladi.

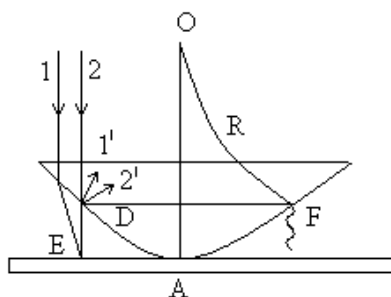
Tekis yoritilganlik holida $I_{\max} = I_{\min}$ bo'lib, $V = 0$ bo'ladi. Shunday qilib kontrastlikning mumkin bo'lgan qiymatlari $0 \leq V \leq 1$ chegarasida o'zgaradi.

Nyuton halqalari

Ponasimon yupqa plastinkaga parallel yorug'lik dastasi tushayotgan bo'lsin. Maksimum yoki minimum kuzatilishi plastinkaning qalinligiga bog'liq. Plastinkaning bir xil qalinlikdagi nuqtalaridan qaytgan nurlar maksimumni yoki minimumni beradi. Shuning uchun ham bunday interferensiyaga teng qalinlikka tegishli interferensiya deyiladi.

Teng qalinlikka tegishli interferensiyaga Nyuton halqalari misol bo'la oladi. Bu halqalar linza bilan o'zaro tegib turgan qalin plastinkadan yorug'likning qaytish natijasida vujudga keladi.

Shisha plastinka va linza orasidagi havo qatlami ($n=1$) ponasimon bo'lib, qatlam qalinligi turli nuqtalarda turlicha bo'ladi. 1- nur linzadan o'tib, shisha plastinkadan qaytib linza chegarasidan qaytgan 2- nur bilan D nuqtada uchrashib interferentsion manzarani hosil qiladi.



D nuqtada *max* yoki *min* bo'lishi quyidagi shartdan topiladi.

$$\Delta = 2d \cos r \pm \frac{\lambda}{2} = m\lambda_{\max}$$

$$\Delta = 2d \cos r \pm \frac{\lambda}{2} = (2m+1)\frac{\lambda_{\min}}{2}$$



Hosil bo'lgan interferentsion manzara linza sirti bo'ylab kontsentrik halqalardan iborat bo'lib nur linzaga normal ravishda tushgan holda halqalar radiusi r_m nimalarga bog'liq bo'lishini qaraylik.

Qatlam qalinligi d bo'lsin. Linzaning egrilik radiusi R bo'lsin, $R \gg d$ deb olamiz.

$$r_m^{\min} = \sqrt{\lambda R d} \text{ qorong'i halqaning radiusi}$$

$$r_m^{\max} = \sqrt{R\lambda\left(m - \frac{1}{2}\right)}$$

Shuni ta'kidlash kerakki halqalar tartibi m - oshgan sari ular orasidagi farq kamayib boradi. Ya'ni markaziy qismda kontsentrik halqalar yaqqol ko'rinib markazdan uzoqlashgan sari ular o'zaro qo'shilib ketadi.

Masala: Agar uchinchi yorug' halqaning radiusi 1,1 mm ga teng bo'lsa, Nyuton halqalari hosil qilishda ishlatilgan ($n=1,6$) yassi qavariq linzaning fokus masofasi topilsin.

Berilgan:

Yechilishi:

$$r_m = 0,11 \text{ sm}$$

$$n = 1,6$$

$$m = 3$$

$$\lambda = 5890 \text{ Å}$$

$$f = ?$$

Qaytgan nurlar hosil qilgan yorug' halqalarning radiusi quyidagi formula orqali topiladi.

$$r_m = \sqrt{(2m-1)} R \frac{\lambda}{2} \quad (1)$$

R - linzaning egrilik radiusi

Yassi qavariq linzaning fokus masofasi

$$\frac{1}{f} = \frac{n-1}{R} \quad (2)$$

(1) dan R – ni topsak, $R = \frac{2r_m^2}{(2m-1)\lambda}$; buni (2) ga qo'ysak,

$$f = \frac{2r_m^2}{(2m-1)(n-1)\lambda}; \quad f = 1,37m;$$

Yorug'lik interferensiyasining ishlatilishi.

Yorug'lik interferensiyasi fan va texnikada keng kulamda qo'llaniladi. Bu hodisa gaz holatidagi moddalarning sindirish ko'rsatkichlarini, λ uzunliklarini, burchaklarini aniq o'lchash, yuzalarning silliqiligini kontrol qilish uchun ishlatiladi. Interferensiyaning bundan tashqari eng muxim qo'llanishlaridan biri «optik yoritish» deb nom olgan. «Optik yoritish»ning mohiyati quyidagilardan iborat. Ko'pgina hozirgi zamon asboblari murakkab optik sistemalar, qaytaruvchi sirtlardan tashqil topgan bo'lib, nurlarning bu sirtlardan o'tishida qaytishi tufayli intensivligi va natijada asboblarning yoritish kuchi pasayadi. Bu effektini yo'qotish uchun optik sistemalar sirtida sindirish ko'rsatkichi optik material sindirish ko'rsatkichidan kichik bo'lgan yupqa, shaffof qatlam hosil qilinadi.

Ko'p hollarda sirtning qaytarish ko'effisiyentini kamaytirish bilan birgalikda uni oshirish ham talab etiladi. Masalan: qaytarish ko'effisiyenti juda yuqori bo'lgan ko'zgular hosil qilish maqsadida (lazerlar, rezonatorlar ana shunday ko'zgulardan iborat). Buning uchun ham yorug'likning interferensiya hodisasi juda qo'l keladi. Bu vaqtda sindirish ko'rsatkichi katta va kichik bo'lgan yupqa (11-13 tagacha) qatlamlar hosil qilinib, bu qatlamlardan qaytuvchi nurlar orasidagi fazalar farqi 2π ga teng qilib olinsa, qaytgan nurlar bir-birini kuchaytiradi. Natijada qaytarish ko'effisiyenti 0,99 bo'lgan ko'zgu hosil qilish mumkin.

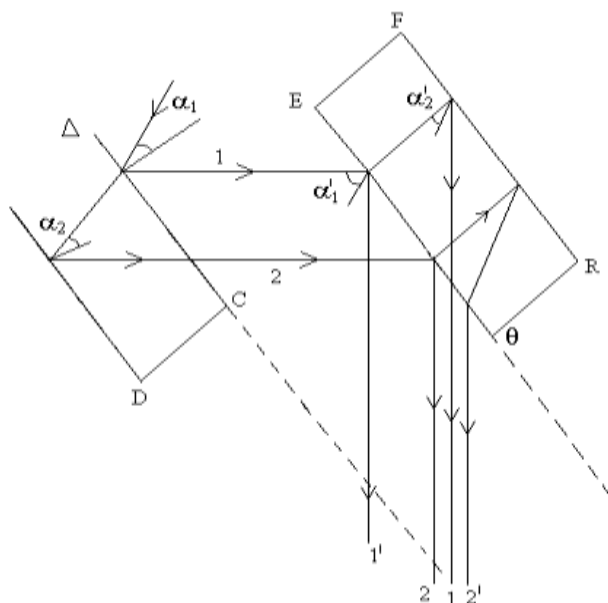
Ikki nurli interferometrlar.

Yorug'lik nuri interferensiyasi asosida ishlaydigan asboblarga interferometrlar deyiladi. Interferometrlar ishlash printsipti va tuzilish konstruksiyasiga ko'ra asosan ikki nurli yoki ko'p nurli bo'ladi. Ikki nurli interferometrlarning eng soddasi Jamen interferometri hisoblanadi.

1. Jamen interferometri.

Bu interferometr qalinligi d bir xil bo'lgan ikkita yassi shisha plastinkadan iborat (1-rasm). Yorug'lik birinchi plastinkaga tushib qisman qaytadi va qisman plastinkada sinib uning ikkinchi sirtidan qaytadi va birinchi qaytgan nurga parallel ketadi. 1 va 2 nurlarning yo'llari farqi quyidagiga teng bo'ladi.

$$\Delta_1 = 2dn \cos r_1 \frac{\lambda_0}{2}$$



Ikkinchi plastinkadan qaytgan 1 va 2- nurlarning yo'llar farqi ikkinchi plastinkaga tushib 1', 2, 1, 2' nurlarga ajraladi.

$$\Delta = 2dn \cos r_1 - \frac{\lambda_0}{2};$$

Nurlarning ikkala plastinkadan qaytgandan keyin yo'llar farqi

$$\Delta = \Delta_2 - \Delta_1 = 2dn(\cos r_1' - \cos r_1);$$

Ikkala plastinka bir-biriga qat'iy ravishda parallel bo'lsa $\Delta=0$ bo'ladi. Bu vaqtda 1 va 2 nurlar bir - birini kuchaytiradi. Agar plastinkalar bir - biri bilan burchak hosil qilsa u vaqtda yo'llar farqi hosil bo'ladi.

Agar $\Delta=m\lambda$ bo'lsa yoritilganlik maksimum, $\Delta=(2m+1)\frac{\lambda}{2}$ bo'lsa yorug'lik minimum bo'ladi. Hosil qilingan interferentsion yo'llar teng og'ishga tegishlidir. Nurlar birinchi plastinkadan ikkinchisiga o'tishda ko'prok ajralishi uchun plastinkalar qalin qilib yasaladi. Bu nurlardan birining yo'lga sindirish ko'rsatkichi n_2 bo'lgan modda kirgizsak u vaqtda qo'shimcha yo'llar farqi hosil bo'ladi.

$$\Delta' = \ell(n_2 - n_1)$$

ℓ - modda qalinligi.

Agar $\Delta' = m\lambda_0$ bo'lsa u vaqtda interferentsion yo'llarning hammasi m - interferension yo'l kattaligiga siljiydi. m, ℓ larni bilib, $n_2 - n_1$ ni bilish mumkin. $n_1 = 1$ ga teng. Havoning sinish ko'rsatkichi n_2 ni ya'ni moddaning sindirish ko'rsatkichini aniqlash mumkin.

Bu interferometrning sezgirligi katta, shuning uchun u gazlar sindirish ko'rsatkichini aniqlashda ishlatiladi.

Maykelson interferometri.

D.S.Rajdeyvenskiy interferometri: (to'xtalish kerak)

masala:

Jomen interferometri:

Berilgan

$$\Delta d = \ell(n_x - n_0) = m\lambda$$

$$\ell = 10 \text{ sm}$$

$$\ell(n_x - 1) = m\lambda \quad \text{max sharti}$$

$$m = 131$$

$$n_x - 1 = \frac{m\lambda}{\ell}$$

$$\lambda = 5,9 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$$

$$n_x = \frac{m\lambda}{\ell} + 1 = 1,000773$$

$$n_x = ?$$

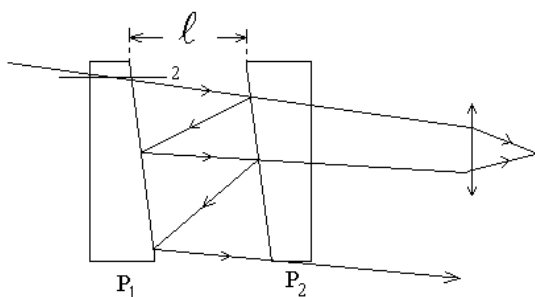
Ko'p nurli interferometrlar.

Fabri- Pero interferometri.

Fabri - Pero interferometri ikkita shisha yoki kvarts plastinkalardan iborat bo'lib, (P_1 va P_2) ularning ichki sirlari to'liq uzunligining $\frac{1}{100}$ qismi aniqligida yassi va bir-biriga qat'iy ravishda parallel holda joylashtirilgan hamda qaytarish koeffisienti katta bo'lgan maxsus plyonka ($R=0,9 \div 0,99$) bilan qoplangandir.

Plastinkalarning tashqi sirtidan qaytgan yorug'lik nurlarining zararli ta'sirini yo'qotish uchun ularning tashqi sirlari ichki sirlari bilan ma'lum burchak hosil

qiladigan qilib joylashtiriladi. Plastinkalar perpendikulyar yo'nalishda bir-biriga nisbatan siljiy oladi. Plastinkalari orasidagi masofa qat'iy ravishda aniq bo'lgan bunday interferometrga Fabri - Pero interferometri



yoki etaloni deb yuritiladi.

Fabri-Pero interferometri ko‘proq spektral chiziq konturini tekshirish uchun ishlatiladi. Keyingi vaqtlarda to‘lqin uzunligining ma’lum oblastida yorug‘likni utkazuvchi interferentsion filtrlar keng ishlatiladi. Bu filtrlar Fabri-Pero interferometrining ishlash printsipligiga asoslangan.

Interferensiyaning ikki qo‘shni tartiblarining ustma-ust tushmasligi uchun interferometr tomonidan tekshirilayotgan struktura kengligi ikkita qo‘shni maksimumlar orasidagi masofadan oshmasligi kerak, ya’ni quyidagi shart bajarilishi kerak.

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda}{m}$$

Eng katta ehtimolli interferensiya tartibi $m = \frac{2\ell}{\lambda}$ bo‘lganligi uchun $\Delta\lambda = \frac{\lambda^2}{2\ell}$.

Bu yerdan plastinkalar orasidagi chegaraviy masofa $\ell = \frac{\lambda^2}{2\Delta\lambda}$ bo‘ladi.

$\Delta\lambda = \frac{\lambda^2}{2\ell}$ bilan aniqlanadigan to‘lqin uzunliklarining intervali interferometrning erkin

dispersiya oblasti deyiladi. $\ell = 0,5 \text{ sm}$, $\lambda = 5 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$ bo‘lganda $\Delta\lambda = 0,25 \text{ \AA}$ bo‘ladi. ℓ -ning oshishi bilan erkin dispersiya oblasti kamayadi. Mana shuning uchun ham Fabri-Pero interferometri ko‘proq spektral chiziqlarni tekshirish uchun ishlatiladi.

Savollar.

1. Interferensiya hodisasini tushuntirib bering?
2. Kogerent to‘lqinlar deb qanday to‘lqinlar to‘plamiga aytiladi?
3. Interferometrlar haqida tushuncha bering?

MA'RUZA: Mavzu: Yorug'likning difraksiya hodisasi.

Reja:

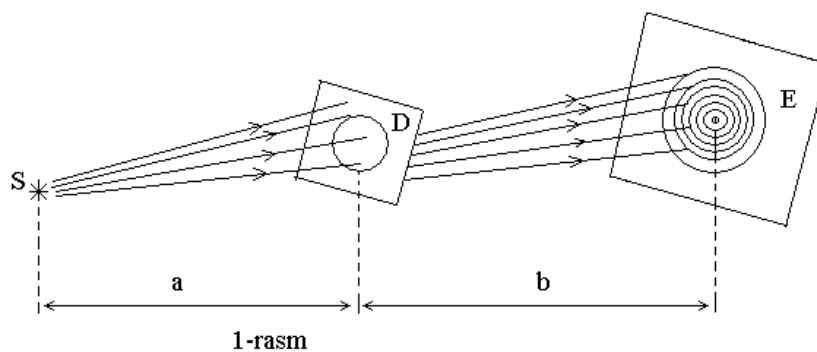
- a) Yorug'likning difraksiyasi to'g'risida umumiy tushunchalar.
- b) Gyugens-Frenel printsipli, Frenel zonalari, natijaviy amplitudani hisoblash. Frenel difraksiyasi.
- v) Zonali plastinka, Puasson dog'i.

Xulosa.

Yorug'lik difraksiyasi to'g'risida tushuncha.

Yorug'lik to'lqin proses ekan, yorug'lik interferensiyasidan tashqari, yorug'lik difraksiyasi ham bo'lishi kerak. Difraksiya, ya'ni to'lqinlarning to'siqlarni aylanib o'tishi har qanday to'lqinning harakatiga xos. Gap shundaki yorug'lik to'lqinlari o'lchamlari yorug'lik to'lqinining uzunligiga yaqin bo'lgan to'siqlarinigina sezilarli darajada aylanib utadi. Yorug'lik to'lqinining uzunligi esa juda kichikdir. Ma'lumki bir jinsli muhitda yorug'lik to'g'ri chiziq bo'ylab tarqaladi, ya'ni yorug'lik to'lqin fronti formasida hech qanday o'zgarish ro'y bermaydi. Agar moddada sindirish ko'rsatkichi keskin o'zgaruvchi to'siqlar bo'lib, bu to'siqlar o'lchami qancha kichik bo'lsa, to'lqin frontining formasi shuncha keskin o'zgaradi. Bu vaqtda yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishi qonunidan chetlanish ro'y beradi. Bunday chetlanishlar to'plamiga yorug'likning **difraksiysi deyiladi.**

Boshqacha aytganda yorug'likning difraksiyasi deb, yorug'likning bir jinsli bo'lmagan muhitda tarqalishi natijasida, geometrik optikaning qaytish, sinish qonunlaridan chetlanish tufayli kuzatiladigan barcha hodisalar to'plamiga aytiladi. Yaqqol difraksion manzaralarni yorug'likning noshaffof to'siq yaqinida tarqalganida kuzatish mumkin. Butun to'lqin fronti bo'ylab amplituda va fazalar o'zgarishi bir xil bo'lmagan barcha holatlarda difraksiya hodisasi kuzatiladi. Masalan, noshaffof ekran olib, ekranning markazida o'lchami kichik bo'lgan dumaloq D tirqishga nuqtaviy yorug'lik S manbaidan nur tashlasak, orqadagi E ekranda yorug' va qorong'i konsentrik halqalardan iborat difraksion manzarani kuzatish mumkin (1-rasm).



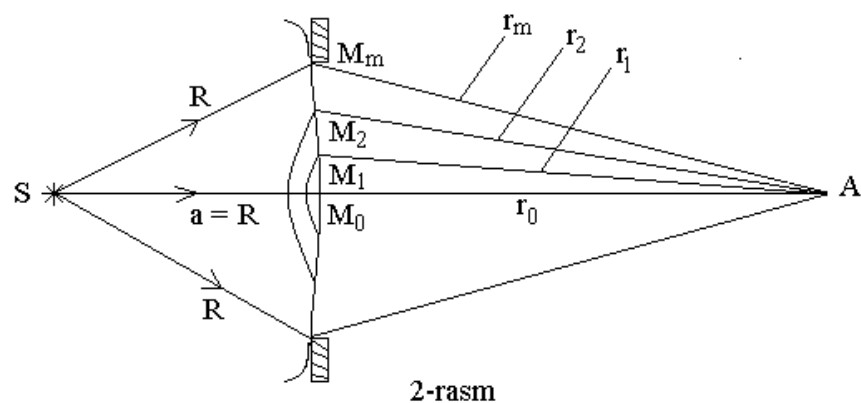
Tirqishning diametri D qancha kichik bo'lsa difraksiyon manzara shuncha yaqqolrok kuzatiladi, ya'ni tirqish diametriga bog'liq. Umuman difraksiya ikki turga bo'linadi: Frenel va Fraungofer difraksiyalari. To'liq fronti sferik bo'lgan yorug'lik nurlari difraksiyasi-**Frenel difraksiyasi**, to'liq fronti yassi (parallel) bo'lgan nurlar difraksiyasi **Fraungafer difraksiyasi** deyiladi. Yorug'likning difraksiyasi Gyuygens-Frenel prinsipi asosida tushuntiriladi.

Gyuygens-Frenel prinsipi.

Frenel zonalari.

Bizga ma'lumki Gyuygens printsipti quyidagicha, ta'riflanadi. To'liq borib yetgan har bir nuqtani yangi to'liq manbai deb hisoblash mumkin. Bu printsipt asosida yorug'likning difraksiyasini tushuntirish mumkin, lyokin u turli yo'nalishda tarqaluvchi nurlar intensivligi taqsimotini tushuntira olmaydi. Shu sababli Gyuygens printsiptining bu kamchiligini Frenel (1918) ikkilamchi kogerent to'liqlar interferensiyasi tushunchasini kiritib to'ldirdi va bu printsipt Gyuygens-Frenel printsipti deyiladi. Bu printsiptga ko'ra ikkilamchi to'liq amplitudasi va fazalarini hisobga olib fazaning istalgan nuqtada natijaviy to'liq amplitudasini aniqlash mumkin. Frenel sferik to'liq frontiga ega bo'lgan nurlar difraksiyasini kuzatib, ularni tushuntirishda to'liq frontini maxsus zonalarga bo'ldi. Bu zonalar bir manbadan chiqayotgan yorug'lik bo'lganligi uchun kogerent va bir-biridan $\frac{\lambda}{2}$ ga farq qiladi: nuqtaviy manbadan chiqayotgan yorug'lik nuri diametri D ga teng bo'lgan dumaloq tirqishdan o'tishda difraksiyalanib, E ekranga tushayotgan bo'lsin. Ekranning istalgan A nuqtasida difraksiyon maksimum yoki minimum bo'lishini Frenel quyidagicha izoxladi.

Manbadan tirqishgacha bo'lgan masofa $a=R$ tirqishdan ekrangacha bo'lgan masofa $r_0=b$ bo'lsin. Bunday zonalar bir-biridan $\frac{\lambda}{2}$ ga farq qiladi (2-rasm).



$$M_1A - M_0A = M_2A - M_1A = M_3A - M_2A = \dots = \frac{\lambda}{2}$$

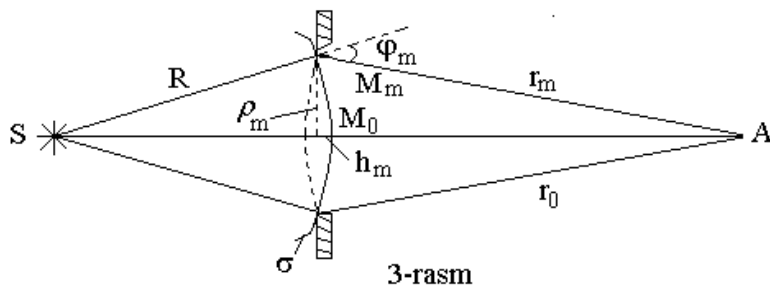
To‘lqin fronti zonalarga bo‘linishi markazi A nuqtada bo‘lgan sferalar chizish yo‘li bilan bajariladi.

$$\begin{aligned} r_1 &= r_0 + \frac{\lambda}{2} \\ r_2 &= r_0 + 2\frac{\lambda}{2} \\ r_3 &= r_0 + 3\frac{\lambda}{2} \\ r_m &= r_0 + m\frac{\lambda}{2} \quad (m = 1, 2, 3, \dots) \end{aligned} \quad (1)$$

Bunday zonalarga bo‘lishning afzalligi shundaki qo‘shni zonalardan A nuqtaga yetib keluvchi nurlar qarama-qarshi fazada yetib keladi va zonalar soni m juft bo‘lsa, barcha qo‘shni zonalardan yetib keluvchi nurlar bir-birini kompenslaydi va A nuqtada qorong‘ulik hosil bo‘ladi. Zonalar soni m toq bo‘lsa, qo‘shni zonalar bir-birini kompenslab yana bitta toq zonadan yetib keluvchi nurlar A nuqtada yorug‘likni hosil qiladi. Shunday qilib A nuqtada difraksion maksimum yoki minimum kuzatilishi zonalar sonining juft yoki toqligiga bog‘liq.

3. Natijaviy amplitudani hisoblash.

Frenel yorug‘lik manbaini σ -sirt bilan almashtirdi (3-rasm).



M_m nuqta yaqinidagi m -Frenel zonasi tomonidan A nuqtaga ta'sir etayotgan g'alayonlanish quyidagi tebranish formulasi orqali aniqlanadi :

$$E_m = f(\varphi_m) \frac{E_0}{r_m} \Delta\sigma_m \cdot \cos(\omega t - kr - \alpha_0) = E_{0m} \cos(\omega t - kr - \alpha_0) \quad (2)$$

bu yerda E_0 - $\Delta\sigma_m$ manbadan uzunlik birligi masofadagi amplituda , α_0 - boshlangich faza, φ_m - difraksiya burchagi $f(\varphi_m)$ - og'ish koeffitsienti deyiladi. ($\varphi_m=0$ bo'lganida $f(\varphi_m)=\max$, agar $\varphi_m \geq \frac{\pi}{2}$ bo'lsa $f(\varphi_m)=0$ gacha monoton kamayadi.)

(2) dan ko'rinadiki, A nuqtada m -zona vujudga keltirgan amplituda g'alayonlashishi E_{0m} shu zona yuzasiga ($\Delta\sigma_m$); φ_m va r_m ga bog'liq. 3-rasmdan, ko'rinadiki: m -Frenel zonasining radiusi quyidagiga teng:

$$P_m^2 = R^2 - (R - h_m)^2 = r_m^2 - (r_0 + h_m)^2 = (r_0 + m \frac{\lambda}{2})^2 - (r_0 + h_m)^2 \quad (3)$$

R va r_0 ga nisbatan λ ning juda kichik ekanligini hisobga olsak, ya'ni $(\frac{\lambda}{2})^2$ ni tashlab yuborsak, sferik segment kengligi h_m uchun hosil qilamiz:

$$h_m^2 \approx \frac{r_m^2 - r_0^2}{2(R + r_0)} = \frac{mr_0}{R + r_0} \cdot \frac{\lambda}{2} \quad (4)$$

Radiusi P_m ga teng bo'lgan m - sferik sirt yuzasi σ_m teng

$$\sigma_m = 2\pi P_m h_m = \frac{m\pi R r_0}{R + r_0} \cdot \lambda \quad (5)$$

Xuddi shunday usul bilan $(m-1)$ zona yuzasini hisoblaymiz:

$$\sigma_{m-1} = \frac{(m-1)\pi R r_0}{R + r_0} \cdot \lambda \quad (6)$$

va (5) ga asosan

m -frenel zonasining yuzasi quyidagiga teng:

$$\Delta\sigma_m = \sigma_m - \sigma_{m-1} = \frac{\pi R r_0}{R + r_0} \cdot \lambda \quad (7)$$

(7) dan ko'rinadiki, Frenel zonasi yuzasi zona tartibiga bog'liq emas. Shunday qilib zonalardan A nuqtagacha yetib keluvchi to'lqinlar amplitudasi shu zonalardan A nuqtagacha bo'lgan masofa va zona sirtiga o'tkazilgan normal bilan r_m - yo'nalish orasidagi burchakka bog'liq va shu tufayli ayrim zonalardan A nuqtaga yetib keluvchi to'lqin amplitudalari monoton ravishda kamayib boradi.

$$E_{01} > E_{02} > E_{03} > \dots > E_{0m} > \dots$$

А нуқтага ҳаёшони зоналардан етиб келувчи тўлғин фазалари ҳарама-ҳарши бўлгани учун, натижавий тебранишлар амплитудаси:

$$E_0 = E_{01} - E_{02} + E_{03} - E_{04} + \dots \pm E_{0m} \quad (8)$$

Oxirgi E_{0m} xad oldidagi ishora m juft bo'lganda manfiy, m toq bo'lganda musbat bo'ladi yoki umumiy holda natijaviy amplituda teng bo'ladi:

$$E_0 = \frac{E_{01}}{2} \pm \frac{E_{02}}{2} \quad (9)$$

(3) va (4) dan foydalanib, m -zona radiusini va zonalar sonini topamiz:

$$\rho_m = \sqrt{\frac{Rr_0}{R+r_0}} \cdot m\lambda$$

$$M = \rho_m^2 \frac{R+r_0}{\lambda R r_0} \quad (10)$$

(10) ni ayni paytda tirqish o'lchamini zonalar soni m orqali ifoda etadi. Yassi to'lqin uchun ($R = \infty$):

$$P_m = \quad (11)$$

$$m = \rho_m^2 / r_0 \lambda$$

Ma'lumki, yorug'lik intensivligi I amplitudaning kvadratiga to'g'ri proporsional, shuning uchun (9) ga asosan SA yo'nalishda r_m masofaning o'zgarishi bilan A nuqtada maksimum (m toq bo'lganda) yoki minimum (m juft bo'lganda) kuzatiladi.

4. Zonali plastinka.

Juft va toq Frenel zonalaridan kelayotgan tebranishlar teskari fazali bo'lib, ular birbirlarini o'zaro susaytiradilar. Agar yorug'lik to'lqinining yo'lga barcha juft (toq) zonalarini to'suvchi plastinka (zonali plastinka) qo'ysak u holda A nuqtada tebranish amplitudasi (yorug'lik intensivligi) keskin ortadi. Maxsus shaffof ekranda radiusi natural sonlarning kvadrat ildizlariga teng kontsentrik halqalar chizib va bu halqalar oralig'ini bittadan qoldirib qora rangga buyab (yorug'likni o'tkazmaydigan qilib) 1857 y. Sore birinchi bo'lib, zonali plastinka tayyorlagan. Undan kerakli o'lchamli fotonusxa olish mumkin. Agar zonali plastinkaga yassi to'lqin frontiga ega bo'lgan nur tushayotgan bo'lsa ($R = \infty$) u zonali plastinkadan o'tib r_0 masofada A nuqtada to'planadi. (11) da $r_0 = F$ masofani zonali plastinkaning keyingi fokusi deb olsak.

$$F=r_0=\frac{\rho_m^2}{m\lambda}$$

yoki

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{m\lambda}{\rho_m^2} = \frac{1}{r_0} = \frac{m\lambda}{r_0 m\lambda} = \frac{1}{r_0} \quad (12)$$

Bundan ko‘rinadiki, zonali plastinka yiguvchi linza vazifasini bajaradi. Agar ikkilamchi to‘lqinlar fazasini π ga o‘zgartirsak, bosh fokusda yorug‘lik intensivligini zonali plastinkaga nisbatan yana 4 marta oshirish mumkin. Shunday fazali plastinkani VUD (ssha) shisha plastinka kalitligini $(m-1)\lambda/2$ ga o‘zgartirib yasadi.

Frenel difraksiyasi.

Doiraviy teshikdan hosil bo‘ladigan difraksiya.

Nuqtaviy yorug‘lik manbaidan R masofada joylashgan diametri MM’ bo‘lgan dumaloq teshik difraksiyasini teshikdan r_0 masofada joylashgan E ekranda kuzataylik. Yorug‘likning to‘g‘ri chiziqli bo‘ylab tarqalish qonuniga ko‘ra ekranda chegarasi aniq yoritilganlik doiradan iborat manzara kuzatilishi kerak.

Haqiqatda esa yorug‘likning difraksiyasi tufayli butunlay boshqacha difraksion manzara kuzatiladi. E ekran markazidagi A nuqtaning yoritilganligi Frenel zonalarining soniga bog‘liq.

Teshik o‘lchamiga va yorug‘likning to‘lqin uzunligi λ ga bog‘liq ravishda A nuqtaga ta’sir etuvchi Frenel zonalar i juft yoki toq bo‘ladi. Agar Frenel zonalarining soni m toq bo‘lsa, A nuqtada difraksion maksimum kuzatiladi (4 a - rasm), m juft bo‘lsa, markazda minimum kuzatiladi (4 b-rasm).

Difraksion manzara m zona radiusi

$$\rho_m = \sqrt{m\lambda \frac{Rr_0}{R+r_0}}$$

formuladan topiladi.

Ekran markazi A nuqtadan uzoqlashgan sari ($A', A'', A''', \dots$) difraksion manzara (yorug‘ va qorong‘i halqalar) yo‘qola boradi, chunki intensivlik $I \sim E_{om}^2$ kamaya boradi.

Doiraviy (noshaffof) ekrandan hosil bo‘ladigan difraksiya.

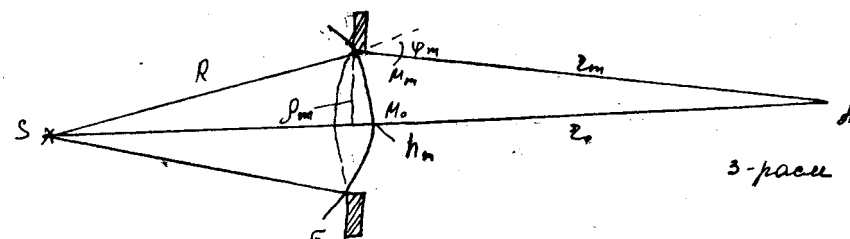
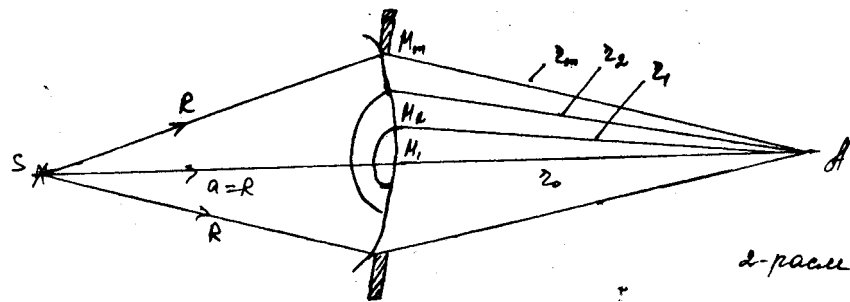
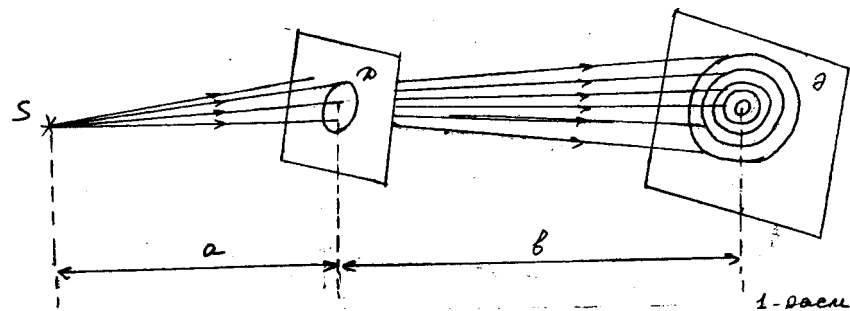
S- nuqtaviy manba bilan E ekran o‘rtasida ρ -radiusli dumaloq noshaffof ekranni shunday urnataylikki, bu ekran m-ta markaziy Frenel zonasini tusib qolsin.

U vaqtda ekran markazidagi A nuqtaga ($m=1$) zonadan boshlab tebranish amplitudalari yetib keladi. A nuqtadagi yorug‘lik intensivligi

$$J \sim E^2 \sim \frac{E_{o(m+1)}^2}{2}$$

ga teng bo'lishini ko'ramiz, ya'ni markazda yoritilgan (m juft yoki toq bo'lishidan qat'iy nazar) dog' kuzatiladi, uning atrofida qorong'i va yorug' концентрик қалъалар joylashadi. A nuqtadan uzoqlashgan sari halqalar keskinligi kamayib, ma'lum masofadan keyin bir tekis yoritilgan manzara hosil bo'ladi. (5-rasm).

Frenel zonalar nazariyasi noto'g'ri ekanligini isbotlovchi dalil sifatida markaziy dog'ni birinchi marta Puasson hosil qilganligi uchun uni Puasson dog'i deb ham yuritiladi.



Savollar.

- 1.Yorug'lik difraktsiyasi deb qanday hodisaga aytiladi?
- 2.Frenel difraktsiyasini tushuntirib bering?
- 3.Puasson dog'i deb qanday holat tushuniladi?
- 4.Tindal tajribasini tushuntiring.
- 5.Molekulyar sochilish deb qanday sochilishga aytiladi.?
- 6.Kombinatsion sochilish xakida tushuncha bering.

MA'RUZA. Mavzu: Fraungofer difraktsiyasi.

Reja:

- a) Fraungofer difraktsiyasi haqida tushuncha
 - b) Analitik usul.
 - v) Bir o'lchamli, ikki o'lchamli va uch o'lchamli difraktsion panjaralar.
 - g) DFS-12, ISP-51, DFS-24, DFS-52 spektrometrlari va ularning ishlash printsipli.
- Xulosa.

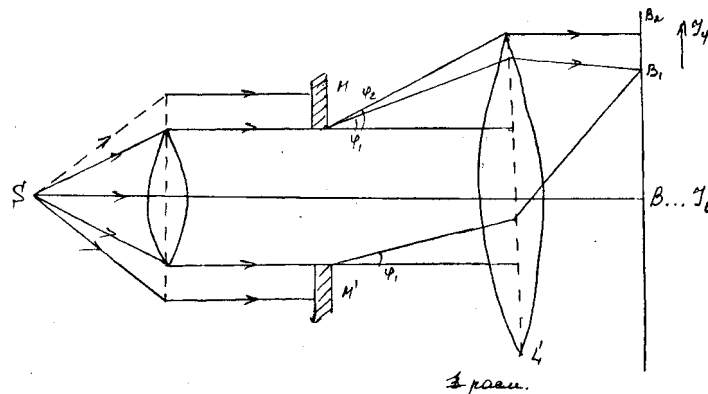
Fraungofer difraktsiyasi.

Yuqorida ta'kidlab o'tganimizdek, to'liq sirti yassi bo'lgan nurlar difraktsiyasiga ya'ni parallel nurlar difraktsiyasiga Fraungofer difraktsiyasi deyiladi. (1822 y.). U Frenel difraktsiyasidan printsipl jihatdan farq qilmaydi. Amalda optik asboblardagi difraktsiyadan (difraktsion panjaralar asosan parallel nurlar difraktsiyasidan) iborat. Fraungofer difraktsiyasining oddiy sxemasi 6-rasmda berilgan. Linza fokusida joylashgan no'qtaviy S-manbadan chikuvchi yorug'lik nurlari L-linzadan o'tib parallel nurlar dastasiga aylanadi va MM' tirqishli ekranga tushib turli burchaklar φ_1 , φ_2 , φ_3 ,...ostida difraktsiyalanadi.

L' linza yerdamida bu difraktsiyalangan nurlar E ekranda difraktsion manzarani hosil qiladi. Umuman tirqish deb kengligi kichik (0,01-0,02 mm) va cheksiz uzun (bir necha mm) bo'lgan to'g'ri burchakli teshikka aytiladi.

yakka tirqishdan fraungofer difraksiyasi.

Yassi monoxromatik yorug'lik to'liqini b kenglikdagi tirqishga tushib L linza fokal tekisligidagi E ekranda difraksion manzarani bersin (7-rasm). Istalgan $V\varphi$ no'qtadagi tebranish amplitudasini hisoblash uchun b tirqishdagi to'liqin sirtini o'zaro teng va parallel bo'lgan zonalarga bo'lamiz. Bu zonalarning har biri $V\varphi$ no'qtaga yetib keluvchi yangi to'liqin manbai bo'ladi, qo'shni zonalardan keluvchi to'liqin fazalari farqi doimiy va amplitudalari teng, chunki zonalar teng yuzaga ega va kuzatish yo'nalishiga nisbatan bir xil burchak tashqil etadi. $V\varphi$ no'qtadagi difraksiyalangan nurlar intensivligini hisoblash mumkin.



a) Analitik usul.

Bu usulda b tirqishga tushuvchi to'liqin sirtini dx kenglikdagi elementar zonalarga ajratiladi. φ burchak ostida difraksiyalanayotgan nurlar yo'nalishida maksimum yoki minimum kuzatilishin hisoblash uchun shu nurlar yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan AD tekislik o'tkaziladi. (7-rasm). Shu tekislikdagi elementar zonalardan keluvchi fazalar farqi $V\varphi$ no'qtadan intensivlikni aniqlaydi, linza fazalar farqiga ta'sir qilmaydi. U vaqtda E tekislikdagi no'qtalardagi yorug'lik to'liqlarining g'alayonlanishi quyidagiga teng bo'ladi:

$$dE = \frac{E_0}{b} dx \cos(\omega t - kx \sin \varphi)$$

Bu yerda $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ - to'liqlar soni.

B_φ - no'qtadagi natijaviy g'alayonlanishni topish uchun b tirqish eni kengligidagi butun kichik elementar g'alayonlanishlar yig'indisini olish kerak, ya'ni (1) ni integrallash kerak:

$$E_\varphi = \int_0^b \frac{E_0}{b} \cos(\omega t - kx \sin \varphi) dx = E_0 \cos(\omega t - \frac{\pi}{\lambda} b \sin \varphi) \quad (2)$$

Bu ifodadagi

$$E_{\varphi} = E_0 \frac{\sin(\pi / \lambda \cdot b \sin \varphi)}{\pi / \lambda \cdot b \sin \varphi} \quad (3)$$

B_{φ} – no‘qtadagi amplitudani beradi. Agar $\varphi = 0$ bo‘lsa,

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} \frac{\sin \alpha}{\alpha} = 1$$

bo‘lganligi uchun (3)dan $E_{\varphi} = E_0$ bo‘ladi.

Birinchi minimum $\sin \varphi = \pm \frac{\lambda}{b}$ shartini qanoatlantiruvchi burchakda hosil bo‘ladi. I(maksimumlar intensivligi markaziy maksimum I intensivligiga nisbatan ancha kichikdir. Agar I_0 deb olib ikkilamchi maksimumlar intensivligini $I_1, I_2, I_3, \dots$ deb olsak ular o‘zaro quyidagi nisbatda bo‘ladi.

$$I_0 : I_1 : I_2 : I_3 = 1 : 0,045 : 0,016 : 0,008$$

Maksimum va minimumlar haloti to‘lqin uzunligi λ ga bog‘liq. Shuning uchun bu keltirilgan mulohazalar monoxramatik rangdagi to‘lqin uzunliklari uchun o‘rinlidir. Agar tushuvchi yorug‘lik oq bo‘lsa, u holda difraksion manzara markazida oq, atrofi esa rangli bo‘ladi. (binafsha rang markazga yaqin, qizil rang uzoqda joylashadi).

Difraksion panjara.

Bir-biridan baravar uzoqlikda joylashgan va bir xil kenglikdagi parallel tirqishlar sistemasiga difraksion panjara deyiladi. Panjara yorug‘likni o‘tkazadigan b, o‘tkazmaydigan a kengliklardan iborat bo‘lib, $d = a + b$ ga difraksion panjara doimiysi (davri) deyiladi. Doimiysi d ga teng bo‘lgan N ta tirqishli difraksion panjaraga normal ravishda yassi monoxramatik to‘lqin tushayotgan bo‘lsin. (8-rasm). U vaqtda qo‘shni tirqishlardan φ burchak ostida difraksiyalanayotgan nurlar orasidagi yo‘llar farqi $\Delta = d \sin \varphi$ teng bo‘ladi. Shu farq $m\lambda$ ga teng bo‘lgan yo‘nalishlarda bosh maksimumlar va $(mN=1) \frac{\lambda}{N}$ qo‘shimcha minimumlar deb ataluvchi N+1 ta minimum hosil bo‘ladi.

(9-rasm). Shunday qilib bosh maksimumlar sharti:

$$d \sin \varphi = mN \frac{\lambda}{N} = m\lambda \quad (1)$$

Difraksiya tartibi: $m=0, \pm 1, \pm 2, \pm 3..$

qo‘shimcha minimumlar sharti:

$$d \sin \varphi = (mN+1) \frac{\lambda}{N} \quad (2)$$

Qo'shimcha minimumlar oralig'ida intensivligi juda kichik bo'lgan ikkilamchi maksimumlari ham hosil bo'ladi. qo'shni bosh maksimumlar orasidagi bu ikkilamchi maksimumlar soni $N-2$ ga teng bo'ladi. Difraksion panjaralar nurlanishning spektral sostavini o'rganishda juda keng qo'llaniladi. Ularning ajrata olish qobiliyati ancha Yuqori ($\sim 10^5$).

SHuni ta'kidlash kerakki, $d \sin \varphi = m \lambda$ sharti bajarilganda N ta tirqishdan iborat difraksion panjaradagi difraktsiyalangan nurlar intensivligi yakka tirqish holdagidan N marta ortiq bo'lmasdan N^2 marta katta bo'ladi. Bu esa ko'p tirqishdan difraktsiyalangan nurlar interferensiyasining natijasidir:

$$(I_{\varphi})_{\text{mah}} = I_0 \left(\frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)^2 \cdot N^2 \quad (3)$$

Bu yerda

$$\alpha = \frac{\pi}{\lambda} \cdot b \sin \varphi$$

I - esa tushuvchi nurlarning intensivligi.

Reley shartiga asosan ikki spektral chiziqni to'la ajratib ko'rish faqat shu vaqtda mumkin, agar bir chiziq intensivligining maksimumi ikkinchi chiziq intensivligining minimumiga to'g'ri kelsa (3-rasm) $I_1 = I_2$ bo'lsa, ikki chiziq intensivligining egri chizig'idagi chuqurga qo'shni maksimumlar balandligining kamida 20 % ga teng bo'lish sharti ajrata olish chegarasi bo'ladi. Agar bu chuqurcha 20 % dan kichik bo'lsa, qo'shilib ketadi.

1. Difraksion panjaraning ajrata olish kuchi (qobiliyati) quyidagi formuladan aniqlanadi.

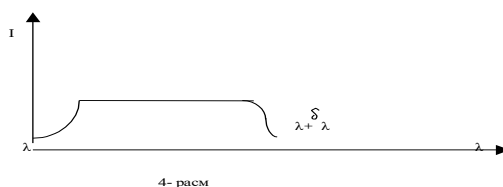
$$R = mN = \frac{\lambda}{\sigma \lambda} = \frac{Nd}{\lambda} \quad (4)$$

2. Kichik difraksiya φ - burchaklarda bosh maksimumlar burchak kengligi (shtrixlar soni N oshsa, chiziq torayadi) quyidagicha

$$\Delta \varphi = \frac{\lambda}{Nd \cos \varphi} = \frac{\lambda}{Nd} \quad (6)$$

3. Difraksion panjaraning dispersion sohasi (4-rasm)

$$G = \delta \lambda = \frac{\lambda}{m} \quad (7)$$



4. Difraksion panjaraning burchak dispersiyasi:

$$D_{\varphi} = \frac{\delta\varphi}{\delta\lambda} = \frac{m}{d \cos\varphi} \quad (8)$$

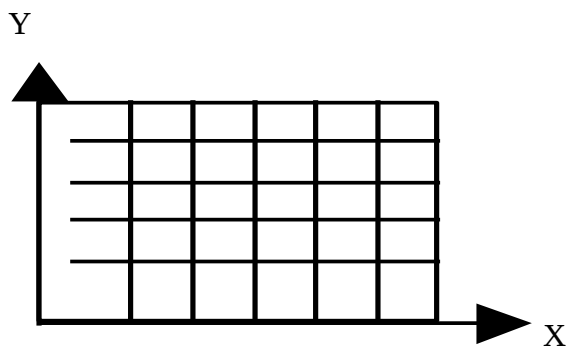
5. Panjaraning chiziqli dispersiyasi

$$D_{\ell} = \frac{\delta\ell}{\delta\lambda} = F \cdot D_{\varphi} \quad (9)$$

Bu yerda F-ob'ektiv fokus masofasi.

Ikki o'lchamli difraksion panjara.

Agar ikkita bir o'lchamli difraksion panjara o'zaro perpendikulyar holda ustma-ust joylashtirilsa, ikki o'lchamli difraksion panjara hosil bo'ladi (5-rasm).

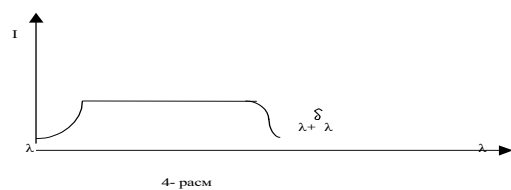
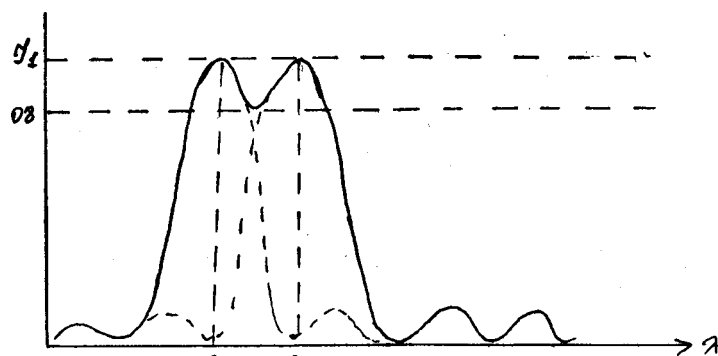
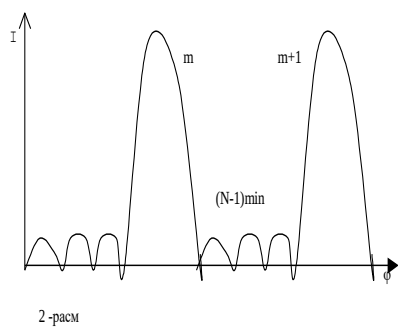
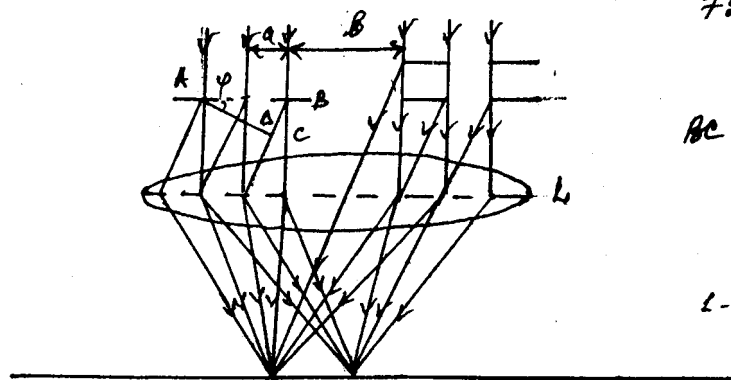


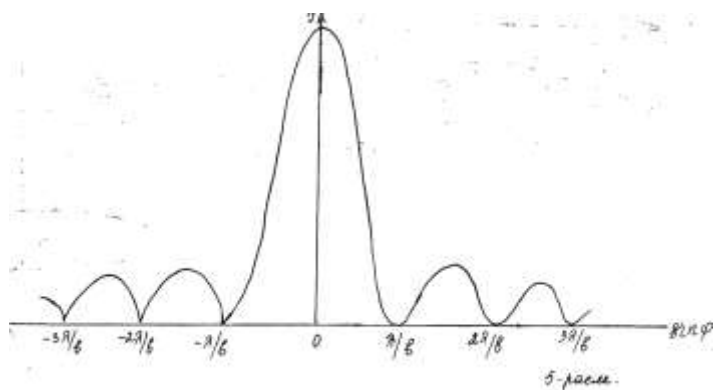
Panjaraning X va Y o'qlari bo'yicha doimiylari d_1 va d_2 bir xil bo'lishi yoki bo'lmasligi ham mumkin.

Uch o'lchamli difraksion panjara.

Fazoviy tuzilishga ega bo'lgan difraksion panjarani qaraylik. Eng oddiy fazoviy uch o'lchamli panjara sifatida osh tuzi NaCl ning tuzilishini misol keltirish mumkin. Uning yacheykasi kub kristallik tuzilishga ega bo'lib, davri d OX OY va OZ o'qlariga paralleldir. Shunday qilib, agar bir o'lchamli difraksion panjarani oq yorug'lik bilan yoritsak har bir to'lqin uzunlikdagi nurlar uchun alohida maksimumlar paydo bo'ladi, ya'ni spektrga ajratiladi. Agar shunday nurlar ikki o'lchamli panjaraga tashlansa, turli to'lqin uzunlikdagi nurlar uchun ma'lum tartib bilan joylashgan rangli dog'lar hosil bo'ladi.

Kristall panjaralar orasidagi tuguni orasidagi masofa 10^{-10} m





Savollar.

1. Fraunhofer difraksiyasi deb nimaga aytiladi?
2. Analitik usulni tushuntirib bering?
3. Qanday ulchamli difraksion panjaralar mavjud?
4. Spektrometrlar xakida tushuncha?

MA'RUZA: Mavzu: Rentgen nurlari difraksiyasi.
Ultratovush to'liqlarida yorug'lik difraksiyasi.
Golografiya.

Reja:

- a) Rentgen nurlari va ularning difraksiyasi.
- b) Ultratovush to'liqlarida yorug'lik difraksiyasi.
- v) Golografiya.
- Xulosa.

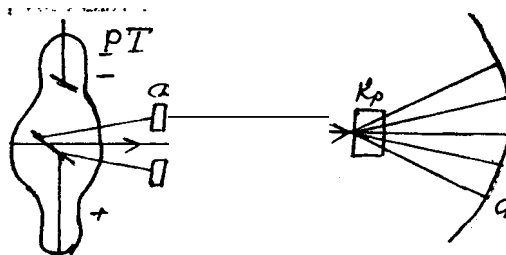
Rentgen nurlari difraksiyasi. Ultratovush to'liqlarida yorug'lik difraksiyasi.
Golografiya.

Amalda uch o'lchamli difraksion panjara yasash juda qiyin. Sun'iy ravishda shu tipdagi panjaran i suyuqlik va gazlarda ultratovush to'liqlari tarqalishida hosil qilinadi. Uch o'lchamli panjaralarga eng yaxshi misol bo'lib tabiatdagi kristallar xizmat qiladi. Biroq bu kristall panjaralar orasidagi masofalar 10^{-10} m bo'lganligidan ko'zga kurinuvchi nurlar uchun ($\lambda=7,6\div4,0\cdot10^{-7}\text{m}$) difraksiya kuzatilmaydi, chunki panjara doimiysi $d\sim\lambda$ bo'lgandagina difraksion manzara yaqqol kuzatiladi. Kristallik panjara doimiysi tartibidagi nurlar bo'lib Rentgen nurlari xizmat qiladi.

Rentgen nurlari va ularning difraksiyasi.

Rentgen 1895 yilda o'z nomi bilan ataluvchi nurlarni kashf etdi. (birinchi Nobel mukofoti 1901 yilda Rentgen olgan)

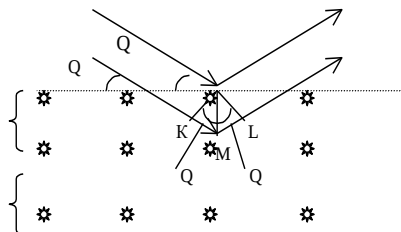
Bu nurlar elektromagnit to'liqinidan iborat degan fikr 1912 yilda Laue tomonidan Rentgen nurlarining difraksiyasi kuzatilgandan keyin tasdiqlandi. ($\lambda=10^{-2}\div10^2\text{\AA}$). Ma'lumki kristallarda atom va molekulalar uch o'lchamli fazoda Aniq tartib bilan joylashgan bo'lib, ular orasidagi masofa rentgen nurlari to'liqin uzunligiga yaqin. Agar shunday panjaraga rentgen nurlari tushirilsa kristallik panjara tugunida joylashgan atom va molekulalardan bu nurlar sochiladi (difraksiyalanadi). Bu nurlar kogerent bo'lganligi tufayli o'zaro interferensiyalanib ma'lum yo'nalishda maksimum beradi. Laue taklif etgan usulda ingichka rentgen nurlari tinch turgan Kr monokristallga tashlanadi.



Bu vaqtda hosil bo'lgan difraksiya ma'lum tartib bilan joylashgan no'qtalar sifatida FPA fotoplastinkada qayd qilinadi.

Bu manzaraga Laue gramma deyiladi. Debay-SHerrer taklif etgan usulda monoxromatik rentgen nurlari poroshok holdagi kristalga tashlanadi. Monokristallar xaotik ravishda orientatsiyalanganligi uchun xar doim shunday orientrlangan kristallik panjaralar topiladiki shu yo'nalishlardan qaytgan rentgen nurlari fotoplenkada ma'lum tartib bilan joylashgan egri chiziqlarni hosil qiladi. Bu vaqtda qaytgan nurlar rus fizigi Vulf va angliyalik ota-bola Bregglar tomonidan kashf qilingan shartni qanoatlantiruvchi burchaklarda difraksion manzara hosil qiladi.

Vulf-Bregglar qatlam qalinligi d ga teng bo'lgan kristall panjaraga Q sirpanuvchi burchak ostida rentgen nurlarini tashlab shunday sirpanish burchagi ostida qo'shni qatlamlardan qaytayotgan nurlar bosib o'tgan yo'llar orasidagi Δ farq $\Delta k = M + ML$ ga teng bo'lishini $\Delta = 2d \sin \theta = m\lambda$ shartni qanoatlantiruvchi yo'nalishda difraksion maksimum kuzatilishini aniqlandi.



(1) ifodaga Vulf-Bregglar formulasi deyiladi. Umuman Laue va Vulf-Bregg usullari kristallar tuzilishini o'rganishning asosiy usullari deyiladi.

Amalda Rentgen nurlaridan ikki maqsadda foydalaniladi.

1. Rentgenostruktura analizi

(λ ma'lum, m , Q orqali d topiladi.)

2. Rentgenospektroskopiya (d -ma'lum m, Q orqali λ topiladi).

Ultratovush to'liqlarida yorug'lik difraksiyasi.

Ultratovush deb chastotasi $2 \cdot 10^4$ Gts dan 10^8 Gts gacha oraliqda yotuvchi ya'ni to'liqin uzunligi molekulalararo masofaga yaqin to'liqlarga aytiladi. Suyuqliklarda tovushning tarqalish

tezligi $V = 10^3 \text{ m/s}$ shuning uchun ultratovush to'liqinining uzunligi $\lambda = \frac{g}{v} = 10^{-5} \text{ m}$

$$\lambda = \frac{10^3 \text{ м/с}}{10^8 \text{ м}} = 10^{-5} \text{ м}$$

Chastotasi 10^9 Gts dan yuqori tovushlarga gipertovushlar deyiladi. Bunday tovushlar suyuqlik va qattiq jismlarda tarqatilsa unda hosil bo'lgan turg'un to'lqinlarda yorug'lik difraksiyasini kuzatish mumkin. Bu hodisa birinchi marta 1920 yillarda rus olimi Mandelshtam va frantsuz olimi Brillyuen tomonidan nazariy ravishda aytilgan edi. Ultratovush suyuqlikda tarqalsa zichlik adiabatik fluktuatsiyasi tufayli elastik to'lqinlarning interferensiyasi ya'ni ayrim joylarda siyraklanish hisobiga fazoviy panjara hosil bo'ladi. Ana shunday muhitga yorug'lik tushsa yorug'lik difraksiyasi kuzatiladi. Difraksion maksimumlar Vulf-Bregg shartini qanoatlantiruvchi yo'nalishda yuz beradi. Ultratovush to'lqinlarida hosil bo'lgan difraksiyani o'rganish orqali ultratovush tarqalayotgan muhit xossalarini o'rganish mumkin.

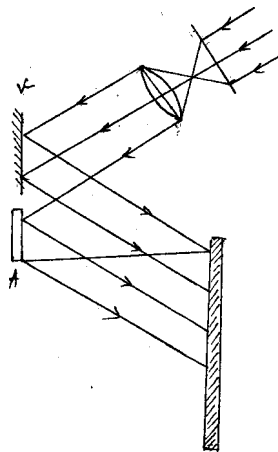
Golografiya.

Kogerent nurlar dastalarining difraksiya va interferensiya hodisalariga asoslanib yorug'lik to'lqinlarining strukturasi yozib olish va uni (asl) o'z holiga qayta tiklash metodiga golografiya deyiladi.

Fotografiya predmetlarning faqat ikki o'lchamli (yassi) tasvirini bersa golografiya hajmiy (uch o'lchamli) tasvirini interferentsion kartinasini beradi. Gologramma predmetlardan sochilgan kogerent nurlar bilan tayanch to'lqinlar qo'shilishidan hosil bo'ladi.

Gologramma (hajmiy tasvir) nur tarqalish yo'nalishi, fazosi, amplitudasi to'lqin uzunligi haqida informatsiya beradi. Gologrammani qayta tiklash uchun yana tayanch to'lqinlariga mos nurlar bilan yoritish lozim, bu holda difraksiyalanuvchi nurlar paydo bo'lib bizga jismdan sochilgan nurlar nusxasini beradi va kuzatuvchi bu predmetning o'zini kurayotgandek bo'ladi.

1971 Nobel mukofotini oldi 1947 yilda golografiya ideyasini Gobor berdi. Lazer nuri L linza yordamida kengaytirilib ob'ekt A va uning yonidagi kuzgu K ga yuboriladi. Kuzgudan va buyumdan qaytgan to'lqin kogerent to'lqinlar uchrashib fotoplyonkada gologrammani beradi.



+ Ёпланилиши.

1. Шажмий тасвир олиш учун.

2. Кино, телевидениеда

3. ЭШМ ларни янги типини яратишда.

Savollar.

1. Kristal panjara haqida tushuncha bering.
2. Vulf – Bregg shartini ayting.
3. Golografiya deb nimaga aytiladi.

MA'RUZA: YORUG'LIKNING QUTBLANISH HODISASI.

REJA:

- a) Yorug'lik to'linining ko'ndalang to'lin ekanligi, yorug'likning turmalin orqali tarqalishi. qutblanish turlari.
- b) Qaytishda va sinishda qutblanish. Bryuster , Malyus qonunlari. Izotrop muhitda yorug'likning tarqalishi.
- v) Ikkiga ajralib sinishdagi qutblanish polyarizatorlar.
- g) Optik anizotropiyani sun'iy ravishda hosil qilish.

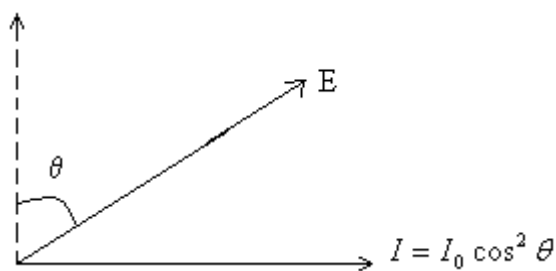
Xulosa

Yorug'likning elektromagnitik nazariyasidan yorug'lik to'linlari ko'ndalang to'linlar ekanligi bevosita kelib chiqadi. $\vec{E}, \vec{H}, \vec{v}$ iborat uch vektor o'zaro perpendikulyar bo'lib elektromagnitik to'lin ko'ndalang to'linidir.

Arago, Frenel, Yunglar yorug'lik to'lini ko'ndalang to'lin bo'lsa kerak, degan xulosaga kelganlar. Yorug'lik manbalarining ko'pchiligidan, masalan, cho'g'langan jismlardan chiqqan yorug'likda tebranishning ko'ndalangligini ayon qiluvchi xossalari bevosita sezilmaydi. Yorug'lik to'linining ko'ndalang ekanligi faqat yorug'lik qandaydir o'zgarishga duchor bo'lganda, masalan shaffof muhit chegarasidan qaytgandan so'nggina payqash mumkin. θ

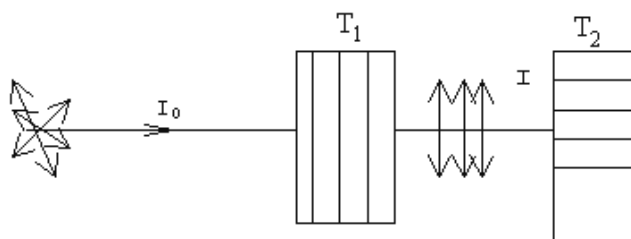
Tushish tekisliklari S, S^1 bir-biriga parallel bo'lganda CD nur maksimal intensivlikka ega bo'ladi, perpendikulyar bo'lganda minimal intensivlikka ega bo'ladi.

Shunday qilib, yorug'lik bir marta qaytgandan so'ng qaytgan nurlar intensivligi tushish tekisligining orientatsiyasiga (yo'nalishiga) bog'liq ekani sezila boshlaydi. Bunday xossaga ega bo'luvchi yorug'lik qutblangan yorug'lik deb ataladi. Malyus (1808) qutblanish terminini birinchi bo'lib kiritdi.



Yorug'likni turmalin orqali tarqalishi.

Turmalin bir o'qli kristallar jumlasiga kiradi. Ikkita turmalin plastinkasini olamiz. Agar biz tabiiy yorug'lik yo'nalishiga bu plastinkalarni joylashtirsak quyidagi manzarani kuzanamiz:



Bu ikkala plastinkaning bir-biriga nisbatan tutgan vaziyati qanday bo'lishiga qarab ulardan utuvchi yorug'likning intensivligi o'zgaradi. Agar parallel bo'lsa intensivlik eng katta bo'ladi. Agar perpendikulyar bo'lsa intensivlik nolga teng bo'ladi. (Ya'ni yorug'lik butunlay tutilib qoladi). Plastinkalarning bu oraliq vaziyatida intensivlik ham eng katta qiymati bilan nol qiymati oralig'ida bo'ladi. (max-nol).

Tajribani ko'rsatishicha intensivlik $\cos^2 \alpha$ ga proporsional $I = I_0 \cos^2 \alpha$

α - ikkala plastinka o'qlari orasidagi burchak.

Agar quyidagi gipotezalarni qabul qilsak bu hodisani t o'liq izohlab berish mumkin.

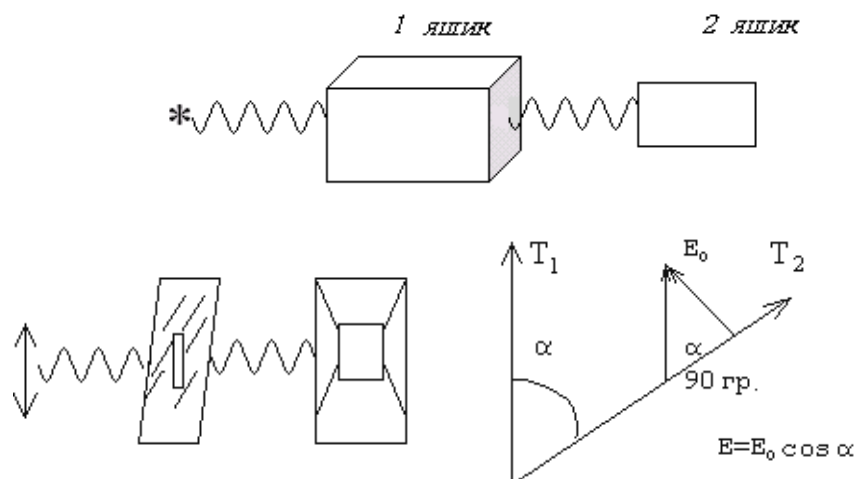
- birinchidan yorug'lik to'lqinlarini ko'ndalang to'lqinlar deb faraz qilamiz.

- ikkinchidan turmalin faqatgina ko'ndalang vektorlardan biri $\vec{E}$ ya'ni kristall o'qiga parallel yo'nalgan vektornigina o'tkazadi.

Ikkinchi plastinkaga qutblanib bo'lgan yorug'lik yetib boradi. Ikkinchi plastinkaning vaziyati qanday bo'lishiga qarab qutblangan bu yorug'likning oz yoki ko'p qismi o'tadi. Kelgusida biz yo'nalishi yagona bo'lgan yorug'likni yassi qutblangan yoki chiziqli qutblangan yorug'lik deb ataymiz.

Elektr vektori joylashgan tekislik qutblangan yorug'likning tebranish tekisligi deb magnit vektori joylashgan tekislik ba'zan qutblanish tekisligi deb ataladi. Bundan buyon biz hamma joyda tebranish yo'nalishi deganda elektr vektorining yo'nalishini nazarda tutamiz.

Turmalin kristali bilan qilingan tajribaning mexanik modelini ham qarash mumkin.



Yorug'likning qaytishda va sinishda qutblanishi.

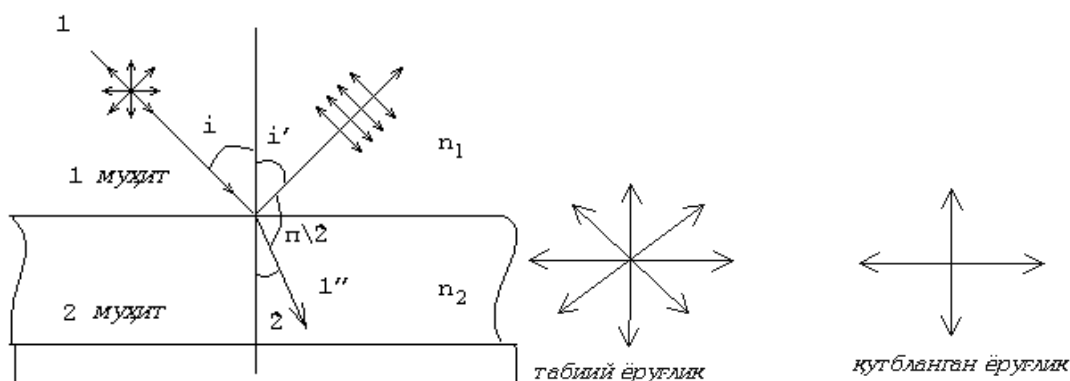
Tabiiy yorug'lik manбайдan tarqalayotgan yorug'lik qutblanmagan bo'ladi, ya'ni barcha yo'nalishlardagi tebranishlar mavjud bo'ladi.

Tabiiy yorug'lik nuri sindirish ko'rsatkichi n_1 va n_2 bo'lgan ikki muhitning yondashish chegarasidan o'tishini qaraylik.

U qisman qaytadi ($1'$) va qisman sinadi ($1''$). Tajribalar $1'$ va $1''$ nurlar qisman qutblangan ekanliklarini ko'rsatdi. Lekin $1'$ va $1''$ nurlar o'zaro perpendikulyar bo'lgan holda qaytuvchi nur to'la qutblangan bo'lib, uning tebranishlari tushish tekisligiga perpendikulyar bo'lgan tekislikda sodir bo'ladi. (Bu tekislik rasmda nuqtalar yordamida ko'rsatilgan). Singan nur esa qisman qutblangan bo'ladi.

Geometrik optika qonunlariga asosan, ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan sindirish ko'rsatkichi $n_{2,1}$ qiymati tushish burchagining sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati bilan aniqlanadi.

$$n_{2,1} = \frac{\sin i}{\sin r} \quad (1)$$



Ikkinchi tomondan rasmdan foydalanib

$$i + r = \frac{\pi}{2}.$$

Shuning uchun (1) ni quyidagicha o'zgartirib olamiz.

$$n_{2,1} = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin i}{\sin \frac{\pi}{2} - i} = \frac{\sin i}{\cos i} = \operatorname{tgi} \quad (2)$$

$$\operatorname{tgi} = \frac{n_2}{n_1};$$

Bu munosabat Bryuster qonuni deb, i burchakni esa Bryuster burchagi (eki to'la qutblanish burchagi) deb yuritiladi.

Masalan, shisha uchun ($n=1,53$) Bryuster burchagi 56° ga yaqin. Boshqacha qilib aytganda tabiiy yorug'lik nuri shisha plastinkaga 56° burchak hosil qilib tushurilsa qaytgan nur tushish tekisligiga perpendikulyar yo'nalishda to'la qutblangan bo'ladi.

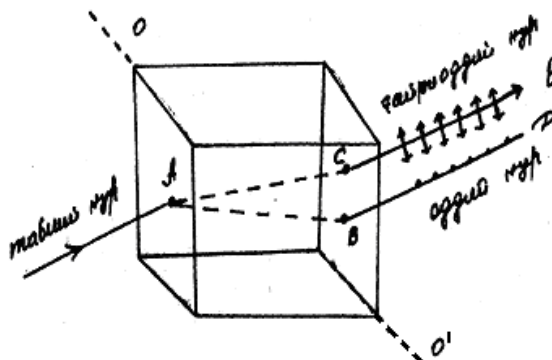
Bryuster qonunining fizik mohiyatini batafsilroq tushunaylik. Yorug'likning qaytishi va sinishi ikki dielektrik chegarasida emas, balki vakuum bilan dielektrik chegarasida ro'y berayotgan holda qaraylik. Tushayotgan yorug'lik elektr maydoni ta'sirida dielektrik tarkibidagi elektronlar tebranma xarakterga keladi. Tebranuvchi elektronlar o'z navbatida ikkilamchi kogerent to'lqinlarni nurlantiradi. Ikkilamchi to'lqinlar birlamchi to'lqinlar bilan kogerentdir. Bu to'lqinlar o'zaro interferensiyalashishi tufayli qaytgan va singan nurlarning yo'nalishlaridan tashqari barcha yo'nalishlardagi tebranishlar sunadi. Elektron nazariya qaytgan va singan nurlarning tabiatini shu tarzda tushuntiradi.

Yorug'likning ikkiga ajralib sinishidagi qutblanish.

Fizik xususiyatlari yo'nalishlariga bog'liq bo'lmagan muhit izotrop muhit deb, aksincha yo'nalishlarga bog'liq bo'lgan muhit anizotrop muhit deb ataladi. Izotrop muhitda (masalan, shisha plastinkada) yorug'likning sinishi Snellius qonuni deb ataluvchi sinish qonuniga bo'ysinadi, ya'ni

1) singan nur, tushuvchi nur va tushish nuqtasiga o'tkazilgan normal bir tekislikda yotadi.

2) tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati ikkala muhit uchun o'zgarmas kattalik. Bu nisbat shu muhitning sindirish ko'rsatkichiga teng. Anizotrop muhitda, ya'ni anizotrop kristallarda (masalan, Island shpatida) yorug'lik singanda manzara uzgacha bo'ladi. Tabiiy nur K kristallning A nuqtasiga tushgach ikki nur AB va AC larga ajraladi. Bu nurlar kristaldan chiqqach tabiiy nurga parallel yo'nalishda (BD va CE) davom etadilar.



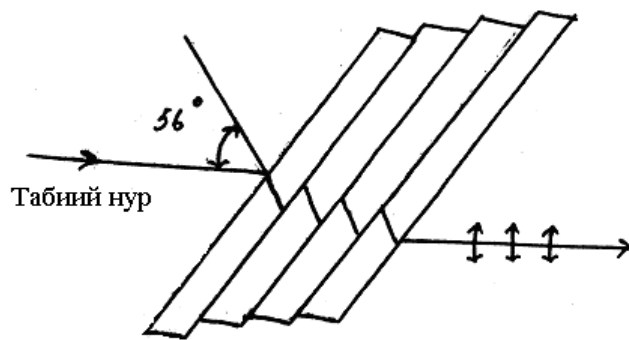
Kristalda nurlarning sinishi tekshirilganda quyidagilar aniqlandi.

- 1) Singan nurlardan biri AB Snellius qonuniga to'la bo'ysinadi.
- 2) Ikkinchi nur esa AC Snellius qonuniga bo'ysinmaydi.

Shuning uchun AB oddiy nur deb, AC esa g'ayrioddiy nur deb nom olgan. Tekshirishlarning ko'rsatishiga bu nurlar yassi qutblangan ekan. Lekin ularning tebranishlari o'zaro perpendikulyar tekisliklarda sodir bo'ladi. Bundan tashqari island shpatining sindirish ko'rsatkichi oddiy nur uchun 1,658 ga g'ayrioddiy nur esa n nurning yo'nalishiga bog'liq bo'lib kristalning optik o'qi ($0\ 0'$) yo'nalishida 1,658 ga kristalning optik o'qiga perpendikulyar yo'nalishda 1,486 ga tengligi aniqlangan. Oddiy va g'ayrioddiy nurlarning sindirish ko'rsatkichlari bir-biridan farqlanganligi uchun bu nurlarning kristaldagi sinish burchaklari ham farqlanadi. Natijada oddiy va g'ayrioddiy nurlar bir-biridan ajralib davom etadi.

Polyarizatorlar.

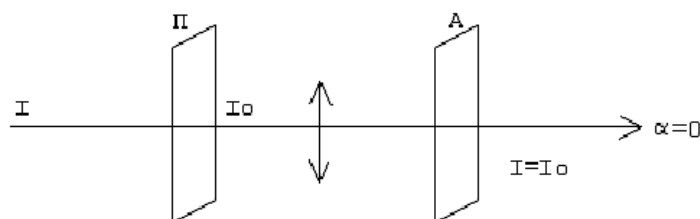
Tabiiy yorug'likdan qutblangan yorug'lik olish uchun shunday sharoitlar yaratish kerakki, bu sharoitlarda yorug'lik to'liqlinining Y_e vektori muayyan aniq bir yo'nalish bo'ylab tebranadigan bo'lsin. Bunday sharoitlarning o'zida mujassamlantirgan qurilmalarga polyarizatorlar deyiladi. Tushayotgan yorug'lik nurlari bilan Bryuster burchagi hosil qiladigan tarzda joylashtirilgan dielektrikning yassi sirtidan polyarizatorlar sifatida foydalanish mumkin. Shisha plastinka uchun Bryuster burchagi 56° teng. Bunday sharoitda qaytgan nur to'liq qutblangan bo'ladi. Singan nur esa qisman qutblangan. Agar o'zaro parallel plastinkalar dastasidan foydalansak yorug'lik bu plastinkalardan ko'p marta singandan so'ng amalda to'liq qutblangan bo'ladi.



Polyaroidlar polyarizatorlar sifatida ishlatildi.

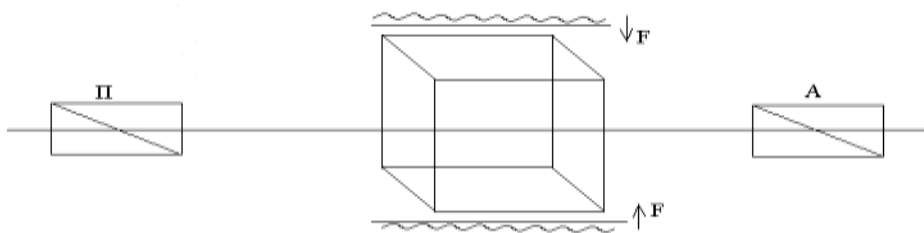
Polyarizatorlardan faqat qutblangan yorug'lik olish uchun emas, balki nurni qutblangan yoki qutblanmagan ekanligini aniqlashda ham ishlatiladi. Bu maqsadda ishlatilgan polyarizatorlar analizatorlar deb yuritiladi. qalinligi 1 mm bo'lgan turmalin plastinkasida oddiy nur yutilib, undan faqat g'ayrioddiy nurlar chiqadi. Demak bunday anizotrop kristallarda ikkiga ajralib singan nurlardan biri o'z-o'zidan yuqoladi. Bu esa ulardan polyarizatorlar sifatida foydalanish imkonini beradi. (dixroizm)

Yorug'likning intensivligi amplituda kvadratiga proporsional bo'lganligi uchun ($I \sim E^2$); $I = I_0 \cos^2 \alpha$ munosabatni yoza olamiz. Bu ifoda Malyus qonunini ifodalaydi. Analizatoridan o'tgan Yorug'lik intensivligi analizator va polyarizatorning optik o'qlari orasidagi burchak $\cos$ ning kvadratiga proporsionaldir. Malyus o'zining qonunini yorug'likni to'lqin emas, balki korpuskulyar deb tasavvur qilish asosida chiqargan keyinchalik Arago tomonidan o'tkazilgan fotometrik o'lchashlar Malyus qonunini to'g'riligini tasdiqlaydi. Oraliq vaziyatlarda plastinka optik o'qlari orasidagi burchak $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$ bo'lgan analizatoridan o'tgan yorug'lik intensivligi $0 < I < I_0$ intervalda o'zgaradi.



Optik anizotropiyani sun'iy ravishda hosil qilish.

Shaffof jismni siqish (yoki cho'zish) natijasida uziga hos shunday xususiyat yuzaga keladiki, u optik uki sikilishi (yoki chuzilishi) yunalishida bo'lgan kristallni eslatadi.



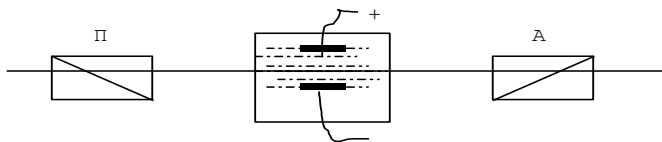
Shuning uchun jism mexanik deformatsiya natijasida kvazikristalga aylanadi deyish ham mumkin.

T.Zeebek va D.Bryuster mexanik deformatsiya ta'siri tufayli izotrop materiallarda yorug'likning ikkiga ajralib sinishini kuzatdilar. Tajribalardan aniqlanishicha optik o'qqa perpendikulyar yo'nalishlardagi oddiy va g'ayrioddiy nurlarning sinish ko'rsatkichlarining farqi jismga ta'sir etayotgan kuchlanish (jismning birlik ko'ndalang kesim yuzaga ta'sir etuvchi kuch ya'ni $\sigma = \frac{F}{S}$) ga proporsional.

$$n_o - n_e = R \cdot \sigma$$

σ -ko'ndalang kesim yuzi, R- shu jismlarning xususiyatlariga bog'liq bo'lgan koeffitsient.

Suyuq yoki gazsimon izotrop dielektrik elektr maydoniga joylashtirilgan anizotropiya vujudga kelishini J.Kerr aniqlagan. Shuning uchun bu hodisa Kerr effekti deb nom olgan. Bu hodisani o'rganish uchun qo'llaniladigan sxema quyidagicha



Π-p va A-p oralig'iga biron idishga solingan suyuqlik (masalan nitrobenzol) joylashtiriladi.

Suyuqlikka joylashtirilgan metal plastinkalarga potentsiallar farqi berilsa suyuqlik yorug'likni ikkiga ajratib sindirish xususiyatiga ega bo'ladi. Kerr effekti dielektrik qutblanishining samarasidir. Tashqi elektr maydoni ta'sirida dielektrik molekulalari elektr maydon yo'nalishiga nisbatan ma'lum yo'nalishda orientatsiyalanadi. Bu esa dielektrikni anizotropik xususiyatiga xususan optik anizotropiyaga erishishga sabab bo'ladi. Tajribalarning ko'rsatishicha, elektr maydonga perpendikulyar yo'nalishdagi g'ayrioddiy va oddiy nurlar uchun qutblangan suyuqlik sindirish ko'rsatkichlarining farqi maydon kuchlanganligi bilan quyidagicha bog'langan $n_e - n_o = \beta \lambda E^2$

β - Kerr doimiysi bu jismning tabiatiga va to'lqin uzunligiga, temperaturaga bog'liq.

Temperatura oshgan sari β kamayadi chunki yuqori temperaturada dezorientatsiya ham kuchayadi. Kerr effektida jismlarning anizotropik xususiyati keskin namoyon bo'ladi.

Masalan maydon ta'sir etgan zamonoz (10^{-9} s vaqt ichida) jism anizotropik xususiyatiga erishadi. Maydon yo'qotilganda ham jism shunday tezlik bilan izotropon holatini tiklaydi. Bu ajoyib

xususiya ti tufayli yorug'lik intensivligini tez o'zgartirish lozim bo'lgan texnikaning sohalarida keng qo'llaniladi. Masalan tez kinoga olishda,(optik zotvor).

Kuchli magnit maydon (H) ta'sirida ba'zi izotrop jismlarda (suyuqlik, shisha va kolloidlar) optik anizotropiya vujudga keladi.

Bu hodisani E.Kotton va X. Mutonlar tekshirgani uchun ularning nomi bilan Kotton-Muton effekti deb yuritiladi. Ta'sirlovchi magnit maydon yo'nalishiga perpendikulyar ravishda tarqalayotgan g'ayrioddiy va oddiy nurlar uchun tekshirilayotgan jism sindirish ko'rsatkichlarining Formulasi

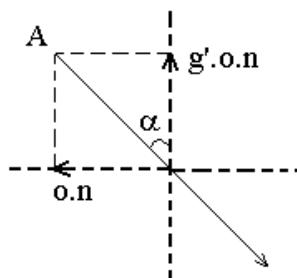
$$n_e - n_o = C\lambda H$$

C – Kotton va Muton doimiysi bo'lib, u jismning tabiatiga va λ temperaturaga bog'liq bo'ladi.

Elliptik va doiraviy qutblangan yorulikni olish va uni analiz qilish.

Tabiiy yorug'lik yo'liga Nikel prizmasini va undan keyin qalinligi d ga teng bo'lgan Island shpoti kristalidan K plastinkani joylashtiramiz. Ma'lumki K plastinkadan oddiy va g'ayriy oddiy bir-birlariga tik qutblangan nurlar chiqadi.

Agar plastinka bosh o'qini Nikoldan chiqqan nurga (burchak bilan joylashtirsak, u holda odatdagi nur tebranish tekisligi bosh o'qga parallel joylashadi.



Odatdagi nur $b = A \sin \alpha$, g'ayriy oddiy nur $a = A \cos \alpha$ bo'ladi. Bular K plastinkaning d qalinligidan o'tgandan so'ng yo'llar farqi

$$\delta = n_o d - n_{g'o} d = (n_o - n_{g'o}) d$$

bo'ladi.

Fazalar farqi $\Delta\varphi = k\delta = \frac{2\pi}{\lambda} \delta$.

Qalinlik d ni o'tgandan keyin tebranishlar

$$x = a \cos \omega t = A \cos \alpha \cos \omega t \text{ (g'ayriy oddiy nur uchun).}$$

$$y = b \cos(\omega t + \Delta\varphi) = A \sin \alpha \cos(\omega t + \Delta\varphi) \text{ (oddiy nur uchun).}$$

Natijaviy tebranish traektoriyasini olish uchun bu ikki tenglamadan t vaqtni yo'qotsak

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - 2 \frac{x}{a} \frac{y}{b} \cos \Delta\varphi = \sin^2 \varphi \quad (1)$$

ni olamiz. Bu tenglama elliptik tenglama bo'lib, uning formasi α , a, b, $\Delta\varphi$ -larga bog'liq.

Bu tenglama uchun tubandagi hollarni qaraymiz.

a). Plastinkani qalinligi shunday bo'lsinki yo'llar farqi $\delta = \frac{\lambda}{4}$ hosil qilsin. U holda faza

farqi $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \delta = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{\lambda}{4} = \frac{\pi}{2}$ teng bo'ladi va buni tenglamaga qo'ysak $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ ellips teng olamiz.

Agarda $a = A \cos \alpha$, $b = A \sin \alpha$ dan $\alpha = 45^\circ$ bo'lsa (Nikol prizmadan o'tgan qutblangan yorug'lik K plastinkaga 45° bilan tushurilsa) $a = b$ bo'ladi va ellips $x^2 + y^2 = a^2$ bo'lib aylanaga aylanadi. Natijada yorug'lik doira bo'yicha qutblangan yorug'likni olamiz.

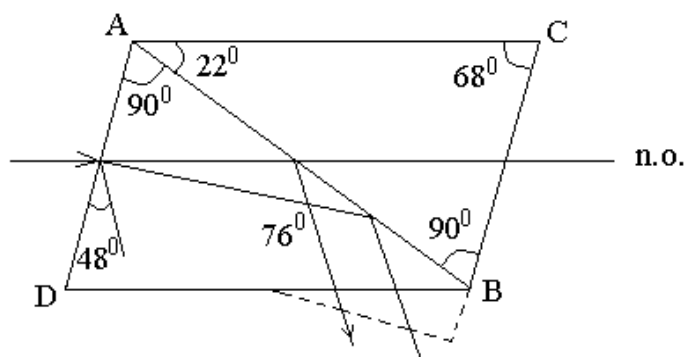
b). $\delta = \frac{\lambda}{2}$ bo'lsa $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \delta = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{\lambda}{2} = \pi$; (1) tenglamadan $\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 0$ bo'ladi.

Bu 2 va 4 chorakda joylashgan to'g'ri chiziq tenglamasidir. Demak, yassi qutblangan yorug'lik olamiz.

c). $\delta = 1 \cdot \lambda \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \lambda = 2\pi$;

$\frac{x}{a} - \frac{y}{b} = 0$ bu holda 1 va 3 chorakda joylashgan to'g'ri chiziq tenglamasidir. Birinchi va

uchinchi chorakda joylashgan yassi qutblangan yorug'lik olamiz.



Savollar.

1. Chiziqli qutblangan yorug'lik deb nimaga aytiladi?
2. Qutblanish tekisligi deb qanday tekislik tushuniladi?
3. Snellius qonunini tushuntirib bering?
4. Kerr effekti deb qanday hodisaga aytiladi?

MA'RUZA. Linzaning umumiy formulasi.
Nurlar optikasi haqida umumiy tushuncha

Reja.

- a) Kattalashtirish. Lagranj-Gelmgolts teoremasi.
- b) Linzaning umumiy formulasini keltirib chiqarish.
- v) Linzalarda tasvir yasash.(kuzgularda ham)

Xulosa.

Geometrik optika.

Ko'pchilik optik asboblarning tuzilishi: Yorug'lik nurlari bir jinsli muhitda to'g'ri chiziq bo'ylab tarqaladi va ikki muhit chegarasida qaytish hamda sinish xossasiga egadir degan tushunchaga asoslangandir. Optikaning bunday asboblarning nazariyasi haqida baxs yurituvchi bo'limi nurlar optikasidir.

Kattalashtirish. Lagranj-Gelmgolts teoremasi.

Yorug'lanuvchi buyum sifatida o'qqa perpendikulyar bo'lgan A_1B_1 chiziqni olamiz va uning A_2B_2 tasvirini yasaymiz (1-rasm). Tasvirning chiziqli o'lchamlarining ($Y_2=A_2B_2$) buyumning chiziqli o'lchamlariga ($Y_1=A_1B_1$) nisbati chiziqli kattalashtirish (yoki kundalangiga kattalashtirish) deyiladi. $V=Y_2/Y_1$ odatda A_1B_1 va A_2B_2 larga ishora berib, tasvir to'g'ri bo'lganda kattalashtirishni

musbat deb, tasvir tunkarilgan bo'lganda kattalashtirishni manfiy deb hisoblaymiz. A_1B_1S va A_2B_2S uchburchaklardan

$$\frac{Y_1}{a_1} = tgi$$

$$\frac{Y_2}{a_2} = tgr$$

A_1B_1 va A_2B_2 larning o'lchami juda kichik bo'lganda

$$\frac{tgi}{tgr} = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1}$$

ya'ni

$$\frac{n_1 Y_1}{a_1} = \frac{n_2 Y_2}{a_2} \quad \text{yoki} \quad \frac{Y_2}{Y_1} = V = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{a_2}{a_1} \quad (1)$$

Cindiruvchi sistema uchun n_1 va n_2 hamisha musbat bo'ladi, shuning uchun V ning ishorasi a_2/a_1 nisbatning ishorasiga qarab aniqlanadi. Tasvir haqiqiy bo'ladigan holga oid sxemalarda (1-rasmga qarang) a_1 va a_2 ning ishorasi har xil bo'ladi, ya'ni V manfiy va tasvir tunkarilgan

bo'ladi; tasvir mavhum bo'lganda esa aksincha. **Kuzgularda** $\frac{n_1}{n_2} = -1$, **ya'ni** $V = -\frac{a_2}{a_1}$. Tasvir

haqiqiy bo'lganda a_1 va a_2 ning ishorasi bir xil bo'ladi, ya'ni $V=0$ va tasvir tunkarilgan, tasvir mavhum bo'lganda a_1 va a_2 ning ishorasi turlicha bo'ladi, $V > 0$, tasvir to'g'ri.

Yassi kuzguda $a_1 = -a_2$ bo'lib, $V=1$ bo'ladi, ya'ni buyumning o'lchamlariga teng bo'lgan to'g'ri tasvir hosil bo'ladi. Paraksial nurlar bilan ish kurganda $A_1P \approx A_1S = a_1$ va $PA_2 \approx SA_2 = a_2$ bo'ladi, shuning uchun

$$U_1 = tg U_1 = \frac{SP}{a_1}$$

$$U_2 = tg U_2 = \frac{SP}{a_2}$$

(1) ga asosan

$$\frac{n_1 a_2}{n_2 a_1} = \frac{n_1 U_1}{n_2 U_2} = V = \frac{Y_2}{Y_1} \quad (2)$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{a_2}{a_1} \quad \text{yoki} \quad Y_1 n_1 U_1 = Y_2 n_2 U_2$$

Bu munosabat Lagranj-Gelmgolts teoremasi deyiladi. Bu munasabat paraksial nurlar sohasida to'g'ridir. Aperturasi kattaroq bo'lgan dastalar bilan ish kurilganda

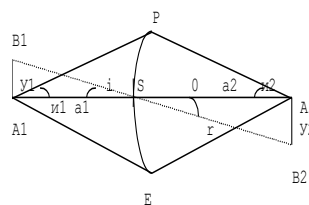
$$Y_1 n_1 \sin U_1 = Y_2 n_2 \sin U_2 \quad (3)$$

shart bajarilgan holdagina aniq tasvirlar olish mumkin (Abbening sinuslar sharti).

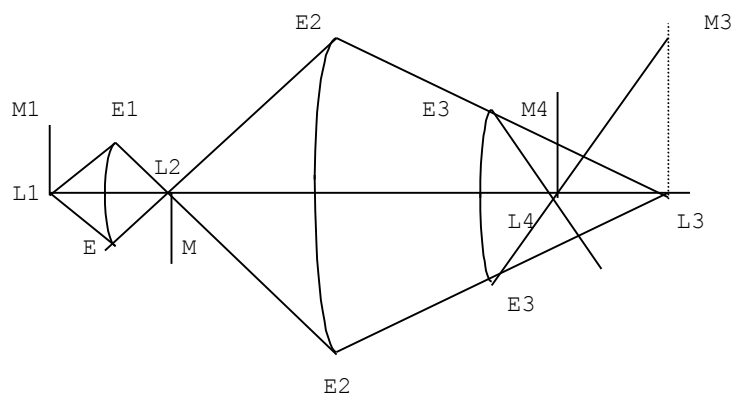
Markazlashtirilgan optik sistema.

Bitta sferik sirtida sinish holi kamdan-kam bo'ladi. Sindiruvchi real sistemalarning ko'pchiligida kamida ikkita sindiruvchi sirt (linza) yoki undan ham ko'prok sirtlar bo'ladi. Agar barcha sferik sirtlarning markazlari bir to'g'ri chiziqda yotsa bunday sferik sirtlar sistemasi markazlashtirilgan sistema deb yuritiladi, markazlar yotgan to'g'ri chiziq esa sistemaning bosh optik o'qi deyiladi. Xuddi shuningdek, Lagranj-Gelmgolts teoremasi ham sirtlarning markazlashtirilgan sistemasi uchun o'z kuchida qoladi, ya'ni (1*-p)

$$Y_1 n_1 U_1 = Y_2 n_2 U_2 = Y_3 n_3 U_3 = \dots$$



1-rasm. Lagranj teoremasi.



1*-rasm. Markazlashgan optik sistema.

Savollar.

1. Botiqlinzani tushuntiring.
2. Qavariq linzani tushuntiring
3. Linzadan tasvir yasang

MA'RUZA: Mavzu: Issiqlik nurlanishi.

Reja:

- a) Jismning nur yutish, nur chiqarish qobiliyatlari.
- b) Kirxgof qonunlari. Stefan-Boltsman va Vin qonunlari.
- v) Nurlanishning kvant nazariyasi, Plank formulasi.

Xulosa

Issiqlik nurlanishi.

Nurlanishlar turli xil bo'ladi. Masalan: oqsidlanayotgan fosforning nurlanishi, gazlarda elektr toqi o'tish jarayonida vujudga keladigan nurlanish. qattiq jismlarni elektronlar bilan bombardimon qilish jarayonida vujudga keladigan nurlanish, qizdirilgan jismlarning nurlanishi, ya'ni issiqlik nurlanishi. Bu nurlanishlar bir-biridan uzlarining vujudga kelish jarayoni bilan farq qiladi. Lekin har qanday nurlanishda ham energiyaning biron turi nurlanish energiyasiga aylanadi. Xususan issiqlik nurlanishida nurlanayotgan jism zarralarining xaotik issiqlik harakat energiyasining bir qismi elektromagnit to'lqin tarzida nurlanadi. Bu nurlanish absolyut noldan farqli hamma temperaturada jismlarda kuzatiladi va temperaturaga kuchli bog'liq bo'ladi. Shuning uchun temperaturaviy nurlanish ham deb ataladi.

Agar nurlanish oqimi F biror yassi parallel plastinka shaklidagi plastinkaga tushayotgan bo'lsa. Bu oqim qisman qaytadi F_k , qisman jismda yutiladi (F_y) va qisman o'tadi. (F_u).

$$\Phi = \Phi_k + \Phi_{yo} + \Phi_{yt}$$

Bu tenglikni ikkala tomonini F ga taqsimlasak

$$\frac{\Phi_k}{\Phi} = \rho \quad \text{jismning nur qaytarish qobiliyati}$$

$$\frac{\Phi_{yo}}{\Phi} = a \quad \text{jismning nur yutish qobiliyati}$$

$$\frac{\Phi_y}{\Phi} = D \quad \text{jismning nur o'tkazish qobiliyati.}$$

$$\frac{\Phi}{\Phi} = \frac{\Phi_k}{\Phi} + \frac{\Phi_{yo}}{\Phi} + \frac{\Phi_y}{\Phi} \quad \text{bundan } 1 = \rho + a + D \text{ bo'ladi.}$$

Nisbatan qalinroq jismda $D=0$ unda $\rho+a=1$. Shuning uchun T temperaturali jismning λ to'lqin uzunlikli nur qaytarish qobiliyatini $\rho_{\lambda,T}$, nur yutish qobiliyatini $a_{\lambda,T}$ bilan belgilasak $\rho_{\lambda,T} + a_{\lambda,T} = 1$ Umuman $\rho_{\lambda,T}$, $a_{\lambda,T}$ lar 0 dan 1 gacha bo'lgan intervalda o'zgarishi mumkin. Ikki chegaraviy xolni ko'raylik.

1. $\rho_{\lambda,T} = 1$ $a_{\lambda,T} = 0$ bo'lsin ya'ni jismga tushayotgan nur to'la qaytadi. Bunday jism absolyut oq jism deb aytiladi.
2. $\rho_{\lambda,T} = 0$ $a_{\lambda,T} = 1$ ya'ni jismga tushayotgan nur to'la yutiladi bunga absolyut qora jism deyiladi.

Jismning nur yutish va qaytarish qobiliyatidan tashqari yana bir harakteristikasi mavjud, u T temperaturadagi jismning birlik sirtidan birlik vaqtda nurlanayotgan elektromagnit to'lqinlarning energiyasini ifodalaydi. Bu kattalikni T temperaturadagi jismning nur chiqarish qobiliyati deb ataydi. ℓ_T , ρ , a -lar o'lchamsiz kattalik ℓ_T esa B_T/M^2 larda o'lchanadi.

Kirxgof qonuni.

Har qanday jismning muayyan temperaturadagi to'la nur chiqarish va nur yutish qobiliyatlarining nisbati o'zgarmas kattalik bo'lib, u ayni temperaturadagi absolyut qora jismning to'la nur chiqarish qobiliyatiga teng.

$$\frac{\ell_T}{a_T} = \frac{E_T}{1} = E_T$$

Bu Kirxgofning integral qonunidir.

E -absolyut qora jismning nur chiqarish qobiliyati Kirxgofning differentsial qonunini quyidagicha yozish мумкин.

$$\frac{\ell_{\lambda,T}}{a_{\lambda,T}} = E_{\lambda,T}$$

Ixtiyoriy jismning nur chiqarish va nur yutish qobiliyatlarining nisbati bu jismning tabiatiga bog‘liq bo‘lmay, barcha jismlar uchun to‘lqin uzunlik va temperaturaning universal funksiyasidir va u absolyut qora jismning nur chiqarish qobiliyatiga tengdir.

Yuqoridagi ifodalardan

$$\ell_T = a_T E_T$$

$$\ell_{\lambda,T} = a_{\lambda,T} E_{\lambda,T}$$

Demak ixtiyoriy jismning nur chiqarish qobiliyati shu jismning nur yutish qobiliyati bilan absolyut qora jismning nur chiqarish qobiliyatining ko‘paytmasiga tengdir.

Oddiy jism uchun

$$\ell_T < E_T$$

$$\ell_{\lambda,T} < E_{\lambda,T}$$

Absolyut qora jism uchun issiqlik nurlanish qonunlari.

Issiqlik nurlanish nazariyasining eng asosiy vazifasi absolyut qora jism nur chiqarish qobiliyatining T va λ ga bog‘liqlik harakterini aniqlashdan iborat. Bu sohada olib borilgan izlanishlar tufayli kashf etilgan qonunlar bilan tanishaylik. (Birinch qonun)

Stefan-Boltsman qonuni.

(To‘rtinchi darajali qonuni deb nom olgan).

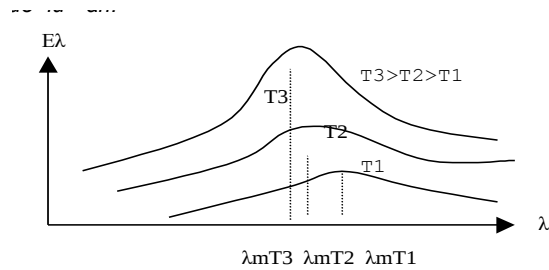
Bu qonunga asosan, absolyut qora jismning to‘la nur chiqarish qobiliyati temperaturaning to‘rtinchi darajasiga proporsional ravishda ortadi.

$$E_T = \sigma T^4$$

σ -Stefan-Boltsman doimiysi

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^8 \frac{B_T}{M^2 K^4}$$

Absolyut qora jism nur chiqarish qobiliyati λ ga bog‘liqligi ya’ni spektral harakteristikasi turli temperaturalar uchun rasmda tasvirlangan tajribalarda aniqlangan bu egri chiziq asosida quyidagi xulosalardan kelib chikkan.



1. Absolyut qora jism nurlanish spektri uzluksiz.
2. Har bir temperaturaga oid egri chiziqda max mavjud bo'lib u toshgan sari qisqa to'lqin tarafga siljiydi. Vinning siljish qonuni deb atalgan qonun shu maksimumlarga taalluqli. Absolyut qora jismning nur chiqarish qobiliyatining maksimumiga mos keluvchi λ_m to'lqin uzunlikning absolyut temperaturaga ko'paytmasi o'zgarmas kattalikdir.

$$\lambda_m \cdot T = b - \text{Vin doimiysi} \quad b = 2,898 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{K}$$

Egri chiziqlarni tushuntirish uchun termodinamika va statistik fizika qonunlariga asoslanib absolyut qora jism nur chiqarish qobiliyati $E_{\lambda, T}$ ning ifodasini hosil qilish yo'lida ko'p urinishlar bo'lgan. ular ichida e'tiborga loyiq bo'lgani ikkit termodinamik mulohazalari

asosida vin $e_{\lambda, T} = \frac{\alpha}{\lambda^5} e^{-\frac{\beta}{\lambda T}}$ (*) formulani taklif etdi. bunda α va β tajribalardan foydalanib topiladigan doimiylar vin bu doimiylarni shunday tanlab oldiki natijada (*) asosida hisoblangan $e_{\lambda, T}$ ning qiymatlari (rasmdagi uzluksiz chiziq) tajribada topilgan qiymatlar (rasmdagi nuqtalar) qisqa to'lqin sohasida mos keladi. lekin uzun to'lqin sohada mos kelmaydi.

2. Reley va jins issiqlik nurlanishga statistik fizika metodlarini tatbiq etib, absolyut qora

jismlar nur chiqarish qobiliyati uchun $E_{\lambda, T} = \frac{2\pi CKT}{\lambda^4}$ (**)

Katta to'lqin sohalarida mos keladi. qisqa to'lqin sohada mos kelmaydi.

Cavollar.

1. Nurlanish deb qanday hodisa tushuniladi.
2. Absolyut oq va absolyut qora jism deb qanday jismlarga aytiladi?
3. Kirxgof qonunini tushuntirib bering.

Reja:

- a) Fotoeffekt qonunlari.
- b) Ichki va tashqi fotoeffekt.
- v) Fotoeffektning qo'llanilishi.

Xulosa

Yorug'likning ta'sirlari.

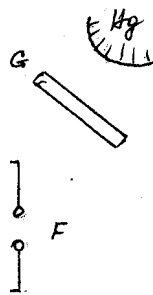
Fizika sohasidagi g'oyat buyuk revolyutsiya XX asrning boshiga to'g'ri keldi, ya'ni bu davrda aytish mumkinki, kvant tushunchasi yoki kvant nazariyasi tug'ilishi bosh davri ham deb atash mumkin.

Yorug'lik moddaga ta'sir qilganda yorug'lik to'lqinining energiyasi moddaga beriladi, natijada turli effektlar yuz berishi mumkin. Shular jumlasidan birlamchi protsess yorug'likning yutilish protsessidir.

Yorug'likning yutilgan energiyasi eng umumiy va eng ko'p bo'ladigan holda issiqlikka aylanib, yorug'likni yutayotgan jismning temperaturasini bir oz kutaradi. Lekin ko'pincha yorug'lik energiyasining bir qismigina issiqlikka aylanib, qolgan qismi esa boshqacha o'zgarib, yorug'likning biror ta'sirini vujudga keltiradi. Shulardan biri fotoeffekt hodisasidir.

Yorug'likning moddaga ko'rsatadigan ta'siri bilinadigan turli hodisalar orasida fotoeffekt, ya'ni yorug'lik ta'sirida moddaning elektronlar chiqarishi muhim o'rin egallaydi. Bu hodisani analiz qilish yorug'lik kvantlari haqidagi tasavvurni yaratdi va hozirgi zamondagi nazariy tasavvurlarning rivojlanishida juda muhim rol o'ynaydi.

Fotoeffektning kashf etilishi tarixini 1887 yildan boshlash mumkin, chunki o'sha yili Gerts kuchlanish berilgan uchqun oraligining elektrodlarini ultrabinafsha nur bilan yoritganda uchqun chiqishi osonlashganini kuzatgan. Gertsning tajribasining sxemasi quyidagicha:



Agar toza ruxdan yasalgan F elektrodni Hg simob lampasining nuri bilan yoritib, kondensatorning zaryadlanishi yengillashadi: agar transformatorning quvvati S kondensatorni tez zaryadlash uchun yetarli bo'lsa, uchqun tez-tez chiqib turadi.

Lampa bilan F elektrodlar orasiga G shisha plastinka qo'yib, ultrabinafsha nurlarning yo'lini tussak, hodisa yuz bermay qo'yadi. Galvaks, A.G.Stoletov va boshqa tadqiqotchilarning sistemali tekshirishlari (1888 y.) natijasida shu narsa aniqlandiki, Gertsning tajribasida elektrodga yorug'lik ta'sir etish natijasida zaryadlar ozod bo'ladi. Elektrodlar o'rtasidagi elektr maydoniga tushganda bu zaryadlar tezlashadi, atrofdagi gazni ionlashtiradi va uchqun chiqishiga sababchi bo'ladi. Stoletov fotoeffektga oid tajribalar o'tkazganda birinchi bo'lib elektrodga kichik potentsiallar farqi bergan. « 1888 yilning boshida,-deb yozadi Stoletov,-Gerts, Videman va Ebert Galvaksning nurlarning yuqori kuchlanishli elektr zaryadlariga ko'rsatadigan ta'siriga bag'ishlangan tajribalarini takrorlayotib men zaif potentsialli elektr maydonida bunday hodisa bo'lish-bo'lmasligini tekshirib ko'rmoqchi bo'ldim ... Mening o'rinishim kutilgandan ham a'lo daraja berdi. Stoletov tekshirishlari hozirgacha uz ahamiyatini yo'qotmagan asosiy natijalar quyidagi xulosalardan iborat.

- 1) Jism yutayotgan ultrabinafsha nurlar eng kuchli ta'sir ko'rsatadi.
- 2) Fototokning kuchi jismning yoritilganligiga proporsionaldir.
- 3) Yorug'lik ta'sirida manfiy zaryadlar ajralib chiqadi.

1889 yilda Leonard va Tomson ajralib chiqayotgan zaryadlarning manfiy zaryadlar elektronlar ekanligini isbotladi.

Fotoeffekt qonunlari.

Fotoeffekt to'g'risida mukammalroq tasavvur olish uchun moddaning sirtidan uzib chiqarilgan elektronlar (fotoelektronlar) soni nimaga bog'liq va ularning tezligi yoki kinetik energiyasi nima bilan belgilanadi, degan masalani aniqlab olish kerak.

Bu maqsadda ichidan havosi so'rib olingan shisha ballonga ikkita elektrod joylashtiriladi. (2-rasm). Ballonning ichiga elektrodlardan biriga yorug'lik kvarts «darcha» orqali to'shadi, kvarts esa ko'zga ko'rinadigan yorug'liknigina emas, balki ultrabinafsha nurlarni ham o'tkazadi.

Elektrodlarga kuchlanish beriladi, bu kuchlanishni potentsiometr yordamida o'zgartirish va voltmeter bilan o'lchash mumkin. Yoritiladigan elektrodga batareya manfiy qutbi ulanadi. Yorug'lik ta'sirida elektrod elektronlar chiqaradi, bu elektronlar esa elektr maydonida harakatlenganda tok hosil qiladi. Kichik kuchlanishlarda yorug'lik ta'sirida uzilib chiqqan elektronlarning ma'lum qismi ikkinchi elektrodga borib yetmaydi. Agar yorug'lik oqimini o'zgartirmay turib, elektrodlar orasidagi potentsiallar ayirmasi orttirilsa, tok kuchi ortadi.

Kuchlanish biror qiymatga erishganda tok kuchining qiymati eng katta bo'ladi. Shundan keyin tok kuchi ortmay qo'yadi. (3-rasm).

Tok kuchining eng katta qiymati to'yinish toki deb ataladi va I bilan belgilanadi. To'yinishi tokining qiymati yoritilib turgan elektroddan bir sekundda chiqadigan elektronlar soniga bog'liq bo'ladi.

Bu tajribada yorug'lik oqimini o'zgartirib, metall sirtidan yorug'lik bir sekundda uzib chiqargan elektronlar soni bu vaqtda yutilgan yorug'lik to'liqini energiyasiga to'g'ri proporsional ekanligini aniqlash mumkin. Endi elektronlarning kinetik energiyasini (yoki tezligini) o'lchashga to'xtalib o'tamiz. 3-rasmda keltirilgan grafikdan ko'rinib turibdiki, kuchlanish nolga teng bo'lganda ham fototokning kuchi noldan farq qiladi. Bo'nga kuchlanish nolga teng bo'lganda ham yorug'lik uzib chiqargan elektronlarning bir qismi o'ngdagi (2-rasmga qarang) elektrodga yetib borishi sabab bo'ladi. Agar batareyaning qutbiyligi o'zgartirilsa, tok kamayadi va biror U_t kuchlanishda u nolga teng bo'lib qoladi. Bu esa elektr maydon uzilganda elektronlarni to'la to'xtaguncha tormozlab, so'ngra ularni elektrodga yana qaytarishini bildiradi. Tormozlovchi kuchlanish U_e ning kattaligi yorug'lik uzib chiqargan elektronlarning maksimal kinetik energiyasiga bog'liq.

$$\frac{m_0 v^2}{2} = e U_t$$

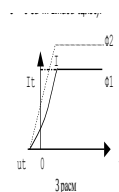
Yorug‘likning intensivligi o‘zgarganda tormozlovchi kuchlanish o‘zgarmaydi, buni tajribalar ko‘rsatdi. Bu degan so‘z, elektronlar-ning kinetik energiyasi o‘zgarmaydi demakdir. Yorug‘likning to‘lqin nazariyasi nuqtai nazaridan bu faktga tushunib bo‘lmaydi. Yorug‘likning intensivligi qanchalik katta bo‘lsa, yorug‘lik to‘lqinining elektromagnit maydoni tomonidan elektronlarga shunchalik katta kuchlar ta’sir etishi va elektronlarga shunchalik ko‘p energiya berishi kerak edi.

Tajribalarda yorug‘lik uzib chiqadigan elektronlarning kinetik energiyasi faqat yorug‘lik chastotasiga bog‘liq ekanligi payqaldi. Fotoelektronlarning maksimal kinetik energiyasi yorug‘lik chastotasining ortib borishi bilan chiziqli ravishda ortib boradi va yorug‘likning intensivligiga bog‘liq bo‘lmaydi.

Agar yorug‘lik to‘lqinining chastotasi ayni modda uchun muayyan biror minimal $M_{\min}$ chastotadan kichik bo‘lsa, fotoeffekt sodir bulmaydi.

Xulosa

1. Foto katodga to‘shayotgan yorug‘likning spektrial tarkibi o‘zgaras bo‘lsa fototokning to‘yinish qiymati yorug‘lik oqimiga to‘g‘ri proporsional.
2. Fotoelektronlarning boshlang‘ich tezliklarining max qiymati yorug‘lik intensivligiga bog‘liq emas. Yorug‘lik to‘lqin uzunligiga bog‘liq.
3. Har bir fotokatod uchun biror qizil chegara mavjud bo‘lib undan kattaroq to‘lqin uzunlikli yorug‘lik ta’sirida fotoeffekt yuzaga kelmaydiu yorug‘lik interferensiyaga bog‘liq emas u faqat fotokatod materialining ximiyaviy tabiatiga va sirtining holatiga bog‘liq.
4. Yorug‘likning fotokatodga tushishi bilan fotoelektronlarning hosil bo‘lishi orasida sezilarli vaqt o‘tmaydi. (10^{-9} s vakt utadi xolos).

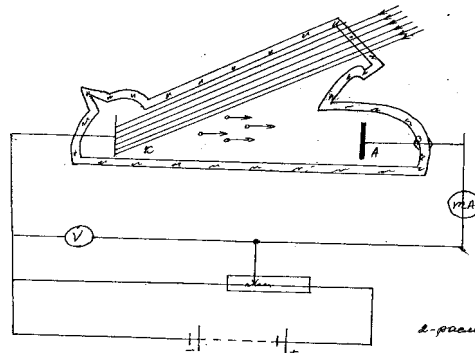


Agar energiya yetarlicha katta bo‘lsa fotoeffekt hosil bo‘ladi, ya’ni $h\nu > A_r$ metaldan elektron ajralib chiqadi. Energiyaning qolgan qismi esa metaldan tashqariga chiqib olgan elektronning (fotoelektron) maksimal kinetik energiyasi sifatida

$$\text{namoyon bo'ladi. } h\nu = A_{r\text{ş}} + \frac{m_e v_{\text{mah}}^2}{2} \quad (*)$$

Bunga tashqi fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasi deyiladi. Tashqi so‘zining ishlatilishi yuqorida bayon etilgan hollarda fotoelektronlar moddadan tashqariga ajralib chiqadi. Ba’zi

moddalarda masalan yarim o'tkazgichlarda fotonlar ta'sirida valent zonadagi elektron bo'sh zonadagi energetik sathlarga kuchadi, ya'ni modda tashqarisiga chiqmasdan ichida qoladi. Bunga ichki fotoeffekt deyiladi. Xususan fotoeffekt amalga oshishi uchun lozim bo'lgan foton energiyasi eng kichik qiymati (*) ga asosan elektronning metaldan chiqish ishiga teng. $A = h\nu_k$, bu tenglik fotoeffektning kizil chegarasini aniklaydi.



Cavollar.

1. Fotoeffekt hodisasi deb qanday hodisaga aytiladi.?
2. Fotoeffekt qonunlarini tushuntirib bering.
3. Fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasini keltirib chiqaring?

MA'RUZA. Yorug'likning sochilish hodisasi.

Reja:

- a) Yorug'likning sochilishi. Tindal tajribasi.
 - b) Releyning nazariy qarashlari va molekulyar sochilish.
 1. Releycha sochilish
 2. Kombinatsion sochilish.
 - v) Kombinatsion sochilish spektrini DFS-12 spektrometrida qayd qilishni tushuntirish.
- Xulosa.

Yorug'likning sochilishi.

Yorug'likning yutilish protsessida eslatib o'tganimizdek elektronlarning majburiy tebranishlari tufayli paydo bo'ladigan ikkilamchi to'lqinlar yorug'lik to'lqini olib kelayotgan energiyaning bir qismini chetga sochib yuboradi. Boshqacha qilib aytganda moddadan yorug'lik tarqalayotganda yorug'lik sochilishi kerak. Bunday hodisa yuz berishi uchun yorug'lik to'lqinining o'zgaruvchi maydoni ta'siri ostida tebrana oladigan elektronlar bo'lishi yetarlidir. Bunday elektronlar esa har qanday moddiy muhitda yetarli miqdorda bor. Agar muhit optik jihatdan bir jinsli

bo'lsa ya'ni uning sindirish ko'rsatkichi nuqtadan nuqtaga o'tilganda o'zgarmasa u holda muhit mutlaqo bir jinsli bo'lsa to'lqin frontida bir biridan _ masofada joylashgan tengdosh hajmlarning ixtiyoriy ikkitasi chiqarayotgan ikkilamchi to'lqinlar bir birini so'ndiradi. Shunday qilib muhitning bir jinsli va ikkilamchi to'lqinlarning kogerent bo'lishi yorug'lik sochilmasligining zaruriy va yetarli shartidir. Xaqiqatda esa ideal bir jinsli muhitlar bo'lmaydi. Real muhitlarda turli sababdan paydo bo'lgan optik bir jinslimasliklar hamisha bo'ladi bu esa yorug'likning ba'zi hollarida juda intensiv, ba'zi hollarda juda zaif sochilishini bildiradi.

Bir jinslimasliklar tufayli bo'ladigan difraksiya yorug'likning diffuziyasi yeki sochilishi deyiladi. Demak muhitning bir jinsliligini buzish uchun sindirish ko'rsatkichini doimiylikini buzish kerak. Ko'zga ko'rinadigan yorug'lik to'lqinining uzunligiga nisbatan kichik bo'lgan zarralarda yorug'likning sochilishini laboratoriya sharoitida birinchi bo'lib Tindal kuzatgan (1869 yil). Turli burchaklar hosil qilib sochilgan yorug'lik dastlabki oq yorug'likdan kuk bo'lishi bilan farq qilishini to'shayotgan yorug'lik yo'nalishiga nisbatan 90° burchak hosil qilib sochilgan yorug'lik to'liq yoki deyarli to'liq chiziqli qutblanishini ham Tindal payqagan. Tindal osmonning zangori bo'lib ko'rinishiga Kuyosh yorug'ligining yer atmosferasida chang zarralarida sochilishi sabab bo'lsa kerak, deb taxmin qilgan.

Ko'p hollarda tabiiy ravishda paydo bo'lgan optik bir jinslimasliklar tufayli yorug'lik intensiv ravishda sochiladi. Optik bir jinslimasligi oshkor bo'lgan muhitlar xira muhitlar deyiladi. Xira muhitlar jumlasiga tutun (gazdagi qattiq zarralar) yoki tuman (havodagi suyuqlik tomchilari, masalan, suv tomchilari) kiradi.

Bu hollarning hammasida xira muhit yorug'likni birmuncha ko'p sochib yuboradi, bu hodisa odatda Tindal hodisasi deyiladi.

Zarralarining o'lchami to'lqin uzunligiga nisbatan kichik bo'lgan xira muhitlarda yorug'likning sochilishini o'rganish natijasida Tindal va undan keyingi tadqiqotchilar tajribada kashf etgan va nazariy jihatdan Reley asoslab bergan ba'zi umumiy qonuniyatlar topildi. Bu qonuniyatlar to'g'risida quyidagi tajribada tasavvur hosil qilish mumkin. To'g'ri burchakli kyuveta to'la suvga bir necha tomchi sut

tomizib suv xiralashtiriladida , unga intensiv yorug‘lik dastasi yuboriladi. Suvda yorug‘lik dastasining izi aniq ko‘rinib turadi.

Yon tomonidan turib A yo‘nalishda kuzatganda (1-rasm) sochilgan yorug‘lik S manbadan kelayotgan yorug‘likka qaraganda zangoriroq bo‘ladi, qalinligi yetarlicha bo‘lgan kyuveta orqali V yo‘nalishda o‘tib uzun to‘lqinli nurlarga boyigan yorug‘lik qizg‘ish bo‘ladi. Sochilgan yorug‘likni dastlabki dastaga nisbatan 90 burchak ostida N qutblovchi orqali kuzatganda S dan kelayotgan dastlabki yorug‘lik tabiiy yorug‘lik bo‘lsa ham sochilgan yorug‘lik chiziqli kutlangan ekanligi ko‘rinadi. Turli yo‘nalishlar bo‘ylab sochilgan yorug‘likning intensivligi taqsimotini ko‘rsatuvchi grafik sochilish i n d i k a t r i s a s i deyiladi. Tushayotgan yorug‘lik tabiiy yorug‘lik bo‘lganda sochilish indikatrasi 2-rasmida ko‘rsatilgandek bo‘lib $I \sim 1 + \cos^2 \Theta$ bilan ifodalanadi.

Fazoviy indikatrisa egri chiziqni (2-rasm) VV o‘qqa nisbatan aylantirib hosil qilinadi. Reley o‘lchamlari to‘shayotgan yorug‘likning to‘lqin uzunligiga nisbatan kichik bo‘lgan sferik zarralarda sochilgan yorug‘likning intensivligini hisob qilib (1899y) dastlabki yorug‘likning tabiiy yorug‘lik bo‘lgan holda sochilgan yorug‘likning intensivligi quyidagiga teng bo‘lishini topdi.

$$I = I_0 \frac{9\pi^2 \varepsilon_0^2 (V^1)^2}{2\lambda^4 L^2} \left(\frac{\varepsilon - \varepsilon_0}{\varepsilon + \varepsilon_0} \right) (1 + \cos^2 \Theta) \quad (1)$$

N - sochib yuboruvchi hajmdagi zarralar soni,

V1 - va ε_0 - zarraning hajmi va dielektrik singdiruvchanligi,

ε - zarra muallaq holda yurgan muhitning dielektrik singdiruvchanligi,

Q - sochilish burchagi,

I_0 - to‘shayotgan yorug‘likning intensivligi,

L - sochib yuboruvchi hajmdan kuzatish nuqtasigacha bo‘lgan masofa Releyning (1) formulasi yuqorida aytib o‘tilgan qonuniyatlarni tavsiflaydi. Sochilgan yorug‘likning intensivligi to‘lqin uzunligining to‘rtinchi darajasiga teskari proporsional ekan, bu qonuniyat o‘lchab topilgan natijalarga muvofiq keladi va osmonning zangori bo‘lish sababini izohlab beradi. J_1/λ^4 qonun Reley qonuni deyiladi. Biroq osmonning zangori bo‘lishiga atmosferada chang borligining aloqasi yo‘q ekan, biz buni keyinroq ko‘rsatamiz. (1) dan sochilgan yorug‘likning intensivligi sochib yuboruvchi zarra hajmining kvadratiga yoki sferik zarra radiusining oltinchi darajasiga proporsional ekanligi ham kelib chiqadi. Reley formulasida muhitning optik jihatdan bir

jinslimasligining o'lchovi bo'la oladigan $(\epsilon - \epsilon_0)^2 / (\epsilon + \epsilon_0)^2$ ko'paytuvchi bor. Agar $\epsilon = \epsilon_0$ bo'lsa, muhit bir jinsli bo'lib qolib, yorug'lik ham sochilmay qo'yadi. ($I=0$) Optik jihatdan bir jinslimaslikning bunday o'lchovi faqat mayda zarralargagina tegishli bo'lib qolmay, balki boshqa hollarda ham optik bir jinslimaslikning xarakteristikasi bo'la oladi.

Yorug'likning molekulyar sochilishi.

Biz yuqorida aytilgan ma'noda xira deb atash mumkin bo'lmaydigan muhit bilan ish ko'riladigan hollar, ya'ni muhit aralashma yoki boshqa jinslardan yaxshilab tozalangan suyuqlik (yoki gaz)dan iborat bo'lgan hollar ancha katta qiziqish o'yg'otadi.

Yorug'likning toza moddada molekulyar sochilishi.

Yorug'likning toza moddada sochilishning fizik sababini Smoluxovski ko'rsatib bergan bo'lib, u quyidagicha: muhit molekulalarining issiqlik harakati statistik harakterda bo'lgani tufayli muhitda zichlik fluktuatsiyalari paydo bo'ladi, bu fluktuatsiyalar ayniqsa kritik nuqta sohasida katta bo'ladi. Zichlikning $\Delta\rho$ fluktuatsiyasi sindirish ko'rsatkichining Δn fluktuatsiyasiga yoki dielektrik singdiruvchanlikning $\Delta\epsilon$ fluktuatsiyasiga ($\epsilon = n^2$) sabab bo'ladi, bu esa aslida optik bir jinslimaslikdan iborat. Kritik nuqtadan uzoqda fluktuatsiyalar kritik nuqta sohasidagidek uncha katta bo'lmasda har qalay bo'ladi va toza moddada yorug'lik o'sha fluktuatsiyalar tufayli sochiladi.

Yorug'likning kombinatsion sochilishi.

Yorug'lik kvantlari to'g'risidagi soddalashtirilgan tasavvurdan foydalanib, kombinatsion sochilish hodisasining mohiyatini anglab yetish mumkin. Kvant tasavvurlariga asosan, ν_0 chastotali yorug'lik ma'lum bir (kvantlar) tarzida tarqalib, bo'larning miqdori $h\nu_0$ ga teng u yerda $h=6,62 \cdot 10^{-34}$ J s - Plank taklif etgan universal doimiydir. SHuning uchun o'zida ν_0 chastotali tebranishlar bo'laetgan atom $h\nu_0$ energiya zapasiga ega bo'ladi, bu energiyani atom o'shanday chastotali yorug'lik tarzida chiqarishi mumkin. Bu nuqtai nazardan yorug'likning molekulalarda sochilishini yorug'lik kvantlarining (ya'ni fotonlarning) molekulalar bilan to'qnashishi deb qarash kerak, bu to'qnashish natijasida fotonlar uchish yo'nalishini o'zgartiradi, ya'ni chetga sochiladi.

Fotonlar bilan molekulalar o'rtasidagi to'qnashishlar elastik bo'lishi ham, elastik bo'lmasligi ham mumkin. To'qnashish elastik to'qnashish bo'lgan holda molekulaning energiyasi va fotonning ν_0 chastotasi o'zgarmaydi, bu hol Reley sochilishiga mos keladi. To'qnashish elastik bo'lmagan holda fotonning energiyasi $h\nu_i$ tebranma kvant miqdorida ortadi yoki kamayadi. Agar yorug'lik tebranish holatida bo'lmagan molekula bilan o'zaro ta'sir qilishsa, yorug'lik molekulaga energiyasining tegishli qismini berib, $h\nu^1 = h\nu_0 - h\nu_i$ yoki $\nu^1 = \nu_0 - \nu_i$ tenglamaga muvofiq ravishda kichik

chastotali nurga (qizil yo'ldoshga) aylanadi, bu yerda ν_0 o'yg'otuvchi yorug'lik chastotasi, ν_i - molekula tebranishlarining chastotasi.

Agar yorug'lik tebranish holatida turgan molekulaga, ya'ni $h\nu_i$ - energiyaga ega bo'lgan molekulaga ta'sir qilsa, u holda yorug'lik molekuladan bu energiyani tortib olib, $h\nu^1=h\nu_0+h\nu_i$ yoki $\nu^1=\nu_0+\nu_i$ tenglamaga muvofiq ravishda katta chastotali nurga («Binafsha yo'ldoshga») aylanadi.

Tebranish holatida bo'lgan molekular soni o'yg'otilmagan molekular sonidan ancha kam bo'ladi, shuning uchun binafsha yo'ldoshning intensivligi qizil yo'ldosh intensivligidan bekiyos darajada kam bo'lishi kerak; tajribada ham xuddi shunday bulyapti.

Temperatura kutarilgan sari o'yg'otilgan molekular soni tez ko'payadi, shunga yarasha binafsha yo'ldoshlarning intensivligi tez ortishi kerak; bu ham tajribada tasdiklanmoqda.

Demak sochilgan yorug'likning chastotasi tushayotgan yorug'likning chastotasi bilan molekular ichida bo'ladigan tebranishlar chastotasining kombinatsiyasidan tarkib topadi. Shuning uchun bu sochilish kombinatsion sochilish deb atalgan. Xaqiqatda ham, ν chastotali kombinatsion chiziqning intensivligi molekulaning bu chastotaga mos keladigan tebranishlar qilishida molekulaning α qutblanuvchanligi naqadar ko'p o'zgarishi bilan aniqlanadi.

Qutblanuvchanlikning o'zgarishi bilan elektr momentining o'zgarishi turli xil tebranishlarda turlicha ifodalanishi mumkin. Shuning uchun bu tebranishlardan biri infraqizil spektrlarda, boshqasi kombinatsion spektrlarda yaxshi tasvirlanadi.

Masalan: SO_2 molekulasida atomlar tebranganda 3 b - rasm ularning joylashishi shunday o'zgaradiki, bunda molekulaning qutblanuvchanligi ko'p o'zgarib, uning elektr momenti o'zgarmaydi, chunki kislorodning bir xil ishorali zaryadlangan ikki atomi (0) tebranish vaqtida uglerod zaryadidan ikki tarafga simmetrik joylashganicha qolaveradi.

Boshqacha tebranishda (3 v-rasm) qutblanuvchanlik o'zgarmaydi, chunki kislorod atomlaridan biri uglerodga yaqinlashganda ikkinchisi uzoqlashadi va aksincha; biroq bu tebranishlarda molekulaning elektr momenti o'zgaradi.

Shuning uchun birinchi tur tebranishda (3 b-rasm) kombinatsion sochilish chizig'i paydo bo'ladi, bu chiziqning chastotasini kombinatsion sochilish spektridan aniqlash mumkin; ikkinchi tur tebranishda (3 v-rasm) chastotani infraqizil yutilish polosasining vaziyatiga qarab topish mumkin.

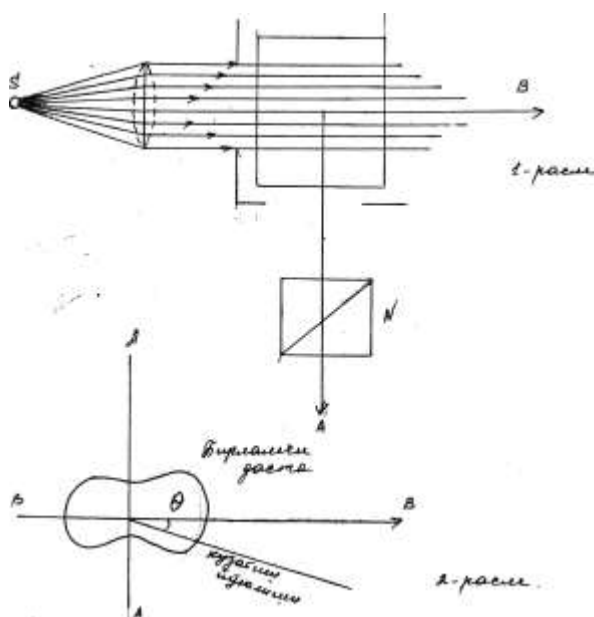
Kombinatsion sochilish metodi moddaning molekulyar tuzilishini tadkik etishning muhim metodi hisoblanadi.

Molekula tebranishlarining xususiy chastotalari bu usul yordamida osongina aniqlanadi; bu usul molekula simmetriyasining xarakteri, molekulalar ichida ta'sir qiladigan kuchlarning kattaligi va umuman molekulyar dinamikaning o'ziga xos tomonlari to'g'risida fikr yuritishga imkon beradi.

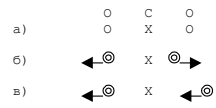
Ko'p hollarda bu usul infraqizil yutilish metodi bilan birga ishlatilib, molekulyar spektroskopiyaning muhim bobining mavzui hisoblanadi.

Kombinatsion sochilish spektrlari molekulalar uchun shunchalik harakterlidirki, bu spektrlar yordamida murakkab molekulyar aralashmalarni, ayniqsa ximiyaviy yo'l bilan analiz qilish qiyin yoki hatto analiz qilib bo'lmaydigan organik molekulalar aralashmalarini analiz qilish mumkin.

Masalan: uglevodorodlarning juda murakkab aralashmasi bo'lgan benzinlarning tarkibi kombinatsion sochilish metodi yordamida samarali ravishda analiz qilinadi.



4. рисунки



3 рисм

MA'RUZA. LAZERLAR.

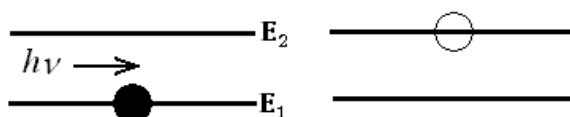
Reja:

- a) Optik kvant generatorlar. Lazerlar.
- b) Muhitda tarkalaetgan nurlanishning yutilishi va kuchayishi.
- s) Geliy - Neon lazerining ishlash printsipi.

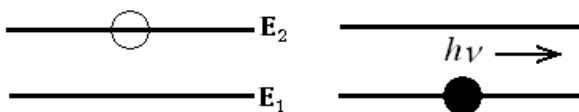
Xulosa

Optik kvant generatorlar. Lazerlar.

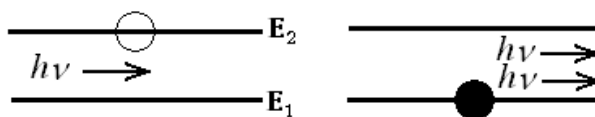
Optik kvant generatorlar (OKG)ni o'tishdan oldin atomlarning normal va g'alyonga kelgan xolatlarini ko'rib chiqamiz. Buning uchun tubdagi xolatlarni ko'ramiz.



- a) Atom normal xolatda E_1 energiyaga ega bo'lsa $h\nu$ fotonni yutib E_2 (yukori energetik satx)ga utadi. Bu xolatni $h\nu$ ni yutib g'alayonga keladi va E_2 energetik satxga o'tdi deyiladi. (Fotonni yutishi).



6) Bu xolatda atom g'alayon, E_2 energiyaga ega. Bunday xolatda atom kup turib qolaolmas ekan. Albatta g'alayondagi fotonni chiqarib E_1 normal xolatga o'tadi. Buni o'z-o'zidan nur sochish deyiladi.



C) Atom g'alayon xolatda (E_2) va yana E_2 ga teng energiyali foton ($h\nu$) atomga ta'sir kilsa, atom $h\nu$ foton chiqaradi va normal xolatga tushadi. Natijada ikkita foton chiqadi. Bunday majburiy nur sochishni induktsirlangan yoki stimullashgan nur sochish deyiladi.

SHunday qilib induktsirlangan fotonlar jism ichida xarakat qilib, yuldagi g'alayondagi atomlarni yana nur sochishga majbur qiladi va shu tariqa lazerlar ishlaydi.

Muhitda tarkalaetgan nurlanishning yutilishi va kuchayishi.

Muhit atomlarining qandaydir ikki xolati energiyalarining $E_m - E_n$ ayirmasiga mos bo'lgan ω chastotali yassi tulqin shu muhitda tarkalaetgan bulsin. Nurlanishning okimi Buger konuniga muvofik uzgaradi, bunda yutish koeffitsiyenti (1) munosabat bilan aniklanadi:

$$\alpha_a(\omega) = \frac{1}{4} \lambda^2 a_{mn}(\omega) g_m [N_n/g_n - N_m/g_m]$$

bu yerda $a_{mn}(\omega)$ - Eynshteyn koeffitsiyenti (1) g_m , g_n va N_m , N_n lar - m, n xolatlarining statistik ogirliklari va balandliklari. (1) dagi N_n/g_n va N_m/g_m xadlar mos $n \rightarrow m$ va $m \rightarrow n$ utishlarning ulushlarini kursatib, bu utishlarda fotonlar yutiladi va induktsiyalangan ravishda chiqariladi. Agar nurlanish tarkalaetgan muhit termodinamik muvozanatda bo'lsa, Boltsman printsipiga muvofik $N_m/g_m < N_n/g_n$ bo'ladi va demak, $\alpha_a(\omega) > 0$ bo'ladi. Bu xol nurlanishning yutilishiga mos keladi. Agar biror usul yerdamida $N_m/g_m > N_n/g_n$ bo'ladigan sharoitlarni amalga oshirsak, $\alpha_a(\omega)$ коэффициент o'z ishorasini uzgartirib, manfiy kattalik bo'lib koladi. Bu holda muhitda tarkalaetgan energiya okimining zichligi termodinamik muvozanat xolidagi kabi kamaymasdan, balki ortib boradi. Boshkacha aytganda, induktsiyalangan nurlanish natijasida yeruglik okimiga kushilgan fotonlarning soni okimdan teskari ($n \rightarrow m$) utishlarda atomlarning uygonish uchun olingan fotonlarning sonidan katta bo'ladi. Атомлар kontsentratsiyalarining $N_m/g_m > N_n/g_n$ tengsizlikka mos bo'lgan munosabati m, n energetik satxlarning invers bandligi deyiladi.

Energetik satxlari invers bandlikka ega bo'lgan va uzida tarkalaetgan nurlanishni kuchaytiradigan muhit aktiv muhit deyiladi. Ikki kuzgu urtasiga kuyilgan aktiv muhit yeruglikni qanday nurlantirishini kuraylik (1-rasm). Bunday sistemani aktiv optik rezanator deb aytish kabul kilingan. A nuqtadagi uygongan atom invers bandlikka ega bo'lgan satxlar urtasidagi spontan utish natijasida tulqin chiqargan bulsin.

To'liqin aktiv muhitda utadigan yul qancha katta bo'lsa, tulqin shuncha kuchayadi. Rezanator ukiga perpendikulyar bo'lgan yunalishlarda kuchaytirish eng kam bo'ladi. Boshka yunalishlarga birmuncha kuprok yul mos keladi va demak, birmuncha kuprok kuchaytirish mos keladi. (1-rasmda bunday xol kuchaytirilaetgan yeruglik oqimidagi strelkalarning sonini kupaytirish bilan sxematik ravishda kursatilgan. Kuzgudan qaytgandan keyin tulqin yana aktiv muhitda tarkaladi va uning

amplitudasi usib boradi. Keyin tulqin karama-karshi turgan kuzguga yetadi, undan qaytadi va aktiv muhitda kuchayishda davom etadi, shundan sung aytib utilgan tsikdagi hamma boskichlar takrorlanadi va rezanatoridagi tulqinning energiyasi ortadi. OKGning kiskartirilgan ikkinchi nomi bo'lgan lazer suzi ingliz tilida Light amplification dy stimulated emisson of radiation (eruglik nurlanishini induktsiyalab chiqarish orkali kuchaytirish) degan suzlarining bosh xarflaridan tuzilgan.

Geliy-Neon lazerlari kuvvati bir necha un millivattga teng monoxromatik yaxshi dasta nurlantiradi, impulsli va uzluksiz rejimlarda ishlaydi, tuzilishi sodda va ishlatilishi kiesan bexatardir. Bunday lazerlar spektrning xam kurinuvchan, xam infrakizil sohalarida nurlanish hosil kiladi. Ular nurlanishning tulqin uzunligi spektrning kurinuvchi sohasida uning kizil kismiga ($\lambda = 632,8 \text{ Nm}$) to'g'ri kelib, spektrning infrakizil sohasida esa tulqin uzunligi 1150 va 3390 Nm ga teng. Bunday turdagi asboblarda laboratoriyada kullaniladigan lazerning keng tarkalgan turi bo'lib koldi, bunda nurlanishning parametrlariga kuyilgan talablar yukorida kursatilgan shartlar bilan cheklanadi. Geliy-Neon lazerining printspial sxemasi (2-rasmda kursatilgan). Bu yerda 1-diametri bir necha millimetr va uzunligi bir necha un santimetrdan 1,5 mgacha va undan ortik bo'lgan gaz razryad shisha trubkasi. Trubkaning kundalang yeklari trubka ukiga Bryuster burchagi hosil qilib joylashgan yassi parallel shisha yeki kvarts plastinkalar bilan yepilgan. Bu plastinkalarning trubka uki buyicha tarkalaetgan xamda plastinkalarda yeruglik tushish tekisligida kutblangan nurlanish uchun qaytarish koeffisiyentlari nolga teng.

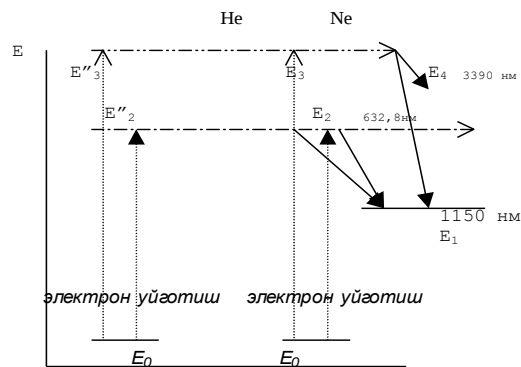
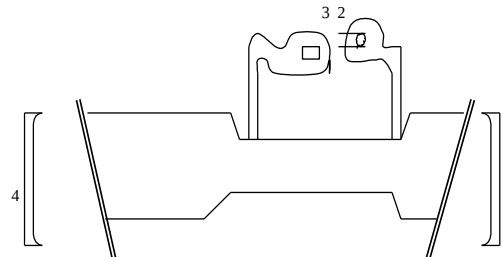
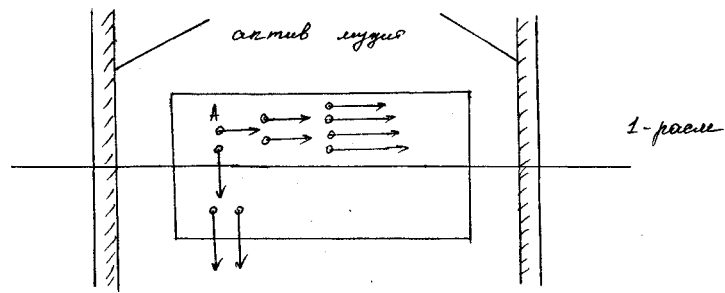
Geliyning trubkadagi bosimi taxminan 1 mm sim.ust.ga, neonning bosimi esa 0,1 mm sim.ust.ga teng. Trubkada past voltli manba yerdamida kizdiriladigan 2 katod va tsilindrsimon bush 3 anod bor. Trubkadagi anod bilan katod urtasiga 1-2,5 kV gacha kuchlanish ulanadi. Trubkaning razryad toki bir necha un milliampermetrga teng. Geliy - noen lazerining razryad trubkasi 4,5 kuzgular urtasiga kuyiladi. Odatda sfera shaklida ishlangan bu kuzgular kup katlamli dielektrik koplamali qilib yasaliib, bu koplamalarning qaytarish koeffisiyenti katta kiymatlarga ega bo'lib, yeruglikni kariyib yutmaydi. Bir kuzguning utkazishi odatda 2% ga teng, ikkinchisiiki esa 1% dan kam bo'ladi. Neon satxlarining invers bandligini ta'minlaydigan protsesslarini

kiskacha muxokama kilaylik. 3-rasmda neon atomining energetik satxlarining soddalashtirilgan sxemasi kursatilgan. (ung tomonda). Tulqin uzunligi 632,8 va 1150 Nmga teng bo'lgan nurlanishga $E_3 \rightarrow E_1$ va $E_2 \rightarrow E_1$ utishlar mos keladi.

Gaz-razryad plazmasining elektronlari bilan tuknashish natijasida atomlarning bir qismi uygonadi, bu xol 3-rasmda vertikal punktir strelkalar bilan kursatilgan. Razryadning ma'lum rejimlarida E_2 va E_1 satxlarning invers bandligi uchun bu protsess yetarli bo'ladi. Lekin $\lambda=632,8$ va $\lambda=3390$ nm tulqin uzunliklariga mos keladigan utishlar bo'ladigan E_3, E_1 va E_3, E_4 satxlar invers ravishda bandlanmagan bo'ladi.

Agar razryad trubkasiga geliy kirgizsak, axvol butunlay uzgaradi. Geliy 3-rasmning chap tomonida kursatilgan uzok yashovchi (metastabil) ikki E_3' , E_2' xolatga ega, bu xolatlar elektronlar bilan tuknashish vaktida uygonadi va ularning yashash vakti katta bo'lgani sababli geliyning metastabil atomlarining razryaddagi kontsentratsiyasi katta bo'ladi. Geliyning metastabil xolatlarining E_3' , E_2' energiyalari neonning E_2 , E_3 energiyasiga yaqin, bu xol geliy bilan neon tuknashganda uygonish energiyasining geliydan neonga uzatilishi uchun kulanadi. Bu protsesslar gorizontall punktir strelkalar yordamida simvolik ravishda kursatilgan. Natijada E_3 , E_2 satxlarda joylashgan neon atomlarining kontsentratsiyasi keskin ortadi, E_2 va E_1 satxlar invers ravishda bandlanadi, E_2 va E_1 satxlarning bandliklar farki esa bir necha marta kupayadi. Demak, neonga geliyning (taxminan 5:1-10:1 munosabatda kushilishi geliy-neon lazerlaridagi generatsiya uchun juda muxim. Mazer-generatorlarga va santimetr diapozonli elektromagnit tulqinlarni kuchaytirgichlarga mazerlar deyiladi.

Mazer suzi inglizcha suzlarning bosh termini bo'lib kuyidagi ma'noni bildiradi ya majburiy nurlanish natijasida mikro tulqinlar (ya'ni santimetrli elektromagnitli tulqin)ning kuchaytirilishi degan gap. 1955 yil Basov N.G., Proxorov A.M. va Tauns G.lar yaratgan.



3-рasm.

Savollar.

1. Aktiv optik rezanatorni qanday qanday hosil qilish mumkin ?
2. Spontan utishlar xakida tushuncha bering.
3. Mazerlar deb qanday qurilmalar ataladi?
4. Lazerlarning ishlash printsiptini tushuntirib bering.

MATNNI TAEYRLASHDA FOYDALANILGAN ADABIYTLAR ILOVASI.

1. Landsberg G. S. «Optika»
2. Kalitievskiy N.I. «Volnovaya optika» Nauka. -1971.
3. Volkenshteyn V.S. «Umumiy fizika kursidan masalalar to'plami», Toshkent, 1969.
4. Iveronova taxriri ostida «Elektr va optika» Toshkent-1968.
5. Frish S.E., Timoreva A.P. «Kurs obshey fiziki», t.3, Moskva, 1959.
6. Kasandarova O.N., Lebedev V.V.. «Obrabotka rezultatov nablyudeniya», «Nauka», M., 1970.

7. Gvozdeva N.P., Kulyanova V.I., Leushina T.M. «Fizicheskaya optika», Moskva. Mashinostroenie-1991.
8. Gorelik G.S. «Kolebaniya i voln» Moskva - 1959
9. Butikov Ye.I. «Optika» 1986g.
10. Axmadjonov O. Fizika kursi 1986 g.
11. Godjaev N.M. Optika 1977 y.
12. Fayzullaev Sh., Jo'raev U.. Optika asoslari. 1983y.
13. Matviev A.N.. Optika 1985 y.
14. Fayzullaev Sh., Jo'raev U., Jumaboev A. «Yorug'lik interferentsiyasi»1985 y.
15. Sivuxin D.V.. Optika 1980 g.
16. Fayzullaev Sh., Jumaboev U. «Yorug'lik difraktsiyasi»1989 g.
17. Djankoli D.. Umumiy fizika kursi. tom .1992 y.
18. Qo'yliyev B.T. «Tabiatning fizik xossalari bitmas-tuganmasdir», 2005.
19. Ma'ro'zalar matni.

LABORATORIYA ISHLARI

1 – LABORATORIYA ISHI KONSENTRATSION KOLORIMETR YORDAMIDA RANGLI ERITMALARNING KONSENTRATSIYASINI ANIQLASH

Maqsad: Konsentratsion kolorimetr KOL-1 M yordamida rangli eritmalar-ning konsentratsiyasini aniqlash prosessida yorug'likning yutilishi bilan tanishish.

Kerakli asbob uskunalar: Konsentratsion kolorimetr KOL-1 M. Rangli eritmalar va noma'lum konsentratsiyali eritma.

YORUG'LIK YUTILISHINING QISQACHA NAZARIYASI

Qalinligi ℓ bo'lgan shaffof moddaga I_0 intensivlikda parallel yorug'lik oqimi tushsa u qisman yutiladi. Moddadan o'tgan yorug'lik intensivligi I bo'ladi va $I < I_0$ shart bajariladi. Yorug'likning yutilishini klassik va kvant nazariyalari asosida tushuntirish mumkin.

Yorug'likning yutilishini klassik nazariya asosida tushuntirish.

Moddaga ω doiraviy chastotali yorug'lik to'lqinlarining elektr maydoni ta'sir qilayotgan bo'lsin. Lorensning elektron nazariyasiga asosan atom va molekullarning kvazielastik bog'langan elektronlari bu maydon ta'siri natijasida muvozanat holatdan chetga chiqariladi. Bunday elektronlar tebranish energiyasi asta-sekin elektromagnit to'lqinlarning nurlanishi uchun sarflanadi. Tebranish so'nuvchi bo'ladi. So'nish tezlikka proporsional bo'lgan "ishqalanish kuchi" tushunchasini kiritib hisobga olinadi.

$$F = \ell E_0 \cos(\omega z + \alpha) \quad (1)$$

qonun bo'yicha o'zgaruvchan elektr kuchi bilan ta'sir qiladi.

Bu yerda α - berilgan elektron koordinatalari bilan aniqlanuvchi kattalik, E_0 – to'lqinning elektr maydon kuchlanganligi amplitudasi.

Elektron majburiy tebranishining amplitudasi φ_m va fazasi φ qo'yidagi formulalardan topiladi:

$$\varphi_m = \frac{\ell E_0 / m}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\beta^2 \omega^2}} \quad (2)$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{2\beta\omega}{\omega_0^2 - \omega^2} \quad (3)$$

Bu yerda ω_0 - elektronning xususiy chastotasi, β - so'nish koeffitsienti. ℓ - elektron zaryadi, m – massasi.

Tebranayotgan elektron C tezlik bilan tarqalayotgan ikkilamchi to'lqini uyg'otadi. Ikkilamchi to'lqinlarning fazasi birlamchi to'lqinlarning fazasidan farq qiladi. Moddaga tushayotgan to'lqinlar ikkilamchi to'lqinlar bilan interferensiyalashib natijaviy to'lqinni hosil qiladi. Uning amplitudasi va moddadagi tarqalish tezligi tushayotgan to'lqinnikidan farq qiladi.

Ma'lumki intensivlikning kattaligi amplitudaning kvadratiga proporsional. $I=A^2$ bo'lganligi tufayli moddadan tarqalayotgan nurlanishning intensivligi ham o'zgaradi, ya'ni atom va molekulalar keladi. Yutilgan energiya boshqa turdagi energiyaga aylanadi. Masalan: gazlarda uyg'ongan holatdagi atom (ya'ni tebranayotgan atom) boshqa atom bilan to'qnashishi natijasida unga qisman energiyasini beradi. Bu holatda tebranish energiyasi to'qnashgan atomlarning ilgari lanma harakat energiyasiga, ya'ni issiqlikka aylanadi.

Suyuqlik va qattiq jismlarda atom va molekulalar bir-biriga yaqin joylashgan va ular orasida katta o'zaro ta'sir kuchlari mavjud. Shu tufayli uyg'ongan atom va molekulalardan atrofdagilariga energiya berilishi oson. Masalan, suyuqliklarda atom va molekulalarning tebranish energiyasi qo'shni molekulalarga 10^{-12} sekund vaqtda beriladi. Atom va molekulalarning uyg'ongan xolatda yashash davri 10^{-8} s atrofida bo'ladi.

Yorug'likning yutilishini kvant nazariyasi asosida tushuntirish.

Kvant nazariyasiga asosan atom va molekulalar uzluksiz emas, balki diskret kattalikdagi energiyaga ega bo'ladi (asosiy va uyg'ongan holatlar). Yorug'lik moddada tarqalganda energiyaning bir qismi yutiladi, bir qismi (uyg'ongan holatlardan asosiy holatga o'tishda nurlangan energiya bilan birgalikda) moddadan chiqadi.

Kvant nazariyasida tebranish chastotasi o'rniga energetik holatlar orasidagi o'tishlar chastotasi kiritiladi:

$$\omega_{nk} = \frac{E_n - E_k}{h} \quad (4)$$

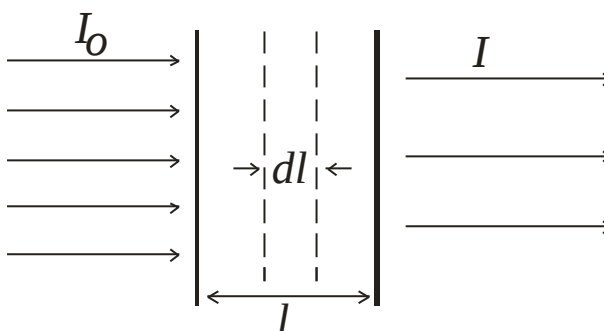
Bu yerda E_k – atomning biror K – holatdagi energiyasi, E_n – atomning biror n – holatdagi energiyasi, $h = 1,05 \cdot 10^{-34}$ j.s. Plank doimiysi. Chastotaning bu sharti ko'rsatadiki, atom n – holatdan K – holatga o'tilganda energiya chastotasi ω_{nk} bo'lgan nurlanish kvanti shaklida chiqariladi va kvant nazariyasining asosiy qoidasiga asosan uning energiyasi $E = h\omega_{nk}$ bo'ladi. Har bir atom uchun aniq qiymatli E_1, E_2, E_3, E_k va h. k. energiyalar yoki energetik satxlar mavjud bo'ladi. Shuning uchun atom faqat aniq kvantlarni yutish yoki nurlantirish mumkin. Modda atom va molekulari bitta foton yutib uyg'ongan holatga o'tsa, bunga bir fotonli yutilish deyiladi.

Buger-Beer formulasi. Tajriba ko'rsatadiki, yorug'lik intensivligining $\alpha\ell$ masofada o'zgarish αI masofa va intensivlikning kattaligiga proporsional:

$$dI = -\alpha I d\ell \quad (5)$$

bu yerda α - yutuvchi modda xususiyatiga bog'liq bo'lib, yutilish koeffitsiyenti deb ataluvchi o'zgarimas kattalikdir. Minus ishorasi yutuvchi modda qatlamining oshishi bilan undan o'tayotgan yorug'lik intensivligining kamayishini ko'rsatadi.

Yorug'likni yutuvchi qatlamga (chegaraga yoki modda ichidagi biror joyga) kirish paytida intensivligi I_0 ga teng bo'lsin. Moddaning ℓ qalinlikdagi qatlamidan o'tgan yorug'likning intensivligi I ni topish uchun (5) ifodani 0 dan ℓ gacha bo'lgan oraliqda integrallaymiz (1-rasm):



1-rasm

$$\int_{I_0}^I \frac{dI}{I} = -\int_0^\ell \alpha d\ell$$

$$\ln I - \ln I_0 = -\alpha\ell \quad \text{yoki} \quad \ln \frac{I}{I_0} = -\alpha\ell \quad \text{bundan} \quad I = I_0 e^{-\alpha\ell} \quad (6)$$

(6) tenglama 1729 yilda Buger tomonidan asoslangan va Buger qonuni deyiladi. Bu qonun yutuvchi qatlam qalinligi arifmetik progressiya bo'yicha orts, undan o'tayotgan yorug'lik intensivligi geometrik progressiya bo'yicha kamayishini ko'rsatadi. Yutilish koeffitsienti tushuvchi yorug'likning intensivligi va yutuvchi qatlamning qalinligiga bog'liq emas, degan tasdiq bu qonunning fizik ma'nosini tashqil etadi.

Zichliklari bir xil taqsimlangan moddalarda olib borilgan tadqiqotlar ko'rsatadiki, yorug'likning yutilish koeffitsienti yutuvchi molekulalar soniga proporsional ekan, ya'ni eritma olingan bo'lsa konsentratsiya C ga proporsional bo'ladi.

Boshqacha qilib aytganda, yutilish koeffitsienti α qo'yidagicha ifodalanadi:

$$\alpha = A \cdot C \quad (7)$$

va Bugerning umumlashgan formulasi qo'yidagi ko'rinishni oladi:

$$I = I_0 e^{-AC\ell} \quad (8)$$

A – eritilgan modda molekulasini xarakterlovchi yutilish koeffitsienti bo'lib, konsentratsiyaga bog'liq emas. Bu tasdiq, ya'ni A ning konsentratsiyaga bog'liq emasligini tasdiqlaydigan (7) qonun Beer tomonidan 1852 yilda kashf etilgan. Shu sababli (8) formula Buger-Beer qonuni deyiladi. $\tau = I_0/I$ – o'tkazish koeffitsienti, eritmaning shaffofligi deyiladi.

$$D = -\ln \tau = \ln \frac{I_0}{I} \quad \text{muhitning optik zichligi deyiladi.}$$

Beerining ta'rifiga asosan A doimiy kattalik bo'lib konsentratsiyaga bog'liq bo'lmasligi bilan birga molekulaning yutilish qobiliyati uning atrofidagi molekulalarning ta'siriga ham bog'liq bo'lmaydi. Bu holatni qoida deb qabul qilish bilan birga, shuni ham qayd qilish zarurki, konsentratsiyani etarlicha oshirganimizda, ya'ni yutuvchi molekulalar orasidagi masofani kamaytirsak, bu qoidadan anchagina chetlanishni kuzatamiz. Bundan tashqari A koeffitsient erituvchi moddaning tabiatiga ham bog'liq bo'lishi, ya'ni bog'liq bo'lish aniqlangan.

Umumiy holda A ni konsentatsiyaga bog'liq emas deb hisoblash mumkin va Buger-Beer umumlashgan formulasi yutilishni o'lchash yo'li bilan yutuvchi moddalarning konsentratsiyasini aniqlashda katta foyda beradi. Bu usul laboratoriyalarda va sanoat korxonalarida ximiyaviy analiz qilish murakkab bo'lgan xollarda moddalarning konsentratsiyasini tez aniqlash uchun keng qo'llaniladi.

Yutilish koeffitsienti. Metallarda yutilish koeffitsienti juda katta ($10^3 - 10^4 \text{ sm}^{-1}$) bo'ladi. Bu hodisa metallarda erkin elektronlar mavjudligi bilan tushuntiriladi. Erkin elektronlarning majburiy tebranishi tez uyg'otiladi va katta amplitudaga ega bo'ladi. Metall yuzasiga tushayotgan yorug'lik to'lqini o'z energiyasini tez sarflaydi va juda kichik chuqurlikka singadi.

Dielektrlarda yutilish koeffitsienti yuqori emas ($10^{-3} - 10^{-5} \text{ sm}^{-1}$) ammo ularda to'lqin uzunligining ba'zi sohalarida yorug'likning tanlab yutilishi kuzatiladi va yutish ko'rsatkichi oshadi. Dielektrlarda erkin elektronlar bo'lmaydi va yorug'lik yutilishining keskin oshishi rezonans chastotada, ya'ni yorug'lik to'lqinlari chastotasi dielektrik elektronlarning xususiy tebranish chastotasiga yaqin kelganida kuzatiladi.

Qattiq va suyuq holdagi moddalarning (rangli moddalar eritmalarining ham) yutilish spektrlari keng yutilish yo'llarini beradi va ularning kengligi atom holdagi gazlarning yutilishi chiziqlari kengligidan ming va yuz martalab keng bo'ladi.

Bir atomli gazlar (bug'langan metallar) yutilish spektri kengligi angestrimning yuzdan biriga teng qisqa yutilish chiziqlari bilan xarakterlanadi.

Gazning bosimini oshira borsak, spektrda yutilish chiziqlari kenggaya boradi va yuqori bosimlarda suyuqliklarning spektriga o'xshab qoladi. Bu hodisa yaqqol ko'rsatadiki, gazlarning yutilish spektrida chiziqlarning kengayishi atomlar orasida o'zaro ta'sir oshishi bilan tushuntiriladi.

Xulosa qilib aytish mumkinki, yutilish chiziqlarining mavjudligi atomlardagi elektronlarning xususiy tebranishini ko'rsatadi, chiziqlarning kengligi esa atomlar yoki molekulalar orasidagi ta'sir kuchlarini xarakterlaydi.

Yutilish koeffitsientining yorug'lik intensivligiga bog'liqligi.

Buger-Beer qonunini chiqarishda chiziqli optikaning asosiy prinsipi – optik hodisalar xarakterining yorug'lik intensivligiga bog'liq emasligi hisobga olingan. Shuning uchun bu qonun kuchsiz yorug'lik maydonida yaxshi natija beradi. S.I. Vavilov tomonidan olib borilgan tekshirishlar katta intensivliklarda moddaning yorug'lik yutish qobiliyatining kamayishini ko'rsatadi.

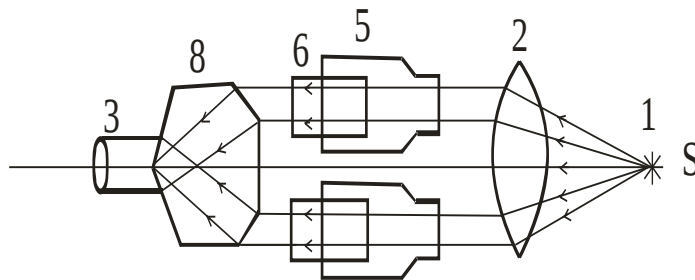
Moddadan kuchli yorug'lik oqimi o'tganda uning shaffofligi keskin o'zgaradi. Kuchsiz yorug'lik oqimi uchun optik shaffof bo'lmagan moddalar kuchli nurlar uchun shaffof bo'lib qoladi. Teskarisi, shaffof bo'lmagan moddalarning noshaffof bo'lib qolishi ham uchraydi.

Kuchli yorug'lik oqimi natijasida yutish koeffitsientining o'zgarishi quyidagicha tushuntiriladi.

Moddaga tushayotgan yorug'lik intensivligining oshishi bilan uyg'ongan holatga o'tayotgan atom va molekulalar soni oshib boradi. Yorug'lik oqimi intensivligi oshishi bilan moddaga tushayotgan nurlanishni yutish mumkin bo'lgan

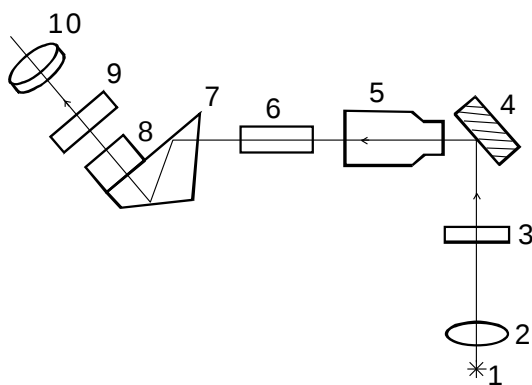
uyg'onmagan atom va molekular soni kamayadi. Pirovardida bu kamayish yuqori intensivlikda yutish koeffitsientining o'zgarishiga olib keladi.

Asbobning tavsifi. Bu ishda KOL-1 M tipidagi konsentratsion kolorimetr ishlatiladi. Uning prinsipial sxemasi qo'yidagicha (2-rasm). Yorug'lik manbai 1 dan chiqqan nur kondensor 2 ga tushadi. Undan parallel holda chiqib, borilgach eritmalar to'ldirilgan ikkita kyuveta (5) dan o'tadi. Yutuvchi qatlam balandligi shisha ustunchalar (6) holati bilan aniqlanadi. Prizma (8) chap tomondan kelgan nurni ko'rish maydonining o'ng tomoniga, o'ng tomonidan kelganini chap tomoniga tushiradi. Buni okulyar (9) yordamida kuzatish mumkin.



2-rasm

Asbobning optik sxemasi 3-rasmda keltirilgan. Bu yerda: 1-yorug'lik manbai (6V: 25 vattli chug'lanma lampa), 2-kondensor. Uning fokusiga lampaning tolasi joylashgan, 3-yorug'lik nurini bir tekis sochuvchi shisha (matovoe steklo), 4-ko'zgu, 5-eritmalar uchun kyuvetalar, 6- shisha ustunchalar, 7-yorug'lik nuri yo'lini o'zgartiruvchi shisha prizma, 8-yorug'lik nurlarini bir o'qqa tushuvchi fotometrik prizma, 9-yorug'lik filtrlari, 10 – okulyar.



3-rasm

O'lchash metodikasi va noma'lum konsentratsiyasini aniqlash. Buger-Beer qonuniga asosan bir xil yorug'lik yutish xususiyatiga ega bo'lgan turli konsentratsiyali ikki eritmaning konsentratsiyasi bilan ularning yorug'lik yutuvchi qatlamlarining balandliklari o'rtasida qo'yidagicha munosabat bo'ladi:

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{H_1}{H_2} \quad (10)$$

Bu yerda C_1 va C_2 eritmalarning konsentratsiyalari, H_1 va H_2 kyuvetalardagi eritmalarning qatlam balandliklari.

Ushbu (10) munosabatga asosan eritmalaridan birining konsentratsiyasi va ikkalasining ham yorug'lik yutuvchi qatlamlarining balandliklari ma'lum bo'lsa, noma'lum konsentratsiyani aniqlash mumkin.

Ishni boshlash uchun hisoblash shkalasi yaxshi yoritilgan bo'lishi, kyuvetalar yaxshilab yuvilib tozalanishi kerak. Ko'rish maydonining yaxshi va bir xil yoritilganligiga erishish ishning to'g'ri bajarilishida asosiy rol o'ynaydi.

Buning uchun ikki kyuvetaga ham bir xil konsentratsiyali eritma solish, shisha ustunchalarni bir balandlikka o'rnatish kerak. Keyin yoritgichni yoqib va okulyarga qarab, patronni aylantirish va siljitish bilan ko'rish maydonini bir tekis yoritishga erishish kerak. Undan so'ng kyuvetalarning birini, masalan, o'ng tomondagisini bo'shatib, unga konsentratsiyasi aniqlanishi kerak bo'lgan eritma solinadi. Bu vaqtda ko'rish maydonining bir tekis yoritilganligi buziladi.

Endi standart eritma ustunchasining balandligini bir joyda saqlab, o'ng ustunchani siljitish yo'li bilan ko'rish maydonining yana bir xil yoritilishiga erishildi. Shundan so'ng shkala va nonus hisob olinib

$$C_x = C_0 H_x / H_0$$

formula yordamida noma'lum konsentratsiya hisoblab topiladi.

Bu yerda C_0 va H_0 – standart eritmaning konsentratsiyasi va balandligi, C_x va H_x – tekshirilayotgan eritmaning konsentratsiyasi va balandligi.

O'lchashda tekshirilayotgan eritma balandligini doimiy olib, standart eritma balandligini o'zgartirish mumkin, natija avvalgiday chiqadi.

Tajriba bir necha marta takrorlanib, noma'lum konsentratsiyaning o'rtacha qiymati aniqlanadi. Undan keyin absolyut va nisbiy xatolar hisoblab topiladi. Olingan natijalar qo'yidagi tablitsaga yoziladi.

Eslatma: Ikki xil standart eritma tayyorlash kerak: 0,2% li va 0,4% li.

O'lchash №	C_0	H_0	H_x	C_x	C_x	$(\Delta C_x / C_x) 100\%$
1						
2						
3						

KONTROL SAVOLLAR

1. Ishning maqsadi va bajarilish tartibi
2. Konsentratsion kolorimetrning tuzilishi va unda nurlar yo'li
3. Yorug'lik yutilishining klassik nazariyasi
4. Yorug'lik yutilishining kvant nazariyasi (Yorug'likning umumiy va selektiv yutilishi).
5. Buger-Beer qonunidan chetlanish sabablarini gapiring.
6. Buger-Beer formulasining keltirib chiqaring va uning fizik ma'nosini ayting.
7. Turli moddalarda yutilish koeffitsienti, yutilish koeffitsientining yorug'lik intensivligiga bog'liqligi haqida so'zlab bering.
8. Konsentratsion kolorimetrda ko'zning qanday xususiyatidan foydalaniladi?

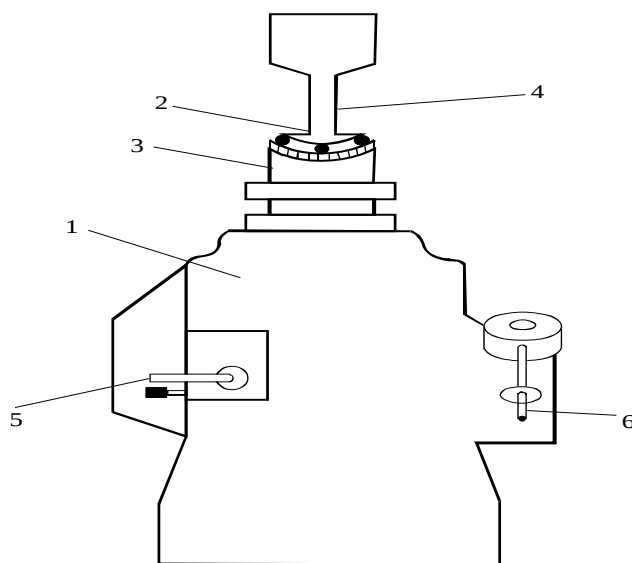
ADABIYOTLAR

1. Frish S.E., Timoreva T.V. Umumiy fizika kursi. 3 tom. Toshkent: O'qituvchi, 1962.
2. Landsberg G.S. Optika – Toshkent: O'qituvchi, 1981, 141, 157-
3. Korolev F.A. Optika, atom va yadro fizikasi. Toshkent: O'qituvchi, 1978.
4. Godjaev N.M. Optika. – M.: Visshaya shkola, 1977, 379-383- betlar.
5. Sivuxin D.V. Optika. – M. Nauka, 1980.
6. Matveev A.N. Optika. – M.: Bisshaya shkola, 1985. – 351 s.
7. Butikov E.N. Optika. – M.: Bisshaya shkola, 1986. – 512 s.

7 - LABORATORIYA ISHI

**LINZANING EGRILIK RADIUSINI NYUTON HALQALARI YORDAMIDA
ANIQLASH.**

Bu ishda IZS – 7 tipdagi sferometr ishlatiladi. Bu asbob asosiy sinaluvchi juft linzalarning egrilik radiuslarini, hamda alohida qavariq va botiq sferik sirtlarning radiuslarini o'lchash uchun ishlatiladi. Uning tuzilishi qo'yidagicha. Korpus 1-ning ichida (rasm 1) millimetrli shkalasi bo'lgan o'lchovli sterjen joylashgan. Bu sterjen yuk og'irligi ta'sirida yuqoriga ko'tarilishi natijasida uning sferik uchining o'lchanuvchi buyum 2 bilan kontaktini hosil qiladi. Korpusning yuqori qismida maxsus maydoncha bo'lib unda uchta sharcha berkitilgan o'lchov xalqasi 3 joylashtiriladi. Sferometr radiuslari qo'yidagicha bo'lgan 7 ta o'lchov xalqaga ega: 120, 83, 60, 30, 42, 21 va 15 mm lik. O'lchov halqalarining sharchalari markazidan o'tuvchi aylana radiuslari asbobning attestaga berilgan. Agar o'lchanuvchi buyumning og'irligi kam bo'lib, o'lchovchi sterjen bosimini yengishga yetmasa uni tayanch yordamida o'lchov halqasiga bostirib qo'yiladi. Shkaladan hisob olish spirali okulyar mikrometr bilan ta'minlangan o'lchash mikroskopi yordamida 3,5 voltli lampochka bilan yoritiladi. O'lchov sterjenini pastiga tushirish uchun 5-richag arratir xizmat qiladi.



1-rasm

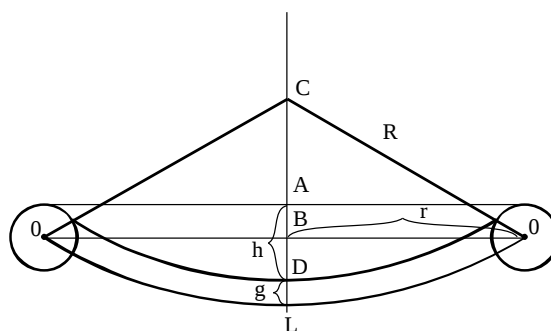
Ayrim sferik sirtning strelkasini o'lchash.

Ayrim qavariq yoki botiq sferik sirtlarning egrilik radiusini aniqlash shar segmenti balandligi (rasm 2, A yoki B) ni o'lchash va egrilik radiusini hisoblashdan iborat. Alohida sferik sirtning strelkasining (shar segmenti balandligini) o'lchash qo'yidagicha bajariladi asbobga diametric o'lchanadigan buyumning diametridan 0,3 farq qiladigan o'lchov halqasi o'rnatiladi. Richag 5 yordamida o'lchov sterjenini pastga

tushuriladi va halqaga yassi shisha plastinka qo'yiladi. Richag qo'yilgan sterjen ko'tarilib shishaga tegadi, Shundan so'ng mikroskop yordamida shkalasidan hisob olinadi, so'ng halq ustiga buyum sferik sirti bilan qo'yiladi va yana yuqoridagiday hisob olinadi. Shu ikki hisoblarning farqi o'lchanadigan sferik sirtning strelkasi AD yoki h ni beradi.

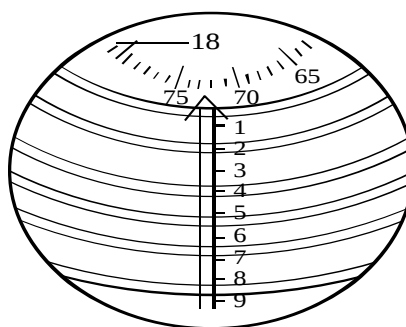
Spiral okulyar mikrometrli mikroskopda hisoblash.

Hisoblash mikroskopning ko'rish maydonida (rasm 3) bir vaqtda millimetrli shkalaning yirik raqamlari bilan belgilangan ikki – uch shtrixni, 0 dan 10 gacha bo'limi bo'lgan millimetrni 10 dan bir ulushlarini beradigan harakatsiz shkala, millimetrning 100 dan 1 va 1000 dan 1 ulushlarini hisoblash uchun xizmat qiladigan aylanali shkalani va spiralning 10 ta ikkilangan o'rami ko'rinadi. Hisoblash uchun dastlab 6 maxovik (rasm 1) yordamida spiralning ikkilangan o'ramini siljitib millimetrli shkala chizig'ini uning aniq o'rtasiga keltiriladi va hisob olinadi. Masalan, ko'rish maydonida 3-rasmda ko'rsatilganday manzara bo'lsa, hisob 12,6720 mm ga teng. Oxirgi raqamni ko'z bilan chamalab olinadi.



2-rasm

Egrilik radiusini hisoblash. Sferik sirtlarning egrilik radiuslari qo'yidagi formula bilan hisoblanadi:



3-rasm

Qavariq sirtli buyumlar uchun:

$$R = \frac{r^2}{2h} + \frac{h}{2} - \rho \quad (1)$$

Botiq sirtli buyumlar uchun:

$$R = \frac{r^2}{2h} + \frac{h}{2} + \rho \quad (2)$$

Bu yerda h – strelkaning o'lchab olingan qiymati.

r – halqaning radiusi (pastdagi jadvalga berilgan)

ρ - halqa sharchasining radiusi (jadvalga qarang)

Bu formulani qo'yidagicha chiqariladi. 2 rasmdan ko'rinadiki, $C\alpha = R + \rho$ bu yerda $R=SD$ o'lchanadigan sirtning egrilik radiusi geometriyadagi teoremdan ma'lumki, aylananing ixtiyoriy nuqtasidan $C\alpha$ diametriga tushirilgan OV perpendikulyar shu diametrni shunday ikki $B\alpha$ va $ZC\alpha - B\alpha$ bo'lakka bo'ladiki, shu OV perpendikulyar shu kesmalar orasida o'rta proportsional miqdordir, ya'ni

$$\frac{B\alpha}{BD} = \frac{OB}{(2C\alpha - B\alpha)}$$

$AD - B\alpha$ chunki A va B nuqtalar bir-biridan ρ masofada joylashgan va α nuqta ham D nuqtadan ρ masofada joylashgan. Shuning uchun (3) ni qo'yidagicha yozish mumkin:

$$h = \frac{r^2}{2(R + \rho) - h} \quad \text{bundan} \quad R = \frac{r^2}{2h} + \frac{h}{2} - \rho$$

(2) formula ham shu tartibda chiqariladi.

r va ρ qiymatlari tablitsiyasi:

Halqa nomeri	r halqa radiusi (mm)	ρ sharcha radiusi (mm)
1	59,9848	5,140
2	42,4861	5,140
3	29,9799	4,346
4	21,2575	3,150
5	14,9676	2,362
6	10,6650	1,258
7	7,5014	1,260

Tajriba bir necha (5-7 marta takrorlanib), olingan natijalarni o'rtacha qiymati, absolyut va nisbiy xatolar hisoblab topilsin.

KONTROL SAVOLLAR

1. Ishning maqsadi va borishi.
2. Spiralli okulyar, mikrometrning hisoblash sistemasi.
3. Yakka sferik sirtida sinish.
4. Ishda foydalangan formulani chiqarish.

5. Markazlashtirilgan optik sistema.
6. Linzaning umumiy formulasi.
7. Nurlarning linzada sinishi.

ADABIYOTLAR

1. Landsberg G.S. "Optika" M.: - 1976 278 – 282 betlar
2. Frish S.E. "Umumiy fizika kursi" 295 – 303 betlar
3. Ishning opisaniyasi.

10 – LABORATORIYA ISHI

CHO'G'LANMA ELEKTR LAMPASINING YORUG'LIK KUCHINI VA SOLISHTIRMA QUVVATINI FOTOMETRIK USULDA ANIQLASH.

Maqsad: Etalon lampaga nisbatan taqqoslash yo'li bilan noma'lum lampa yorug'lik kuchining taqsimlanishini Lyummer Brodxun fotometri yordamida o'rganish.

Kerakli asboblari: 3 ta reyter o'rnatilgan optik tanglik, Lyummer-Brodxun fotometri, etalon lampa, aylanuvchi gorizantal o'qli gradusli limbga maxkamlangan lampa.

Qisqacha nazariya. Ko'zimizga ta'sir etib, sub'ektiv ko'rish sezgisini o'yg'otuvchi, elektromagnit to'lqinlar shkalasining juda kichik intervaliga joylashgan qisqa to'lqinlar gruppasini yorug'lik deb ataladi. Bu to'lqinlar uzunligi $\lambda = 3800 \text{ A}^0$ dan λ

= 7600 Å gachadir. 1 Å = 10⁻⁸ sm. Bu to'liqlardan qisqasini ham, uzunini ham kishi ko'zi sezmaydi. Ko'rinadigan muhitda ham kishi ko'zining sezgirligi turlicha. To'liq uzunligi $\lambda = 5550 \text{ Å}$ bo'lgan yashil nurni ko'rish qobiliyatimiz eng katta. Bundan boshqa uzunlikdagi elektromagnit to'liq energiyasi juda katta bo'lishi mumkin, ammo inson ko'zi ularni yaxshi ko'rmaydi yoki umuman sezmaydi. Shunday qilib, ko'zimizning sezgirlik qobiliyati bilan nurlanish quvvati orasida proporsiya yo'q. Shuning uchun yorug'lik inson ko'zining ko'rish qobiliyati va nurlanish quvvati orqali baholanadi.

Yorug'likning energetik oqim quvvati va ko'zning sezgirlik darajasini bog'lab, shu bo'g'liqlik orqali yorug'likning boshqa kattaliklarini ham o'rganish va o'lchashga bag'ishlangan optikaning bo'limi fotometriya deyiladi. Fotometriya yorug'likni o'lchayman degan ma'noni beradi.

Ko'zning yorug'lik ko'rish qobiliyati ko'rinuvchanlik funksiyasi bilan xarakterlanadi. Sog'lom ko'zning $\lambda = 5550 \text{ Å}$ to'liq uzunlikdagi yashil nur uchun ko'rinuvchanlik funksiyasi maksimal qiymatga ega bo'lib, $V_{\max} = 683 \text{ lm/vt}$. Bu kattalikni bir birlik deb olib, boshqa to'liq uzunliklari uchun ko'rinuvchanlik funksiyasini shu kattalikka nisbatan aniqlaymiz, ya'ni:

$$K_{\lambda} = \frac{V_{\lambda}}{V_{\lambda} \cdot \max} \quad (1)$$

V_{λ} - istalgan to'liq uzunligidagi nurning ko'rinuvchanlik funksiyasi bo'lib, u 1 vt. energetik oqim hosil qiluvchi yorug'lik oqimining to'liq uzunligi bo'yicha taqsimotidir. K_{λ} - nisbiy ko'rinuvchanlik funksiyasi.

Nisbiy ko'rinuvchanlik funksiyasining to'liq uzunligiga bog'liqlik grafigi (1 rasm) rasmda keltirilgan. $\lambda = 5550 \text{ Å}$ bo'lganda $K_{\lambda}=1$.

Ko'zning sezgirligi – ko'ruvchanlik funksiyasining asl ma'nosini bo'lgandan keyin asosiy fotometrik kattaliklarning ta'rifi va ularning birliklariga o'tish mumkin. Fotometriyada, asosan, beshta fotometrik kattalik qabul qilingan: yorug'lik oqimi, yorug'lik kuchi, yoritilganlik, ravshanlik va yorituvchanlik.

1. Ko'zning sezgirligi orqali baholanadigan yorug'lik nurlanishining quvvati yorug'lik oqimi deb ataladi. Yorug'lik oqimi qo'yidagicha ifodalanadi:

$$F = V_{\lambda \max} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} N_{\lambda} K_{\lambda} d_{\lambda} \quad (2)$$

bu yerda λ_1 va λ_2 - kuzatilayotgan murakkab yorug'lik to'liq uzunligi intervalining chegarasi. N_{λ} - nurlanish quvvati. Uni qo'yidagicha ta'riflash mumkin.

Yorug'lik tarqalishiga perpendikulyar bo'lgan yuzadan, 1 sekundda yorug'lik nurlari olib o'tgan oqim energiyasiga nurlanish quvvati deyiladi:

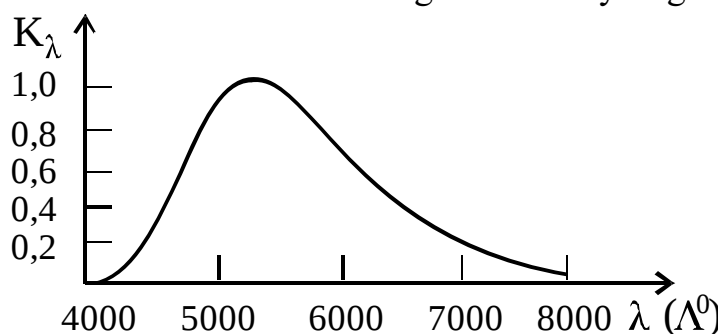
$$N_{\lambda} = W_{\lambda} / t \quad (3)$$

bu yerda W_{λ} - nurlanish energiyasi, t – vaqt.

Yorug'lik oqimining birligi qilib 1 lyumen qabul qilingan. Nurlanish quvvatining ta'rifini bilgan, shu asosda 1 lyumenga ham energetik nuqtai nazardan quyidaicha ta'rif berish mumkin.

Yorug'likning tarqalishiga perpendikulyar bo'lgan yuzadan 1 sekundda 1 erg energiya oqimini olib o'tayotgan yorug'lik oqimiga 1 lyumen deyiladi. Lyumenni yorug'lik kuchining birligini aniqlagandan keyin yana boshqa ta'riflash mumkin.

2. Yorug'lik kuchi eng muhim fotometrik kattalik hisoblanadi. Yorug'lik kuchi quyidagicha ta'riflanadi. Fazoviy burchak ichida tarqalayotgan yorug'lik oqimining shu fazoviy burchakka nisbati bilan o'lchanadigan kattalik yorug'lik kuchi deyiladi.



1 rasm

$$I = F / \Omega \quad (4)$$

bu yerda I – yorug'lik kuchi, F – yorug'lik oqimi, Ω - fazoviy burchak.

Barcha yo'nalishlar bo'yicha nuqtaviy manba atrofida yorug'lik oqimi tekis taqsimlangan bo'lsin, nuqtaviy manba atrofidagi fazoviy burchak maksimal kattalik 4π bo'lganidan (4) ni yoza olamiz:

$$I = F / 4\pi \quad (5)$$

yurug'lik kuchining birligi qilib 1 kandela (kd) qabul qilingan. Platinaning qotish temperaturasida (2046,6⁰K) maxsus nurlatgichning 1/60 sm² yuzadan normal holda chiqayotgan yorug'lik kuchining 1/60 bo'lagi 1 kandela deyiladi. Ilgari yorug'lik kuchining birligi xalqaro birliklar sistemasida sham edi.

1 sham = 1,005 kd.

Endi lyumenga yangicha ta'rif bersak bo'ladi. Yorug'lik kuchi 1 sham yoki 1 kandela bo'lgan nuqtaviy manbaning 1 steradian burchak ichida tarqalayotgan yorug'lik oqimini 1 lyumen deb ataladi. (4) formulaga asosan

$$F = I\Omega \quad (6)$$

desak, $F = 1 \text{ lm}$, $I = 1 \text{ sham} = 1 \text{ kd}$, $\Omega = 1 \text{ str}$ bo'lsa, $1 \text{ lm} = 1 \text{ kd} \cdot 1 \text{ str}$.

3. Yoritilganlik yuzaga tushayotgan yorug'lik oqimining shu yuza kattaligiga nisbatiga teng bo'gan kattalik bilan o'lchanadi, ya'ni

$$E = F / S \quad (7)$$

bu yerda E – yoritilganlik, S – yoritilgan yuza kattaligi. Bu yerda $F = 1 \text{ lm}$, $S = 1 \text{ m}^2$ desak,

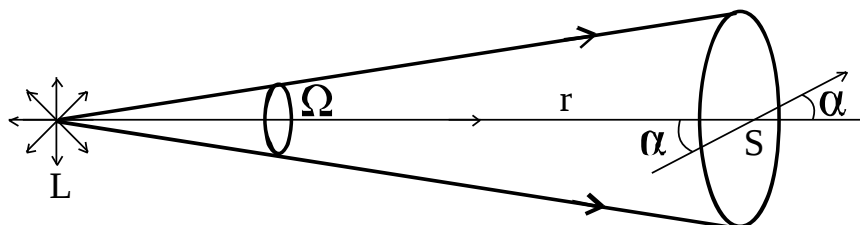
$$E = 1 \text{ lm} / 1 \text{ m}^2 = 1 \text{ lyuks}.$$

Bundan ko'rinadiki, yoritilganlik birligi 1 lyuksdir. 1 m^2 yuzaga 1 lm yorug'lik oqimining tekis taqsimlanishidan hosil bo'lgan yoritilganlik 1 lyuks deyiladi.

(4) formulaga qo'ysak,

$$E = \frac{I\Omega}{S} \quad (8)$$

2 – rasmga asosan fazoviy burchak Ω bilan yoritilayotgan yuza orasidagi



2 – rasm

bog'lanishni topish mumkin. Ma'lumki nur yotilayotgan yuzaga tik tushayotgan bo'lsa,

$$\Omega = \frac{S}{r^2} \quad (9)$$

agar nur yuzaga ma'lum α burchak bilan tushayotgan bo'lsa,

$$\Omega = \frac{S}{r^2 \cos \alpha} \quad (10)$$

formula bilan topiladi. Geometriyadan ma'lumki,

$$S = r^2 \quad (11)$$

bo'lsa, fazoviy burchak 1 str bo'ladi. (10) ni (8) ga qo'ysak,

$$E = \frac{I}{S} \cdot \frac{S}{r^2 \cos \alpha} = \frac{I}{r^2 \cdot \cos \alpha} \quad (12)$$

(12) formula yoritilganlikning manba yorug'lik kuchi I , yoritiladigan yuzagacha bo'lgan masofa r va yorug'likning tushish burchagi α ga bog'liq bo'lgan formulasidir.

4. Yorug'lik manbalari ko'pincha nuqtaviy bo'la olmaydi. Nuqtaviy yorug'lik manbai deb, o'lchamlari kuzatish masofasiga nisbatan hisobga olmaslik darajasida kichik bo'lgan manbalarga aytiladi. Tajribada ishlatiladigan manbalar o'lchami katta bo'lganda, ularning yorug'lik chiqaruvchi sirtlari ham ma'lim yorug'lik kattaliklari bilan baholanishi kerak. Shu maqsadda ravshanlik va yorituvchanlik degan kattaliklar kiritiladi.

Nurlanuvchi yuzadan tik chiqayotgan yorug'lik kuchining shu yuza kattaligiga nisbati bilan o'lchanadigan kattalik ravshanlik deb ataladi:

$$B = \frac{I}{S} \quad (13)$$

bu yerda B – ravshanlik, I – yorug'lik kuchi, S – nurlanuvchi yuza kattaligi. Albatta, ravshanlik ham nurning chiqish burchagiga, fazoviy burchakka bog'liq, bu bog'liqlikni adabiyotlardan topish qiyin emas. Ravshanlik birligi qilib 1 nit qabul

qilingan. 1 m² yuzasidan 1 sham 1 kd yorug'lik kuchi beradigan nurlanuvchi sirt ravshanligi 1 nit deyiladi; ya'ni

$$1 \text{ nit} = 1 \text{ kd } 1 \text{ m}^2$$

5. Nurlanuvchi yuzadan chiqayotgan yorug'lik oqimining shu yuza kattaligiga nisbati bilan o'lchanadigan kattalikka yorituvchanlik deb ataladi.

$$R = \frac{F}{S} \quad (14)$$

bu yerda R – yorituvchanlik, F – yorug'lik oqimi, S – nurlanuvchi yuza kattaligi.

Yorituvchanlik birligi ham 1 lyuks. 1 lk = 1 lm. 1 m², ya'ni 1 m² yuzasidan 1 lyumen yorug'lik oqimi beradigan manba yorituvchanligi 1 lyuks deb qabul qilingan.

Bu yorug'lik kattaliklarining o'zaro bog'liqligi va ularning yorug'likning chiqish va tushish burchaklari hamda fazoviy burchaklarga bog'liqligini o'rganish va o'lchash texnikasi bilan yaqindan tanishish uchun maxsus adabiyotlarga murojaat qilish kerak.

ISHNING BAJARILISH TARTIBI

Yorug'likning turli manbalarini taqqoslaganda kuzatuvchining ko'zi bir-biriga yonma-yon turgan ikki sirtning bir xil yoki har xil yoritilganligini osongina payqash mumkin, ammo birining ikkinchisidan necha marta ortiq yoritilganligini bila olmaydi. Binobarin, ikki yorug'lik manbaini taqqoslashda ishlatiladigan asboblari – fotometrlar shunday tuzilganki, bunda ko'zning roli taqqoslanayotgan manbalar yoritilayotgan ikki yonma-yon turgan sirtning bir xil yoki har xil yoritilganligini aniqlashdangina iborat (3-rasm).

Yorug'lik nuqtaviy manbadan sirtga tushayotgan shu sirtning yoritilganligi $E = I/r^2$ bo'lib, bunda I – manbaning yorug'lik kuchi, r – manba bilan sirt orasidagi masofa. Agar birinchi manbaning yorug'lik kuchi I_1 va undan fotometr gacha bo'lgan masofa r_1 , ikkinchi manbaning yorug'lik kuchi I_2 va undan fotometr gacha bo'lgan masofa r_2 bo'lib, fotometr ko'rish maydonining ikki qismi ham teng yoritilgan bo'lsa, ya'ni $E_1 = E_2$ bo'lsa, $I_1/r_1^2 = I_2/r_2^2$ yoki $I_2 = I_1 r_2^2 / r_1^2$ (15) demak manbalardan birining yorug'lik kuchi I_1 ma'lum bo'lsa, r_1 va r_2 masofalarni o'lchab, ikkinchi manbaning yorug'lik kuchini topish mumkin.

Tajriba shuni ko'rsatadiki yorug'lik manbalari nuqtaviy bo'lmaganda ular atrofida yorug'lik kuchining taqsimlanishi har xil yo'nalishda har xil bo'ladi, ya'ni

manbaning aylanish burchagi funksiyasi bo'ladi. Yorug'lik kuchining manba atrofida anizotropik taqsimlanishini grafik usulda ko'rsatish mumkin. Buning uchun koordinata boshidan chiquvchi radius vektorga tekshirilayotgan manbadan istalgan yo'nalishda tarqalayotgan yorug'lik kuchiga tegishli kesmani ajratamiz. Hamma yo'nalishlarda ajratilgan kesmalarning uchlarini birlashtirsak, egri chiziq manba atrofida yorug'lik kuchining taqsimlanish grafigi bo'ladi (4-rasm).

Asbobning tavsifi: Bu ishda qo'llanadigan optik taglik, uzunligi 2-4 metr bo'lgan metall trubalardan yasalgan bo'lib, uning ustiga siljitgichlar o'rnatiladi. Ularning ko'rsatkichlari (strelkalari) bo'lib, taglikdagi millimetrli shkaladan hisob olishga imkon beradi.

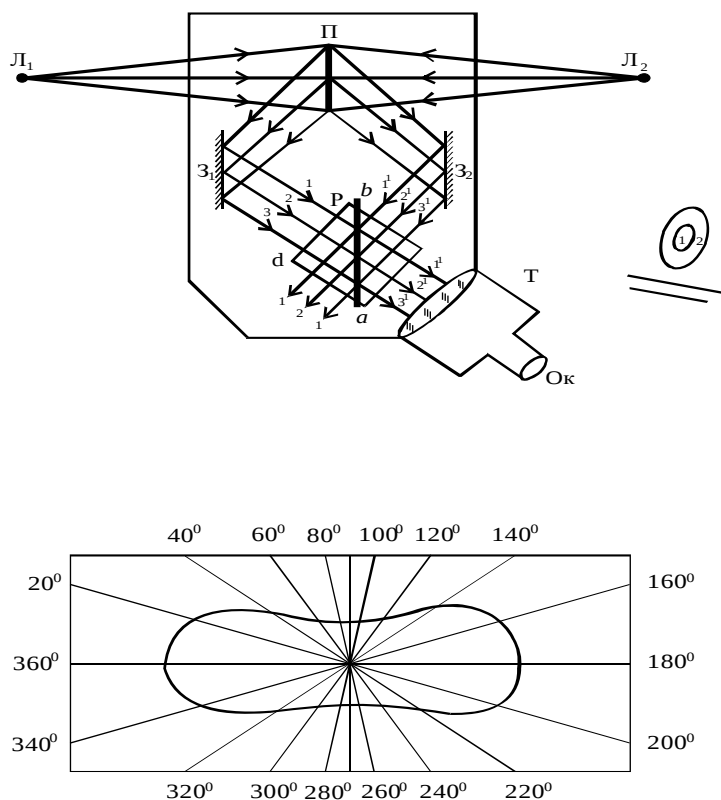
Manbalarining yorug'lik kuchini solishtirish uchun Lyumner-Brodzun fotometri ishlatiladi. Uning optik sxemasi 3-rasmda keltirilgan. Solishtirishi kerak bo'lgan L_1 va L_2 manbalardan chiquvchi yorug'lik P sochuvchi gips plastinkadan qaytib, Z_1 va Z_2 ko'zgularga tushadi.

Ko'zgulardan qaytgan ikki yorug'lik dastasi bir xil sindirish ko'rsatkichli bir-biriga yopishtirilgan ikki prizmaning dg va yoqlarga tushadi. Bu prizmalar fotometrning asosiy qismini tashqil etadi. Pdg prizmaning dg gipotenuza faqat o'rta qismi tekis qoldirilib qirra tomonlari qirqilgan. Juda yaxshilab tekislangan o'rta qismi esa ikkinchi prizmaning yaxshilab tekislangan gipotenuza yog'iga jipslashtirib mahkamlangan. Bu yerda optik kontakt hosil qilinganligi tufayli ikki prizma bir butundek yorug'likni o'tkazadi. Shuning uchun S_1 nurning o'rta qismi prizmalardan to'g'ri o'tib ko'rish trubasiga tushadi. S_2 nurning chetki qismlari a,b,c prizmaning gipotenuza tomonidan qaytib ko'rish trubasiga tushadi, o'rta qismi esa to'g'ri o'tib ketib, ko'rish maydoniga tushmaydi.

Shunday qilib, kuzatuvchi ko'rish maydonining o'rta qismida manbadan kelayotgan nurni, chetida esa manbadan kelayotgan (xalqa shaklida) nurni ko'radi. Agar ko'rish trubasining okulyari a,b,c prizmaning a,b yoki tasviriga to'g'rilangan bo'lsa, umumiy holda ko'rish maydonida yorug'lik manbalarining joylashishiga qarab, yorug' xalqa ichida xira doira yoki xira xalqa ichida yorug' doirani ko'ramiz. Agar P plastinka bir xil yoritilgan bo'lsa, ko'rish maydoni bir tekis yoritilgan bo'ladi. Yangi fotometrlarning ko'pchiligida P plastinkadan qaytgan nurlar yo'liga rangli filtrlar yoki oq sutsimon shisha qo'yiladi. Rangli filtrlar L_1 va L_2 manbalarining spektral sostavi turlicha bo'lganda bir xil to'lqin uzunligi oblastini ajratib olib solishtirish uchun xizmat qiladi. Oq filtrlar esa ikki manbaning integral nurlanishini solishtirish uchun ishlatiladi.

CHO'G'LANMA LAMPOCHKANING YORUG'LIK KUCHINI ANIQLASH

Vertikal lampani etalon lampa deb, uning yorug'lik kuchini bir birlik deb qabul qilamiz, ya'ni $I_2 = 1 \text{ kd}$ tekshiriladigan lampa sifatida aylanma limbga o'rnatilgan lampa ishlatiladi. Etalon lampa va tekshirilayotgan lampani optik taglikning ikki chetida turgan siljitgilarga berkitiladi. O'rtadan siljitgichda fotometr mahkamlanib, u yorug'lik manbalari bilan bir xil balandlikda o'rnatiladi. Birinchi taqqoslash paytida limbning ko'rsatkichi nolga turishi mumkin. Lampalarni elektr tarmog'iga ulab, ularning yorug'lik kuchlarini sinashga kirishamiz. Buning uchun fotometrni u yoki bu tomonga siljitib, ko'rish maydonining bir xil yoritilishiga erishish kerak. Keyin optik taglikdagi masshtab yordamida lampochkalarining fotometr gacha bo'lgan masofalari aniqlanadi. Bu xil o'lchashlar har xil masofalar uchun 4-5 marta takrorlanib o'rtacha topiladi. Bu qiymatlarni (15) formulaga qo'yib, noma'lum manbaning yorug'lik kuchi aniqlanadi. Lampochka atrofida yorug'lik kuchining taqsimlanishini o'rganish uchun tekshirilayotgan lampani gorizonttal o'q atrofida 360° gacha buramiz. Bunda har bir 20° ga burilganda yuqoridagiday o'lchash o'tkazilib, hisob olinadi. O'lchash natijalari jadval shaklida yoziladi. Shu natijalarga asosan lampochka atrofida yorug'lik kuchining taqsimlanish grafigi chiziladi (4- rasm)



KONTROL SAVOLLAR

1. Ishning maqsadi va bajarish tartibi.
2. Asosiy fotometrik tushunchalar. Ko'rish funksiyasi.

3. Fotometrik birliklar.
4. Lyummer - Brodxun fotometrida nurlarning yo'li.
5. Ishda qo'llaniladigan hisoblash formulasini keltirib chiqarish.

ADABIYOTLAR

1. Matvyev A.N. Optika. – M.: Visshaya shkola, 1985, - 315 b.
2. Landsberg G.S. Optika. – Toshkent: O'qituvchi, 1981. – 943 b.
3. Butikov E.N. Optika. – M.: Visshaya shkola, 1986, 512 b.
4. Korolev F.A. Fizika kursi. Optika, atom va yadro fizikasi. – Toshkent: O'qituvchi, 1978.
5. Sivuxin D.V. Obshiy kurs fiziki. Optika. – M.: Nauka. 1980
6. Fizikada praktikum // Elektr va optika // V.I. Iveronova taxriri ostida. – Toshkent: O'qituvchi, 1979, 821 b.
7. Godjayev N.M. optika. – M.: Visshaya shkola, 1977
8. Savelev I.V. Umumiy fizika kursi. T. Sh. – Toshkent, 1976.

8 – LABORATORIYA ISHI

YIG'UVCHI VA SOCHUVCHI LINZALARNING FOKUS MASOFASINI ANIQLASH.

Kerakli asboblari:

1. Optik skamya va 4-ta siljitgich.
2. Ikki yoqlama qavariq va ikki yoqlama botiq linzalar, bu linzalar maxsus gardishlarga berkitilgan.
3. Millimetrli qog'ozdan yasalgan ekran, bu ekran tayanchga berkitilgan fanera yoki kartonning bir tomoniga yopishtiriladi.
4. Elektr lampochka, bu lampochka esa yorug'lik nurlarining o'tkazmaydigan g'ilof (fultlyar) ichiga joylashtirilgan va g'ilofning bir devori kesib olinib, uning o'rniga yarim tiniq qog'oz (kalka) yopishtirilgan. Shu qog'oz ustida vertikal holda qora tush bilan qalin strelka chizilgan. Bu strelka buyum vazifasini bajaradi.
5. Millimetrli lenta (yoki lineyka).
6. Ko'chma elektrik lampochka.

Yorug'lik nurlarini yig'uvchi va sochuvchi linzaning bosh fokus masofasini aniqlash usullari turli xildir. Ular bir-biridan farq qiladilar shu sababli bu usullarga alohida-alohida to'xtalib o'tamiz.

YORUG'LIK NURLARINI TO'POVCHI LINZALARNING BOSH FOKUS MASOFASINI ANIQLASH USULLARI.

Birinchi usul: Bu usul linzaning bosh fokus masofasi f ni buyumdan linzagacha bo'lgan masofa a va uning tasviridan linzagacha bo'lgan masofa b lar bilan bog'lovchi linzaning umumiy formulasi.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \quad (1) \text{ dan foydalanamiz (1-rasm).}$$

Bu formulani

$f = \frac{a \cdot b}{a + b}$ (1) ko'rinishda ham yozish mumkin, formuladan ko'rinib turibdiki, f ni aniqlash uchun buyumdan va uning linzagacha bo'lgan teshigi a va b masofalarni o'lchash kifoya. Buning uchun optik skamyaning bir tomoniga masshtabli ekran o'rnatilgan, siljitgich qo'yiladi, ikkinchi tomonga buyum o'rnatilgan siljitgich qo'yiladi. Buyum bilan ekran orasidagi siljitgichga o'rnatilgan ikki yoqlama qavariq

linza o'rnatiladi. Linza shunday o'rnatilishi kerakki, uning bosh optik o'qi optik skamyaga parallel, buyum va uning tasviri joylashgan tekisliklar (ekran) linzaning bosh optik o'qiga tik bo'lsin.

Skamyada o'rnatilgan asboblarning markazlari bir xil balandlikda va bir gorizontal chiziqda bo'lsinlar. Shu ishlar bajarilgandan so'ng linza o'rnatilgan siljitgichni siljitib, linzaning shunday holatini topiladiki, uning bu holatida ekranda hosil bo'lgan buyumning tasviri buyumdan katta bo'lgan holda yaqqol ko'rinsin. Millimetrli lineyka yordami bilan a va b lar o'lchab olinadi va yozib qo'yiladi. Buyum bilan ekran orasidagi masofani o'zgartirib, tajriba kamida 5 marta takrorlanadi. Undan so'ng linzaning holati o'zgartirilib, ekranda buyumning o'zidan kichik bo'lgan tasviri hosil qilinadi. Bu holda ham tajriba kamida 5 marta takrorlanadi. Ikkala tajribadan olingan natijalar qo'yidagi jadvalga yozib qo'yiladi.

I. Jadval.

Tajriba №	A	$\Delta a_{o'r}$	b	$\Delta b_{o'rt}$	ning o'rtacha qiymati
1					
2					
3					

$a_{o'r}$ va $b_{o'rt}$ larni (1) ga qo'yish bilan $f_{o'rt}$ topiladi. Bosh fokus masofasi f ni o'lchashda qilingan nisbiy xato:

$$E = \Delta a_{o'rt} \left| \frac{a_{o'rt}}{a_{o'r}(a_{o'r} + b_{o'r})} \right| + \Delta b_{o'rt} \left| \frac{b_{o'rt}}{b_{o'rt}(a_{o'r} + b_{o'r})} \right| \quad (2)$$

formula bilan, absolyut xato esa:

$$\Delta f = E \cdot f_{o'r} \quad (3)$$

formula bo'yicha hisoblanadi va f ning haqiqiy qiymati

$$f = f_{o'rt} \pm \Delta f_{o'rt} \quad (4) \text{ ko'rinishida yozib qo'yiladi.}$$

Ikkinchi usul: Bu usul bilan linzaning bosh fokus masofasi buyumning kattaligi h tasvirining kattaligi H linzadan buyumgacha a va tasviridan linzagacha bo'lgan masofa b ga ko'ra aniqlanadi. h va H kattalik a va b lar bilan qo'yidagicha bog'langan (2-rasm):

$\frac{H}{h} = \frac{b}{a}$ (1). Bu formuladan topilgan a ni linzaning formulasi:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

ga qo'yisak,.

$$f = b \frac{h}{H + h} \quad (2) \text{ formulasi hosil bo'ladi.}$$

Demak, (2) formulaga asoslanib f ni topish uchun b_2 va H larni o'lchash kerak. Buning uchun buyum bilan ekran orasidagi linzani siljitib, uning shunday holati topiladiki, bu holatda ekranda buyumning o'zidan katta va yaqqol tasviri hosil bo'ladi. Tasvirning kattaligi H ni o'zi joylashgan millimetrli ekranda bevosita hisoblab yozib qo'yiladi. Buyumning kattaligini millimetrli lineyka bilan o'lchash mumkin. Tajribani buyum bilan ekran o'rtasidagi masofani o'zgartirib, 10 marta takrorlash lozim va olingan natijalar qo'yidagicha jadvalga joylashtirilishi kerak.

2 – jadval

Tajriba №	b_2	Δb_2	h	Δh	H	ΔH	Δf_i
1							
2							
3							
4							
o'rtacha ...							

$a_{o'rt} h_{o'rt} H_{o'rt}$ larni (2) ga qo'yish bilan $f_{o'rt}$ topiladi. Tajriba yo'lni qo'yishga nisbiy xato:

$$E = \frac{\Delta b_2 o'rt}{b_2 o'rt} + \frac{\Delta H_{o'rt}}{H_{o'rt}} + \Delta f_{o'rt} \left| \frac{H}{h_{o'rt}(H_{o'rt} + h_{o'rt})} \right| \quad (3)$$

va absolyut xato esa $\Delta f = E f_{o'rt}$ (4) formulalari bilan aniqlanadi va f ning haqiqiy qiymati $f = f_{o'rt} + \Delta f$ (5) ko'rinishda yozib qo'yiladi.

Uchinchi usul: Ushbu usulni linzaning siljish kattaligiga ko'ra aniqlash yoki Bessel usuli deyiladi.

Agar buyum bilan ekran orasidagi masofa linzaning to'rt marta orttirilgan bosh fokusidan, ya'ni f dan katta bo'lsa, hamma linzaning shunday ikki holati topiladiki, u holatlardan birida buyumning ekrandagi tasviri uning o'zidan katta (3-rasmda 1-xolat) ikkinchi holatda esa (3-rasmdagi 2-xolat) buyumning tasviri uning o'zidan kichik bo'ladi. Linzaning bi ikki holati buyum bilan uning o'zidan kichik bo'ladi.

Linzaning bu ikki holati buyum bilan uning tasviri (ekran) o'rtasidagi 0 nuqtaga nisbatan simmetrik bo'ladi, buni analitik ravishda isbotlash mumkin (3-rasm).

Buning uchun linza formulasidan foydalanamiz: $f = \frac{a_1 \cdot a_2}{a_1 + a_2}$ (1) 3 – rasmdan ko'rinib turibdiki, linza birinchi holatda bo'lganda, buyumdan linzagacha bo'lgan masofa $a_1 = A - l - x$ buyumning tasviridan linzagacha bo'lgan masofa $a_2 = x + l$, buyumdan tasvir (ekran) gacha bo'lgan masofa $A = a_1 + a_2$ bo'ladi. a_1, a_2 ba a_1 ba a_2 larni (1) ga qo'ysak,

$$f = \frac{(A - l - x)(x + l)}{A} \quad (2) \text{ hosil bo'ladi.}$$

Yana shu rasmdan ko'rinib turibdiki, $a_1 = A - x$; $a_2 = x$ va $a_1 + a_2 = A$. Bu qiymatni ham o'sha (1) ga qo'yib,

$$f = \frac{(A - x)x}{A} \quad (3) \text{ ni hosil qilamiz.}$$

(2) va (3) tenglamalarning o'ng tomonlarini tenglashtirib, linza 2-nchi holatining tasviridan (ekrandan) uzoqligini topamiz;

$$x = \frac{A - l}{2} \quad (4) \text{ ning bu qiymatini } \quad \text{dagi o'rniga qo'ysak,}$$

$a_1 = \frac{A - l}{2}$ (5) hosil bo'ladi. (4) va (5) ning o'ng tomonlari teng bo'lganligi uchun chap tomonlari ham teng: _____ Bu esa linzaning 2-holati tasviridan qancha masofa uzoqlikda bo'lgan bo'lsa, linzaning 1-holati ham buyumdan shuncha masofada turganligini ko'rsatadi. Demak, 1- va 2 – holatlar buyum bilan ekran orasidagi 0 nuqtaga nisbatan simmetrik joylashgan ekanligini isbot qildik.

Linzaning bosh fokus masofasini topishda ishlatiladigan ifodani olish uchun

linzaning ikki holatidan birini (masalan, birinchi holatni) qaraylik. Bu holatda $\frac{A - l}{2}$, $a_2 = x + l = \frac{A + l}{2}$ va $a_1 + a_2 = A$ bo'ladi. Bu qiymatni (1) ga qo'ysak,

$$f = \frac{A^2 - l^2}{4A} = \frac{(A - l)(A + l)}{4A} \quad (6)$$

hosil bo'ladi.

Bu usul bilan f ni aniqlash uchun ekran va buyum bir-biridan shunday A masofaga joylashtirish kerakki, bu masofa linzaning ilgarigi mashqlarda topilgan bosh fokus masofasining to'rtlangan qiymatidan katta bo'lsin. Shundan so'ng A ni o'lchab yozib oling. Endi bosh fokus masofasi o'lchanmoqchi bo'lgan linzani buyum bilan

ekran orasiga joylashtiring. So'ng linzani siljitib uning 1-holatini topingki bu holatda buyumning tasviri o'zidan katta bo'lib, yaqqol ko'rinsin. Linzaning shu holatini optik skamya bo'yicha o'lchab oling (bu masofa a bo'lsin). So'ng linzani siljatib uning 2-holatini toping, bu holatda buyumning ekrandagi tasviri undan kichik bo'lib, yaqqol ko'rinsin. Linzaning bi holatini b yozib oling. Unda 1- va 2-holatlar orasidagi masofa $l = b - a$ bo'ladi.

Tajribani bir necha marta takrorlab, tajriba natijalarini qo'yidagi jadvalga yoziladi. Lekin har bir tajriba oldidan linzaning holatini o'zgartirish kerak. Har qanday holda $4f < A$ shart saqlansin.

3 – jadval

Tajriba №	A	ΔA	a	B	l		
1							
2							
3							
o'rtacha ...							

A va l ning o'rtacha qiymatlariga ko'ra (6) dan $f_{o'rt}$ ni topamiz. So'ngra tajribada qilingan nisbiy xatoni

$$E = \frac{2A \cdot \Delta A}{A^2 - l^2} + \frac{2l \cdot \Delta l}{A^2 - l^2} - \frac{\Delta A_{o'rt}}{A} \quad (7)$$

formula bilan va absolyut xatoni esa $\Delta f = E \cdot f_{o'rt}$ (8) yordamida hisoblaymiz. Haqiqiy natijani $f = f_{o'rt} \pm \Delta f$ (9) ko'rinishda yozamiz. Nazariy jihatdan bu usul oldingi usullarga qaraganda aniqroqdir. Oldingi usullarda a_1 va a_2 larni linzaning optik markazidan boshlab hisoblangan edi, bunday o'lchanganda bir muncha xatoga yo'l qo'yiladi. Chunki linzaning optik markazi uning bosh tekisligida yotadi. Bosh tekislik holatini aniqlash esa qiyin. Bu usulda linzaning optik markaziga zarurat yo'qligi sababli yuqoridagi xatoga yo'l qo'yilmaydi.

YORUG'LIK NURLARINI SOCHUVCHI LINZANING BOSH FOKUS MASOFASINI O'LCHASH.

Sochuvchi linza buyumning mavhum tasvirini beradi. Shuning uchun uning fokus masofasi yuqoridagi usullar bilan o'lchanmaydi. Bunda sochuvchi linza bilan birgalikda to'plovchi linza ham ishlatiladi. Sochuvchi linzaning bosh fokus masofasini o'lchash usullari quyidagicha:

Birinchi usul: Bu usul sochuvchi linzaning bosh fokus masofasi linzadan buyumgacha va uning tasvirigacha bo'lgan masofalarga ko'ra aniqlanadi. Agar A nuqtadan chiquvchi va L_1 linzadan o'tgandan so'ng B nuqtaga to'planuvchi nurlarning yo'liga (4-rasm) L_2 linza o'rnatilsa, bu linzadan o'tish nurlar bir muncha sochilib C nuqtada to'planadilar. Boshqacha aytganda, B nuqta va L_1 linza kiritilsa, B nuqta C nuqtaga siljiydi. Yorug'lik nurlarining bir-biriga aylanuvchanligi sababli C nuqtadan chiquvchi nurlarning davomi B nuqtada kesishadi. Bu holda B nuqta buyumning tasviri bo'ladi. (ya'ni C nuqtaning tasviri). Shu sababli buyum tasvir B nuqtadan o'sha L_2 linzagacha bo'lgan masofa L_2 $c = a_1$ bo'ladi. Sochuvchi linzaning bosh fokus masofasi f ning manfiy ishorali bo'lishini hisobga olib, $a_1 : a_2$ va f larni to'plovchi linza uchun chiqarilgan formula $\frac{1}{f} = \frac{1}{a_1} - \frac{1}{a_2}$ dagi o'rinlariga qo'ysak, sochuvchi linza $-\frac{1}{f} = \frac{1}{a_1} - \frac{1}{a_2}$ formulasi

topiladi. Bu formulani $f = \frac{a_1 a_2}{a_1 - a_2}$ (1) ko'rinishda ham yozish mumkin. a_1 va a_2 lar tajribada o'lchanib topiladi. Ular qo'yidagicha o'lchanadi: 1. Optik ckamyaga buyum, to'plovchi linza va ekran o'rnatiladi. Shundan so'ng ekranni siljitish bilan uning shunday holati (1 holati) topiladiki, bunda ekranda buyumning yaqqol tasviri hosil bo'lsin. Ekranni oi'ng va so'lga surib a ni bir necha marta o'lchab quyida keltirilgan jadvalning birinchi ustuniga yozib qo'yiladi. 2. Ekranni birinchi holatidan chap tomonga siljitib yig'uvchi linza o'rnatiladi. Ekranni o'ngga va chapga surib, shunday 2-holati topiladiki, u holda yana yaqqol tasvir hosil bo'ladi. Bu holatda linza bilan buyum orasidagi masofa b ni va ekran buyum orasidagi masofa C ni o'lchab, qiymatlarini tegishli o'ringa yozib qo'yiladi.

4 – jadval

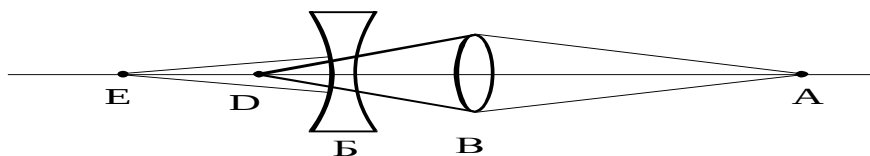
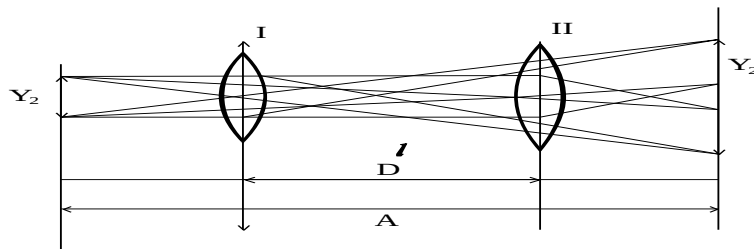
Tajriba №	A	B	c	$a_1 = c - b$	$a_2 = a - b$	Δa_1	Δa_2
1							
2							
3							
o'rtacha ...							

3-rasmda ko'rinib turibdiki $a_1 = c - b$; $a_2 = a - b$. Yuqorida topilgan a_1 b va C lardan foydalanib, a_1 va a_2 larni topib, jadvaldagi tegishli o'rinlarga yozing. Shundan so'ng a_1 va a_2 larning o'rniga o'rtacha qiymatini (1) ga qo'yish bilan $f_{o'rt}$ ni hisoblang.

Tajribada yo'l qo'yilgan nisbiy xato

$$E = \Delta a \cdot \left| \frac{a}{a_1(a_1 - a_2)} \right| - \Delta a_2 \left| \frac{a_1}{a_1 - \Delta a_2} \right| \quad (2) \text{ formula}$$

bilan va absolyut xato $\Delta f = E \cdot f_{o'rt}$ (3) formula bilan hisoblanib, f ning haqiqiy qiymati $f = f_{o'rt} \pm \Delta f$ (4) dan topiladi.



KONTROL SAVOLLAR

1. Ishning maqsadi va bajarilish tartibi
2. Tasvir yasashda qanday nurlardan foydalaniladi?
3. Linzalarda tasvir yasash.
4. Yakka sferik sirtda sinish
5. Optik sistemaning koordinal elementlari.
6. Linzaning umumiy formulasi.
7. Linzaning kamchiliklari.
8. Lagranj-Gelmcols invariantinind fizik ma'nosi.

ADABIYOTLAR

1. Landsberg G.S. "Optika" M. – 1976. 275 – 280, 286-290 betlar
2. Frish S.E. "Umumiy fizika kursi"/ T.3. 295 – 303 betlar

11 – LABORATORIYA ISHI

O.K.G. YORDAMIDA DIFRAKSION PANJARANING SPEKTRAL XARAKTERISTIKALARINI ANIQLASH.

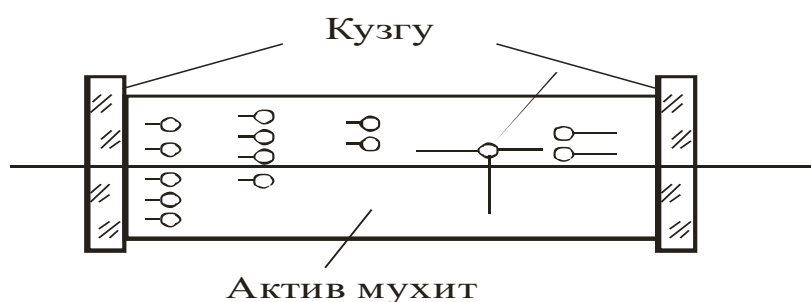
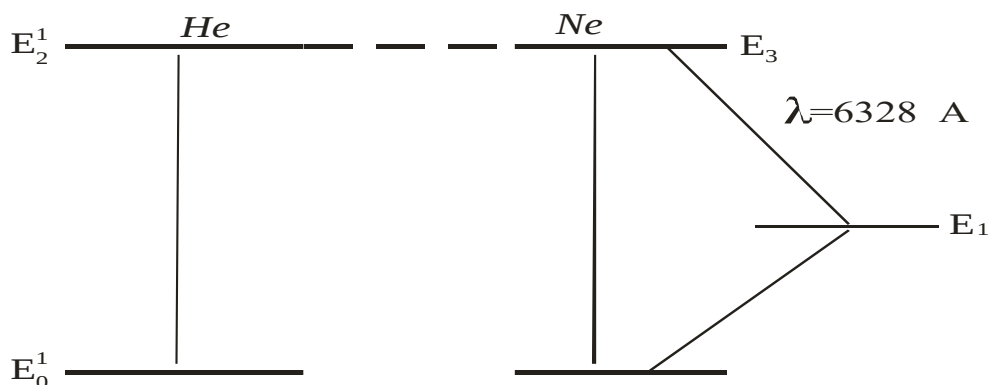
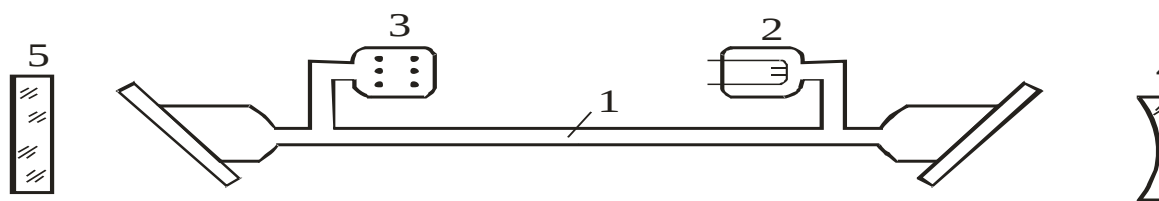
Maqsad: Uzluksiz ishlaydigan geliy-neon gaz lazerining ishlash prinsipi bilan tanishish, uning yordamida difraksion panjara doimiysini aniqlash, Difraksion panjara doimiysini aniq bo'lsa, lazer nurining uzunligini taqribiy o'lchash. Yakka tirqish va ingichka simdan hosil bo'lgan yorug'lik difraksiyasini kuzatish va uni tushuntirish.

Kerakli asboblari: Geliy-neon lazeri, difraksion panjara, optik taglik, bir necha reyterlar, lineyka, yakka tirqishli ekran, ingichka sim tortilgan ramka.

Hozirgi fan texnikaning rivojlangan davrida ilmiy tekshirish ishlarida va ishlab chiqarishning turli sohalarida lazerlar keng qo'llanilmoqda. Bu laboratoriya ishida lazer nurlarining difraksiya hodisasi va uning difraksion panjara doimiysini topishda qo'llanilishi bilan tanishamiz.

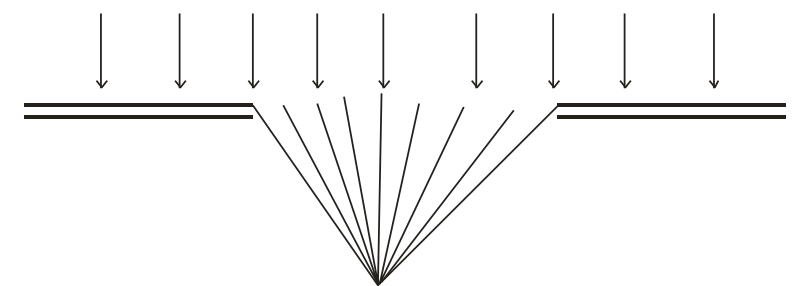
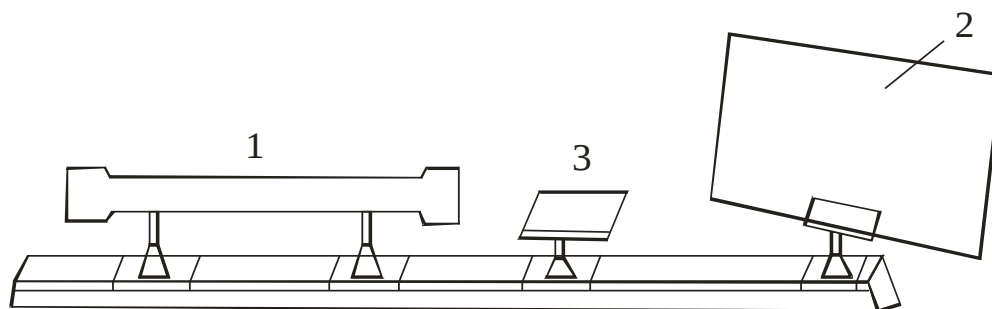
Geliy-neon lazerining asosiy elementi (1) razryad trubkasidir (1-rasm). Trubkada cho'g'lanma katod (2) va anod (3) bor. Trubkada geliy va neon gazlari aralashmasi bo'lib, geliy bosimi 1 mm va neon bosimi 0,1 mm simob ustuniga teng. Katod bilan anodga yuqori kuchlanish berilsa, ular orasidagi gaz orqali elektr razryadi hosil qilinadi. Trubka orqali bir necha o'n milliamper tok o'tib turganda kuchlanish pasayishi bir necha kilovoltga teng.

Razryad paytida harakatdagi elektronlar geliy atomlarini uyg'otadi, uyg'otilgan geliy atomlari neon atomlari bilan to'qnashib ularni uyg'otilgan holatiga o'tkazadi. Energetik o'tishlar sxematik tarzda 2-rasmda keltirilgan. Neon atomlari elektronlar bilan to'qnashuvda ham uyg'onishi mumkin.



1- razryad naychasi, 2-katod, 3-anod, 4 va 5-ko'zgular

Ammo konsentratsiyasi katta bo'lgan geliy atomlari ko'proq uyg'onib, ularning uyg'ongan energetik satxi neonning uyg'ongan energetik sathiga yaqin bo'lgandan geliy va neon atomlarining to'qnashuvida neon atomlarining uyg'onishi qulay bo'ladi. Bu o'tish gorizontall strelka bilan ko'rsatilgan. Neon sathlarining invers to'ldirilish xossasiga ega bo'lganidan bu ikki xil to'qnashuvdan keyin uyg'ongan energetik sathda neon atomlarining konsentratsiyasi keskin ortib ketadi. Bu energetik sathdan pastki energetik sathlarga o'tish turli fotonlar chiqishiga sabab bo'ladi. Bizning ishimizda shu o'tishlardan biriga to'g'ri keladigan to'lqin uzunligi $\lambda = 6328 \text{ Å}$ bo'lgan qizil nurdan foydalaniladi.



5-rasm

Razryad trubka ichida neon atomlarining spontan nurlanishi natijasida chiqarilgan fotonlar ta'siri tufayli metastabil energetik holatda bo'lgan boshqa neon atomlarining majburiy nurlanishi davom etadi (3-rasm). Trubka o'qiga perpendikulyar yo'nalishdagi nurlar bizni qiziqtirmaydi, ular aktiv muhitdan chiqib ketadi. Ammo trubka o'qi bo'ylab yo'nalgan rezonator ko'zgularidan takror-takror qaytib aktiv muhitga tushishi tufayli majburiy nurlanish to'xtovsiz o'sib boradi. Rezonator ko'zgularidan birinchisining o'tkazish koeffisienti 0,1 % ikkinchisining 2 %. Ikkinchi ko'zguning o'tkazish koeffisienti kattaligi bu ko'zgudan kuchli nurlanish oqimi chiqarish uchun mo'ljallangan. Rezonator ko'zgulari orasida energiya zichligi katta bo'lgan turg'un yorug'lik to'lqinlari hosil bo'lishi kuchli nurlanish quvvatining doimiy saqlanishini ta'minlaydi. Razryad trubkalari shisha yoki kvarsdan yasalgan bo'lishi mumkin. Trubka shisha bo'lsa, uchlari shisha, kvars bo'lsa, kvars plastinkalar bilan berkitiladi, ularning trubka o'qiga bryuster burchagi ostida qo'yilganligi lazer nurlarining to'liq qutiblanishini ta'minlaydi. Shunday qilib, galiy-neon gazli lazerdan to'lqin uzunligi $\lambda = 6328 \text{ \AA}$ bo'lgan to'liq qutiblangan qizil nur chiqadi. Bu nur razryad trubkasi uchlari bryuster burchagi ostida qo'yilgan darchalar va biri sferik, biri yassi ko'zguli rezonator yordamida kollimatsiyalangan bop'ladi. Shu sababli lazer nuri minimal burchak kengligi va juda

kichik ko'ndalang kesimga ega bo'ladi. Bu nurning quvvati juda katta. Lazer bilan ishlaganda uning kollimatsiyalangan nurining to'g'ridan-to'g'ri ko'zga tushishidan saqlanish kerak.

Asbobning tavsifi. Asbobning LG-75 markali geliy-neon lazeri (1) ikkita reyterning qo'zg'almas tayanchiga qat'iy gorizontaal o'rnatilgan (4-rasm). Taglikning chetiga ekran (2) qo'yilgan, o'rtada reyterning ustunchasiga stolcha (3) berkitilgan bo'lib, uning ustiga difraksion panjara vertikal holatda o'rnatiladi. Kerak bo'lganda stolchani olib qo'yib, uning o'rniga boshqa reyter ustunchasiga yakka tirqish o'rnatib yoki vertikal sim tortib, ularda Frenel difraksiyasini ko'zatish mumkin.

LG-75 lazerini ishlatish tartibi. LG-75 lazeri optik taglikka maxkamlab ishlashga tayorlab qo'yiladi: uni qimirlatish mumkin emas. Ishning maqsadi bilan tanishgandan keyin lazerni ishga tushirish kerak. Ishga tushirish tartibi qo'yidagicha: LG-75 lazeri SBP-IIB kuchlanish stabilizatori orqali tok bilan ta'minlanadi. Lazerni ishlatish uchun SBP-IIB kuchlanish stabilizatori tarmoqqa ulash kerak. Stabilizatorning tumblerini "Set" holatiga keltirish kerak, bunda uning yonidagi signal lampochkasi yonadi. Stabilizatorning lampalari va lazerning trubkasi qizishi uchun 3-4 minut kutish kerak. Shundan keyin avtomatik ravishda "Visokoe" deb yozilgan signal lampochkasi yonadi va lezer ham nurlana boshlaydi. Tirqishda Frenel difraksiyasini Fraungofer difraksiyasidan farq qiladigan harakterli belgi shundaki, tirqishning biror qiymatida difraksion manzara markazida ingichka qorong'i yo'l hosil bo'ladi. Bu hol tirqishning o'rtasidan to chetlarigacha bo'lgan ikkita teng bo'lagida sonlari teng bo'lgan juft Frenel zonolari joylashgan paytga to'g'ri keladi (5-rasm). Shundan so'ng ingichka simda difraksiya kuzatiladi. Bunda simdan keyin soya hosil bo'ladigan joyda, ya'ni difraksion manzara markazida yorug' difraksion maksimum hosil bo'lishini kuzatish mumkin. Shunday qilib, lazer nuri yordamida difraksiya hodisasini kuzatib, o'rganib olgandan keyin difraksion panjarada difraksiyani kuzatib, o'lchashlarni bajarib panjaraning doimiysini aniqlashga kirishamiz.

2-mashq. Difraksion panjaraning doimiysini aniqlash. Sodda qilib, aytganda noshaffof oraliqlar bilan ajratilgan parallel tirqishlar sistemasi difraksion panjara deyiladi. Difraksion panjaraning tenglamasi qo'yidagicha

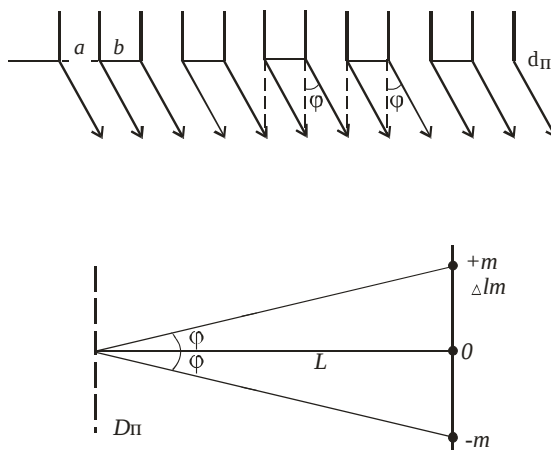
$$d \cdot \sin \varphi = m \lambda \quad (1)$$

bu yerda λ - difraksion panjaraga tushayotgan, yoki undan difraksiyalanayotgan yorug'likning to'lqin uzunligi. Bizning ishimizda $\lambda = 6328 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ sm}$), m - difraksion maksimumlar tartibi ($m = 0, +1, +2, +3 \dots$) φ - difraksiya burchagi; d - difraksion panjara doimiysi, u tirqish kengligi (a) bilan noshaffof oraliq kengligi (b)

yig'indisidan iborat (6-rasm): $d=a+b$ (1) formuladan difraksion panjara doimiysi qo'yidagicha topiladi:

$$d = m\lambda / \sin \varphi \quad (2)$$

Bu formula yordamida φ burchakni o'lchashlar yo'li bilan qo'yidagicha d hisoblab topiladi:



4- rasmdagi (3) stolcha ustiga difraksion panjarani qo'yib lazer nuri bilan uni yoritamiz. Panjarada nur difraksiyalanishi tufayli ekranda eng yorug' maktaziy difraksion maksimumdan ikki tomonda simmetrik joylashgan $\pm 1, \pm 2, \pm 3$ va hokazo bosh difraksion maksimumlarni ko'ramiz. Shundan so'ng o'lchashni boshlasa bo'ladi.

Difraksion panjaradan ekrangacha bo'lgan masofani L desak, markaziy maksimumdan berilgan m – chi maksimumgacha masofani Δl_m deb olsak (7-rasm):

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\Delta l_m}{L} \quad (3)$$

(3) dan $\operatorname{tg} \varphi$ ni topib, to'rt xonali matematik jadvaldan φ - ning qiymatini aniqlaymiz. Uning qiymatini (2) formulaga quyib d ni topamiz. O'lchash aniqligini oshirish uchun m ning turli qiymatlari uchun d ni topib o'rtachasini aniqlaymiz. O'lchash natijalarini qo'yidagi jadvalga kiritamiz. Shundan so'ng absolyut va nisbiy xatolarni topamiz.

Difraksion panjara doimiysini o'lchash jadvali ($\lambda = 6328 \text{ \AA}$)

№	m	Δlm	L	$Tg\varphi$	φ	d	$d_{o't}$	Δd	$\Delta d_{o'r}$	$(\Delta d_{o'r}/d_{o'r}) 100\%$
1										
2										
3										
4										

KONTROL SAVOLLAR

1. Rezonans nurlanishi qanday nurlanish?
2. Spontan va majburiy nurlanish haqida gapiring.
3. Metastabil energetik holatini tushuntiring.
4. Energetik satxlarning invers to'ldirilishini qanday tushunasiz?
5. Aktiv muhit deb qanday muhitga aytiladi?
6. Geliy-neon lazeri haqida gapiring.
7. Difraksion panjara nima?
8. Difraksion panjara doimiysi nima?
9. Ishning bajarilish tartibini aytib bering.

ADABIYOTLAR

1. Matveev A.N. Optika. – M.: Visshaya shkola. 1985. – s. 315.
2. Landsberg G.S. Optika. – Toshkent: O'qituvchi, 1981 – 781 bet.
3. Fizikadan praktikum /Elektr va optika/ Iveronova V.I. tahriri ostida, - Toshkent: O'qituvchi, 1979. – 768 bet.

12 – LABORATORIYA ISHI

FRENEL BIPRIZMASI YORDAMIDA YORUG'LIKNING TO'LQIN UZUNLIGINI ANIQLASH

Maqsad: Frenel biprizmasi yordamida yorug'lik manbaining to'lqin uzunligini aniqlash.

Karakli asboblari: Frenel biprizmasi, yorug'lik manbai, tirqish, ikkita yig'uvchi linza, yorug'lik filtrlari, okulyar mikrometr, optika taglik.

Qisqacha nazariya. Yorug'lik to'lqinlarining interferensiyasi. Ma'lumki, bir tomonga yo'nalgan, bir tekislikda qutiblangan va bir xil chastotali ikkita to'lqin qo'shilganda berilgan nuqtadagi natijaviy tebranish amplitudasi A qo'yidagi formuladan topiladi:

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1) \quad (1)$$

bu yerda A_1 , A_2 va φ_1 , φ_2 - mos holda to'lqinlarning amplitudalari va boshlang'ich fazalar. Agar qo'shiluvchi to'lqinlar fazalarining farqi vaqt bo'yicha o'zgarmasa, bunday to'lqinlarga kogerent to'lqinlar deyiladi.

To'lqinlar kogerent bo'lmaganda $(\varphi_2 - \varphi_1)$ uzluksiz ravishda o'zgaradi va har qanday qiymatni bir xil ehtimol bilan qabul qila oladi. Shu sababli $\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$ ning vaqt bo'yicha o'rtacha qiymati nolga teng bo'ladi:

$$\overline{A^2} = \overline{A_1^2} + \overline{A_2^2} \quad (2)$$

Bundan nokogerent to'lqinlar ustma-ust tushgandagi intensivlik har bir to'lqin alohida hosil qiladigan intensivliklarning yig'indisiga teng bo'ladi degan xulosaga kelamiz:

$$I = I_1 + I_2 \quad (3)$$

to'lqinlar kogerent bo'lganda esa

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1) \quad (4)$$

fazoning qaysi nuqtalari uchun $\cos(\varphi_2 - \varphi_1) > 0$ bo'lsa. U o'sha joylarda $I_1 + I_2$ dan katta bo'ladi: qaysi nuqtalarda $\cos(\varphi_2 - \varphi_1) < 0$ bo'lsa, I o'sha joylarda $I_1 + I_2$ dan kichik bo'ladi. Shunday qilib, kogerent yorug'lik to'lqinlari ustma-ust tushganda yorug'lik oqimining (Energiyasining) fazoda qayta taqsimlanish ro'y beradi, natijada fazoning ba'zi joylarida intensivliklarning maksimumlari, boshqa joylarida minimumlari vujudga keladi. Bu hodisaga yorug'lik to'lqinlarining interferensiyasi deb ataladi.

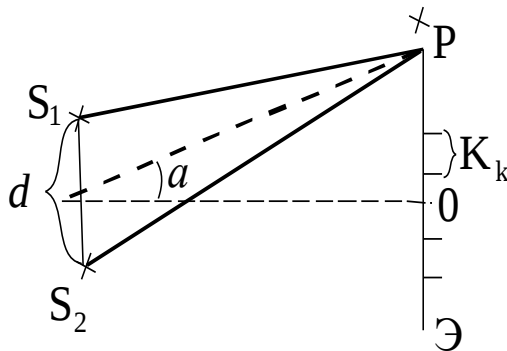
Biror sirt bir necha yorug'lik manbalari bilan yoritilayotganda (masalan, ikki lampochka bilan), interferension manzara kuzatilmaydi, chunki yorug'likning tabiiy manbalari kogerent emas. Bir manbadan chiqayotgan to'lqinni ikki qismga ajratib (yorug'likning qaytishi va sinishi yordamida) yorug'likning kogerent to'lqinlarini hosil qilish mumkin. Agar bu ikki to'lqinni bir xil optik yo'llarni bosib o'tishga majbur qilsak, so'ng ularni bir-biriga ustma-ust tushirsak, interferensiya kuzatiladi. Interferensiyalanuvchi to'lqinlar bosib o'tadigan yo'llarning optik uzunliklari farqi juda katta bo'lmasligi kerak. Chunki qo'shiluvchi tebranishlar to'lqinlarning bitta natijaviy tizmasiga tegishli bo'lishi kerak. Agar bu farq 3 m ($t=10^{-8}\text{ s}$ - atom nurlanish vaqti) tartibida bo'lsa, har xil tizimlarga tegishli tebranishlar ustma-ust tushadi va ular orasidagi fazalar farqi tartibsiz ravishda uzluksiz o'zgarib turadi.

Faraz qilaylik, ikki kogerent to'lqinga ajralish 0 nuqtada amalga oshayotgan bo'lsin (1-rasm). P nuqtaga kelguncha birinchi to'lqin sindirish ko'rsatkichi n_1 bo'lgan muhitda L_1 yo'lni bosib o'tadi, ikkinchi to'lqin esa sindirish ko'rsatkichi n_2 bo'lgan muhitda L_2 yo'lni bosib o'tadi. U holda to'lqinlar P nuqtada uyg'otgan tebranishlarning faza farqi qo'yidagiga teng bo'ladi:

$$\delta = \varphi_2 - \varphi_1 = R \cdot \Delta = \Delta \cdot 2\pi / \lambda. \quad (5)$$

bu yerda

$$\Delta = n_2 l_2 - n_1 l_1 = l_2 - l_1 \quad (6)$$



1-rasm

Δ - to'liqlar bosib o'tadigan yo'llar optik uzunliklari farqiga teng kattalik bo'lib, optik yo'llar farqi deyiladi. $K = 2\pi/\lambda$ to'liq soni. (5) formuladan ko'rinadiki, agar Δ vakuumdagi to'liq uzunliklarining butun son marta olinganiga teng bo'lsa, ya'ni

$$\Delta = \pm m\lambda_0 \quad (m = 0, 1, 2, \dots) \quad (7)$$

bo'lsa, fazalar farqi 2π ga karrali bo'ladi va har ikki to'liq R nuqtada uyg'otayotgan tebranishlarning fazasi bir xil bo'ladi. Demak, (7) shart interferensiyon maksimumlar shartidir.

Agar Δ vakuumdagi yarim to'liq uzunliklarining toq soniga teng, bo'lsa, ya'ni

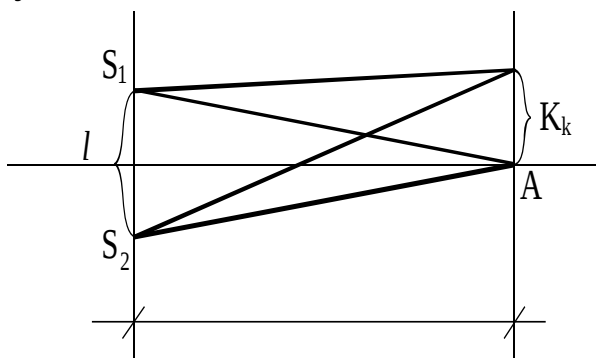
$$\Delta = \pm (2m\Delta) \frac{\lambda_0}{2} \quad (m = 0, 1, 2, \dots) \quad (7)$$

bo'lsa, P nuqtadagi tebranishlar qarama-qarshi fazali bo'ladi. shunday qilib (8) shart interferensiyon minimumlar shartidir. Soni interferensiya tartibi deb ataladi.

Agar manba monoxromatik yorug'lik chiqarayotgan bo'lsa, ekranda qora yo'llar bilan bir-biridan ajratilgan va bir-biridan bir xil masofada joylashgan bir xil rangli yorug' yo'llar paydo bo'ladi. Eng yorug' yo'l markaziy yo'l bo'lilib, uni nol-inchi maksimum deb ataydilar. Nol-inchi maksimumdan keyin 1-tartibli, 2-tartibli va h.k. maksimumlar joylashadi.

Agar manbadan oq yorug'lik kelayotgan bo'lsa, ekrandagi bir xil rangli yo'llar o'rniga bir-biridan qorong'i sohalar bilan ajratilgan spektrlar paydo bo'ladi. Chunki interferensiyalovchi to'liqlar bir-birini kuchaytiradigan yo'llar farqi har xil uzunlikdagi to'liqlar uchun turlichadir (7-formulaga qarang). Faqat nol-inchi maksimum oq bo'ladi, chunki bu yerda hamma randagi yorug' yo'llar qo'shiladi.

Interferensiyon manzarada joylashgan yorug' va qorong'u yo'llar (polosalar) ning kengligini hisoblaymiz.



2 – rasm

Ekrandagi nuqtalarning o'rnini l_1 va l_2 chiziqlarga perpendikulyar yo'nalishda o'lchanadigan koordinata bilan xarakterlaymiz (2-rasm). Xisob boshini S_1 va S_2 ga nisbatan simmetrik joylashgan 0 nuqtada tanlab olamiz.

Manbalar bir xil fazada tebranayotir deb hisoblaymiz. Rasmdan ko'rinadiki, $l_1^2 = l^2 + (x - d/2)^2$, $l_2^2 = l^2 + (x + d/2)^2$ bundan

$$l_2^2 - l_1^2 = (l_2 + l_1)(l_2 - l_1) = 2xd \quad (9)$$

Biz qo'yida ko'ramizki, ko'zga yaqqol ko'rinadigan interferensiyon manzara hosil bo'lishi uchun manbalar orasidagi d masofa ekrangacha bo'lgan l masofadan ko'p marta kichik bo'lishi kerak. Shu shartlar asosida $l_2 + l_1 \approx 2l$ deb hisoblash mumkin. Sindirish ko'rsatkichi $n = 1$ bo'lgan muhitda $l_2 - l_1$ ayrim optik yo'llar farqi Δ ni beradi, ya'ni:

$$\Delta = d/l \quad (9)$$

Δ ning bu qiymatini (7) shartning ifodasiga qo'yib, intensivlikning maksimumlari x ning qo'yidagi qiymatlarida kuzatish ishini topamiz:

$$X_{\max} = \pm m l \lambda_0 / d \quad (m = 0, 1, 2, \dots) \quad (10)$$

(8) dan esa intensivlik minimumlarining koordinatalari kelib chiqadi:

$$X_{\min} = \pm \left(m + \frac{1}{2} \right) l \lambda_0 / d \quad (11)$$

Intensivlikning ikkita qo'shni minimumlari (maksimumlari) orasidagi masofani interferensiyon polosa (yo'l)ning kenligi deb ataymiz. (10) yoki (11) dan polosaning kengligi qo'yidagiga teng bo'ladi:

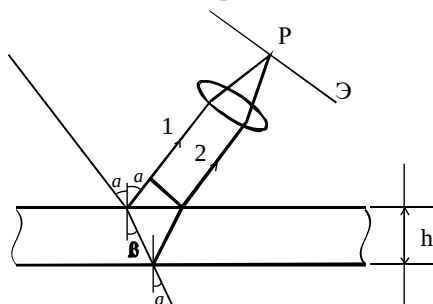
$$\Delta x = l \lambda_0 / d \quad (12)$$

(12) ga muvofiq manbalar orasidagi d masofa kamaygan sari, polosalar orasidagi masofa Δx ortib boradi. d ning qiymati l ga yaqin bo'lsa, polosalar orasidagi masofaning qiymati λ_0 bilan bir tartibda bo'ladi, ya'ni mikronning bir bo'lagiga teng bo'lar edi.

Bu holda ayrim yo'llar bir-biridan ajralib yaqqol ko'rinmaydi. Interferension manzara aniq bo'lishi uchun yuqorida eslatib o'tilgan shart bajarilishi kerak:

$$d \ll l \quad (13)$$

Yassi parallel plastinkada interferension manzara. Yorug'lik to'lqini yupqa va shaffof plastinkaga (yoki plenkaga) tushganda u plastinkaning ikkala sirtidan ham qaytadi. Natijada o'zaro parallel kogerent yorug'lik to'lqinlari hosil bo'ladi va ular L linza fokusida interferensiya manzarasi hosil qiladi (3-rasm).



3-rasm

Plastinkadan o'tgan nur tushuvchi nurga parallel holda chiqadi (uni e'tiborga olmaymiz). Yassi parallel plastinkaning ustki va pastki sirtlaridan qaygan 1 va 2 nurlar uchun optik yo'llar farqi qo'yidagiga teng bo'ladi:

$$\Delta = n_2 l_2 + n_1 l_1 = 2h\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} - \frac{\lambda_0}{2} \quad (14)$$

bu yerda h – plastinka qalinligi, α – yorug'likning tushish burchagi.

Agar 1 va 2 nurlarning yo'liga yig'uvchi linza o'rnatilsa, ular linzaning fokal tekislikdagi nuqtalaridan birida kesishadi va interferensiyalashadi.

Biror P nuqtada

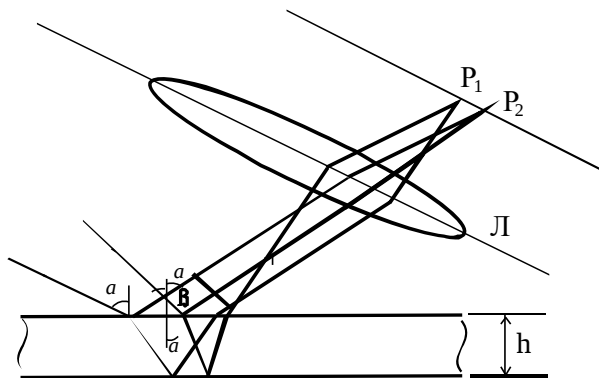
$$\Delta = 2h\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} - \frac{\lambda_0}{2} = m\lambda \quad (15)$$

bo'lsa, maksimum

$$\Delta = 2h\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} - \frac{\lambda_0}{2} = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda_0 \quad (16)$$

bo'lsa, minimum kuzatiladi ($m = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$) interferensiya tartibi.

Teng og'ishga tengishli polosalar. Yupqa yassi parallel plastinka (4-rasm) tarqoq monoxromatik yorug'lik bilan yoritilgan bo'lsin.

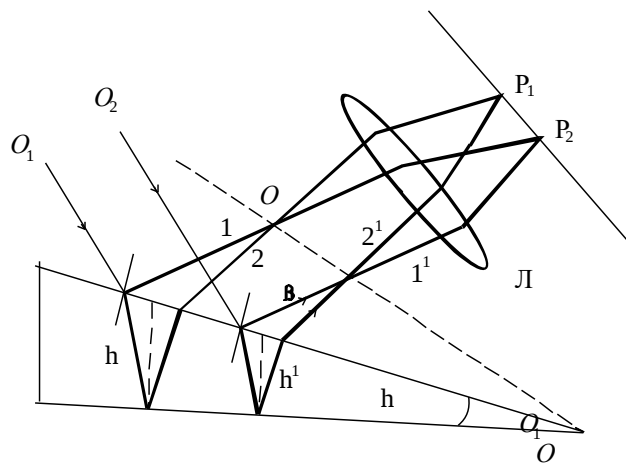


4-rasm

Plastinkaga parallel qilib musbat linza o'rnatamiz va uning fokal tekisligiga ekran joylashtiramiz. Tarqoq yorug'lik tartibda har xil tomonlarga yo'nalgan nurlar bor. Rasm tekisligiga parallel va plastinkaga d_1 burchak ostida tushadigan nurlar plastinkaning ikkala sirtidan qaytgach P_1 nuqtada yig'ilib, bu nuqtada (5) optik yo'llar farqiga bog'liq bo'lgan yoritilganlik hosil bo'ladi. Boshqa tekisliklarda yotuvchi, lekin plastinkaga o'sha α_1 burchak ostida tushuvchi nurlar ekranning boshqa nuqtalarida yig'iladi va bu nuqtalar ekranning 0 markazidan P_1 nuqta bilan bir xil masofada bo'ladi. Bu nuqtalarning hammasida yoritilganlik bir xil bo'ladi. Shunday qilib, plastinkaga α burchak ostida tushuvchi nurlar ekranida bir xil yoritilgan va 0 markazli aylanada joylashgan nuqtalar to'plamini hosil qiladi. Xuddi shuningdek, boshqa burchak ostida tushuvchi nurlar, ekranda bir xil (lekin boshqacha; chunki Δ boshqa) yoritilgan va boshqa radiusli aylana joylashgan P_2 nuqtalar to'plamini hosil qiladi. Natijada ekranda birin-ketin joylashgan yorug' va xira doiraviy polosalar vujudga keladi, ularning umumiy markazi 0 nuqta bo'ladi.

Har bir polosani plastinkaga bir xil α burchak ostida tushuvchi nurlar hosil qiladi. Shuning uchun ham bu interferensiyalar teng (bir) og'ishga tegishli polosalar deb yuritiladi. Ular cheksizlikda lokallangan.

Teng qalinlikka tegishli polosalar. Uchidagi burchagi B bo'lgan zona ko'rinishidagi plastinkani olamiz (5-rasm). Unga parallel nurlar dastasi tushayotgan bo'lsin. Tushayotgan 0 nurning bo'lishidan hosil bo'lgan nurlardan ikkitasini: plastinkaning yuqori va pastki sirtlaridan qaytgan 1 va 2 nurlarni qarab chiqamiz. Agar linza yordamida ularning P nuqtada uchrashtirsak, ular interferensiyalashadi. 0 burchak juda kichik bo'lganda nurlarning yo'llari farqini yetarlicha aniqlik bilan (14) formula bo'yicha hisoblash mumkin. Buning uchun h sifatida plastinkaning nur tushayotgan joyidagi qalinligini olish kerak. Plastinkaning boshqa nuqtasiga tushayotgan 0' nurning bo'lishi hisobiga hosil bo'lgan 1 va 2 nurlarni linza P' nuqtada yig'adi. Bu nurlarning yo'llar farqi h^1 qalinlik bilan aniqlanadi.



5-rasm

Agar ekranning $Q_1, Q_2, \dots$ nuqtalardan o'tuvchi sirtga qo'shma bo'ladigan qilib joylashtirsak, unda yorug' va xira polosalar hosil bo'ladi. Bu polosalarning har biri plastinkaning bir xil qalinlikdagi joylaridan yorug'likning qaytish hisobiga hosil bo'ladi. Shu sababli bu holda interferensiyon polosalar teng qalinlikka tegishli polosalar deb ataladi.

Bu polosalar plastinkaga yaqin joyda – uning ustida yoki ostida lokallanadi. Dasta plastinkaga normal yo'nalishda tushsa polosalar plastinkaning yuqori sirtida lokallanadi.

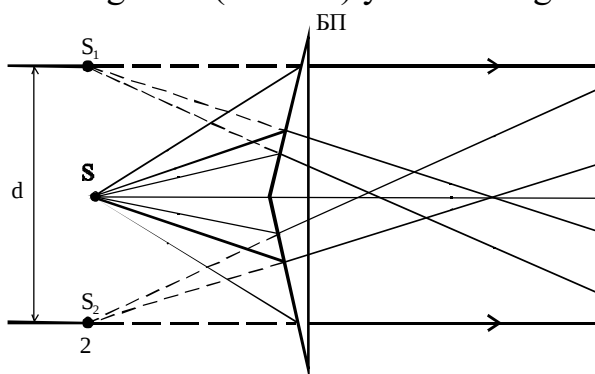
Nyuton xalqalari bir xil qalinlik polosalarning klassik misolidir.

Asbobning tavsifi va o'lchashlar. Biprizma sindiruvchi burchaklari kichik ($A=30^\circ$), asoslari bir-biriga taqalgan ikkita prizmadan iborat. Tirqishdan chiqayotgan yorug'lik shu'lasi biprizmadan singandan so'ng, xuddi tirqishning ikkita mavhum S_1 va S_2 tasvirlaridan chiqayotgandek, bir-birini qoplovchi ikkita shu'laga ajraladi. S_1 va S_2 manbalar kogerent bo'lgani uchun, biprizma orqasidagi fazoda shu'lalarning kesishishi sohasida interferensiyon manzara hosil bo'ladi (6-rasm).

Biprizma (БП) tirqishdan 70-80 sm masofada, sindiruvchi qirralari vertikal vaziyatda o'rnatiladi. Biprizmadan 30-50 sm narida okulyar mikrometr o'rnatiladi. Yoritkich darchasi, tirqish o'rtasi, biprizma va okulyar mikrometr bir xil balandlikda bo'lishi shart.

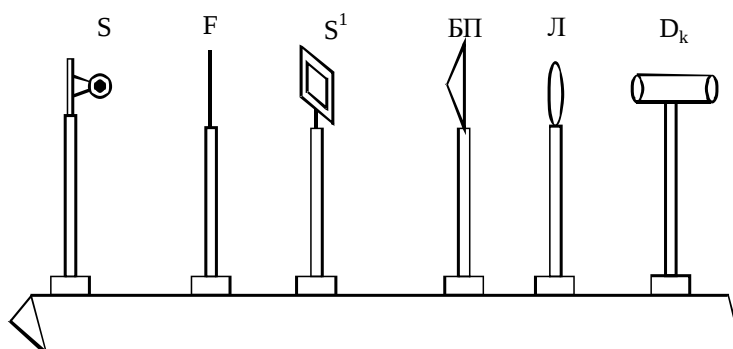
Tirqish yetarlicha toraytiriladi, uni yoki biprizmani gorizontaal o'q atrofida tirqish biprizma qirrasiga parallel o'q atrofida biroz burib, tirqish biprizma qirrasiga parallel vaziyatga keltiriladi. Tirqish ana shunday vaziyatga keltirilganda interferensiyon manzara eng yaqqol bo'ladi. tirqish kengligini o'zgartirib va mikrometrni optik taglik bo'ylab siljitib, interferensiyon yo'llar orasidagi masofa yetarli uzoq bo'lganida, ularni yetarli darajada ravshan bo'lishiga erishiladi. Okulyar mikrometr yordamida ikki interferensiyon yo'l orasidagi masofa topiladi. Buning

uchun bir-biridan uzoqroq joylashgan ikki xira (yoki yorug') yo'llar orasidagi masofa o'lchanib, uni shu masofadagi xira (ravshan) yo'llar soniga bo'lish kerak.



6-rasm

So'ng S_1 va S_2 manbalar orasidagi d masofa aniqlanadi. Buning uchun biprizma bilan mikrometr orasidagi fokus oralig'i 10-15 sm keladigan yig'uvchi L linza o'rnatilgan (rasm-7).



7-rasm

Rasmda F – qizil yorug'lik filtri. Bu prizma S^1 tirqishning ikkita haqiqiy tasvirini beradi. Linzani siljitib, tirqishning ikkala tasviri O_k okulyar mikrometrda aniq ko'rinadigan vaziyatga keltiriladi. Shu paytda bu tasvirlar interferension manzara ko'ringan tekislikda bo'ladi. Okulyar mikrometr vositasida tirqishning tasvirlari orasidagi masofa d^1 o'lchanadi. So'ngra S^1 tirqishdan okulyar mikrometrgacha bo'lgan l masofa, tirqishdan linzagacha bo'lgan a masofa va linzadan okulyar mikrometrgacha bo'lgan a^1 masofa o'lchanadi. Linzaning kattalashrish formulasidan

foydalanib, tirqishning mavhum tasvirlari orasidagi masofa $\alpha = \frac{a}{a^1} \cdot d^1$ (1) topiladi. Va nihoyat qo'yidagi formuladan to'lqin (istalgan) uzunligi topiladi:

$$\lambda = d\Delta x / l \quad (2)$$

№	a	a'	d'	d	Δx	L	λ	$\lambda_{o'r}$	$\Delta\lambda$	$\frac{\Delta\lambda_{o'rt}}{\lambda_{o'rt}} \cdot 100\%$
1										
2										
3										
4										

KONTROL SAVOLLAR

1. Ishning maqsadi, ish formulasi va ishning bajarilish tartibi.
2. Yorug'likning interferensiyasi.
3. Kogerent to'lqinlar va ularni hosil qilish usullari.
4. Interferension maksimumlar va minimumlar sharti.
5. Oq va monoxromatik yorug'liklar hosil qilgan interferension manzaralar farqi.
6. Interferension polosalar kengligi.
7. Interferension manzaralarning aniq ko'rinish sharti.
8. Shaffof yassi parallel plastinkada interferension manzara.
9. Bir xil qiyalik polosalari va ularning lokallanishi.
10. Bir xil qalinlik polosalari va ularning lokallanishi.
11. Interferensiyaning amalda qo'llaniladi.

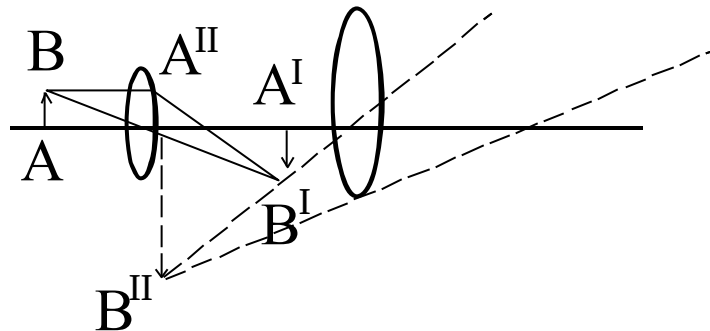
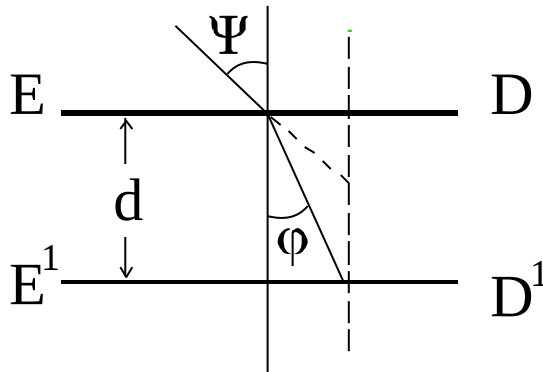
ADABIYOTLAR

1. Sivuxun D.V. Obshiy kurs fiziki. Optika. – M.: 1980. s 188-216.
2. Godjayev N.M. Optika. – M.: Visshaya shkola, 1977, s. 67-117.
3. Savelev I.V. Umumiy fizika kursi. – III tom – Toshkent. 1983, III bob.
4. Landsberg G.S. Optika. – Toshkent: O'qituvchi, 1981, IV-VII boblar.
5. Matveev A.N. Optika – M.: Visshaya shkola, 1985, gl. 5.
6. Butikov E.I. Optika. – M.: Visshaya shkola, 1986, gl. 5.
7. Fizikadan praktikum //Elektr va Optika// V.I. Iveronova taxriri ostida. – Toshkent: O'qituvchi, 1979. – 436 bet.

3 – LABORATORIYA ISHI

MIKROSKOPNI KATTALASHTIRISHINI VA SHISHANI SINDIRISH KO'RSATKICHINI ANIQLASH.

Biror C nuqtadan chiquvchi yorug'lik nurlari optik zichligi kichik moddaga o'tishda sinish tufayli C nuqta yorug'lik nurlarini sindiruvchi sirtga tomon yaqinlashganga, ya'ni a masofaga ko'tarilganga o'xshab ko'rinadi (1-rasm). Bu ishda shu hodisadan shishaning sindirish ko'rsatkichini aniqlash uchun foydalaniladi.



Faraz qilaylik, ko'zimiz plastinkaning C nuqtasi orqali ED va $E'D'$ yuzalariga o'tkazilgan normal bo'ylab kuzatayotgan bo'lsin. Normalga nisbatan kichik φ burchak tashqil etuvchi BC nurni qaraymiz. Bu nur havoga chiqayotgan B nuqtada sinib, normalga Ψ burchak orqali yo'naladi. Sinish qonuniga asosan:

$$\frac{\sin \Psi}{\sin \varphi} = n$$

Qaralayotgan nur boshqa normalga yaqin chiqayotgan nurlar kuzatuvchiga C nuqtadan chiqayotgandek ko'rinadi. Rasmdan ko'rinadiki, C nuqtaning ko'rinishidagi ko'tarilishi $a = AC - AC^1$. ABC va ABC' uchburchaklardan: $AB = AC \operatorname{tg} \varphi$,

$AB = AC^1 \operatorname{tg} \psi$. Bundan $AC \operatorname{tg} \varphi = AC \operatorname{tg} \psi$. Agar $AC = d$ $AC = a^1$ ekanligini hisobga olsak,

$$\frac{d}{a^1} = \frac{d}{d-a} = \frac{\operatorname{tg} \Psi}{\operatorname{tg} \varphi}$$

Burchaklar kichik bo'lganligi uchun ularning tengenslarini sinuslari bilan almashtiramiz va qo'yidagini hosil qilamiz:

$$\frac{d}{d-a} = \frac{\sin \Psi}{\sin \varphi} = n$$

Bundan ko'rinadiki, shisha plastinkaning qalinligi d va C nuqtaning ko'rinishdagi ko'tarilishi a ni bilib, shisha plastinkaning sindirish ko'rsatkichini aniqlash mumkin.

Plastinkaning qalinligi mikrometr bilan o'lchanadi, C nuqtaning ko'rinishidagi kutarilishi esa mikroskop yordamida topiladi (mikroskopning optik sxemasi 2-rasmda keltirilgan). Bunda ikki usul bo'lishi mumkin:

1. Toza shisha plastinkaning ustiga belgi qo'yib, uni mikroskop stolchasiga qo'yib, belgining yaqqol tasvirini ko'rishi kerak. Mikroskop tubusining mikrometrik vinti ko'rsatgan bu holati yoziladi. Keyin bu plastinka ustiga boshqa toza plastinka qo'yiladi va tubusni siljitib o'sha belgining yana yaqqol tasviri hosil qilinadi. Tubus mikrometrik vintning bu holati ham yoziladi. Tubusning bu ikkala holatlarini farqi belgi (buyum) ning ko'rinishdagi ko'tarilishiga teng bo'ladi.

2. Bu usulda sindirish ko'rsatkichi aniqlashi lozim bo'lgan shisha plastinkaning har ikki sirtiga belgilar qo'yilishi lozim. Plastinkaning ko'rinishdagi qalinligi tubusning plastinka ustki sirtlaridagi aniq ko'rinishiga tegishli holatlari orasidagi farqqa tengdir.

Ishni bajarish uchun mikroskop tubusning shunday holatini topish kerakki, bunda plastinkaning ustki sirtidagi belgi aniq ko'rinsin. Mikrometrik vintning bu holatga tegishli bo'limlar soni T_1 bo'lsin. Keyin mikrometrik vintni burish bilan tubusni siljitib, plastinkaning pastki sirtidagi belgining aniq ko'rinishiga erishish kerak. Bunda vintning to'la aylanishlari soni m va vintning bo'limlar soni T_2 bo'lsin. Mikrometrik vint barabanidagi bo'limlar soni N bo'lsa, vintning qadami z ni bilib, vint bir to'la aylanganda tubusning siljigan masofasini qo'yidagicha topish mumkin:

$$S = NZ, \quad Z = 0,002 \text{ mm va } N = 50, \quad S = 0,1 \text{ mm.}$$

Vintning m ga to'la aylanishlar soni tubusni ms ga siljiriladi, disk bo'limlarining farqi T_2-T_1 esa tubusni (T_2-T_1) mm ga siljitadi.

Shu ravishda tubusning siljishi plastinkaning ko'rinishdagi qalinligini beradi:
 $a' = d - a = ms + (T_2 - T_1)z$.

Bunga asosan sindirish ko'rsatkichi topiladi: $n = \frac{d}{a'} = \frac{d}{d - a}$

Birinchi usul bilan o'lchash metodikasi ham xuddi yuqoridagidek bo'lib, lekin bunda plastinkaning ko'rinishdagi ko'tarilishi

$$n = \frac{d}{d - a}$$

aniqlanadi.

Plastinkaning sindirish ko'rsatkichi esa ilgarigiday formula bilan aniqlanadi:

Tajriba bir necha matra takrorlanib, olingan natijalar jadvalga yoziladi. Uning o'rtacha qiymati, mutloq va nisbiy xatolar hisoblab topiladi.

KONTROL SAVOLLAR

1. Ishning maqsadi va borishi
2. Mikroskopning optik sxemasi
3. Nisbiy va absolyut sindirish ko'rsatkichi
4. Sindirish ko'rsatkichini fizik ma'nosi
5. Yorug'likni sinishini Gyugenscha va Nyutoncha tushuntirish
6. Yorug'likning yupqa parallel plastinkadan o'tishi.

ADABIYOTLAR

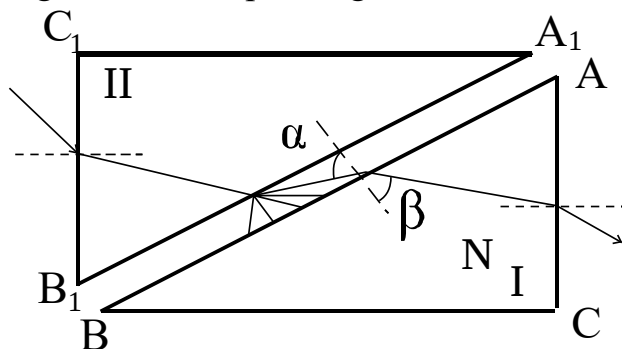
1. Landsberg G.S. "Optika" Moskva – 1976
2. Frish S.E. "Umumiy fizika kursi".

5 – LABORATORIYA ISHI

REFRAKTOMETR YORDAMIDA SUYUQLIKLARNING SINDIRISH KO'RSATKICHINI ANIQLASH VA O'RTACHA DISPERSIYASINI ANIQLASH.

Asbobning ishlash prinsipi va optik sxemasi. Bu ishda IRF-22 tipidagi refraktometr ishlatiladi. Uning ishlash prinsipi, yorug'likning sindirish ko'rsatkichi turlicha bo'lgan ikki muhit chegarasidan o'tishda sodir bo'ladigan hodisaga asoslangan.

Shaffof suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichi undan o'tuvchi yorug'likda aniqlanadi. Tekshiriladigan suyuqlikning bir necha tomchisi I va II prizmaning (1-rasm) gipotenuza yoqlari orasiga qo'yiladi, I prizmaning AB yog'i silliqlangan bo'lib, u o'lchash prizmasi, II prizmaning A_1B_1 yog'i silliqlangan bo'lib (matoviy), u yorituvchi prizma deb ataladi. Yorug'lik manbaidan kelayotgan nur II prizmaning C_1B_1 yog'idan sochilib chiqadi va turli yo'nalishlarda suyuqlikka kiradi. Undan o'tib I prizmaning AB yog'iga tushadi. Sindirish ko'rsatkichi I prizmaning sindirish ko'rsatkichidan kichik bo'lgan moddalar tekshirilishi mumkinligidan, hamma yo'nalishda ketgan yorug'lik nurlari I prizмага sinib o'tadi.



$$\text{Sinish qonunidan} \quad n \sin \beta = N \sin \alpha \quad (1)$$

bu yerda n – tekshirilayotgan moddaning sindirish ko'rsatkichi:

α – yorug'likning tushish burchagi; N – I prizmaning sindirish ko'rsatkichi; β – yorug'likning sinish burchagi.

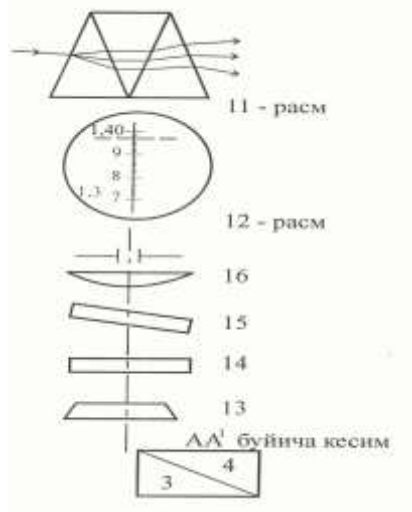
Bu formuladan ko'rinadiki, α ning oshishi bilan β ham kattalashadi, $\alpha=90^\circ$ bo'lganda β maksimal qiymat oladi. Shu paytda AB sirtga sirg'anuvchi bo'lib qoladi.

Tushish bo'yicha 90° bo'lgandagi sinish burchagining maksimal qiymatiga chegaraviy sinish burchagi deyiladi. I va II prizmalar orasi juda kichik bo'lganligi uchun nurli sirg'anuvchi deb hisoblash mumkin. U holda $\alpha=90^\circ$ va $\sin \alpha=1$. buni hisobga olib (1) – formuladan hosil qilamiz:

$$\sin \beta = \frac{n}{N} \quad (2)$$

Haqiqatda sindirish ko'rsatkichini hisoblash formulasi ancha murakkab bo'ladi, chunki nur yana I prizmaning AC yog'iga ham sinadi.

Agar prizmadan chiqayotgan nurlar yo'liga ko'rish trubasini qo'ysak, uning ko'rish maydonining pastki qismi yorug', ustki qismi qorong'u bo'lib qoladi. Ko'rish trubasidan kuzatib yorug'-qorong'ulik chegarasini krestning o'rtasiga to'g'rilanadi va asbob shkalasidan sindirish ko'rsatkichining qiymati yozib olinadi.



2 – rasm

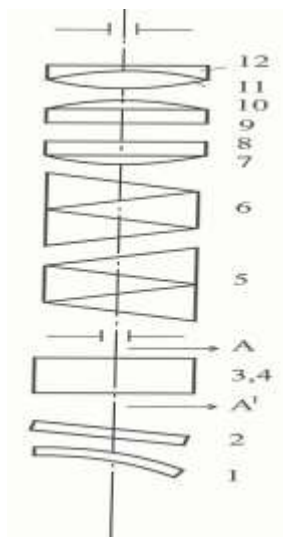
Asbobning optik sxemasi 2-rasmda keltirilgan. Yorug'lik nuri (1) kuzgudan qaytib, (2) yoritish prizmasiga yo'naltiriladi va undan tekshiriladigan suyuqlikka o'tadi. Suyuqlikdan (3) o'lchash prizmasi, (4) saqlagich shisha, (5) kompensatorlardan o'tib (6) ob'ektivga tushadi.

Keyin nur (7) prizmadan sinib, (8) krestli plastinka va (9) okulyardan o'tib kuzatuvchining ko'ziga tushadi. (10) ko'zgu yordamida (11) shkala yoritilib, bu shkala (12) prizma va (13) ob'ektiv yordamida (14) va (15) prizmalar orqali okulyarning fokal tekisligiga yo'naltiriladi. Shunday qilib, okulyarning ko'rish maydonida bir vaqning o'zida yorug'-qorong'ulik chegarasini, plastinka krestini va shaklini ko'rish mumkin.

Asbobning konstruksiyasi. Refraktometr qo'yidagi qismlardan iborat: korpus (1), o'lchash boshchasi (2) va ko'rish trubasi (3) bilan sanoq qurilmasi.

O'lchash boshchasining korpusiga mahkamlangan bo'lib, ichi kovak ikita quyma yarim sharlardan iborat. Ular yorituvchi va o'lchash prizmalarini tutib turadi. Moddalarning sindirish ko'rsatkichi temperaturaga bog'liq bo'lgan uchun o'lchash vaqtida uni o'zgarmaydigan qilib saqlash kerak.

Yorug'-qorong'ulik chegarasini topib setkadagi krest o'rtasiga to'g'rilash uchun (10) maxovikni (3-rasm) aylantirib o'lchash boshchasini burish kerak. Ulchash oq yorug'likda olib borilganda chegaraning rangini yo'qotish va o'rtacha dispersiyasini tashqil topgan kompensator xizmat qiladi.



3-rasm

Maxovik (11) yordamida bir vaqtda ikki prizmani ikki tomonga aylantirish mumkin. Kompensator bilan birga shkalali (12) baraban ham aylanadiki, undan o'rtacha dispersiya aniqlanadi. Tekshirilayotgan modda (13) ko'zgu bilan, shkala esa (14) ko'zgu bilan yoritiladi.

Shaffof suyuqliklarning sindirish ko'satkichini aniqlash. Prizmalar orasini ochib, o'lchash prizmasi yuzaga bir necha tomchi tekshiriladigan suyuqlikdan tomizib, yoritish prizmasini uning ustiga yopish kerak. Ko'zguning shunday holatini topish kerakki, u ko'rish maydonini yaxshi yoritsin. Suyuqlik prizmalar orasini to'la qoplashi kerak, uning ichida havo pufakchalari qolmasligi kerak. Okulyarga qarab (10) barabanni burish bilan yorug'-qorong'ulik chegarasi topiladi. (11) maxovik yordamida uning rangi yo'qotiladi va krestning o'rtasiga to'g'rilanadi. Shkaladan sindirish ko'rsatkichining qiymati yozib olinadi. Setkadagi gorizontaal to'g'ri chiziq hisoblash nuqtasidir. Butun, o'ndan bir, yuzdan bir va mingdan bir bo'laklari shkaladan topiladi, o'n mingdan bir bo'lagini ko'zda chamalab topiladi.

O'rtacha dispersiyani aniqlash. O'rtacha dispersiyani aniqlashda tekshiriladigan modda oldingi mashqdagi kabi o'rnatiladi. Kompensator prizmalaridan birini ikkinchisiga nisbatan burish dispersiya o'lchovi bo'ylab xizmat qiladi. Bu (11) maxovikni chegara rangdorligi to'la yo'qolguncha aylantirish bilan bajariladi. Shu vaqtda hisob 120 bo'lakka bo'lingan (12) barabandan olinadi.

Barabanni 180⁰ gacha burganda (60 bo'lim) kompensator dispersiyasi bir prizma dispersiyaning noldan boshlab ikki barabanga teng bo'lgan qiymatlarini oladi. Agar maxovikni o'sha tomonga burashni baraban ko'rsatkichi avvalgi qiymatni olguncha davom ettirsak, chegara yana rangsiz holatga keladi.

O'lchash vaqtida barabanning ikki tomonidan ham 4-5 marta hisob olish va uning o'rtacha qiymati % ni topish kerak. % ning bu topilgan qiymatiga va shu moddaning aniqlangan n_D sindirish ko'rsatkichiga asosan ishda jadvaldan foydalanib o'rtacha dispersiya qiymati $n_F - n_C$ topiladi. Buning uchun n_D ning o'lchab olingan qiymati uchun jadvaldan A va B topiladi. Agar n ning ushbu qiymati jadvalda berilmagan bo'lsa, A va B kattaliklar interpolyatsiya formulasidan foydalanib topiladi. z ning aniqlangan qiymati uchun δ topiladi. Agar z ning qiymati butun son bo'lmasa, δ ning qiymati ham interpolyatsiya yo'li bilan topiladi. Shuni hisobga olish kerakki, E ning 30 dan katta qiymatlari uchun, δ ning qiymati manfiy bo'ladi.

Interpolyatsiya formulasi:

$$A_x = A_1 + \frac{A_2 - A_1}{n_2 - n_1}(n_x - n_1)$$

$$B_x = B_1 + \frac{B_2 - B_1}{n_e - n_1}(n_x - n_1)$$

$$\delta_x = \delta_1 + \frac{\delta_2 - \delta_1}{n_2 - n_1}(n_x - n_1)$$

Jadvaldan olingan A , B va δ kattaliklarning qiymatlariga asosan o'rtcha dispersiya quyidagicha hisoblanadi:

$$n_F - n_C = A + B_\delta$$

bundan n_F – vodorodning F chizig'iga ($\lambda = 486,1$ nm) tegishli sindirish ko'rsatkichining qiymati;

n_C – sindirish ko'rsatkichining vodorodning C chizig'iga qizil ($\lambda = 656,1$ nm) tegishli qiymati;

O'rtacha dispersiya va sindirish ko'rsatkichining ma'lum qiymatlari asosan, ko'pincha nisbiy dispersiya deb ataluvchi kattalik hisoblanadi;

n_D – sindirish ko'rsatkichining natriyning D chizig'iga sariq ($\lambda = 589,3$ nm) tegishli qiymati.

Ba'zi hollarda ynga teskari bo'lgan va dispersiya koeffitsienti yoki Abbe soni deb ataluvchi kattalik hisoblanadi:

$$Y = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C}$$

Misol: Suv uchun $t^0=20^0\text{C}$ $n_0=1,3330$

Kompleksator barabanidan olingan hisob:

Barabanning bir tomonga	Aylanish ikkinchi tomonga	O'rtacha qiymat
41,7	42,1	41,9
41,7	42,2	42,0
41,6	42,0	41,8
42,0	41,9	41,0
41,8	41,9	41,8

$$\text{O'rtacha } 41,8 \quad z_{o'r} = \frac{41,8 + 42}{2} = \frac{83,8}{2} = 41,8$$

Jadvaldan $n_0=1,3330$ uchun interpoliyatsiya formulasidan foydalanib $A=0,02418$; $B=0,03120$ va $i41,9$ uchun yana shu formula bilan $C=0,584$ ekannini hisoblab topamiz. Formulaga (4) ga asosan:

$$nf - nC = A - \beta \cdot \delta = 0,02418 - 0,01822 = 0,00596$$

$$\nu = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C} = \frac{0,3330}{0,00596} = 55,8.$$

O'rtacha dispersiya aniqlash jadvali.

n_D	A	B	n_D	A	B
1,30	0,02437	0,03168	1,51	0,02356	0,02558
1,31	0,02431	0,03155	1,52	0,02354	0,02557
1,32	0,02425	0,03141	1,53	0,02353	0,02457
1,33	0,02420	0,03124	1,54	0,02352	0,02403
1,34	0,2415	0,03108	1,55	0,02352	0,02346
1,35	0,02410	0,03089	1,56	0,02352	0,02287
1,36	0,02405	0,03369	1,57	0,02352	0,02225
9,311,37	0,02401	0,03347	1,58	0,02353	0,02160
1,38	0,02396	0,03347	1,58	0,02354	0,02092
1,39	0,02392	0,02998	1,60	0,02356	0,02021
1,40	0,02388	0,02971	1,61	0,02358	0,01947
1,41	0,02384	0,02942	1,62	0,02361	0,01869
1,42	0,02380	0,02912	1,63	0,02363	0,01786
1,43	0,02376	0,02880	1,64	0,02370	0,01698
1,44	0,02373	0,02846	1,65	0,02376	0,01605
1,45	0,02370	0,02810	1,66	0,02383	0,01606
1,46	0,02367	0,02773	1,67	0,02391	0,01400
1,47	0,02364	0,02734	1,68	0,02400	0,01286
1,48	0,02362	0,02693	1,69	0,02411	0,01162
1,49	0,02359	0,02650	1,70	0,02425	0,01025
1,50	0,02357	0,02605			
z	δ	z	z	δ	z
0	1,000	60	14	0,743	46
1	0,999	59	15	0,707	45
2	0,995	58	16	0,669	44
3	0,988	57	17	0,629	43
4	0,978	56	18	0,588	42
5	0,966	55	19	0,545	41
6	0,951	54	20	0,500	40
7	0,934	53	21	0,454	39
8	0,914	52	22	0,407	38
9	0,891	51	23	0,358	37
10	0,866	50	24	0,309	36
11	0,839	49	25	0,259	35
12	0,809	48	26	0,208	34

KONTROL SAVOLLAR

1. Ishning maqsadi va bajarilish tartibi
2. Ishda qo'llanilgan asbobning optik sxemasi va ishlash prinsipi
3. Geometrik optika qonunlari
4. Nisbiy va absolyut sindirish ko'rsatkichi va uning fizik ma'nosi. U qaysi faktorlarga bog'liq.
5. To'la ichga qaytish hodisasi va uning amalda qo'llanilishi
6. Yorug'likning sinishini Gyuygens va Nyuton nazariyasi bo'yicha tushuntirish
7. Yorug'lik tabiati haqida hozirgi zamon tasavvuri.

ADABIYOTLAR

1. Sivuxin D.V. Obshiy kurs fiziki. Optika. – M.: Nauka 1980, s 11-31.
2. Landsberg G.S. Optika. – Toshkent: O'qituvchi, 1981, 10-20, 312-314 betlar
3. Godjayev N.M. Optika – M.: Vishaya shkola 1977. s 3-9, 45-66 betlar
4. Ioffe B.V. Refraktometricheskie metodi ximii. – L.: 1974.

6 – LABORATORIYA ISHI

REFRAKTOMETR YORDAMIDA SUYUQLIKLARNING SINDIRISH KO'RSATKICHINI ANIQLASH.

Asbobning ishlash prinsipining qisqacha tavsifi. RLU tipidagi refraktometrlar suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichini natriyning chizig'i uchun 1,3 dan 1,7 gacha bo'lgan oraliqda 1×10^{-3} aniqlik bilan bevosita o'lchashga imkon beradi.

Asbob suyuqlikning sindirish ko'rsatkichini chegaraviy sinish burchagi bo'yicha topishga asoslangan bo'lib, ishlash prinsipi IRF-22 refraktometrga o'xshash. Shuning uchun bu masalaga to'xtalib o'tirmaymiz.

Faqat shu narsani eslatib o'tamizki, sindirish ko'rsatkichini aniqlash formulasi

$$n = N \sin \beta$$

ga nisbatan biroz murakab, chunki prizmadan chiqayotgan nurlar yana AC yoqdan ham sinib o'tadi. Bu holda sindirish ko'rsatkichi quyidagi formula yordamida topiladi:

$$n = \sin \varphi \sqrt{N^2 - \sin^2 \beta} \pm \cos \varphi \cdot \sin \varphi$$

Bu yerda φ o'lchash prizmasining sindiruvchi burchagi.

Asbobning optik sxemasi vizir sistemasidan va o'lchash sistemasidan iborat.

Vizir sistemasi. Sferik (1) yoki yassi oynadan qaytgan yorug'lik nuri, yritish prizmasi (3) ga yo'naltiriladi. Tekshirilayotgan moddaning yupqa qatlamidan o'tib, o'lchash prizmasi (4) ga, dispersiya kompensatorining birinchi (5) va ikkinchi (6) to'g'ri ko'rish prizmalari orqali o'tib, (7-8) shisha linzalardan iborat ob'ektivga tushadi. Undan keyin tur (9) va okulyardan o'tib (10,11,12) kuzatuvchining ko'ziga tushadi.

O'lchov sistemasi. Yarim tiniq oyna (15) dan qaytgan yorug'lik netal shkala (13) ni yoritadi. Shisha plastinka (14) ga shtrix chizilgan bo'lib, lupa (16) yordamida (13) shkaladan sindirish ko'rsatkichining tegishli qiymatini yozib olamiz.

Dispersiya kompensatorining tuzilishi. To'la ichki qaytish hodisasini oq yorug'likda kuzatganda dispersiya sababli yorug'-qarong'u chegara hosil bo'lmasdan, bir-biriga aralashib ketgan kamalaksimon spektral yo'l hosil bo'ladi.

Bu effektini yo'qotish uchun ko'rish trubasi ob'ektivi oldiga dispersiya kompleksteni qo'yiladi. Kompensatorning asosiy qismi to'g'ri ko'rish prizmasi yoki Amichi prizmasidan iborat (1-rasm).

Bundan prizma murakkab tuzilgan bo'lib, uchta prizma bir-biriga kleylab yopishtirilgan, o'rtadagisi flintdan, ikki chetdagisi krondan yasalgan.

Bu prizmalar shunday tanlab olinadiki, ulardan o'tgan sariq nur o'z yo'li deyarli o'zgarmaydi. Bunda qizil rangli nurlar sariq nurga nisbatan ma'lum burchak ostida bir tomonga burilib chiqadi. Yashil, ko'k va boshqa nurlar esa qarama-qarshi tomonga o'z to'lqin uzunliklari mos keluvchi burchak ostida chiqib ketadi.

Qizil va havo rang nurlarning chiqish burchaklari o'rtasidagi farq burchak dispersiya deyiladi.

Agar o'lchov prizmasidan chiquvchi nurlar dastasining yo'liga ikkita Amchi prizmasini shunday o'rnatilgan, ularning burchak dispersiyasini $\Delta\beta$ ga teng bo'lib, ishorasi qarama-qarshi bo'lsa, umumiy dispersiya nolga teng bo'ladi. Natijasida bu rangli nurlar dastasining yo'nalishi chegaraviy D sariq nur bilan to'g'ri keladigan oq nur bo'lib to'planadi.

Asbobning umumiy tuzilishi quyidagicha. Cho'yan taglikka (4-rasm) stanina (2) o'rnatiladi. Staninaga pastki (13) va ustki (11) qismlardan va sektor (5) dan iborat asbob kamerasi o'qida maxkamlangan. Kamera qismlarida haroratni saqlab qismlarida haroratni saqlab turish uchun suv oqimi o'tishga mo'ljallangan bo'shliqlar o'yilgan. Suvni kirish va chiqish vazifasini shturserlarga kiygiziladigan rezina naychalar bajaradi. Harorat termometr (12) orqali kuzatib turiladi.

Ustki yarim shar (11) da o'lchash prizmasi o'rnatilgan bo'lib, bu yarim shar o'qqa mustahkam berkitilgan, yoritish prizmasini tutuvchi pastki yarim shar (13) bilan (14) sharnir yordamida birlashtirilgan. Sektorga kronshteyn o'rnatilgan bo'lib, unga ko'rish trubasi (8) mahkamlangan.

Kronshteynda dispersion kompensatorning aylanish mexanizmi o'rnatilgan bo'lib, uni aylantirish uchun rukoyatka (10) xizmat qiladi. Kamera bilan qo'zg'almas richag (4) berkitilgan va uni rukoyatka (7) yordamida friksion mexanizm harakatga keltiradi. Richag (4) ning ustki qismida hisoblash lupasining g'ilofi, sektor (5) ning ustki qismida esa shkala o'rnatilgan. Ko'zg'aluvchi kronshteynga berkitilgan ko'zgu (15) kamera oynasiga yorug'likni yo'naltirish uchun xizmat qiladi. Ko'zg'aluvchi kronshteynning holati prujina yordamida belgilanadi. Asbobning nol holatini belgilash uchun sozlash vinti (9) xizmat qiladi.

Yoqug'lik-qorong'ulik chagarasini topib, uni ko'rish trubasida krest bilan ustma-ust qo'yish uchun rukoyatka (7) ni burab kamerani aylantirish kerak. Oq yorug'likdan o'lchanganda yuz beradigan rangli chegarani rukoyatka (10) ni burash bilan yo'qotiladi.

Asbobni nol holatga qo'yish va tekshirish. Nol holatga qo'yish uchun o'lchash prizmasini distillangan suv tovchisini shisha tayoqcha yordamida tomizish lozim. Friksion rukoyatkani burib, shkala (12)ning turidagi gorizontaal chiziqni 1,333299 ga to'g'rilab qo'yiladi. Bunda yorug'lik-qoqong'ulik chegarasi chizig'i ko'rish trubasida

krest bilan ustma-ust tushish kerak. Agar ustma-ust tushmasa, sozlash mexanizmi (9) ning vinti burilib (4-rasm), yor'glik-qorong'ulik chegarasi krest ustiga keltiriladi.

Asbobning nol holatini topish bir necha marta takrorlanadi. Agar prizmaning temperaturasi 20°C dan farqli bo'lsa, distillangan suvning sindirish ko'rsatkichi n tegishli temperatura uchun jadvaldan qoraladi.

1-mashq. Suyuqlikning sindirish ko'rsatkichini topish.

Kerakli narsalar. Tekshirish uchun bir necha xil suyuqlik.

O'lchash. O'lchash prizmasiga shisha tayoqcha yordamida tekshirilayotgan suyuqlikdan bir necha tomchi tomiziladi. Pastki yarmini (16) kalit maxkamlandi va o'lchash prizmasidagi oyna orqali qarab suyuqlik prizmalar oralig'ini qanchalik to'ldirganligiga e'tibor beriladi, agar to'la to'ldirilmagan bo'lsa, qaytadan yana suyuqlik tomizish kerak. Rukoyatka (7) ni aylantirib, okulyardan qarab yorug'-qorong'ulik chegarasi topiladi va rukoyatka (10) yordamida uning rangi yo'qotiladi.

Rukoyatka (7) ni aylantirib, okulyardan qarab yorug'-qorong'u chegara topiladi va rukoyatka (10) yordamida uning rangi yo'qotiladi.

Rukoyatka (7) yordamida yorug'lik-qorong'ulik chegarasi krest ustiga aniq keltiriladi va shkala bo'yicha natija yozib olinadi. Shkaladan yozib olishda undagi gorizontaal chiziqchanning holarini aniq ko'rish muhimdir (2-rasm). Bunda natijaning butun, o'ndan va yuzdan bir va mingdan bir ulushlari shkaladan aniq bo'lib, o'n mingdan bir ulushi esa ko'z bilan chamalab olinadi. Okulyarni muvozanat holatidan chiqarib tajriba o'n marta takrorlanadi.

ESLATMA: O'lchashlarni suyuqlik tomizilgandan 4-5 minut keyin boshlash kerak, chunki to'la harorat muvozanati vujudga kelishi kerak.

2-mashq. Noma'lum eritmaning konsentratsiyasini aniqlash.

1. Tekshirilayotgan moddaning quyidagi konsentratsiyali eritmaları tayyorlanadi: 2, 4, 6, 8, 10.

2. Tayyorlangan barcha eritmaların sindirish ko'rsatkichiularning konsentratsiyalari oshishi tartibida aniqlanadi.

3. Sindirish ko'rsatkichining eritma konsentratsiyasidan bog'liqlik grafigi chiziladi.

4. Noma'lum konsentratsiyali eritmaning sindirish ko'rsatkichi aniqlanadi va grafikdan foydalanib bu eritmaning konsentratsiyasi topiladi.

KONTROL SAVOLLAR

1. Ishning maqsadi va bajarilish tartibi
2. Ishda qo'llanilgan asbobning optik sxemasi va ishlash prinsipi
3. Geometrik optika qonunlari

4. Nisbiy va absolyut sindirish ko'rsatkichi va uning fizik ma'nosi u qaysi faktorlarga bog'liq.
5. Yorug'lik sinishini Gyugens va Nyuton nazariyasi bo'yicha tushuntirish
6. Yorug'lik tabiati haqida hozirgi zamon tasavvuri

ADABIYOTLAR

1. Sivuxin D.V. Obshiy kurs fiziki. Optika. – M.: Nauka, 1980, s. 11-31.
2. Landsberg G.S. Optika, - Toshkent: O'qituvchi, 1981, 10-20, 312-314 betlar.
3. Godjayev N.M. Optika. – M.: Vishaya shkola, 1977, s. 3-9, 45-66 betlar
4. Ioffe B.V. Refraktometricheskiye metody ximii. – L.: 1974.

14-LABORATORIYA ISHI

DIFRAKSION PANJARA YORDAMIDA YORUG'LIKNING TO'LQIN UZUNLIGINI ANIQLASH.

Maqsad: Ma'lum to'qlin uzunligidagi lazer nuri yordamida difraksion panjara doimiysini, simob lampasi chiqarayotgan spektrlarning to'qlin uzunligi hamda difraksion panjaraning burchakli dispersiyasini aniqlash.

Kerakli asbob va materiallar: goniometr, lazer LG-75, simob lampasi, difraksion panjara.

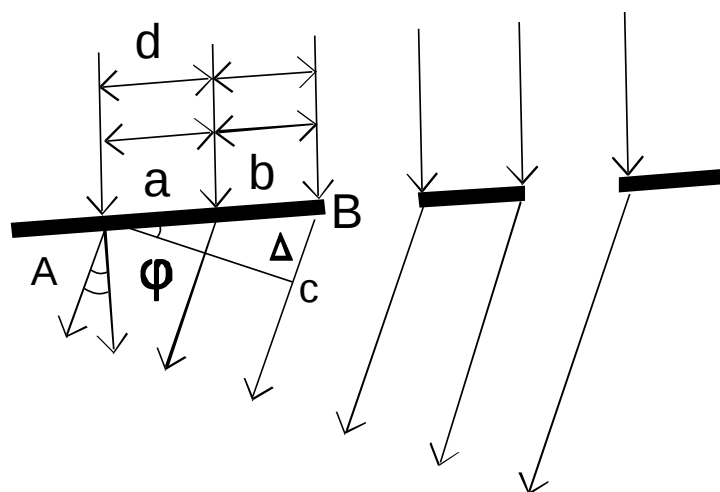
Qisqacha nazariya: Difraksion panjara deb, yuzaga tushuvchi elektromagnit to'qlin fazasiga yoki amplitudasiga ta'sir eta oladigan davriy takrorlanuvchi bir xil ixtiyoriy kenglikdagi parallel tirqishlar sistemasiga aytiladi.

Eng sodda difraksion panjara shisha plastinkadan iborat bo'lib, uning silliq sirti maxsus mashinalarda tilib chiqiladi. Tilingan parallel chiziqlar o'ziga tushayotgan yorug'likni sochib yuboradi va juda oz qismini o'tkazadi. Shu sababli bu chiziqlar noshaffof oraliqlar hisoblanadi. Noshaffof chiziqlar orasidagi yorug'lik o'tkazadigan silliq qismi yorug'lik o'tkazuvchi tirqishlar deyiladi va shaffof tirqishlarning kengligi bilan (1-rasm), noshaffof oraliqlar (ya'ni yorug'likni sochuvchi yo'llar)ning kengligi esa ***b*** bilan belgilanadi, ***d=a+b*** kattalik panjaraning davri deb ataladi. Difraksion panjaraga parallel nurlar dastasi tushayotgan bo'lsa, to'qlinlar Gyugens prinsipiga asosan ikkilamchi to'qlinlar manbaiga aylanadi. Tirqishlardagi ikkilamchi manbalar barcha yo'nalishlarda tarqaluvchi yorug'lik to'qlinlarni hosil qiladi. Tirqishlardan chiquvchi to'qlinlarning bir-birini kuchaytiradigan holatini o'rganib chiqaylik. Buning uchun φ burchak bilan aniqlanadigan yo'nalishda tarqaladigan to'qlinlar olinadi. Ikki qo'shni tirqishning chetlaridan chiqayotgan to'qlinlar yo'llarining farqi butun sondagi to'qlin uzunliklariga teng bo'lsa, bu to'qlinlar qo'shilib, bir-birini kuchaytiradi. $\triangle ABC$ va ***BC*** katet uzunligiga teng: ***BC=AB \sin \varphi = d \sin \varphi***

Bunga asosan ***BC*** ga butun sondagi to'qlin uzunliklari joylashadi:

$$d \sin \varphi = K\lambda \quad (1)$$

Bu yerda ***K=0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots*** qiymatlarni oladi va difraksiya tarkibi deb yuritiladi, φ - difraksiya burchagi, λ - yorug'likning to'qlin uzunligi.



1-rasm

$K=0$ shart bo'lganda hamma to'liq uzunliklari uchun maksimumlik sharti bajariladi, ya'ni $\varphi=0$ bo'lib, markaziy yorug'lik yo'l kuzatiladi. K ning boshqa hamma qiymatlarida markaziy yorug' yo'lga nisbatan simmetrik joylashgan yo'llar hosil bo'ladi. Difraksion panjaraning ajrata olish qobiliyati

$$r = \lambda / \Delta\lambda = kN \quad (2)$$

formula bilan aniqlanadi, bunda N -panjara tirqishlarining umumiy soni, λ va $\lambda + \Delta\lambda$ - panjara ajrata oladigan bir-biriga yaqin spektral chiziqlarning to'liq uzunligi.

$$D = d\varphi / d\lambda \quad (3)$$

Kattalik difraksion panjaraning burchakli dispersiyasi deyiladi va 1 - munosabatni differentsiallash yo'li bilan topiladi.

$$D = \frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{K}{d \cos\varphi} \quad (4)$$

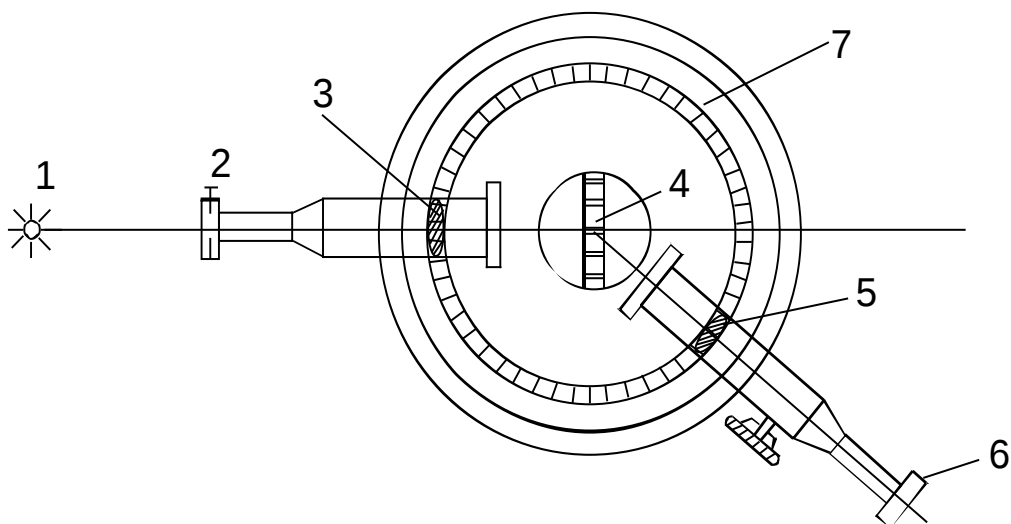
Agar o'lchashlar okulyar mikrometrli truba vositasida bajarilsa, u holda dispersiyasi spektral chiziqlar orasidagi mm da ifodalangan chiziqli masofaga qarab aniqlanadi.

Chiziqli dispersiya

$$D_l = \frac{d\lambda}{d\lambda} = D \cdot F \quad (5)$$

munosabat bilan aniqlanadi. Bu yerda F -okulyar fokus masofasi.

Asbobning tavsifi. Panjarada vujudga keladigan diffraksiyani kuzatish ko'rilmasining sxemasi 2-rasmda berilgan. Bunda yorug'lik manbai (1) yordamida kollimator ob'ektivining (3) fokusida joylashgan tirqish (2) yoritiladi. Tirqishning har bir nuqtasidan kelayotgan yorug'lik stolchada o'rnatilgan difraksion panjaraga to'shadi.



2-rasm. Yorug'lik difraksiyasini kuzatish sxemasi.
 1-yorug'lik manbai, 2-tirqish, 3-ob'yektiv, 4-difraksion panjara,
 5-okulyar, 6-ko'rish trubasi, 7-goniometr limbi.

Panjarada difraksiyalangan nurlar parallel dastalar bo'lib, ko'rish turibasi okulyarning (5) fokal (6) tekisligida tirqishning haqiqiy tasvirlari $S_1, S_2, \dots$ hosil qilinadi. Okulyarning ko'rish maydonida (fokal tekisligida) bir vaqtning o'zida ko'rish trubasida joylashtirilgan krest va tirqishning haqiqiy tasviri (difraksion maksimum) kuzatiladi. Kuzatma trubasini harakatlantirib, krestni hohlagan difraksion maksimumga to'g'rilab, burilish burchagini goniometr limbi (7) orqali aniqlab olish mumkin.

1-masq. Difraksion panjara doimiysini aniqlash.

Difraksion panjara doimiysini aniqlash uchun to'lqin uzunligi aniq bo'lgan yorug'lik manbai $He - Ne$ lazeri olinadi ($\lambda = 6328 \text{ \AA}$), difraksion panjara goniometr stolchasiga shunday o'rnatiladiki, uning chiziqlari (shtrixlar) tik bo'lsin va kollimatoridan chiqayotgan parallel nurlar dastasi panjaraga normal (tik) tushsin. Kuzatish turbasini burish yordamida krestni oldin chap tomondagi (0-tartibli maksimumga nisbatan) maksimumga joylashtirib, goniometr limbidan qancha φ chap burchakka burilgani yozib olinadi. Keyin kuzatish turibasini o'ng tomonga burib $\varphi_{o'ng}$ burchak topiladi va quyidagi munosabatdan difraksiya burchagi φ aniqlanadi

$$\varphi = \frac{\varphi_{chap} + \varphi_{o'ng}}{2}$$

Xuddi shunday tajriba ikkinchi va uchinchi tartibli ($K=2$ va $K=3$) difraksion maksimumlar uchun ham bajariladi. (I) formuladan topilgan $d = K\lambda / \sin \varphi$ munosabatdan foydalanib, difraksion panjara doimiysi hisoblanadi, olingan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi:

1-jadval

K	φ_{chap}	$\varphi_{o'ng}$	φ	d	$d_{o'rt}$	Δd	$\Delta d_{o'rt}$	N
1								
2								
3								

2-mashq. Simob lampasi chiqarayotgan spektrning to'liq uzunligini aniqlash. Bu tajribani bajarish uchun simob lampasini yoqib, undan nur chiqaradigan tirqishni goniometr kollimatoriga nisbatan u yoki bu tomonga harakatlantirib, kuzatish trubasida tirqishning aniq tasviri hosil qilinadi. Shundan keyin difraksion panjaradan foydalanib, simob spektrining har bir ko'rinadigan chizig'i uchun burilish burchaklari aniqlanadi. Tajriba simob spektrining birinchi va ikkinchi tartibli difraksion maksimumlar uchun bajariladi. Shuni aytish kerakki, simob lampasining nuri murakkab bo'lganidan difraksion maksimumlar chiziqlar spektr shaklida paydo bo'ladi. $\lambda = d \cdot \sin \varphi / K$ formuladan foydalanib simob spektridagi bir necha chiziqning to'liq uzunligi aniqlanadi. Natijalar quyidagi 2-jadvalga yoziladi.

K	φ_{chap}	$\varphi_{o'ng}$	φ	d	λ	$\lambda_{o'rt}$	$\Delta \lambda$	$\Delta \lambda_{o'rt}$	Nisbiy xato
1									
2									
3									

3-mashq. Difraksion panjaraning dispersiyasini aniqlash. Bu tajribani bajarishda simob spektrining bir-biriga yaqin joylashgan, to'liq uzunliklari (λ_1 va λ_2) ma'lum bo'lgan ikkita chizig'i olinadi va har qaysi uchun alohida - alohida burulish burchaklari φ_1 va φ_2 topilib, ularning farqi aniqlanadi:

$$\Delta \lambda = \lambda_1 - \lambda_2; \quad \Delta \varphi = \varphi_1 - \varphi_2$$

$$D = \frac{\Delta \varphi}{\Delta \lambda}$$

munosabatdan foydalanib o'rganilayotgan difraksion panjaraning dispersiyasi hisoblanadi.

Olingan natijalar quyidagi 3-jadvalga yoziladi.

<i>K</i>	<i>φ_{chap}</i>	<i>$\varphi_{o'ng}$</i>	<i>φ</i>	<i>$\Delta\varphi$</i>	<i>λ_1</i>	<i>λ_2</i>	<i>$\Delta\lambda$</i>	<i>D</i>	<i>$D_{o'rt}$</i>	<i>ΔD</i>	Nisbiy xato
1											
2											
3											

KONTROL SAVOLLAR

1. Ishning maqsadi va uning bajarish tartibini aytib bering.
2. Asbobning optik sxemasi, kollimatorning vazifasi haqida gapiring.
3. Kollimatorning va kuzatish trubasini cheksizlikka to'g'rilang.
4. Fraungofer difraksiyasi, Frenel difraksiyasi va ularning bir-biridan farqini tushintirib bering.
5. Difraksion panjarani monoxromatik yoki oq yorug'lik bilan yoritganda qanday manzara kuzatiladi?
6. Difraksion maksimum va minimumlarning yakka tirqishdan, 2 ta tirqishdan va N ta tirqishdan hosil bo'lish shartlarini tushintiring.
7. Difraksion panjaraning chiziqli, burchakli dispersiyasi va ajrata olish qobiliyati haqida gapiring.

ADABIYOTLAR

1. Matveev A.N. Optika. -M:, Visshaya shkola, 1985. -S. 315.
2. Butikov E.I. Optika -M: Visshaya shkola, 1986. -S. 512.
3. Kaliteevskiy I.I. Volnovaya optika. Visshaya shkola, 1977. -S. 480.
4. Landsberg G.S. Optika. - Toshkent: O'qituvchi, 1981. -944 b. 1980. - s. 750.
5. Sivuxin D. V. Obshiy kurs fizika. Optika. - M: Nauka 1980. - s. 750
6. Korolev F.A. Fizika kursi. Optika, atom va yadro fizikasi. - Toshkent: O'qituvchi , 1978. - 116 bet.
7. Fizikadan praktikum. "Elektr va optika". Iveronova V. I. taxriri ostida. -Toshkent: O'qituvchi , 1979. -136 mashq.

1. $\lambda = 404,7 \text{ nm}$ (Binafsha)
2. $\lambda = 546,0 \text{ nm}$ (Yashil)
3. $\lambda = 576,9 \text{ nm}$ (Sariq)

15 - LABORATORIYA ISHI

SAXARIMETR YORDAMIDA QUTBLANISH TEKISLIGINI AYLANISHINI O'RGANISH.

1. Asbobning qo'llanilishi:

SM modeli polyarimetr optik aktiv moddalarning va bir jinsli suyuqliklarning qutblanish tekisligini qanday burchakka burishini o'lchash uchun qo'llaniladi. Nonius bo'yicha burchakning aniqlik darajasi. $0,1^0$. Buralish burchagini o'lchash chegarasi 20^0 .

2. Asbobning ish prinsipi.

SM polyarimetrida uch qismga bo'lingan ko'rinish maydonining yorqinliklarini baravarlashtirish prinsipi qo'llanilgan.

Ko'rish maydonining o'rta qismiga kvars plastinkasini kiritish natijasida maydonning uch bo'lakka bo'linishiga erishilgan. Polyarizator bilan analizatorining optik o'qlari bir-biriga nisbatan $83-85^0$ gacha burilganda maydon toza qorong'ulashadi. Polyarizatorning qutblanish tekisligi bilan kvars plastinkaning o'qi orasidagi burchak bir necha gradusni ($5-7^0$ ni) tashqil etadi.

Elektr lampochkasining yorug'ligi yoki kunduzgi yoqug'lik oynacha yordamida polyarizatorning tugun nuqtalariga uzatiladi. Zarg'aldoq rangli (svetofiltr orqali) yorug'lik o'tkaziladigan filtrdan va polyarizatoridan o'tgandan keyin qutblangan yorug'likning o'rta qismi kvars plastinkadan va analizatoridan o'tadi. Asbobning ko'rish maydonidagi manzaraning shakli 2 – rasmda keltirilgan. Ko'rish maydonidagi uch qismga bo'lingan bo'laklarning yoritilganliklarini baravarlashtirish analizatorni burash yo'li bilan amalga oshiriladi. Agar analizator va polyarizator oralig'iga optik aktiv suyuqlik to'ldirilgan trubka qo'yilsa, ko'rish maydonining hamma qismidagi yoritilganlikning baravarligi buziladi yoki boshqacha aytganda fotometrik yo'qoladi.

Bunday buzilish analizatorni ma'lum burchakka burish yo'li bilan (bu burchak optik avtiv yoritmaning qutblanish tekisligini burish burchagiga tengdir) yana avvalgi holatga keltirish mumkin. Maydonlarning baravarlashtirib olingan hisoblarning ayirmasi, y'ni optik aktiv eritma o'rnashtirilgandagi hisob bilan eritmasiz holatdagi hisoblar ayirmasi optik aktiv eritmaning yoki suyuqlikning qutblanish tekisligini burash burchagi bo'ladi. Faraz qilaylik P gramm optik aktiv jism g gramm erituvchi ichida eritilgan bo'lsin, eritmaning zichligini d bilan belgilasak.

Bunda C – eritmaning konsentratsiyasi, ya'ni 100 sm^3 eritma ichida eritilgan modda miqdori. Shu eritma bilan uzunligi f dm bo'lgan trubkani to'ldiramiz. Agar shu trubka qutblanish tekisligini 20^0 C temperaturada natriyning D – chizig'i uchun α_D^{20} burchakka borsa, u holda quyidagicha yoza olamiz:

$$\alpha_d^{20} = [\alpha]_D^{20} \frac{P}{P + g} d \quad I = [\alpha]_D^{20} \frac{C}{100} \alpha$$

Bunda $[\alpha]_D^{20}$ - solishtirma buralish burchagi, ya'ni 100 sm³ hajmda 100 gramm optik aktiv modda eritilgan eritmaning 1 dm uzunligida 20⁰ C temperaturada natriyning D chizig'i uchun qutblanish tekisligining buralish burchagi. Yuqoridagi bog'lanishdan chiqarilgan:

$$K = \frac{100}{[\alpha]_D^{20} d}$$

tenglama qutblanish tekisligining buralish burchagi eritmaning konsentratsiyasiga proporsional ekanligini ko'rsatadi. Proportsionallik koeffitsienti:

$$C = \frac{100}{[\alpha]_D^{20} \alpha} \alpha_D^{20} = K \alpha_D^{20}$$

har qaysi eritma uchun o'zining har xil qiymatini beradi.

Ko'rinib turibdiki, trubkaning uzunligi α - ni o'zgartirish mumkin. Bizning ishimizda qo'llaniladigan trubkaning uzunligi $\alpha=0,9504$ dm.

Bunday vaqtda K glyukoza uchun $[\alpha]_D^{20}=52,6^0$ bo'lgandan

$$K \frac{100}{0,9504 \cdot 52,6} = 2.$$

Shuning uchun eritmadagi glyukozaning protsentlar ifodalangan qiymatini topish uchun asbobda o'lchangan qutblanish tekisligining buralish burchagini K ga ko'paytirish kerak. Har qanday optik aktiv moddalar uchun K koeffitsientining qiymati har xildir. K – ning qiymati har bir optik aktiv modda uchun uning solishtirma buralish burchagi qiymatidan topiladi. Agar glyukoza bilan tajriba olib borilayotgan bo'lsa, glyukoza o'rniga boshqa optik aktiv modda bilan tajriba o'tkazilayotgan bo'lsa, K – ning qiymati noma'lum bo'lsa, konsentratsiyasi bizga ma'lum bo'lgan eritmalarga mos kelgan buralish burchagi topiladi. Absissa o'qiga konsentratsiyalar qiymatini, ordinata o'qiga har bir konsentratsiyaga mos kelgan buralish burchaklari qiymatini qo'yib grafik chiziladi.

Noma'lum konsentratsiyani qutblanish tekisligini burishiga qarab grafikdan aniqlanadi.

3. Asbobning tuzilishi.

SM polyarimetri (1-rasm) qo'yidagi asosiy qismlardan iborat:

1. Analizatorning uchi.
2. Qutblantirish qismlari.
3. Manba.
4. Shtativ.
5. Suyuqlik uchun kyuvetalar.

1. Analizatorning uchi.

Analizatorning uchi gradusli qo'zg'almas shkaladan va birgalikda harakat qiladigan qismlardan: noniusdan, ko'rish trubasidan va hisoblash lupasidan iborat. Analizatorning uchini qutblanish qurilmasi bilan tutashtiruvchi kolonka (9) ning kesimiga eritma solinadigan trubka (6) (1-rasm) joylashtirilgan.

a) Ko'rish trubasi: uchlangan maydoni (4-rasm) kuzatish uchun xizmat qiladi va ob'ektivdan, okulyardan iboratdir. Mufta (7) ni burash yo'li bilan okulyar orqali

qaraladigan uchlangan maydon chegarasini juda aniq ko'rish holatiga keltirish mumkin.

b) Analizator polyaroidli pardadan iborat bo'lib, ikkita oyna orasida yoni yopishtirilgan holda saqlanadi va asbobning tegishli joyiga maxkamlanadi.

v) Gradusli shkala. Qo'zg'almas limbning nol raqamining chap va o'ng tomoniga graduslar joylashgan. Har bir bo'limining qiymati 1^0 ga teng. Qo'zg'aluvchi vtulkada limb ichida ikkita chap va o'ng bor. Har qaysi nonius 10 bo'limiga bo'lingan. Har bir bo'limining qiymati 0,1. Hisoblash aniqligi – $0,1^0$.

2. Qutblantiruvchi qurilma.

Qutblantiruvchi qurilma polyarizator (ikkita saqlovchi shisha orqasiga kleylangan polyaroidli zarg'aldoq parda) Svetofiltrdan (yorug'likni tanlab o'tkazuvchi) va polyarizator markaziga nisbatan simmetrik joylashtirilgan kvars plastinkadan iborat.

Asbob shtativga o'rnatilgan. Shtativning uchida rezbasi bor. Asbobni g'ilofga o'rnatish oldidan shtativ kolonkadan ajratib olinadi.)

Eritma solinadigan trubka.

Eritma solinadigan trubkaning uzunligi 0,9504 dm. Trubkaning uchlarida metalli qoplagichlar bor. Metalli qoplagichlar yordamida trubkaning ikkala uchi doira shaklidagi shisha plastinka bilan berkitiladi, va metalli qoplagichlar orqali mahkam qisiladi. Metall qoplagichlar prokladkalar joylashgan bo'lib, rezinali prokladkalar qoplovchi shishalardan deformatsiyalar yuzaga kelmasligi uchun xizmat qiladi.

Asbobda ishlash metodikasi.

1. Asbobning yoritilishi. Hamma tomonga yorug'likni birday tarqatadigan (matovoe) lampochkadan yorug'lik asbob ichiga yo'naltiriladi. Okulyar orqali fotometrik maydon kuzatiladi. Okulyarni siljitish natijasida uch bo'lakka bo'lingan maydonning chegarasi aniq ko'rinish holatiga keltiriladi. Analizatorni burash natijasida uch bo'lakka bo'lingan maydon bo'lakchalarining bir xil yoritilish darajasiga juda sezgirlik bilan keltiriladi, yoki boshqacha aytganda, bir xil darajada qorong'ulashgan holatga keltiriladi. Analizatorning sezgirlik darajasi quyidagilar bilan harakterlanadi: a) analizatorning salgina siljishi bilan maydondagi ko'rinmasdan turgan chegaralar ko'rina boshlaydi va bo'laklarning yoritilganligi keskin o'zgaradi. B) kuzatigan uch qismdan iborat bo'lgan maydonnig har bir bo'lagi, maydon har xil yoritilganlikka keltirilgandan keyin qorong'ulashadi.

Bir xil maksimal yoritilishi hosil qilish uchun lampochkani biroz burash va yorug'lik manbaini u yoq bu yoqqa siljitish yo'li bilan erishish mumkin. Qutblanish tekisligini 10^0 va undan kam burchakka buradigan optik aktiv moddlarni tekshirishda, odatda cho'g'lanma lampa yoki kunduzgi yorug'lik manbai ishlatiladi. Agar optik aktiv jism qutblanish tekisligini 10^0 dan katta burchankalga buradigan bo'lsa, u vaqtda, albatta, monoxromatik yorug'lik manbaidan foydalanish kerak, chunki bunday vaqtda tabiiy yoki nakal lampalaridan foydalanilganda maydonda turli xil ranglar paydo bo'aldi va fotometrik baravarlashtirishga xalaqit beradi va shu sababdan asosan o'lchashda katta holatlarga olib keladi.

2. Asbobning nol holatini aniqlash.

Uch qismdan iborat bo'lgan ko'rish maydonini noniusning holatlariga bog'liq bo'lgan ko'rinishlari (2-rasm):

A-nonius o'ng tomonning eng oxirgi holatida.

B-nol holatida.

V-nonius o'ng tomonning eng oxirgi holatida.

Asbobning nolini aniqlash trubkasiz yoki suv bilan to'ldirilgan trubka yordamida bajariladi, uchlangan ko'rish maydonining chegaralarini aniq ko'rish uchun okulyarni siljitish kerak. Shundan so'ng analizatorni biron tomonga burash orqali uchlangan maydon qorong'ulashgan (A va B) holatdan uchta bo'lagi ham birday yoritilgan holatiga keltiriladi. Bunday vaqtda maydonning o'rta qismi chetlariga nisbatan rangga bo'yalgan bo'lib ko'rinmasligi kerak va kvarts plastinkaning tomonlari tashqil qilgan chegara keskin ajralib turgan holda ko'rinmasligi kerak. Agar ko'rish maydoni ranglarga bo'yalib ko'rinadiga bo'lsa, eritma solingan trubkaning temir qalpoqchalarini salgina bo'shatirish (agar tajriba suv to'ldirilgan trubka orqali olib borilayotgan bo'lsa) natijasida bartaraf etish mumkin, chunki qalpoqchalar qattiq qisilishi natijasida deformatsiyalanib qoladi va undan yorug'lik to'lqinlari o'tganda yorug'lik dispersiyasini yuzaga keltiradi. Kvarts plastinkasi chegaralarini keskin ravishda ajralib turishi oynachani noto'g'ri o'rnatish natijasida kelib chiqadi. Uchlangan maydonni bir xil yoritilgan qorong'u holatga keltirish besh marta takrorlanadi. Har bir marta takrorlanganda konusdan alohida hisob olinadi. Besh hisobdan o'rtachasi asbobning nol holati yoki asbobni nolga to'g'rilash bo'ladi. Agar nol holatini hisoblashda noniusning nol chizig'iga limb nol chizig'iga nisbatan soat strelkasi bo'ylab siljigan bo'lsa, asbobning hisoblangan nol qopqoqlari optik jihatdan yaxshi shishalardan tayyorlanadi. Shisha qalpoqchalarning hosil qilgan ponasi 5 minutdan oshmasligi kerak. Suyuqlikning qutblanish tekisligini burish temperaturaga bog'liq bo'lganligi uchun, o'lchashni uy temperaturasida o'tkazish maqsadga muvofiqdir.

4. Optik aktiv suyuqlik yoki eritmaning qutblanish tekisligining burilish burchagini topish.

Tekshirilish kerak bo'lgan optik aktiv suyuqliklar, optik aktiv jismlar juda toza va tiniq bo'lishi kerak, ular tekshirishga xalaqit beradigan har qanday zarrachalardan tozalangan bo'lishi kerak. Agar suyuqlik va eritmada bir qancha optik aktiv jism bo'lsa albatta o'lchashda ularni hisobga olish kerak.

Qutblanish tekisligining burilish burchagini aniqlash uchun eritma yoki suyuqlik solingan trubkani asbobga joyiga o'rnatib, okulyarni ko'rish maydoni chegaralarini aniq ko'rib bo'ladigan holatga keltiriladi va hisob olinadi. Hisob olish (nol chizig'iga) qo'yidagicha bajariladi:

Avvalo limbning nol chizig'i noniusning nol chizig'iga nisbatan qancha to'liq graduslarga siljiganligiga qarab olinadi. Keyin noniusning nol chizig'idan to limbning gradusli chizig'iga to'g'ri kelgan noniusning chizig'igacha bo'lgan limbning bo'limlar sonini hosiblab, hisoblangan bo'limlar sonini 0,1 ga ko'paytiriladi. Noniusdan hisoblab olingan graduslar soniga limbdan hisoblab olingan gradus

ulushlari soniga limbdan hisoblab besh marta takrorlanib o'rtachasi olinadi. Qutblanish tekisligining hisoblangan o'rtachasi buralish burchagidan ishorasi hisobga olingan holda nol tuzatmani ayirish kerak. Nol holati qiymati oldiga $1 + 1$ ishorasi, agar soat strelkasiga teskari yo'nalishda siljigan bo'lsa, $1 - 1$ ishorasi qo'yiladi.

Asbobning nol holatini aniqlash kunduzgi yorug'lik uchun, cho'g'lanma lampa uchun va monoxromatik yorug'lik uchun hisoblangan alohida-alohida aniqlanadi. Kunduzgi yorug'lik uchun hisoblangan asbobning nol holati qiymati faqatgina kunduzgi yorug'lik bilan ishlagandagina yaroqli bo'ladi va hokazo.

3. Trubkani tozalash va tekshirilayotgan eritma bilan to'ldirish.

O'lchashlarni boshlashdan oldin trubkani har qanday kirlardan tozalash erak. Shunday maqsad uchun trubka orqali spirtga yoki benzinga shimdirilgan filtrli qog'oz o'tkaziladi, hamda trubka og'ziga yopiladigan shisha qalpoqni spirtga yoki benzinga shimdirilgan salftetka bilan artiladi. Trubka tozalangandan keyin uni bir uchiga shisha qalpoqchali rezinali qistirgich qo'yib ustidan metall qalpoq bilan berkitiladi. Trubkani eritma to'ldirish yuqoridagi uchida qavariq menisk hosil bo'lgancha davom ettiriladi. Bu qavariq menisk shisha qalpoqchani trubka ustiga qo'yilganda bartaraf etiladi. Keyin shisha qalpoq ustiga rezinali qistirgich qo'yib metal qalpoq orqali burab mahkamlanadi. Trubka tekshirilishi kerak bo'lgan suyuqlik bilan to'ldirilgandan keyin shishali qalpoq tashqi tomondan tozalangan bo'lishi kerak. Trubka ichida hech qanday havo pufakchalari bo'lmasligi kerak. Shishali qalpoqchalarda havo (pufakchalari bu) deformatsiyalar yuz bermasligi uchun ularni qattiq burab qisish yaramaydi, chunki ularni qattiq qisganda deformatsiyaga uchrab rangli nurlarni keltirib chiqaradi, bu hodisa esa to'g'ri-hisob borishga halaqit beradi, shuning uchun trubkaning masalan: boshlang'ich holat $+ 0,3$ (o'ng tomonga burilish), oxirgi holat esa $+3,3^0$ (o'ng tomonga burish). Demak qutblanish tekisligining buralish burchagi $+3,3^0 - (-0,3^0) = 3^0$ ga teng.

Agar boshlang'ich holat $- 0,3^0$ (chapga buralish) ga teng bo'lganda edi, burilish burchagi $3,3 - (-0,3) = 3,6$ va eritmaning ichidagi glyukoza miqdori $3,6 \times 2 = 7,2\%$ bo'lar edi.

ESLATMA!!!

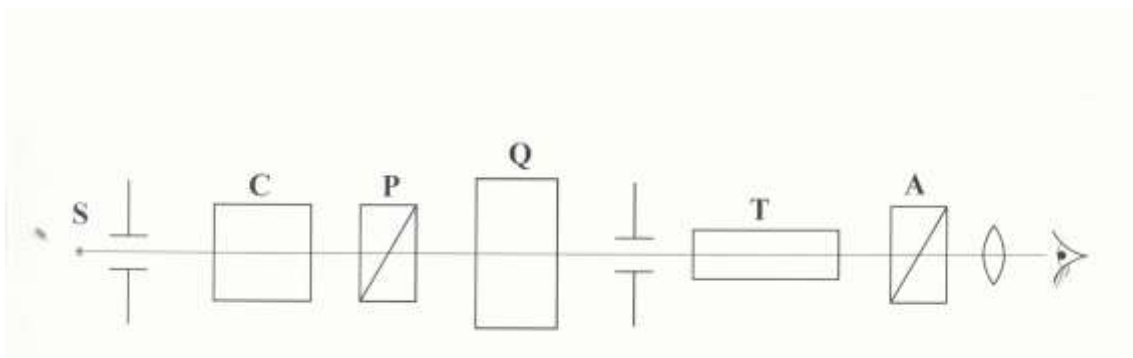
SM polyarimetri juda aniq o'lchaydigan asbobdir, shuning uchun uni extiyot bo'lib ishlatish kerak. Ishlatishdan oldin asbobning tashqi optik detallarni yaxshilab muloyim salftetka bilan artish kerak.

KONTROL SAVOLLAR

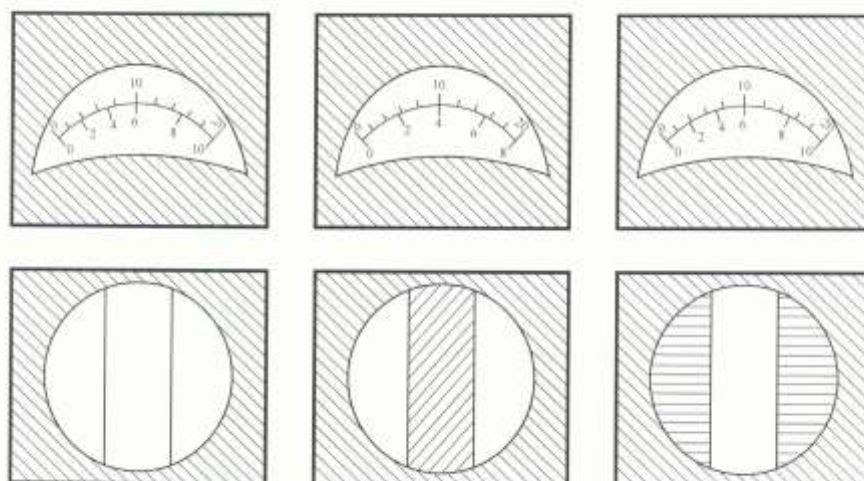
1. Ishning maqsadi va borishi.
2. Yorug'lik qutblanishi haqida tushuncha.
3. Qutblantiruvchi qurilmalar.
4. Qutblanish tekisligini aylanish nazariyasi.
5. Optik aktiv modda deb nimaga aytiladi.
6. Burchaklarni hisoblash sistemasi.

ADABIYOTLAR.

1. Landsberg G.S. "Optika" M-1976, 376-379 bet, 612-624 bet.
2. Lyalikov Yu.S. Fiziko – ximicheskiye metodi analiza.
3. Iveronova V.I. Fizika praktikum.



1-rasm



2-rasm

17-Laboratoriya ishi

UM-2 MONOXROMATORINI O'RGANISH VA U YORDAMIDA SIMOB LAMPASI SPEKTRAL CHIZIQLARINING TO'LQIN UZUNLIKLARINI ANIQLASH.

Kerakli asboblari: 1. Spektroskop: 2. Neon lampasi.

Spektroskopning tuzilishi.

Spektrning ko'rinadigan qismini sifatli o'rganish maqsadida turli xil spektroskoplar ishlatiladi. Ulardan eng soddasi quyidagicha tuzilgan: tirqish va ob'ektivdan iborat kollimator A, prizma ob'ektiv va okulyarli ko'rish trubasi B (1 rasm).

Kollimator parallel nurlar dastasini hosil qilish uchun xizmat qiladi. Bu parallel nurlar dastasi prizma tushadi. Shuning uchun tirqish kollimator ob'ektivining fokal tekisligiga prizmaning sindiruvchi tomoniga parallel qilib o'rnatiladi. Tirqishning kengligini maxsus vint yordamida o'zgartirish mumkin.

Nurlar prizmadan o'tishda har xil ranglarga ajralib ketadi, chunki prizma moddasining sindirish ko'rsatkichi har xil uzunlikdagi yorug'lik to'lqinlari uchun turlichadir.

Spektroskop prizmasi odatda eng kichik og'ish burchagi ostida o'rnatiladi, ya'ni prizma uning sindirish qirrasiga perpendikulyar tekislik (bosh kesim tekisligi)da yotgan nurlarni yo'li simmetrik bo'ladigan vaziyatda parallel yo'nalishda ketadi. Prizmaning bunday o'rnatilishda prizma hosil qiluvchi tasvirlardagi ba'zi bir kamchiliklar bartaraf qilinadi. Tasvirning buzilmay ko'rinishi spektrning yaqin joylashgan chiziqlarini kuzatishda katta ahamiyatga ega.

Nurlar prizmadan o'tib, ob'ektiv orqali tirqish trubasiga tushadi. Prizmadan chiquvchi har xil rangli parallel nurlar shu'lalar yo'nalishi har xil bo'lgani uchun, linzaning fokal tekisligida tirqishning turli xil rangli parallel joylashgan bir qancha tasviri hosil bo'ladi. Bu tasvirlar trubada okulyarida ko'rinadi. Spektr chiziqlarining nisbiy vaziyati baraban yordamida aniqlanadi.

Spektroskopni o'rnatish.

Asbob ishlatilishidan oldin yaxshilab o'rnatilishi kerak. Buning uchun, 1. Yoqug'lik manbaini o'rnatish; 2. Kollimator va ko'rish trubasini cheksizlikka to'g'rilash; 3. Spektroskop shkalasini o'rnatish kerak.

Yorug'lik manbaini spektrning tasviri eng ravshan bo'ladigan qilib o'rnatilishi lozim. Bu holda nur chiquvchi a sirt S tirqishdan ob'ektiv chetlariga borayotgan chetki nurlardan hosil bo'lgan konusning kesimini butunlay qoplab olgandagina sodir bo'ladi (2-rasm). Bu holda biz neon lampadan foydalanayotganimiz uchun, lampani

tirqishga yaqinroq qo'yish bilan erishish mumkin. Kollimator bilan ko'rish trubasi cheksizlikka o'zi tug'rilab qo'yilgan. Spektroskop shkalasini o'rnatish uchun baraban shkalasini 58-59 bo'limiga spektrning sariq chizig'ini okulyarining kresti o'rtasiga joylashtiriladi. O'lchashni boshlashdan oldin tirqishni spektr chiziqlari eng kichik bo'lguncha kichraytirish kerak.

Amaliy qism

Spektroskop o'rnatilgandan keyin o'lchashni boshlash mumkin. Neon lampasi chiziqli spektr beradi. Uning spektri ancha ko'p ayrim chiziqlarning birontasi ko'rish trubasining ichidagi krest ustiga chiziqlardan iborat bo'lib, ularning ba'zilar pastdagi jadvalda berilgan. Shu chiziqlarning birontasi ko'rish trubasining ichidagi krest ustiga tushguncha baraban buriladi. Keyin barabandan shu chiziqqa tegishli bo'limi yozib olinadi. Bu ish hamma spektr chiziqlari uchun bir necha martadan takrorlanib bajariladi.

Shkalani darajalash grafigi quyidagicha chiziladi. Ordinata o'qida shkala bo'limlariga mos, absessa o'qiga esa, qayd qilingan chiziqning to'lqin uzunligiga mos keldigan nuqtalar topiladi. Bu nuqtalardan tegishli o'qlarga o'tkazilgan normalar koordinata tekisligini biror nuqtasida kesishadi. Bizning olingan natijalarimizning har bir jufti koordinata tekisligida bir shunday nuqta hosil qiladiki, ularni birlashtiruvchi uzluksiz egri chiziq, spektroskop shkalasini darajalash grafigi bo'ladi. Shu grafikka qarab, spektroskop shkalasidagi vaziyati ma'lum bo'lgan har qanday spektral chiziqli to'lqin uzunligini topish mumkin.

Simob lampasi spektridagi chiziqlarning to'lqin uzunligini aniqlash. Bu ishda simob lampasi beradigan spektrdagi chiziqlarning bir nechasining to'lqin uzunligi topiladi. Buning uchun PRK-4 tipidagi simob lampasi yoqiladi. Spektroskop shunday qo'yiladiki lampadan uning tirqishiga yorug'lik nurlari tushsin. Berilgan rangdagi spektral chizig'i topilib, okulyardagi krest o'rtasiga qo'yiladi va spektroskop barabanidan hisob olinadi. Keyin spektroskop egri chizig'ining ordinata o'qidan shu olingan qiymatga tegishli nuqta topiladi. Bu nuqtadan absessa o'qiga parallel o'tkaziladi. Uning darajalash grafigi (dispersiya egri chizig'i) bilan kesishgan nuqtasidan ordinata o'qiga perpendikulyar tushiriladi. Bu perpendikulyarning ordinata o'qini kesishgan nuqtasidagi son, berilgan rangdagi chiziqning to'lqin uzunligini qiymatini beradi.

Shunday qilib, simob spektrdagi biror chiziqning to'lqin uzunligi noma'lum deb, uning qiymati topiladi.

Neon spektrdagi ba'zi chiziqlarning to'lqin uzunligi

T/r	Chiziqlarning rangi va vaziyati	Nisbiy ravshanligi	To'lqin uzunligi (nanometrlarda)
1.	Ravshan qizil	10	640,2
2.	Qirmizi qizil, bir-biriga yaqin ikki chiziqning chapdagisi	10	614,2
3.	Qirmizi, 4-chidan chapda ko'rinib turgan birinchisi	5	594,5
4.	Sariq	20	585,2
5.	Ravshan yashil, 4-chi (sariq)dan o'ngdan ko'rinadigan birinchisi	4	576,0
6.	Yashil, ikkita bir xil chiziqning chapdagisi	6	540,0
7.	Yashil, ikkita bir xil chiziqning o'ngdagisi	8	533,0
8.	Yashil, bir xil yiroqlikdagi chiziqlarning o'ngdagisi	5	503,1
9.	Ko'k-yashil, yakka turgan chiziq	8	484,9

Kontrol savollar

1. Ishning maqsadi va borishi.
2. Spektroskopning asosiy qismlari.
3. Yorug'lik dispersiyasi.
4. Chiziqli va burchakli dispersiyalar.
5. Spektr deb nimaga aytiladi? Spektr turlari.
6. Dispersiyani elektron nuqtai nazardan tushuntirish.
7. Neon lampasi yonishda bo'ladigan prosesslar.

Adabiyotlar.

1. Landsberg G.S. "Optika" M. – 1976, 311-316 bet, 544-596 bet.
2. Lyalikov Yu.S. "Fiziko – ximicheskie metodi analiza".

Adabiyotlar

1. Landsberg G. S. «Optika»
2. Kalitievskiy N.I. «Volvovaya optika» Nauka. -1971.
3. Volkenshteyn V.S. “Umumiy fizika kursidan masalalar to’plami”, Toshkent, 1969.
4. Iveronova taxriri ostida «Elektr va optika» Toshkent-1968.
5. Frish S.E., Timoreva A.P. “Kurs obshey fiziki”, t.3, Moskva, 1959.
6. Kasandarova O.N., Lebedev V.V.. “Obrabotka rezultatov nablyudeniya”, “Nauka”, M., 1970.
7. Gvozdeva N.P., Kulyanova V.I., Leushina T.M. «Fizicheskaya optika», Moskva. Mashinostroenie-1991.
8. Gorelik G.S. « Kolebaniya i voln» Moskva - 1959
9. Butikov Ye.I. «Optika» 1986g.
10. Axmadjonov O. Fizika kursi 1986 g.
11. Godjaev N.M. Optika 1977 y.
12. Fayzullaev Sh., Jo’raev U.. Optika asoslari. 1983y.
13. Matviev A.N.. Optika 1985 y.
14. Fayzullaev Sh., Jo’raev U., Jumaboev A. «Yorug’lik interferentsiyasi»1985 y.
15. Sivuxin D.V.. Optika 1980 g.
16. Fayzullaev Sh., Jumaboev U. «Yorug’lik difraktsiyasi»1989 g.
17. Djankoli D.. Umumiy fizika kursi. tom .1992 y.
18. Qo’ziliyev B.T. “Tabiatning fizik xossalari bitmas-tuganmasdir”, 2005 y.
19. Ma’ro’zalar matni.