

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

SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI

OPTIKA KAFEDRASI

**5140200-FIZIKA VA 5140300-ASTRONOMIYA
YO'NALISHLARI
2 KURS TALABALARI UCHUN**

***OPTIKA FANIDAN
O'QUV-USLUBIY MAJMUA***

SAMARQAND 2018

MUNDARIJA

1. MUNDARIJA.....	
2. FANNING ANNOTATSIYASI.....	
3. MUALLIF HAQIDA MA'LUMOT.....	
4. DAVLAT TA'LIM STANDARTI (DTS).....	
5. NAMUNAVIY O'QUV REJA.....	
6. ISHCHI O'QUV REJA.....	
7. NAMUNAVIY O'QUV DASTURI.....	
8. ISHCHI O'QUV DASTURI.....	
9. KALENDAR ISHCHI O'QUV REJASI.....	
10. ORALIQ NAZORAT SAVOLLARI.....	
11. TEST SINOVLARI UCHUN SAVOLLAR.....	
12. YAKUNIY NAZORAT UCHUN SAVOLLAR VARIANTLARI.....	
13. FAN BO'YICHA O'QUV MATERIALLARI.....	
14. MA'RUZA REJALARI, TAYANCH IBORALARI VA NAZORAT SAVOLLARI.....	
15. AMALIY MASHG'ULOTLAR TEXNOLOGIYALARI.....	
16. FAN BO'YICHA TALABALAR BILIMINI BAHOLASH MEZONLARI.....	
17. FAN BO'YICHA REYTING NAZORATLARI GRAFIGI.....	
18. MUSTAQIL ISHNI TASHKIL ETISH SHAKLI VA MAZMUNI.....	
19. FAN BO'YICHA GLOSSARIY.....	
20. FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI.....	

Fanning annotatsiyasi

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti I.A.Karimovning tashabbuslari bilan qabul qilingan «Ta'lim to'g'risidagi qonun» va «Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi» har tomonlama barkamol, mustaqil fikrlovchi, erkin komil shaxsning shakllanishini ta'minlovchi uzluksiz ta'lim tizimining asosiy huquqiy hujjatidir. Ushbu elektron darslikning asosiy vazifalaridan biri ta'lim tizimidagi amalga oshirilayotgan islohotlar, ijobiy o'zgarishlar, yoshlarga yaratilayotgan imkoniyatlar to'g'risida muntazam ma'lumotlar berish.

Barcha fanlar yutug'ini ishlab chiqarishga tadbiq etish bugungi kunning dolzarb muammolaridan biri bo'lib hisoblanadi. Ma'lumki, keyingi yillarda yorug'likning yangi manbalari-lazerlar kashf etildi. Lazerlar texnikasining jadal ravishda rivojlanishi sanoat texnologiyasi va xalq xo'jaligining boshqa sohalarida ulkan muvaffaqiyatlarga olib keldi. Bundan tashqari ilm-fanning rivojlanishida lazerlarning elektron hisoblash mashinalari bilan birgalikda qo'llanilishi juda tez amalga oshadigan jarayonlarni tadqiq etish va ulardan amalda foydalanish imkoniyatlari mavjudligini ko'rsatib berdi.

Ushbu optika fani bakalavr ta'limi bosqichining fizika va astranomiya yo'nalishlari talabalari uchun 2017 yilda Oliy Ta'lim Vazirligi tomonidan tasdiqlangan yangi namunaviy o'quv dasturi asosida dars o'tish uchun mo'ljallangan.

Optika fani umumiy fizika ko'rishni boshqa bo'limlari bilan chambarchas bog'langan bo'lib ya'ni mexanika, molekulyar fizika, elektr va magnetizm, atom va yadro fizika fanlarisiz optika fanini tasavvur qilib bo'lmaydi.

Ayniqsa keyingi yillarda lazer nurlarining kashf etilishi optika fanisiz barcha tabiiy fanlarni biologiya, kimyo, geografiya va boshqa fanlarning tasavvur qilishi qiyin.

Xuddi shuningdek texnika va meditsina fanlari bilan ham bevosita bog'langandir.

Optika fani yorug'lik haqidagi fan bo'lgani tufayli yorug'likni muhitda tarqalishi, sinishi, qaytishi va tarqalish jarayonida hosil bo'lishini bevosita doskada bo'r orqali tasvirlash qiyin shuning uchun bunday qiyinchilikdan qutulish maqsadida kompyuter texnologiyasidan, kadoskopdan, slaydlar, proyektor, animatsiya va multimediali elektron darsliklardan to'liq foydalaniladi, xuddi shuningdek virtual laboratoriya ishlaridan va Internet saytidan foydalaniladi.

Ushbu fan ma'ruza, amaliy mashg'ulot (fanning tegishli bo'limlari bo'yicha masalalar yechish) va laboratoriya mashg'ulotlari shaklida olib boriladi. Shuningdek fanning dolzarb masalalari talabalarga mustaqil ish sifatida o'zlashtirish uchun beriladi.

Mualliflar:

Jumaboyev Abduvoxid - fizika-matematika fanlari doktori, professor. Optika va molekulyar spektroskopiya sohasi bo'yicha yetuk olim. Uning 180 dan ortiq ilmiy maqolalari xorijiy va Respublikamizdagi ilmiy jurnallarda chop etilgan. 1 ta monografiya, 4 ta o'quv qo'llanmalar va 10 dan ortiq o'quv-uslubiy qo'llanmalar muallifi. Ma'lumoti bo'yicha mutaxassisligi: fizik, 01.04.14-molekulyar fizika.

Mamatov Zayniddin Ubaydullayevich - fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent. Optika va molekulyar spektroskopiya sohasi bo'yicha mutaxassis. Uning 50 dan ortiq ilmiy maqolalari xorijiy va Respublikamizdagi ilmiy jurnallarda chop etilgan. 4 ta o'quv qo'llanmalar muallifi. Ma'lumoti bo'yicha mutaxassisligi: fizik, 01.04.05-Optika.

***SAMDU FIZIKA FAKULTETI “OPTIKA”
KAFEDRASI***

O'zbekiston uzluksiz ta'limining Davlat ta'lim standartlari

Oliy ta'limning Davlat ta'lim standarti

5140200 - *Fizika* ta'lim yo'nalishi bo'yicha bakalavrlarning tayyorgarlik darajasi va zaruriy bilimlar mazmuniga qo'yiladigan

TALABLAR

Rasmiy nashr

Toshkent

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi

0'2

:20\£.

O'ZBEKISTON DAVLAT STANDARTI

O'zbekiston uzluksiz ta'limining Davlat ta'lim standartlari Oliy ta'limning Davlat ta'lim standarti 5140200 - Fizika ta'lim yo'nalishi bo'yicha bakalavrlarning tayyorgarlik darajasi va zaruriy bilimlar mazmuniga qo'yiladigan

TALABLAR

Gosudarstvennme obrazovatel'nye standarti nepreravnogo obrazovaniya Uzbekistana

Gosudarstvennsh obrazovatel'nysh standart vmsshogo obrazovaniya

TREBOVANIYA k neobxodimomu soderzaniyu i urovnyu

podgotovlennosti bakalavra po napravleniyu 5140200 - Fizika

Amal qilish muddati 65» b 2011yildan
« » 201 yilgacha

I Qo'llanish sohasi

1.1. Oliy ta'limning mazkur davlat ta'lim standarti (OT DTS) 5140200 - Fizika ta'lim yo'nalishi bo'yicha oliy ma'lumotli bakalavrlar tayyorlashning asosiy ta'lim dasturlari o'zlashtirilishini amalga oshirishda O'zbekiston Respublikasi hududidagi barcha oliy ta'lim muassasalari uchun talablar majmuini ifodalaydi.

1.2. Oliy ta'lim muassasasi mazkur ta'lim yo'nalishi bo'yicha kadrlar tayyorlash vakolatiga ega bo'lganda DTS asosida ta'lim dasturlarini amalga oshirish huquqiga ega deb hisoblanadi.

1.3. OT DTSning asosiy foydalanuvchilari:

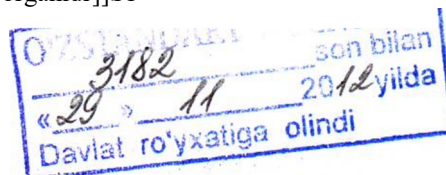
mazkur ta'lim yo'nalishi va tayyorgarlik darajasi bo'yicha fan, texnika va ijtimoiy soha yutuqlarini hisobga olgan holda asosiy ta'lim dasturlarini sifatli ishlab chiqish, samarali amalga oshirish va yangilash uchun mas'ul oliy ta'lim muassasalarining professor - o'qituvchilar jamoasi;

- ta'lim yo'nalishining asosiy ta'lim dasturlarini o'zlashtirish bo'yicha o'quv- tarbiya faoliyatini samarali amalga oshiruvchi barcha xodimlari va talabalari;

- o'z vakolat doirasida bitiruvchilarning tayyorgarlik darajasiga javob beradigan oliy ta'lim muassasalarining boshqaruv xodimlari (rektor, prorektorlar, o'quv bo'limi va dekanat);

- bitiruvchilarning tayyorgarlik darajasini baholashni amalga oshiruvchi Davlat attestatsiya komissiyalari;

- oliy ta'lim muassasasini moliyalashtirishni ta'minlovchi organlar]]S1



oliy ta'lim tizimini akkreditatsiya va sifatini nazorat qiluvchi vakolatli Davlat organlari;

- ta'lim yo'nalishini ixtiyoriy tanlash huquqiga ega bo'lgan abituriyentlar va boshqa manfaatdorlar.

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

Руйхатга олинди:

№ БД-5140200-3.04
2017 йил "2" 06

Олий ва ўрта махсус таълим
вазирлиги

2017 йил "28" 06

ФИЗИКА 2: ОПТИКА

ФАН ДАСТУРИ

Билим соҳаси:	100 000 – Гуманитар соҳа
Таълим соҳаси:	140 000 – Табiiй фанлар
Таълим йўналиши:	5140200 – Физика
	5140400 – Астрономия

Тошкент – 201

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2017 йил “28” 06 даги “434”-сонли буйругининг 1 -илоvasи билан фан дастури рўйхати тасдиқланган.

Фан дастури Олий ва ўрта махсус, касб-хунар таълими йўналишлари бўйича Ўқув-услубий бирлашмалар фаолиятини Мувофиқлаштирувчи Кенгашининг 2017 йил “2” 06 даги 3 - сонли баённомаси билан маъқулланган.

Фан дастури Ўзбекистон Миллий университетида ишлаб чиқилди.

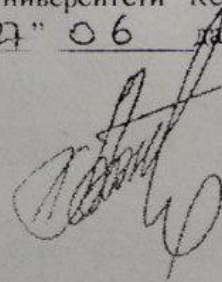
Тузувчилар:

- | | | |
|-------------|---|--|
| Ш.Отажонов | – | ЎзМУ, Фотоника кафедраси профессори, ф.-м.ф.д. |
| У.В. Валиев | – | ЎзМУ, Фотоника кафедраси профессори, ф.-м.ф.д. |
| Б.Х.Эшчанов | – | ЎзМУ, Фотоника кафедраси доценти, ф.-м.ф.н. |

Такризчилар:

- | | | |
|--------------|---|---|
| Юсупов Д.Б. | – | Тошкент давлат техника университети, Лазер технологиялари ва оптоэлектроника кафедраси мудири, профессор, ф.-м.ф.д. |
| Сапаров У.К. | – | Ўзбекистон Миллий университети етакчи мутахассиси, ф.-м.ф.д. |

Фан дастури Ўзбекистон Миллий университети Кенгашида кўриб чиқилган ва тасвир килинган (2017 йил “24” 06 даги “5” -сонли баённома).



I. Ўқув фанининг долзарблиги ва олий касбий таълимдаги ўрни

Илмий-тадқиқотлар ва тажрибаларни амалга ошириши фаолиятида бўлажак физик, оптика фани ютуқларини, ёруғликнинг корпускуляр ва электромагнит тўлқин табиати билан боғлиқ бўлган физик қонуниятларни, бугунги кунда фундаментал ва амалий аҳамиятга эга бўлган мураккаб оптик қурилмаларни, замонавий назария ва ва технологияларини қўллашни билиши зарур. “Оптика” фани айнан шундай кўникма ва билимларни бериши лозим бўлган фан ҳисобланади.

“Оптика” умумийкасбий фанлардан бири бўлиб, 4-семестрда ўтказилади. Мазкур фанни ўзлаштириш учун ўқув режасидаги “Математик таҳлил,” “Дифференциал тенгламалар” “Информатика ва ахборот технологиялари”, “Молекуляр физика”, “Электр ва магнетизм” фанларидан етарли билим ва кўникмаларга эга бўлишлари талаб этилади. Мазкур фандан олинган билимлар эса “Атом физикаси”, “Ядро физикаси” ҳамда ихтисослик фанларидан лаборатория машғулотларини бажаришда кенг қўлланилиб, бўлғуси мутахассисларда кўникма ва малака шаклланишида муҳим ўрин тутади.

II. Ўқув фанининг мақсади ва вазифаси

Фанни ўқитишнинг мақсади – “Оптика”, фан ва техниканинг кенг йўналишларини ифодаловчи фан бўлиб, чизикли ва ночизикли оптика соҳаларидаги замонавий фан ютуқларига таянган ҳолда электромагнит тўлқинларнинг муҳитларда тарқалиш, ҳамда муҳит молекуласи ва атомлари билан ўзаро таъсирлашуви билан боғлиқ қонуниятларини ўргатади.

Фанни ўқитишнинг вазифалари:

Унинг вазифаси электромагнит тўлқинларнинг муҳитларда тарқалиш қонуниятларини, фан ва техникада кенг қўлланиб келинаётган нур тола оптикasinинг бугунги ҳолати ва истиқболи, интерференция, дифракция, кутбланиш ҳодисалари, ёруғликнинг муҳитлардан ютилиши, сочилиш спектрини ҳосил бўлиши ва улар ёрдамида атом ва молекулаларнинг хусусиятларини ўрганиш, инфрақизил нурланишлар, фотоэффект ҳодисаси, оптик квант генераторлари ва бир қатор бошқа қонуниятларни ўрганиш ва мавжуд натижалар билан таққослашни ўргатишдан иборатдир.

Фан буйича талабаларнинг билим, кўникма ва малакаларига қуйидаги талаблар қўйилади. **Талаба:**

– Талаба оптика соҳасига тегишли асосий физик қонуниятлар, уларнинг амалиётдаги ўрни, фан ва техника соҳаларига тадбиқ қилиниши, физик жараёнларни ифодаловчи формулалар, графикларни таҳлил қилиш ва тегишли ҳулосалар чиқариш, ёруғлик нурининг физик табиати ва хоссалари, ёруғликнинг корпускуляр ва электромагнит тўлқин хусусияти, оптика қонунларини муҳитлар структурасини ўрганишга тадбиқ этиш, медицина, экология, геологик намуналардаги элементлар таркибини ва унинг

V. Лаборатория ишларини ташкил этиш бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Лаборатория машғулоти тури ўқув дастуридаги бўлимларга тегишли лаборатория ишларини бажариш, оптик қурилмалар билан бевосита танишиш, юқори аниқликда натижалар олиш, тажриба натижаларини ҳисоблаш, графиклар чизиш ва тегишли хулосалар чиқариш орқали амалга оширилади. Мазкур машғулотлар олинган назарий билимларни тажриба орқали мустаҳкамлашга хизмат қилади.

“Оптика” фани бўйича лаборатория ишларининг тавсия этиладиган мавзулари:

- Линзалардаги сферик абберацияни ўрганиш ва линзанинг фокус масофасини топиш.
- Ок ёруғликнинг спектрларга бўлиниши. Ньютон тажрибаси.
- Иккиламчи тирқишдаги ёруғликнинг дифракцияси. VideoCom ёрдамида натижаларни таҳлил қилиш.
- Гелий – неон лазери ёрдамида Френель кўзгусидаги интерференция ходисасини ўрганиш.
- Ўтган ва қайтган ок ёруғликдаги Ньютон ҳалқалари. Линзанинг эгрилик радиусини аниқлаш.
- Майкельсон интерферометри ёрдамида гелий – неон лазери нурланишининг тўлқин узунлигини аниқлаш.
- Маха – Цендр интерферометри ёрдамида ҳавонинг синдириш кўрсаткичини аниқлаш.
- Ўтган ёруғликда голограммани ҳосил қилиш.
- Френельнинг қайтариш қонуни ўрганиш.
- Қутбланган ёруғликнинг қонуниятларини ўрганиш. $\lambda/2$ ва $\lambda/4$ пластинкадаги қутбланиш қонуниятлари
- Оптик актив моддаларда қутбланиш текислигини айланиш қонуниятларини ўрганиш.
- Абсолют қора жисм нурланиш интенсивлигини температурага боғлиқлиги. Стефан – Больцман қонунини текшириш.
- Призмали спектрлар ёрдамида чизикли спектрларни ўрганиш.
- Дифракцион панжара ёрдамида чизикли спектрларни ўрганиш.
- Рэлей интерферометри ёрдамида газларни синдириш кўрсаткичини аниқлаш.
- Ёруғликнинг сочилиш интенсивлигини тўлқин узунлигига боғлиқлиги.
- Рэлей қонунини ($\mathfrak{I} \sim 1/\lambda^4$) текшириш.
- Магнит майдонида қутбланиш текислигини ўрганиш.

Лаборатория ишлари махсус қурилмалар билан жихозланган лаборатория хоналарида бажарилади.

Изоҳ: Ишчи фан дастурини шакллантириш жараёнида ишчи ўқув режада мазкур маъмулот турига ажратилган соат ҳажмига мос ишлар танлаб бажарилади. ОТМ имкониятидан келиб чиққан ҳолда янги лаборатория ишлари киритилиши мумкин.

VI. Курс ишини ташкил этиш бўйича услубий кўрсатмалар

“Оптика” фани бўйича курс ишини тайёрлашда қуйидаги вазифаларни ҳал этиш назарда тутилади:

- фаннинг долзарб назарий масалалари бўйича билимларни чуқурлаштириш, талаба томонидан мавзуга оид олинган назарий билимларни ижодий қўллаш қўникмасини ҳосил қилиш;

- танланган мавзу бўйича ҳар хил манбаларни (диссертация, монография, даврий нашрлардаги илмий мақолалар) ўрганиш қобилиятини шакллантириш ҳамда такомиллаштириш ва уларнинг натижалари асосида таҳлил қилиш, мустақил ҳолда материални ифода этиш, илмий хулоса ва таклифлар қилиш;

- ёзма кўринишдаги маълумотларни тўғри расмийлаштириш қўникмаларини ривожлантириш ва бошқалар.

Курс ишининг намунавий мавзулари

1. Геометрик оптика қонунлари.
2. Ёруғлик дисперсияси.
3. Табиатдаги оптик ҳодисалар.
4. Голография ва унинг амалиётда қўлланиши.
5. Кўз оптик система сифатида.
6. Оптик системаларнинг абберацияси.
7. Ёруғликнинг комбинацион сочилиши ва унинг қўлланиши.
8. Мандельштам-Бриллюэн мажбурий сочилиши.
9. Люминесценция ҳодисаси ва унинг қўлланиши.
10. Оптиканинг ривожланиш тарихи.
11. Ташки фототэффekt. Комптон эффекти.
12. Ҳаракатланувчи муҳитлар оптикasi.
13. Оптикада Доплер эффекти ва унинг қўлланиши.
14. Изотроп ва анизотроп кристаллар ва уларнинг қўлланиши.
15. Лазерларнинг яратилиш тарихи. Газ лазерлари.
16. Замонавий интерференцион қурилмалар.
17. Дифракцион панжаралар ва уларнинг қўлланиши.
18. Ёруғлик тезлиги ва уни ўлчаш усуллари.
19. Нур тола оптикasi ва унинг алоқа тизимидаги ўрни.
20. Ёруғлик босими ва уни амалиётда қўлланиши.
21. Оптик пирометрия.
22. Фотометрик катталиклар.
23. Ёруғлик дисперсиясининг классик назарияси.
24. Атомларнинг нурланиш спектри ва унинг турлари.
25. Табиий ёруғлик манбалари.

- хосил қилиш. Сутўй анизотропик.
9. Абсолют қора жисм хусусиятлари. Нурланиш энергиясини температурага ва частотага боғланиши.
 10. Инфракизил нурлар ва уларни хусусиятлари. Люминесценция ҳодисаси.
 11. Ёруғликни мухитлардан сочилиши. Сочилиш спектри интенсивлигини тўлқин узунлигига боғлиқлиги. Молекуляр ва комбинацион сочилишлар. Флуктуациялар.
 12. Оптик квант генераторларининг тузилиши ва ишлаш принциплари. Оптик резонаторлар.
 13. Лазер нурланишининг кутбланганлиги, монохроматиклиги ва спектрал таркиби.

Изоҳ: Ишчи фан дастурини шакллантириш жараёнида ишчи ўқув режада мазкур машғулот турига ажратилган соат ҳажмига мос ишлар танлаб бажарилади.

Фойдаланиладиган адабиётлар рўйхати

Асосий адабиётлар

1. Douglas C. Giancoli. Physics principles with applications. Pearson education, 2014. 1079 p.
2. Tipler P. A., Mosca G. Physics for scientists and engineers 6th Ed. – W. H. Freeman, 2007. 1172 p.
3. David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, Fundamentals of Physics Extended, Wiley, 2013. 1448 p.
4. Ландсберг Г.С. "Оптика" Т 1981.
5. Калитеевский Н.И. "Волновая оптика" М.1978. М. 2006.
6. Матвеев А.П. «Оптика» М.1985.
7. Karimov R., Otajonov Sh., Eshjanov B., I.Buribaev Optikadan masalalar va laboratoriya ishlari to'plami O'quv qo'llanma, Toshkent, 2016.
8. Сивухин Д.В. «Оптика» «Физмат» М. 1980.

Қўшимча адабиётлар

9. Sh.M.Mirziyoyev. "Erkin va farovon, demokratik o'zbekiston davlatini birgalikta barpo etamiz". Toshkent: "O'zbekiston", 2016. - 56 b.
10. Sh.M.Mirziyoyev. "Tanqidiy tahlil, qat'iy tartib - intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo'lishi kerak". Toshkent: "O'zbekiston", 2017. - 104 b.
11. Sh.M.Mirziyoyev. "Qonun ustivorligi va inson manfaatlarini ta'minlash - yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi". Toshkent: "O'zbekiston", 2017. - 48 b.
12. Sh.M.Mirziyoyev. "Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz". Toshkent: "O'zbekiston", 2017. - 488 b.
13. Бутиков Е.И. «Оптика» Санкт-Петербург 2003.
14. Qo'lyuliyev B.I. "Optika" "Fan va texnologiya" T. 2014.
15. Волькенштейн В.С. "Умумий физика курсидан масалалар тўплами" Т.

KIRISH

Ushbu fan bakalavr ta'limi bosqichining fizika va astronomiya yo'nalishlari talabalari uchun rejalashtirilgan bo'lib, umumkasbiy fanlari tarkibiga kiradi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti I.A.Karimovning tashabbuslari bilan qabul qilingan «Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi» har tomonlama barkamol, mustaqil fikrlovchi, erkin komil shaxsning shakillanishini ta'minlovchi uzluksiz ta'lim tizimining asosiy huquqiy hujjatidir. Ushbu dasturning asosiy vazifalaridan biri ta'lim tizimidagi amalga oshirilayotgan islohotlar, ijobiy o'zgarishlar, yoshlarga yaratilayotgan imkoniyatlar to'g'risida muntazam ma'lumotlar berish.

Optika fani yutuqlari, ilmiy tadqiqotlar hamda yorug'likning korpuskulyar va elektromagnit tabiyati bilan bog'liq bo'lgan fizik qonuniyatlar bugungi kunda fundamental va amaliy ahamiyatga ega.

Tavsiya etilayotgan ushbu o'quv dasturida zamonaviy optika fani yutuqlaridan, Respublikamizning ushbu sohada ishlayotgan taniqli olimlar tajribalaridan, ajdodlarimizning qimmatli merosidan, va ilmiy xodimlarining ilmiy tadqiqot ishlari natijalaridan keng foydalanish nazarda tutiladi va ishchi o'quv dasturida o'z aksini topadi.

O'quv fanning maqsadi va vazifalari

Chiziqli va nochiziqli optika sohalaridagi zamonaviy fan yutuqlariga tayangan holda elektromagnit to'lqinlarning muhitlarda tarqalish qonuniyatlarini fan va texnikada keng qo'llanib kelinayotgan nur tola optikasining bugungi holati va istiqboli, interferensiya, difraksiya, qutblanish hodisalari, yorug'likning muhitlardan yutilishi, sochilish spektrini hosil bo'lishi va ular yordamida atom va molekularlarning xususiyatlarini o'rganish, infraqizil nurlanishlar, fotoeffekt hodisasi, optik kvant generatorlari va bir qator boshqa qonuniyatlarni o'rganish ushbu fanning asosiy maqsadi va vazifasini belgilaydi.

Fan bo'yicha talablarning bilimiga, ko'nikma va malakasiga qo'yiladigan talablar

«Optika» o'quv fanini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida bakalavr:

-Talaba optika sohasiga tegishli asosiy fizik qonuniyatlarni; ularning amaliyotdagi o'rnini; fan va texnika sohalariga tadbiiq qilishni; fizik jarayonlarni ifodalovchi formulalarni, grafiklarni tahlil qilish va tegishli xulosalar chiqarishni **bilishi kerak**.

-Fizik tajribalar, namoyishlar va hodisalarni fizik qonunlar va prinsiplari asosida tavsiflash; optika fani va uning qonunlarini fan taraqqiyotidagi o'rni hamda amaliyotga qo'llash **ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak**.

-O'quv dasturida rejalashtirilgan bo'limlar bo'yicha umumiy talab darajasidagi masalalarni yechish va tahlil qilish; matematik usullarni masalalar yechishda to'g'ri qo'llash; optika sohasidagi qonuniyatlarga tegishli laboratoriya ishlarini bajarish, optik qurilmalar bilan ishlash, yuqori aniqlikda natijalar olish, o'lchov asboblari bilan to'g'ri foydalanish, tajribadan olingan natijalarni hisoblash, grafiklar chizish, tahlil qilish va xulosalar chiqarish **malakalariga ega bo'lishi kerak**.

Fanning o'quv rejadagi boshqa fanlar bilan o'zaro bog'liqligi va uslubiy jixatdan uzviy ketma-ketligi

Optika fani umumkasbiy fani hisoblanib, 4 semestrda o'qitiladi. Dasturni amalga

oshirish o'quv rejasida rejalashtirilgan matematik va tabiiy (oliy matematika, kimyo, informatika), umumkasbiy (molekulyar fizika, elektr va magnitizm, atom fizikasi, nazariy fizika, nazariy mexanika, va x.,k.) fanlaridan yetarli bilim va ko'nikmalarga ega bo'lishlik talab etiladi.

Fanning ishlab chiqarishdagi o'rni

Ushbu fan bakalavr talim yo'nalishining umumkasbiy fanlar turkumiga tegishli bo'lib, optika sohasidagi bir qator qonuniyatlarni amaliyotga tadbiiq qilishda, elektromagnit nurlanishlarining kondensirlangan muxitlarni tashkil qilgan atom va molekularlari bilan o'zaro ta'sirlashuv qonuniyatlarini o'rganish yo'nalishidagi ilmiy tadqiqot ishlarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Fanni o'qitishda zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalar

Talabalarning optika fanini o'zlashtirishlari uchun o'qitishning ilg'or va zamonaviy usullardan foydalanish, yangi informasion-pedagogik texnologiyalarni tadbiiq qilish muhim ahamiyatga egadir. Fanni o'zlashtirishda darslik, o'quv–uslubiy majmua, o'quv va uslubiy qo'llanmalar, tarqatma materiallar, tajriba namoyishlari o'quv filmlari, internet tarmog'idan, ko'rgazmali materiallardan foydalaniladi. Shuningdek, ma'ruza, amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarida mos ravishda ilg'or pedagogik texnologiyalardan foydalanish tavsiya etiladi.

Asosiy qism

Fanning nazariy mashg'ulotlari mazmuni

Optika fanining rivojlanish tarixi va boshqa bo'limlar bilan bog'liqligi. Fanni o'rganishdagi muammolar, uslubiy ko'rsatmalar. Optika fanining fizika bo'limlari va boshqa tabiiy fanlarni o'rganishdagi o'rni. Optika qonunlarini amaliyotga, fan va texnika sohalariga tadbiiqi. O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi ilmiy tadqiqot institutlari hamda oliy o'quv yurtlari ilmiy laboratoriyalarida optika va spektroskopiya sohasi bo'yicha fan yutuqlari va internet yangiliklari. Fanning vazifalari.

Elektromagnit to'lqinlar

Optikaga oid umumiy ma'lumotlar. Birliklar sistemasi (SGS, SI va boshqalar). Maksvell tenglamalarining integral formasi. Maksvell tenglamalarining differensial formasi. Elektromagnit to'lqinlarning umumiy ko'rinishi. Yassi elektromagnit to'lqin tenglamasi, elektromagnit to'lqin shkalasi. Yorug'lik hodisalarining elektromagnit tabiati. Elektromagnit to'lqinning superpozitsiyasi (maksimum, minimum shartlari). Turg'yn elektromagnit to'lqinlar.

Elektromagnit to'lqinlarning tarqalishi, sinishi va qaytishi

Ikki muhit chegarasiga elektromagnit to'lqinning normal tushishi. Yorug'lik bosimi. Lebedev tajribasi. Yorug'likning to'la ichki qaytishi. Nur tola optika. Yorug'likning yutilishi. Buger-Lambert-Berr qonuni. Yorug'lik dispersiyasi. Normal va anomal dispersiya. Yorug'lik dispersiyasining elementar klassik nazariyasi. Yorug'likning to'da va fazoviy tezliklari. Reley formulasi. Vavilov - Cherenkov effekti.

Yorug'lik interferensiyasi

Kogerent to'liqlar. Yo'llar farqi va fazalar farqi. Interferensiya olish usullari. Yung usuli, Frenelning biko'zgu, bilinza va biprizma usullari. Interferensiya hodisasini amaliyotga tadbiqu. Fabri - Pero interferometri. Ikki nurli interferometrlar. Jamen va Maykelson interferometrlari. O'tgan va qaytgan nurlardan hosil bo'lgan interferensiya (yupqa parda, Nyuton xalqalari, pona).

Yorug'lik difraksiyasi

Sferik elektromagnit to'liq tenglamasi. Gyuygens - Frenel prinsipi. Frenelning zonalar usuli. Zonaviy plastinkalar. Frenel tipidagi difraksiya. Dumaloq tirqich, dumaloq to'siq, to'g'ri chiziqli tirqich va to'g'ri chiziqli to'siqdagi interferensiya. Fraungofer difraksiya. Difraksion panjara. Spektral qurilmalarning xarakteristikasi. Dispersiya, ajrata olish qobiliyati. Rentgen nurlarining difraksiyasi. Vulf - Bregg sharti.

Yorug'liknir qutblanishi va kristallar optikasi

Yorug'lik to'liqining ko'ndalangligi. Yorug'lik vektori. Tabiiy va qutblangan yorug'lik. Bir o'qli va ikki o'qli kristallar. Yorug'likning ikkilanib sinishi. Polyarizasion qurilmalar. Qutblangan yorug'likni interferensiyasi. Elliptik qutblangan yorug'likni olish va uni tekshirish. Suniy optik anizotropiya. Deformatsiya natijasida hosil bo'lgan anizotropiya. Kerr effekti. Qutblanish tekisligining aylanishi. Saxarometr. Zeyeman effekti.

Issiqlik nurlanish

Jismlarning nur chiqarish va nur yutish qobiliyati. Absolyut qora jism nurlanishi. Issiqlik nurlanish qonunlari Kirxgof qonuni, Stefan-Bolsman qonuni, Vinning siljish qonuni, Plank formulasi. Issiqlik nurlanish qonunlarining qo'llanilishi. Optik pirometrlar, yorug'lik manbalari. Fotolyuminessensiya, fosforesensiya va flyuoresensiya.

Yorug'liknir sochilishi

Optik bir jinsli bo'lmagan muhitda yorug'likning sochilishi. Yorug'likning molekulalardan sochilishi. Reley qonuni. Sochilishning asosiy xarakteristikalari. Sochilgan yorug'likning qutblanishi. Yorug'likning kombinasion sochilishi. Sochilishning nozik strukturasi.

Yorug'liknir korpuskulyar xususiyati

Fotoeffekt hodisasi. Stoletov tajribasi. Tashqi fotoeffekt uchun Eynshteyn formulasi. Tashqi fotoeffekt hodisalarining amalda qo'llanilishi. Fotoelementlar, Fotoelektron ko'paytirgichlar. Ichki foto effekt hodisalarining amalda qo'llanilishi. Fotorezistorlar, fotoelementlar.

Xarakatlanuvchi muhit optikasi va nochiziqli jarayonlar

Efir muammosi. Maykelson tajribalari. Lorents almashtirish formulalari. Yorug'lik to'liqini uchun Doppler effekti. Spontan va indusirlangan nur sochish. Optik kvant generatorlar-lazerlar. Golografiya va uning amalda qo'llanilishi.

Amaliy mashg'ulotlarni tashkil etish bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Ushbu mashg'ulot turi o'quv dasturidagi bo'limlar bo'yicha masalalar yechish va ulardan tegishli xulosalar chiqarish orqali amalga oshiriladi.

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

SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI

**“TASDIQLAYMAN”
O'quv ishlari prorektori
prof. Soleev A.S. _____**

“ _____ ” _____ 2018 yil

Optika

fanining

IShChI O'QUV DASTURI

Bilim sohasi: 100000 – Gumanitar
Ta'lim sohasi: 140000 – Tabiiy fanlar
Ta'lim yo'nalishi: 5140200 – Fizika;

Samarqand – 2018

Fanning ushbu ishchi o'quv dasturi, o'quv reja va namunaviy o'quv dasturi asosida tuzilgan.

Tuzuvchilar:

Jumabayev A. - SamDU, "Optika" kafedrası professori

Mamatov Z.U. - SamDU, "Optika" kafedrası dosenti

Taqrizchilar:

Murodov G' - SamDU, "Optika" kafedrası dosenti

Fanning ishchi o'quv dasturi "Optika" kafedrasining 2018 yil 30 avgustdagi 1 - son yig'ilishida muhokamadan o'tgan va fakultet kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Kafedra mudiri:

prof. Jumaboyev A.

Fanning ishchi o'quv dasturi Fizika fakultet kengashida muhokama etilgan va foydalanishga tavsiya qilingan (2018 yil 30 avgustdagi 1 - sonli bayonnoma).

Fakultet kengashi raisi: _____ **dots.A.Absanov**

Kelishildi: O'quv uslubiy

boshqarma boshlig'i _____ **prof.A.Xolxo'jaev**

Kirish

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti tashabbuslari bilan qabul qilingan «Ta'lim to'g'risidagi qonun» va «Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi» har tomonlama barkamol, mustaqil fikrlovchi, erkin komil shaxsning shakllanishini ta'minlovchi uzluksiz ta'lim tizimining asosiy huquqiy hujjatidir.

Barcha fanlar yutug'ini ishlab chiqarishga tadbiq etish bugungi kunning dolzarb muammolaridan biri bo'lib hisoblanadi. Ma'lumki, keyingi yillarda yorug'likning yangi manbalari-lazerlar kashf etildi. Lazerlar texnikasining jadal ravishda rivojlanishi sanoat texnologiyasi va xalq xo'jaligining boshqa sohalarida ulkan muvaffaqiyatlarga olib keldi. Bundan tashqari ilm-fanning rivojlanishida lazerlarning elektron hisoblash mashinalari bilan birgalikda qo'llanilishi juda tez amalga oshadigan jarayonlarni tadqiq etish va ulardan amalda foydalanish imkoniyatlari mavjudligini ko'rsatib berdi.

Tavsiya etilayotgan ushbu o'quv dasturida zamonaviy optika fani yutuqlaridan, Respublikamizning ushbu soxada ishlayotgan taniqli olimlar tajribalaridan, ajdodlarimizning qimmatli merosidan, va ilmiy xodimlarining ilmiy tadqiqot ishlari natijalaridan keng foydalanish nazarda tutiladi va ishchi o'quv dasturida o'z aksini topadi.

Fanning maqsadi va vazifalari

Chiziqli va nochiziqli optika sohalaridagi zamonaviy fan yutiqlariga tayangan xolda elektromagnit tulqinlarning muxitlarda tarqalish qonuniyatlarini fan va texnikada keng qullanib kelinayotgan nur tola optikasining bugungi xolati va istiqboli, interferensiya, difraksiya, qutblanish xodisalari, yeryg'likning muxitlardan yutilishi, sochilish spektrini xosil bulishi va ular yordamida atom va molekulalarning xususiyatlarini urganish, infraqizil nurlanishlar, fotoeffekt xodisasi, optik kvant generatorlari va bir qatop boshqa qonuniyatlarni urganish yshbu fanning asosiy maqsadi va vazifasini belgilaydi.

Fan bo'yicha talabanning malakasiga qo'yiladigan talablar

«Optika» o'quv fanini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida bakalavr:

-Talaba optika sohasiga tegishli asosiy fizik qonuniyatlarni; ularning amaliyotdagi o'rnini; fan va texnika sohalariga tadbiq qilishni; fizik jarayonlarni ifodalovchi formulalarni, grafiklarni taxlil qilish va tegishli xulosalar chiqarishni bilishi kerak.

-Fizik tajribalar, namoyishlar va hodisalarni fizik qonunlar va prinsiplari asosida tavsiflash; optika fani va uning qonunlarini fan taraqqiyotidagi o'rni hamda amaliyotga qo'llash ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak.

-O'quv dasturida rejalashtirilgan bo'limlar bo'yicha umumiy talab darajasidagi masalalarni yechish va taxlil qilish; matematik usullarni masalalar yechishda to'g'ri qo'llash; optika sohasidagi qonuniyatlarga tegishli laboratoriya

ishlarini bajarish, optik qurilmalar bilan ishlash, yuqori aniqlikda natijalar olish, o'lchov asboblari bilan to'g'ri foydalanish, tajribadan olingan natijalarni hisoblash, grafiklar chizish, taxlil qilish va xulosalar chiqarish malakalariga ega bo'lishi kerak.

O'quv rejasidagi boshqa fanlar bilan o'zaro bog'liqligi

Optika fani umumkasbiy fani hisoblanib, 4 semestrda o'qitiladi. Dasturni amalga oshirish o'quv rejasida rejalashtirilgan matematik va tabiiy (oliy matematika, kimyo, informatika), umumkasbiy (molekulyar fizika, elektr va magnitizm, atom fizikasi, nazariy fizika, nazariy mexanika, va x.,k.) fanlaridan yetarli bilim va ko'nikmalarga ega bo'lishlik talab etiladi.

Fanni o'qitishda zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalar

O'quv jarayoni bilan bog'liq ta'lim sifatini belgilovchi holatlar quyidagilar: yuqori ilmiy-pedagogik darajada dars berish, muammoli ma'ruzalar o'qish, darslarni savol-javob tarzida qiziqarli tashkil qilish, ilg'or pedagogik texnologiyalardan va mul'timedia vositalaridan foydalanish, tinglovchilarni undaydigan, o'ylantiradigan muammolarni ular oldiga qo'yish, talabchanlik, tinglovchilar bilan individual ishlash, erkin muloqot yuritishga, ilmiy izlanishga jalb qilish.

“Optika” kursini loyihalashtirishda quyidagi asosiy konseptual yondoshuvlardan foydalaniladi:

Shaxsga yo'naltirilgan ta'lim. Bu ta'lim o'z mohiyatiga ko'ra ta'lim jarayonining barcha ishtirokchilarini to'laqonli rivojlanishlarini ko'zda tutadi. Bu esa ta'limni loyihalashtirayotganda, albatta, ma'lum bir ta'lim oluvchining shaxsini emas, avvalo, kelgusidagi mutaxassislik faoliyati bilan bog'liq o'qish maqsadlaridan kelib chiqqan holda yondoshilishni nazarda tutadi.

Tizimli yondoshuv. Ta'lim texnologiyasi tizimning barcha belgilarini o'zida mujassam etmog'i lozim: jarayonning mantiqiyliigi, uning barcha bo'g'inlarini o'zaro bog'langanligi, yaxlitligi.

Faoliyatga yo'naltirilgan yondoshuv. Shaxsning jarayonli sifatlarini shakllantirishga, ta'lim oluvchining faoliyatni aktivlashtirish va intensivlashtirish, o'quv jarayonida uning barcha qobiliyati va imkoniyatlari, tashabbuskorligini ochishga yo'naltirilgan ta'limni ifodalaydi.

Dialogik yondoshuv. Bu yondoshuv o'quv munosabatlarini yaratish zaruriyatini bildiradi. Uning natijasida shaxsning o'z-o'zini faollashtirishi va o'z-o'zini ko'rsata olishi kabi ijodiy faoliyati kuchayadi.

Hamkorlikdagi ta'limni tashkil etish. Demokratik, tenglik, ta'lim beruvchi va ta'lim oluvchi faoliyat mazmunini shakllantirishda va erishilgan natijalarni baholashda birgalikda ishlashni joriy etishga e'tiborni qaratish zarurligini bildiradi.

Muammoli ta'lim. Ta'lim mazmunini muammoli tarzda taqdim qilish orqali ta'lim oluvchi faoliyatini aktivlashtirish usullaridan biri. Bunda ilmiy bilimni obyektiv qarama-qarshiligi va uni hal etish usullarini, dialektik

mushohadani shakllantirish va rivojlantirishni, amaliy faoliyatga ularni ijodiy tarzda qo'llashni mustaqil ijodiy faoliyati ta'minlanadi.

Axborotni taqdim qilishning zamonaviy vositalari va usullarini qo'llash - yangi kompyuter va axborot texnologiyalarini o'quv jarayoniga qo'llash.

O'qitishning usullari va texnikasi. Ma'ruza (kirish, mavzuga oid, vizuallash), muammoli ta'lim, keys-stadi, pinbord, paradoks va loyihalash usullari, amaliy ishlar.

O'qitishni tashkil etish shakllari: dialog, polilog, muloqot hamkorlik va o'zaro o'rganishga asoslangan frontal, kollektiv va guruh.

O'qitish vositalari: o'qitishning an'anaviy shakllari (darslik, ma'ruza matni) bilan bir qatorda – kompyuter va axborot texnologiyalari.

Kommunikasiya usullari: tinglovchilar bilan operativ teskari aloqaga asoslangan bevosita o'zaro munosabatlar.

Teskari aloqa usullari va vositalari: kuzatish, blis-so'rov, oraliq va joriy va yakunlovchi nazorat natijalarini tahlili asosida o'qitish diagnostikasi.

Boshqarish usullari va vositalari: o'quv mashg'uloti bosqichlarini belgilab beruvchi texnologik karta ko'rinishidagi o'quv mashg'ulotlarini rejalashtirish, qo'yilgan maqsadga erishishda o'qituvchi va tinglovchining birgalikdagi harakati, nafaqat auditoriya mashg'ulotlari, balki auditoriyadan tashqari mustaqil ishlarning nazorati.

Monitoring va baholash: o'quv mashg'ulotida ham butun kurs davomida ham o'qitishning natijalarini rejali tarzda kuzatib borish. Kurs oxirida test topshiriqlari yoki yozma ish variantlari yordamida tinglovchilarning bilimlari baholanadi.

“Optika” fanini o'qitish jarayonida kompyuter texnologiyasidan, “Power Point” taqdimot dasturidan va virtual laboratoriyalardan foydalaniladi.

Ayrim mavzular bo'yicha talabalar bilimini baholash test asosida va kompyuter yordamida bajariladi. “Internet” tarmog'idagi rasmiy iqtisodiy ko'rsatkichlaridan foydalaniladi, tarqatma materiallar tayyorlanadi, test tizimi hamda tayanch so'z va iboralar asosida oraliq va yakuniy nazoratlar o'tkaziladi.

ASOSIY QISM:

Fanning uslubiy jihatdan uzviy ketma-ketligi

Ma'ruza mashg'ulotlari

Optika fanining rivojlanish tarixi va boshqa bo'limlar bilan bog'liqligi. Fanni o'rganishdagi muammolar, uslubiy ko'rsatmalar. Optika fanining fizika bo'limlari va boshqa tabiiy fanlarni o'rganishdagi o'rni. Optika qonunlarini amaliyotga, fan va texnika sohalariga tadbiqu. O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi ilmiy tadqiqot institutlari xamda oliy o'quv yurtlari ilmiy laboratoriyalarida optika va spektroskopiya soxasi bo'yicha fan yutuqlari va Internet yangiliklari. Fanning vazifalari.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Zamonaviy kompyuter texnologiyalari va multimediali elektron darsliklar.*

Adabiyotlar: A1; A2; A3; A4; A5; A6; Q1; Q2.

Elektromagnit to'liqlar

Optikaga oid umumiy ma'lumotlar. Birliklar sistemasi (SGS, SI va boshqalar). Maksvell tenglamalarining integral formasi. Maksvell tenglamalarining differensial formasi. Elektromagnit to'liqlarning umumiy ko'rinishi. Yassi elektromagnit to'liq tenglamasi, elektromagnit to'liq shkalasi. Yorug'lik xodisalarining elektromagnit tabiati. Elektromagnit tulqining superpozitsiyasi (maksimum, minimum shartlari). Turg'yn elektromagnit tulqlar.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Zamonaviy kompyuter texnologiyalari va multimediali elektron darsliklar.*

Adabiyotlar: A4; A5; A6; A7; A8; A9; A10; A11; Q1; Q2; Q3; Q4; Q5; Q6; Q7; Q8.

Elektromagnit to'liqlarning tarqalishi, sinishi va qaytishi

Ikki muxit chegarasiga elektromagnit to'liqning normal tushishi. Yorug'lik bosimi. Lebedev tajribasi. Yorug'likning to'la ichki qaytishi. Nur tola optika. Yorug'likning yutilishi. Buger-Lambert-Ber qonuni. Yorug'lik dispersiyasi. Normal va anomal dispersiya. Yorug'lik dispersiyasining elementar klassik nazariyasi. Yorug'likning to'la va fazoviy tezliklari. Reley formulasi. Vavilov - Cherenkov effekti.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Zamonaviy kompyuter texnologiyalari va multimediali elektron darsliklar.*

Adabiyotlar: A4; A5; A6; A7; A8; A9; A10; A11; Q1; Q2; Q3; Q4; Q5; Q6; Q7; Q8.

Yorug'likning qutblanishi va kristallar optikasi

Yorug'lik tulqinining kundalangligi. Yorug'lik vektori. Tabiiy va qutblangan yorug'lik. Bir o'qli va ikki o'qli kristallar. Yorug'likning ikkilanib sinishi. Polarizatsion qurilmalar. Qutblangan yorug'likni interferentsiyasi. Elliptik qutblangan yorug'likni olish va uni tekshirish. Zeyeman effekti.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Zamonaviy kompyuter texnologiyalari va multimediali elektron darsliklar.*

Adabiyotlar: A4; A5; A6; A7; A8; A9; A10; A11; Q1; Q2; Q3; Q4; Q5; Q6; Q7; Q8.

Yorug'lik dispersiyasi

Yorug'lik dispersiyasi. Normal va anomal dispersiya. Yorug'likning yutilishi. Buger-Ber qonuni. Zelmayer formulasi.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Zamonaviy kompyuter texnologiyalari va multimediali elektron darsliklar.*

Adabiyotlar: A4; A5; A6; A7; A8; A9; A10; A11; Q1; Q2; Q3; Q4; Q5; Q6; Q7; Q8.

Yorug'lik interferensiyasi

Kogerent tulqinlar. Yullar farqi va fazalar farqi. Interferensiya olish usullari. Yung usuli, Frenelning bikuzgu, bilinza va biprizma usullari. Interferensiya xodisasini amaliyotga tadbiqu. Fabri - Pero interferometri. Ikki nurli interferometrlar. O'tgan va qaytgan nurlardan xosil bulgan interferensiya (yupqa parda, Nyuton xalqalari, pona).

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Zamonaviy kompyuter texnologiyalari va multimediali elektron darsliklar.*

Adabiyotlar: A4; A5; A6; A7; A8; A9; A10; A11; Q1; Q2; Q3; Q4; Q5; Q6; Q7; Q8.

Yorug'lik difraksiyasi

Sferik elektromagnit to'lqin tenglamasi. Gyuygens - Frenel prinsipi. Frenelning zonalar usuli. Zonaviy plastinkalar. Frenel tipidagi difraksiya. Dumaloq tirqich, dumaloq to'siq, to'g'ri chiziqli tirqich va to'g'ri chiziqli to'siqdagi interferensiya. Fraungofer difraksiya. Difraksion panjara.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Zamonaviy kompyuter texnologiyalari va multimediali elektron darsliklar.*

Adabiyotlar: A4; A5; A6; A7; A8; A9; A10; A11; Q1; Q2; Q3; Q4; Q5; Q6; Q7; Q8.

Xarakatlanuvchi muxit optikasi va nochiziqli jarayonlar

Induksion nurlanish. Yoryg'lik tulqini uchun Doppler effekti. Spontan nurlanish. Optik kvant generatorlar-lazerlar. Inversion zichlik. Golografiya va uning amalda qo'llanilishi.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Zamonaviy kompyuter texnologiyalari va multimediali elektron darsliklar.*

Adabiyotlar: A4; A5; A6; A7; A8; A9; A10; A11; Q1; Q2; Q3; Q4; Q5; Q6; Q7; Q8.

Yorug'likninr sochilishi

Optik bir jinsli bulmagan muxitda yoryg'likning sochilishi. Yoryg'likning molekulalardan sochilishi. Reley qonuni. Sochilishning asosiy xarakteristikalari. Sochilgan yoryg'likning qutblanishi. Yoryg'likning kombinasion sochilishi. Sochilishning nozik strukturasi.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Zamonaviy kompyuter texnologiyalari va multimediali elektron darsliklar.*

Adabiyotlar: A4; A5; A6; A7; A8; A9; A10; A11; Q1; Q2; Q3; Q4; Q5; Q6; Q7; Q8.

Yorug'likninr korpuskulyar xususiyati

Fotoeffekt xodisasi. Stoletov tajribasi. Tashqi fotoeffekt uchun Eynshteyn formulasi. Tashqi fotoeffekt xodisalarining amalda qo'llanilishi. Fotoelementlar. Ichki foto effekt xodisalarining amalda qo'llanilishi.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Zamonaviy kompyuter texnologiyalari va multimediali elektron darsliklar.*

Adabiyotlar: A4; A5; A6; A7; A8; A9; A10; A11; Q1; Q2; Q3; Q4; Q5; Q6; Q7; Q8.

Issiqlik nurlanish

Jismlarning nur chiqarish va nur yutish qobiliyati. Absolyut qora jisim nurlanishi. Issiqlik nurlanish qonunlari Kirxgof qonuni, Stefan-Bolsman qonuni, Vinning siljish qonuni, Plank formulasi. Issiqlik nurlanish qonunlarining qo'llanilishi. Optik pirometrlar, yoryg'lik manbalari. Fotolyuminessensiya, fosforesensiya va flyuoresensiya.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Zamonaviy kompyuter texnologiyalari va multimediali elektron darsliklar.*

Adabiyotlar: A4; A5; A6; A7; A8; A9; A10; A11; Q1; Q2; Q3; Q4; Q5; Q6; Q7; Q8.

“Optika” fanidan mashg'ulotlarning mavzular va soatlar bo'yicha taqsimlanishi:

Fizika, Astronomiya (Ma'ruza)

№	Mavzular nomi	Jami soat	
		Fizika	Astro-nomiya
1	Optika faniga oid umumiy ma'lumotlar. Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishi, qaytishi va sinishi qonunlari. Fotometrik kattaliklar va ularning birliklari	4	4
2	Yorug'likning elektromagnit nazariyasi. Yorug'likning elektromagnit tabiati. Maksvell tenglamalari. Elektromagnit to'lqinlari energiyasi va bosimi	4	4
3	Yorug'lik to'lqinining kundalangligi. Yorug'lik vektori. Tabiiy va qutblangan yorug'lik. Bir o'qli va ikki o'qli kristallar.	4	4
4	Yorug'likning ikkilanib sinishi. Polyarizasion qurilmalar. Qutblangan yorug'likni interferensiyasi. Elliptik qutblangan yorug'likni olish va uni tekshirish. Zeyeman effekti.	4	4
5	Bryuster va Malyus qonunlari. Yorug'likning anizotrop muhitlarda sochilishi	4	4
6	Yorug'lik dispersiyasi. Normal va anomal dispersiya	4	4
7	Yorug'likning yutilishi. Buger-Ber qonuni. Dispersiyaning elektron nazariyasi.	4	4

8	Yorug'lik interferensiyasi. Kogerent to'lqinlar. Yung sxemasi. Interferensiyaning umumiy sxemasi	4	4
9	Yorug'lik difraksiyasi va uning xususiy hollari. Zonali plastinka.	4	4
10	Frenel va Frangofer difraksiyasi. Difraksion panjara.	4	4
11	Golografiya. Golografiyaning fizik asoslari	4	4
12	Sponton va majburiy nurlanish. Lazerlarning ishlash prinsipi va turlari. Yoqut va Geliy-neon lazerlari	4	4
13	Yorug'likning sochilishi. Bir jinslimas va xira muhitlarda yorug'likning sochilishi. Molekulyar va kombinasion sochilish	4	4
14	Fotoeffekt xodisasi. Stoletov tajribasi. Tashqi fotoeffekt uchun Eynshteyn formulasi. Tashqi fotoeffekt xodisalarining amalda qo'llanilishi. Fotoelementlar. Ichki foto effekt xodisalarining amalda qo'llanilishi.	4	4
15	Komton effekti	4	4
16	Issiqlik nurlanishi. Jismlarning nur chiqarish va nur yutish qobiliyatlari. Mutlaq qora jism. Kirxgof, Stefan-Bolsman va Vinn qonunlari	4	4
17	Issiqlik nurlanish qonunlarining qo'llanilishi. Optik pirometrlar, yorug'lik manbalari. Fotolyuminessensiya, fosforesensiya va flyuoresensiya.	4	4
18	Xarakatlanuvchi muxit optikasi va nochiziqli jarayonlar	4	4
Jami		72	72

Fizika, Astronomiya (*Amaliy mashg'ulot*)

№	Mavzular nomi	Jami soat	
		Fizika	Astro-nomiya
1	Geometrik optika	6	6
2	Fotometriya	6	6
3	Yelektromagnit to'lqinlarning tarqalish, sinish va qaytishi	4	4
4	Yorug'likning yutilishi	6	6
5	Yorug'likning dispersiyasi	4	4
6	Yorug'likning interferensiyasi	6	6
7	Yorug'lik difraksiyasi	6	6
8	Yorug'likning qutblanishi	6	6
9	Issiqlik nurlanishi	6	6
10	Fotoelektrik yeffekt	4	2
Jami		54	54

Fizika, Astronomiya (*Laboratoriya mashg'ulotlari*)

№	Laboratoriya ishining nomi	Jami soat	
		Fizika	Fizika
1.	Yiguvchi va sochuvchi linzalarning bosh fokus masofasini aniqlash	4	4

2.	Linzaning egrilik radiusini sferometr yordamida aniqlash	4	4
3.	Cho'g'lanma lampaning yorug'lik kuchini aniqlash	4	4
4.	Difraksion panjara yordamida yorug'lik to'lqin uzunligini aniqlash	4	4
5.	Refraktometr yordamida shishaning sindirish ko'rsatkichini aniqlash	4	4
6.	Refraktometr yordamida suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichini aniqlash va o'rtacha dispersiyasini topish	4	4
7.	Mikroskopning kattalashtirishni aniqlash	4	4
8.	Konsentrasyon kolorimetr yordamida rangli yeritmalarining konsentratsiyasini aniqlash	4	4
9.	Geliy-Neon lazerini va uning yordamida difraktsiya hodisasini o'rganish	4	4
10.	Frenel biprizmasi yordamida yorug'likning to'lqin uzunligini aniqlash	8	8
11.	Saxaromator yordamida yeritmalarining qutblanish tekisligining burilish burchagini topish	4	4
12.	Um-2 monoxromator yordamida simob lampasi chiziqlarining to'lqin uzunliklarini aniqlash	6	6
J a m i		54	54

**«Optika» fani bo'yicha ma'ruza mashg'ulotining
kalendar tematik rejasi**

Fizika, Astronomiya

№	Maʼruza mavzulari	Jami soat	
		Fizika	Astro-nomiya
I mavzu (bob)			
1	Optika faniga oid umumiy maʼlumotlar. Yorugʻlikning toʻgʻri chiziq boʻylab tarqalishi, qaytishi va sinishi qonunlari.	2	2
2	Fotometrik kattaliklar va ularning birliklari	4	4
II mavzu (bob)			
3	Yorugʻlikning elektromagnit nazariyasi. Yorugʻlikning elektromagnit tabiati. Maksvell tenglamalari. Elektromagnit toʻlqinlari energiyasi va bosimi	2	2
III mavzu (bob)			
4	Yorugʻlikning qutblanishi. Yorugʻlik toʻlqinlarining koʻndalangligi	4	4
IV mavzu (bob)			
5	Bryuster va Malyus qonunlari. Yorugʻlikning anizotrop muhitlarda sochilishi	2	2
V mavzu (bob)			

6	Yorug'lik dispersiyasi. Normal va anomal dispersiya	2	2
7	Yorug'likning yutilishi. Buger-Ber qonuni.	2	2
8	Dispersiyaning elektron nazariyasi.	4	4
VI mavzu (bob)			
9	Yorug'lik interferensiyasi.	4	4
10	Kogerent to'lqinlarni hosil qilish usullari.	4	4
11	Interferensiyaning umumiy sxemasi	2	2
VII mavzu (bob)			
12	Yorug'lik difraksiyasi va uning xususiy hollari. Zonali plastinka.	4	4
13	Frenel va Frangofer difraksiyasi. Difraksion panjara	2	2
VIII mavzu (bob)			
14	Golografiya. Golografiyaning fizik asoslari	2	2
15	Sponton va majburiy nurlanish	2	2
16	. Lazerlarning ishlash prinsipi	2	2
17	Lazerlarning turlari. Yoqut va Geliy-neon lazerlari	2	2
IX mavzu (bob)			
18	Yorug'likning sochilishi.	2	2
19	Bir jinslimas va xira muhitlarda yorug'likning sochilishi.	4	4
20	Molekulyar va kombinasion sochilish	2	2
X mavzu (bob)			
21	Fotoeffekt xodisasi. Stoletov tajribasi. Tashqi fotoeffekt uchun Eynshteyn formulasi.	2	2
22	Tashqi fotoeffekt xodisalarining amalda qo'llanilishi. Fotoelementlar. Ichki foto effekt xodisalarining amalda qo'llanilishi.	2	2
23	Komton yeffekti	2	2
XI mavzu (bob)			
24	Issiqlik nurlanishi. Jismlarning nur chiqarish va nur yutish qobiliyatlari.	4	4
25	Mutlaq qora jism. Kirxgof, Stefan-Bolsman va Vinn qonunlari	2	2
26	Issiqlik nurlanish qonunlarining qo'llanilishi. Optik pirometrlar, yorug'lik manbalari. Fotolyuminessensiya, fosforesensiya va flyuoresensiya.	4	4
27	Xarakatlanuvchi muxit optikasi va nochiziqli jarayonlar	2	2
Jami		72	72

Amaliy mashg'ulotlar bo'yicha tavsiya etiladigan mavzular

Ushbu mashg'ulot turi o'quv dasturidagi bo'limlar bo'yicha masalalar yechish va ulardan tegishli xulosalar chiqarish orqali amalga oshiriladi.

Amaliy mashg'ulotlarning taxminiy tavsiya etiladigan mavzulari:

1. Geometrik optika. Linza va prizmalarda nurlarning yuli. Tasvir yasash. Linzalarning optik kuchi. Yoryg'likning qaytish va sinish qonuni.
2. Fotometrik kattaliklar. Yoryg'lik kuchi, yoritlanlik, ravshanlik, yeryg'lik oqimi.
3. Elektromagnit to'lqinlarni tarqalishi, sinishi va qaytishi. Frenel tenglamalari. Ikki muxit chegarasidan qaytgan va singan elektromagnit tulqinlarning amplitudalari va intensivliklari.
4. Yorug'likni yutilishi. Yutilish koeffitsiyentini chastotaga va muxitning konsentrasiyasiga bog'liqligi. Buger-Lambert-Ber qonunlari.
5. Yorug'likning dispersiyasi: Elektromagnit tulqinning fazoviy va to'da tezliklari. Dispersiya qonuniyatlari. Normal va anomal dispersiya. Yoryg'likning yutilish chegarasidagi dispersiya xodisalari.
6. Yorug'likning interferensiyasi. Kogerent nurlarning maksimum va minimum shartlari. Yupqa plastinkadagi interferensiya. Yullar va fazalar farqi. Nyuton xalqalari. Linzalarni egrilik radiusini interferension xalqalar orqali xisoblash. Frenel kuzgusi va biprizmasidagi interferension xodisalar. Interferometrlardagi interferension manzaralar yordamida muxitlarning sindirish ko'rsatkichi va konsentrasiyalarini topish.
7. Yorug'lik difraksiyasi. Turli tirgich va tusiqlardagi difraksiya xodisalari. Difraksion panjara va ularning asosiy xarakteristikalarini xisoblash. Ajrata olish qobiliyati, chiziqli va burchakli dispersiyalari.
8. Yorug'likning qutblanishi. Qutblangan nurlarni turlari va ularni olish. Qutblangan nur intensivligini qutblanish burchagiga bog'liqligi. Malyus qonuni. Bryuster qonuni. Yoryg'likning polyarizatorlardagi yuli. $\lambda/2$ va $\lambda/4$ plastinkalar. Qutblanish teksliklarining aylanishi.
9. Issiqlik nurlanish. Issiqlik nurlanish qonuniyatlari. Absolyut qopa jism nurlanishi. Nurlanish energiyasining muxit teperaturalariga va nurlanish to'lqin uzunligiga bog'lanishi. Plank, Stefan - Bolsman qonunlari.
10. Fotoelektrik effekt. Ichki va tashqi fotoeffektlar. Chiqish ishi. Eynshteyn formulasi. Fotoelektron ko'paytirgich va fotoelementlarni asosiy xarakteristikalarini.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim, aqliy hujum.*

Adabiyotlar: A4; A5; A7; A11; Q1; Q2; Q5; Q6.

Amaliy mashg'ulotlarni tashkil etish bo'yicha kafedra professor-o'qituvchilari tomonidan ko'rsatma va tavsiyalar ishlab chiqiladi. Unda talabalar asosiy ma'ruza mavzulari bo'yicha olgan bilimi va ko'nikmalarini amaliy masalalar yechish orqali yanada boyitadilar. Shuningdek, darslik va o'quv qo'llanmalar asosida talabalar bilimlarini mustaxkamlashga erishish va boshqalar tavsiya etildi.

Fizika, Astronomiya

№	Amaliy mashg'ulotlar mavzulari	Jami soat	
		Fizi- ka	Astro- nomiya
1. Geometrik optika			
1	Geometrik optika qonunlari. Yorug'likning qaytish qonuni. Yassi va sferik ko'zgular.	4	4
2	Yorug'likning sinish qonuni. Yassi parallel plastinkada sinish. To'la ichki qaytish. Prizmada sinish. Prizmada nurlar yo'li.	4	4
3	Linzalar. Linzalarda nurlar yo'li. Linzalarning optik kuchi. Optik asboblari. Ularning kattalashtirishi.	4	4
2. Fotometriya			
4	Yorug'lik oqimi va kuchi. Yoritilganlik.	4	4
5	Ravshanlik va yorituvchanlik.	4	4
3. Yelektromagnit to'lqinlarning tarqalish, sinish va qaytishi			
6	Frenel tenglamalari. Ikki muhit chegarasida qaytgan va singan yelektromagnit to'lqinlarning amplitudalari va intensivliklari	4	4
4. Yorug'likning yutilishi.			
7	Buger-Lambert-Ber qonuni. Yutilish koeffitsiyentining chastotaga va konsentratsiyaga bog'liqligi.	4	4
5. Yorug'likning dispersiyasi			
8	Yelektromagnit to'lqinning fazoviy va to'la tezliklarini topish.	4	4
9	Dispersiya qonunlari. Normal va anomal dispersiya. Yorug'likning yutilish chegarasidagi dispersiya.	4	4
6. Yorug'likning interferensiyasi			
10	Kogerent to'lqinlar interferensiyasi. Yo'llar va fazalar farqi. Frenel ko'zgusi va biprizmalasidagi interferensiya. Yupqa plastinkalardagi interferensiya.	2	2
11	Nyuton halqalari. Linzalarning yegirlik radiusini interferension halkalar orqali hisoblash.	2	2
12	Interferometrlardagi interferension manzaralar yordamida muhitlarning sindirish ko'rsatkichi va konsentratsiyalarini topish. Shaffoflangan optika.	2	2
7. Yorug'lik difraksiyasi			
13	Turli tirg'ish va to'siqlardagi difraksiya.	2	2
14	Difraksion panjara va ularning asosiy xarakteristikalarini hisoblash.	2	2
15	Optik asboblarning ajrata olish qobiliyati, chiziqli va burchak dispersiyalarini topish.	2	2
8. Yorug'likning qutblanishi			
16	Qutblangan nurlar turlari va ularni olish. Qutblangan nur intensivligining qutblanish burchagiga bogliqligi. Malyus qonuni. Bryuster qonuni.	2	2
9. Issiqlik nurlanishi			

17	Issiqlik nurlanish qonuniyatlari. Absolyut qora jism nurlanishi. Nurlanish yenergiyasining muhit temperaturasi va nurlanish to'liq uzunligiga bogliqligi. Kirxgof qonuni. Stefan-Bolsman qonuni.	2	2
10. Fotoelektrik effekt			
18	Ichki va tashqi fotoyeffektlar. Chiqish ishi. Yeynshteyn formulasi.	2	2
	Jami:	54	54

Mustaqil ta'lim tashkil etishning shakli va mazmuni

“Optika” fani bo'yicha talabaning mustaqil ta'limi shu fanni o'rganish jarayonining tarkibiy qismi bo'lib, uslubiy va axborot resurslari bilan to'la ta'minlangan.

Talabalar auditoriya mashg'ulotlarida professor-o'qituvchilarning ma'ruzasini tinglaydilar, misol va masalalar yechadilar. Auditoriyadan tashqarida talaba darslarga tayyorlanadi, adabiyotlarni konspekt qiladi, uy vazifa sifatida berilgan misol va masalalarni yechadi. Bundan tashqari ayrim mavzularni kengroq o'rganish maqsadida qo'shimcha adabiyotlarni o'qib referatlar tayyorlaydi hamda mavzu bo'yicha testlar yechadi. Mustaqil ta'lim natijalari reyting tizimi asosida baholanadi.

Uyga vazifalarni bajarish, qo'shimcha darslik va adabiyotlardan yangi bilimlarni mustaqil o'rganish, kerakli ma'lumotlarni izlash va ularni topish yo'llarini aniqlash, internet tarmoqlaridan foydalanib ma'lumotlar to'plash va ilmiy izlanishlar olib borish, ilmiy to'garak doirasida yoki mustaqil ravishda ilmiy manbalardan foydalanib ilmiy maqola va ma'ruzalar tayyorlash kabilar talabalarning darsda olgan bilimlarini chuqurlashtiradi, ularning mustaqil fikrlash va ijodiy qobiliyatini rivojlantiradi. Shuning uchun ham mustaqil ta'limsiz o'quv faoliyati samarali bo'lishi mumkin emas.

Uy vazifalarini tekshirish va baholash amaliy mashg'ulot olib boruvchi o'qituvchi tomonidan, konspektlarni va mavzuni o'zlashtirish darajasini tekshirish va baholash esa ma'ruza darslarini olib boruvchi o'qituvchi tomonidan har darsda amalga oshiriladi.

«Optika» fanidan mustaqil ish majmuasi fanning barcha mavzularini qamrab olgan va quyidagi 9 ta katta mavzu ko'rinishida shakllantirilgan.

Optika fanidan talabalar mustaqil ta'limining mazmuni va hajmi

Fizika, Astronomiya

№	Mustaqil ta'lim mavzulari	Berilgan topshiriqlar	Bajar. muddati	Hajmi (soatda)
IV semestr				
1	Monoxromatik tulqinlar. Tulqinlarni qo'shish. Elektromagnit to'liqlinlarning umumiy ko'rinishi. Typryn	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni	1,2 - haftalar	10

	elektromagnit tulqinlar	bajarish		
2	Bir jinsli izotrop dielektrlarda yoryg'lik tezligi. Elektromagnit tulqinning energiya zichligi. Yoryg'likning intensivligi.	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	3,4 - haftalar	8
3	Dispersiya nazariyasi. Sindrish kursatgich va yutilishning chastotaga bog'liqligi. Yoryg'lik tarqalishining xususiyatlari. To'la ichki qaytish xodisasi. Bryuster burchagi.	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	5,6 - haftalar	10
4	Kogerentlik tushunchasi. Kogerentlik vaqti va uzunligi. Vaqt bo'ycha va fazoviy kogerentlik. Interferension manzara olishning Yung va Frenel usullari.	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	7,8 - haftalar	10
5	Yoryg'likning difraksiya manzarasini taxlil qilishda vektor diagrammasini qo'llanishi. Frenel zonalari. Difraksion panjaralar va ularning asosiy xarakteristikalar. Prizmali va difraksion panjarali spektral qurilmalar.	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	9,10 - haftalar	8
6	Tabiiy yoryg'likning qutblanishi. Qaytgan va singan nurlarni qutblanishi. $\lambda/2$ va $\lambda/4$ plastinkalar. Elliptik qutblangan nurlarni xosil qilish. Suniy anizotropik.	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	11,12 - haftalar	8
7	Absolyut qopa jism xususiyatlari. Nurlanish energiyasini temperaturaga va chastotaga bog'lanishi. Infraqizil nurlar va ularni xususiyatlari. Lyuminessensiya xodisasi.	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	13,14 - haftalar	8
8	Yoryg'likni muxitlardan sochilishi. Sochilish spektri intensivligini to'lqin uzunlikka boqliqligi. Molekulyar va kombinasion sochilishlar. Fluktuasiyalar.	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	15,16 - haftalar	8
9	Optik kvant generatorlarining tuzilishi va ishlash prinsplari. Optik rezonatorlar. Lazer	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual	17,18 - haftalar	8

	nurlanishining qutblanganligi, monoxromatikligi va spektral tarkibi.	topshiriqlarni bajarish		
--	--	-------------------------	--	--

Kurs ishini tashkil etish bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar (30 soat)

“Optika” fani bo'yicha kurs ishini tayyorlashda quyidagi vazifalarni hal etish nazarda tutiladi;

- fanning dolzarb nazariy masalalari bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish, talaba tomonidan mavzuga oid olingan nazariy bilimlarni ijodiy qo'llash ko'nikmasini hosil qilish;
- tanlangan mavzu bo'yicha xar-xil manbalarni (dissertatsiya, monografiya, davriy nashrlardagi ilmiy maqolalar) o'rganish qobiliyatini shakllantirish hamda takomillashtirish va ularning natijalari asosida tahlil qilish, mustaqil holda materiallarni ifoda etish, ilmiy xulosa va takliflar qilish;
- yozma ko'rinishidagi ma'lumotlarni to'g'ri rasmiylashtirish ko'nikmalarini rivojlantirish va boshqalar;

Kurs ishini mavzulari

1. Геометрик оптика қонунлари.
2. Ёруғлик дисперцияси.
3. Табиатдаги оптик ҳодисалар.
4. Голография ва уни амалиётда қўлланиши.
5. Кўз оптик система сифатида.
6. оптик системаларнинг абберацияси.
7. Ёруғликнинг комбинацион сочилиши ва унинг қўлланиши.
8. Мандельштам-Бриллюэн
9. Люменесценция ҳодисаси ва унинг қўлланиши.
10. Оптиканинг ривожланиш тарихи.
11. Ташқи фотоэффект. Комптон эффекти.
12. Ҳаракатланувчи муҳитлар оптикаси.
13. Оптикада Доплер эффект ива унинг қўлланиши.
14. Изотроп ва анизотроп кристалла рва уларнинг қўлланиши.
15. Лазерларнинг яратилиш тарихи. Газ лазерлари.
16. Замоनावий интерференцион қурилмалар.
17. Дифракцион панжаралар ва уларнинг қўлланиши.
18. Ёруғлик тезлиги ва уни ўлчаш усуллари.
19. Нур тола оптикаси ва унинг алоқа тизимидаги ўрни.
20. Ёруғлик босими ва уни амалиётда қўлланиши.
21. Оптик пирометрия.
22. Фотометрик катталиклар.
23. Ёруғлик дисперсиясининг классик назарияси.
24. Атомларнинг нурланиш спектри ва унинг турлари.
25. Табиий ёруғлик манбалари.

26. Қутбланган ёруғлик манбалари.
27. Электр ва магнит майдонида ёруғликнинг иккиламчи синиши.
28. Магнит майдонида қутбланиш текислигини бурилиши.
29. Рефракция ходисаси.
30. Магнит майдонида спектрларни бўлиниши. Зееман эффекти.

Dasturning informasion - uslubiy ta'minoti

O'quv dasturidagi mavzularni o'tishda ta'limning zamonaviy metodlaridan keng foydalanish, o'quv jarayonini yangi pedagogik texnologiyalar asosida tashkil etish samarali natija berishdan kelib chiqib, tegishli mavzular bo'yicha foydalanish imkoniyati bo'lgan texnik vositalar yordamida namoyish tajribalari, fanga tegishli qonuniyatlarni aks ettiruvchi multimediali elektron darsliklar, ko'rgazmali materiallar va yangi pedagogik texnologiyalardan foydalanish nazarda tutilgan.

Tavsiya etilayotgan namoyish tajribalari:

1. Yorug'likning to'la ichki qaytishi. Nurtola optikasi mavzulari bo'yicha namoish tajribalarini ko'rsatish
2. Yorug'likning interferensiyasi xodisasiga tegishli namoish eksperimentlarini ko'rsatish. Fabri-Pero interferometrini ishlash prinsplari bilan tanishtirish.
3. Interferensiya xodisasini amaliyotdagi tadbig'iga tegishli o'quv-ilmiy film namoyishi.
4. Yorug'likning difraktsiya xodisasiga bag'ishlangan namoyish tajribalari va o'quv ilmiy filmlar. Yassi, qaytaruvchi difraksion panjaralarni ko'rsatish va tanishtirish.
5. Yorug'likning ikkilamchi sinish xodisasiga tegishli namoyish tajribalari. Odatdagi va odatdagi bo'lmagan nurlarni anizotrop kristallardagi yo'lini namoyish qilish. Fizik jarayonlarni talabalar bilan o'zaro muloqat kurinishda muxokama qilish.
6. Optik kvant geniratorlarining ishlash prinsplari bilan tanishtirish
7. Laboratoriya va amaliy mashg'ulotlarni maxsus tayyorlangan dasturlar asosida EXM da elektron mashg'ulotlarini o'tkazish.
8. Fanga tegishli plakatlardan foydalanish
9. Elektron darsliklar va internet materiallaridan foydalanish.

“Optika” fanidan talabalar bilimini reyting tizimi asosida baholash mezonlari

“Optika” fani bo'yicha reyting jadvallari, nazorat turi, shakli, soni hamda har bir nazoratga ajratilgan maksimal ball, shuningdek joriy va oraliq nazoratlarining saralash ballari haqidagi ma'lumotlar fan bo'yicha birinchi mashg'ulotda talabalarga e'lon qilinadi.

Fan bo'yicha talabalarining bilim saviyasi va o'zlashtirish darajasining Davlat ta'lim standartlariga muvofiqligini ta'minlash uchun quyidagi nazorat

turlari o'tkaziladi:

- **joriy nazorat (JN)** – talabaning fan mavzulari bo'yicha bilim va amaliy ko'nikma darajasini aniqlash va baholash usuli. Joriy nazorat fanning xususiyatidan kelib chiqqan holda amaliy mashg'ulotlarda og'zaki so'rov, test o'tkazish, suhbat, nazorat ishi, kollektivum, uy vazifalarini tekshirish va shu kabi boshqa shakllarda o'tkazilishi mumkin;

- **oraliq nazorat (ON)** – semestr davomida o'quv dasturining tegishli (fanlarning bir necha mavzularini o'z ichiga olgan) bo'limi tugallangandan keyin talabaning nazariy bilim va amaliy ko'nikma darajasini aniqlash va baholash usuli. Oraliq nazorat bir semestrda ikki marta o'tkaziladi va shakli (yozma, og'zaki, test va hokazo) o'quv faniga ajratilgan umumiy soatlar hajmidan kelib chiqqan holda belgilanadi;

- **yakuniy nazorat (YaN)** – semestr yakunida muayyan fan bo'yicha nazariy bilim va amaliy ko'nikmalarni talabalar tomonidan o'zlashtirish darajasini baholash usuli. Yakuniy nazorat asosan tayanch tushuncha va iboralarga asoslangan "Yozma ish" shaklida o'tkaziladi.

ON o'tkazish jarayoni kafedra mudiri tomonidan tuzilgan komissiya ishtirokida muntazam ravishda o'rganib boriladi va uni o'tkazish tartiblari buzilgan hollarda, **ON** natijalari bekor qilinishi mumkin. Bunday hollarda **ON** qayta o'tkaziladi.

Oliy ta'lim muassasasi rahbarining buyrug'i bilan ichki nazorat va monitoring bo'limi rahbarligida tuzilgan komissiya ishtirokida **YaN** ni o'tkazish jarayoni muntazam ravishda o'rganib boriladi va uni o'tkazish tartiblari buzilgan hollarda, **YaN** natijalari bekor qilinishi mumkin. Bunday hollarda **YaN** qayta o'tkaziladi.

Talabaning bilim saviyasi, ko'nikma va malakalarini nazorat qilishning reyting tizimi asosida talabaning fan bo'yicha o'zlashtirish darajasi ballar orqali ifodalanadi.

«Optika» fani bo'yicha talabalarning semestr davomidagi o'zlashtirish ko'rsatkichi 100 ballik tizimda baholanadi.

Ushbu 100 ball baholash turlari bo'yicha quyidagicha taqsimlanadi:

Ya.N.-30 ball, qolgan 70 ball esa J.N.-35 ball va O.N.-35 ball qilib taqsimlanadi.

- Fan bo'yicha saralash bali 55 ballni tashkil etadi. Talabaning saralash balidan past bo'lgan o'zlashtirishi reyting daftarchasida qayd etilmaydi.

- Talabalarning o'quv fani bo'yicha mustaqil ishi joriy, oraliq va yakuniy nazoratlar jarayonida tegishli topshiriqlarni bajarishi va unga ajratilgan ballardan kelib chiqqan holda baholanadi.

- Fan bo'yicha joriy va oraliq nazoratlarga ajratilgan umumiy ballning 55 foizi saralash ball hisoblanib, ushbu foizdan kam ball to'plagan talaba yakuniy nazoratga kiritilmaydi.

- Joriy **JN** va oraliq **ON** turlari bo'yicha 55 ball va undan yuqori balni to'plagan talaba fanni o'zlashtirgan deb hisoblanadi va ushbu fan bo'yicha yakuniy nazoratga kiritiladi.

- Talabaning semestr davomida fan bo'yicha to'plagan umumiy bali har

bir nazorat turidan belgilangan qoidalarga muvofiq to'plagan ballari yig'indisiga teng.

- **ON** va **YaN** turlari kalendar tematik rejaga muvofiq dekanat tomonidan tuzilgan reyting nazorat jadvallari asosida o'tkaziladi. **YaN** semestrning oxirgi 2 haftasi mobaynida o'tkaziladi.

- **JN** va **ON** nazoratlarda saralash balidan kam ball to'plagan va uzrli sabablarga ko'ra nazoratlarda qatnasha olmagan talabaga qayta topshirish uchun, navbatdagi shu nazorat turigacha, so'nggi joriy va oraliq nazoratlar uchun esa yakuniy nazoratgacha bo'lgan muddat beriladi.

- Talabaning semestrda **JN** va **ON** turlari bo'yicha to'plagan ballari ushbu nazorat turlari umumiy balining 55 foizidan kam bo'lsa yoki semestr yakuniy joriy, oraliq va yakuniy nazorat turlari bo'yicha to'plagan ballari yig'indisi 55 balidan kam bo'lsa, u akademik qarzdor deb hisoblanadi.

- Talaba nazorat natijalaridan norozi bo'lsa, fan bo'yicha nazorat turi natijalari e'lon qilingan vaqtdan boshlab bir kun mobaynida fakultet dekaniga ariza bilan murojaat etishi mumkin. Bunday holda fakultet dekanining taqdimnomasiga ko'ra rektor buyrug'i bilan 3 (uch) a'zodan kam bo'lmagan tarkibda apellyasiya komissiyasi tashkil etiladi.

- Apellyasiya komissiyasi talabalarning arizalarini ko'rib chiqib, shu kunning o'zida xulosasini bildiradi.

- Baholashning o'rnatilgan talablar asosida belgilangan muddatlarda o'tkazilishi hamda rasmiylashtirilishi fakultet dekani, kafedra mudiri, o'quv-uslubiy boshqarma hamda ichki nazorat va monitoring bo'limi tomonidan nazorat qilinadi.

Talabalar ON dan to'playdigan ballarning namunaviy mezonlari

Maksimal ball			Baholanadigan ish turlari
Jami	1-OB	2-OB	
28	14	14	Tegishli bo'lim bo'yicha nazariy bilim va amaliy ko'nikma darajasi.
7	3	4	O'quv dasturiga qo'shimcha mavzular bo'yicha konspekt yozish va himoya qilish (mustaqil ta'lim).
35	17	18	

Talabalar JN dan to'playdigan ballarning namunaviy mezonlari

Maksimal ball				Baholanadigan ish turlari
Jami	1-JB	2-JB	3-JB	
35	11	12	12	Darsga nazariy tayyorgarlik bilan kelish va faol ishtirok yetish (8 ball), uy vazifalarini bajarish (mustaqil ta'lim) (4 ball).
35	11	12	12	

Yakuniy nazorat "Yozma ish" shaklida belgilangan bo'lsa, u holda yakuniy nazorat 30 ballik "Yozma ish" variantlari asosida o'tkaziladi.

Agar yakuniy nazorat markazlashgan test asosida tashkil etilgan bo'lib fan

bo'yicha yakuniy nazorat "Yozma ish" shaklida belgilangan bo'lsa, u holda yakuniy nazorat quyidagi jadval asosida amalga oshiriladi.

Ball	Baho	Talabaniy bilim darajasi
86-100	A'lo (5)	Xulosa va qaror qabul qilish; ijodiy fikrlay olish; mustaqil mushohada yurita olish; olgan bilimlarini amalda qo'llay olish; mohiyatini tushunish; bilish, aytib berish; tasavvurga yega bo'lish.
71-85	Yaxshi (4)	Mustaqil mushohada yurita olish; olgan bilimlarini amalda qo'llay olish; mohiyatini tushunish; bilish, aytib berish; tasavvurga yega bo'lish.
55-70	Qoniqarli (3)	Mohiyatini tushunish; bilish, aytib berish; tasavvurga yega bo'lish.
0-54	Qoniqarsiz (0-1-2)	Bilmaslik; aniq tasavvurga yega bo'lmaslik.

Yakuniy nazoratda "Yozma ish"larni baholash mezonlari

Yakuniy nazorat "Yozma ish" shaklida amalga oshirilganda, sinov ko'p variantli usulda o'tkaziladi. Har bir variant 4 ta nazariy savol va 1 ta amaliy topshiriqdan iborat. Nazariy savollar fan bo'yicha tayanch so'z va iboralar asosida tuzilgan bo'lib, fanning barcha mavzularini o'z ichiga qamrab olgan.

Har bir nazariy savolga yozilgan javoblar bo'yicha o'zlashtirish ko'rsatkichi 0-6 ball oralig'ida baholanadi. Amaliy topshiriq esa 0-6 ball oralig'ida baholanadi. Talaba maksimal 30 ball to'plashi mumkin.

Yozma sinov bo'yicha umumiy o'zlashtirish ko'rsatkichini aniqlash uchun variantda berilgan savollarning har biri uchun yozilgan javoblarga qo'yilgan o'zlashtirish ballari qo'shiladi va yig'indi talabaniy yakuniy nazorat bo'yicha o'zlashtirish bali hisoblanadi.

Tavsiya etilgan adabiyotlar ro'yxati

Asosiy adabiyotlar

1. Kaliteyevskiy N.I. "Volnovaya optika" M.1971. M. 2006.
2. Karimov R., Otajonov Sh., Eshjonov B., Buribayev. Optikadan masalalar va laboratoriyalar to'plami. O'quv qo'llanma, Toshkent, 2017.
3. Грибов Л.А., Прокофьева Н.И «Основы физики» М. 1998.
4. Sivuxin D.V. «Optika» «Fizmat» M. 2005.
5. Savelyev I.V. «Umumiy fizika kursi» T.3. T.1976.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Landsberg G.S. "Optika" T 1981.
2. Matveyev A.P. «Optika» M.1985.
3. Savelyev I.V. «Umumiy fizika kursi» T.3. T.1976.
4. Звелто О. «Принципы лазеров» М. 1989.
5. Куйлиев В.Т, «Оптика» «Фан ва технология» Т. 2014.
6. Отажонов Ш., Эшжонов Б.Х., Оптика. Укув услубий мажмуа. УзМУ. 2015.
7. Носенко Б.М.. Ясколко В.Я., Айвазова А.А., «Оптика» Интерференция. дифракция. Т. 1983.
8. Дитчберн Р. «Физическая оптика» М. 1965.
9. Пол редакций Чертова А.Г «Задачник по курсу общей физики» М. 1989.
- 10.Каримов Р. "Оптика» маъруза матни Т. 2000.
- 11.Вол ькен штейн В.С. "Умумий физика курсидан масалалар туплами" Т.1969.
- 12.Хабибуллаев П.К.. Назиров Э.Н.. Отажонов Ш., Назиров Д. «Физика изохли лугати» Узбекистан Миллий Энциклопедия нашириёти 2002.
- 13.Гвоздева Н.П., Кульянова В.И.. Леушина Т.Н. «Физическая оптика» М. 1991.
- 14.Бутиков I .И. «Отика» Санкт-Петербург 2003.
- 15.Волькенштейн В.С. «Сборник задач по общему курсу физики» Санкт-Петербург 2004.
- 16.Сахаров Д.М. «Сборник задач по физике» М.1973.
- 17.Иродов И.Е. «Задачи по общей физике» М. 2003.
- 18.Цедрик М.С. «Сборник залач по курсу обшей фишки» М. 1989.
- 19.Коршунова Л.Н. «Оптические явления». М. 2005.
- 20.Отажонов Ш. «Молекуляр оптика» Т . 1994.
- 21.Парпиев К., Отажонов Ш.. Маматисоков Д.. Ортиков А. «Умумий физикадан практикум» Андижон 2002.

Internet saytlari

1. Ilmiy jurnallar www.infomag.ru.
2. www.sciencedirect.com

3. www.onlinelibrary.wiley.com
4. www.ziyonet.uz
5. www.kitob.uz

ORALIQ NAZORAT SAVOLLARI

1. Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalishi
2. Qaytishi va sinishi qonunlari.
3. Fotometrik kattaliklar va ularning birliklari
4. Yorug'likning elektromagnit nazariyasi.
5. Yorug'likning elektromagnit tabiati
6. Maksvell tenglamalari.
7. Umov-Poyting vektori
8. Elektromagnit to'lqinlari energiyasi va bosimi
9. Yorug'lik to'lqinining kundalangligi.
10. Tabiiy va qutblangan yorug'lik.
11. Yorug'likning ikkilanib sinishi
12. Polyarizasion qurilmalar.
13. Qutblangan yorug'likni interferensiyasi.
14. Elliptik va doiraviy qutblangan yorug'likni olish.
15. Bryuster va Malyus qonunlari.
16. Yorug'likning anizotrop muhitlarda sochilishi
17. Yorug'lik dispersiyasi.
18. Normal va anomal dispersiya
19. Yorug'likning yutilishi.
20. Buger-Ber qonuni.
21. Dispersiyaning elektron nazariyasi.
22. Yorug'lik interferensiyasi.
23. Kogerent to'lqinlarni hosil qilish usullari.
24. Interferensiyaning umumiy sxemasi
25. Teng og'ishga va teng qalinlikka tegishli interferensiya
26. Nuyuton halqalari
27. Yorug'lik difraksiyasi
28. Frenel va Frangofer difraksiyasi
29. Difraksion panjara
30. Optik asboblarning ajrata olish qobiliyati
31. chiziqli va burchak dispersiyalarini topish.
32. Golografiya
33. Golografiyaning fizik asoslari
34. Sponton va majburiy nurlanish
35. Lazerlarning ishlash prinsipi
36. Yoqut va Geliy-neon lazerlari
37. Yorug'likning sochilishi.
38. Bir jinslimas va xira muhitlarda yorug'likning sochilishi.
39. Molekulyar sochilish
40. kombinasion sochilish
41. Fotoeffekt xodisasi.
42. Stoletov tajribasi
43. Ichki va tashqi fotoeffektlar
44. Tashqi fotoeffekt uchun Eynshteyn formulasi.
45. Tashqi fotoeffekt xodisalarining amalda qo'llanilishi.
46. Kompton yeffekti
47. Jismlarning nur chiqarish va nur yutish qobiliyatlari.

48. Mutlaq qora jism
49. Kirxgof, Stefan-Bolsman va Vinn qonunlari
50. Issiqlik nurlanish qonunlarining qo'llanilishi.
51. Optik pirometrlar, yorug'lik manbalari.
52. Xarakatlanuvchi muxit optikasi va nochiziqli jarayonlar
53. Yorug'lik tezligi.
54. Maxsus nisbiylik nazariyasi postulatları

OPTIKA FANIDAN TEST SAVOLLARI

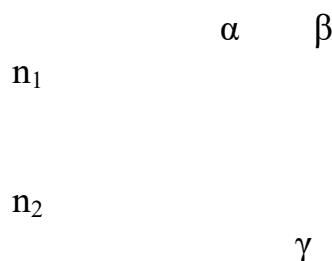
1. Yorug'lik nuri to'g'risidagi to'g'ri fikrni toping.

- A) Yorug'lik nuri ham to'lqin, ham zarracha
- B) Yorug'lik nuri bu to'lqindir
- C) Yorug'lik nuri zarrachadir
- D) Yorug'lik nuri elektronlar oqimi sifatida tarqaladi

2. Yorug'likning qaytish qonuniga ta'rif bering.

- A) Tushgan nur, qaytgan nur va shu tushish nuqtasiga o'tkazilgan normal bir tekislikda yotadi va tushish burchagi qaytish burchagiga teng bo'ladi
- B) Qaytish burchagi tushish burchagiga teng bo'ladi, ular bir tekislikda yotmaydi
- C) Tushish burchagi sinish burchagiga teng bo'ladi va ular bir tekislikda yotmaydi
- D) Qaytgan nur yo'nalishi tushgan nur yo'nalishiga qarama-qarshi va ular normal bilan bir xil burchak hosil qiladi.

3. Quyidagi chizmadan foydalanib to'g'ri yozilgan tenglikni ko'rsating?



- A) $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1}$
- B) $\frac{\sin 90^\circ}{\sin \gamma} = n_2 / n_1$
- C) $\frac{\sin \gamma}{\sin \beta} = n_1 / n_2$
- D) $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_2 / n_1$

4. Chegaraviy burchak deb qanday burchakka aytiladi?

- A) Chegaraviy burchak deb - sinish burchagi 90° ga teng bo'lgandagi tushish burchagiga aytiladi
- B) Sinish burchagi 45° bo'lgandagi tushish burchagiga aytiladi

- C) Yorug'likning to'la qaytgandagi qaytish burchagiga aytiladi
- D) Tushish burchagi qaytish burchagidan kichik bo'lgandagi sinish burchagiga aytiladi

5. Yorug'lik oqimi birligi qanday birlikda o'lchanadi?

- A) Lyumen
- B) Steradian
- C) Kandella
- D) Nit

6. Energiya oqimi zichligi vektori Umov - Poyting vektori qaysi formulada to'g'ri ifodalangan?

- A) $S = (C/4\pi) [EH]$
- B) $S = (4\pi/C) [EH]$
- C) $S = (C/H) [E 4\pi]$
- D) $S = VE^2/4\pi$

7. Elektromagnit to'lqinlar muhitda qanday v tezlik bilan tarqaladi?

- A) $v = c/n$ tezlik bilan
- B) $v = n/c$ tezlik bilan
- C) Yorug'lik nurining vakumdagi tezligidan katta tezlikda tarqaladi
- D) Vakumdagi tezligiga teng tezlikda tarqaladi

8. Yorug'lik qutblanganligini tekshiruvchi qurilma qanday nomlanadi?

- A) Analizator
- B) Polyarizator
- C) Prizma
- D) Fotometr

9. Tabiiy nurni qutblangan nurga aylantiruvchi qurilma nomi?

- A) Polyarizator
- B) Shisha prizma
- C) Fotometr o'tkazgich
- D) Analizator

10. Malyus formulasini ko'rsating?

- A) $I = I_0 \cos^2 \alpha$
- B) $I_0 = I \cos^2 \alpha$
- C) $W = I/I_0 \sin^2 \alpha$
- D) $W = I_0/I \cos^2 \alpha$

11. Kogerent to'lqinlar qanday to'lqinlar?

- A) Fazalar farqi doimiy va chastotasi o'zgarmas bo'lgan to'lqinlarga aytiladi
- B) To'lqin uzunligi o'zgarmas bo'lgan to'lqinlarga aytiladi
- C) Chastotasi o'zgarmas bo'lgan to'lqinlarga aytiladi
- D) Doimiy fazaga ega bo'lmagan to'lqinlarga aytiladi

12. To'lqinlar interferensiyasi deb nimaga aytiladi?

A)Kogerent bo'lgan to'lqinlar qo'shilganda bir - birini kuchaytirishi yoki susaytirishiga aytiladi

B)Kogerent bo'lmagan to'lqinlar qo'shilishiga aytiladi

C)Kogerent to'lqinlar qo'shilganda bir - birini o'chirishiga aytiladi

D)Kogerent to'lqinlar qo'shilganda bir - birini kuchaytirishiga aytiladi

13. Difraksiya hodisasi deb nimaga aytiladi?

A)Yorug'lik nurining to'siqlarni aylanib o'tishiga aytiladi

B)Yorug'lik nurining kristall panjaradan o'tishiga aytiladi

C)Yorug'lik nuriga qo'shib bir biriga halaqit bermay o'tishiga aytiladi

D)Nurlarning kuchayib, bir - birini yo'qotishiga aytiladi

14. Dispersiya hodisasi deb nimaga aytiladi.

A)Yorug'lik nuri prizmadan o'tganda prizmaning orqa tomonida kamalak rangga bo'yalgan yorug' nurlar hosil bo'lishiga aytiladi

B)Yorug'lik nurining qutblanishi

C)Yorug'lik nurining kuchayishi

D)Yorug'lik nurining ikkilanib sinishi

15. Normal dispersiya nima?

A)Chastota oshganda sindirish ko'rsatkichi oshsa

B)To'lqin uzunligi oshsa sinish ko'rsatkichi o'zgarmas bo'lsa

C)Chastota kamaysa sindirish ko'rsatkichi oshsa

D)Chastota oshsa sindirish ko'rsatkichi kamaysa

16. Buger - Ber qonuni qaysi formulada to'g'ri ifodalangan?

A) $I = I_0 \cdot e^{-A \cdot d}$

B) $I_0 = I \cdot e^{-A \cdot d}$

C) $A = A_0 \cdot A^{cd}$

D) $A_0 = A \cdot A^{cd}$

17. Spektr deb nimaga aytiladi?

A)Biror yorug'lik manbai nurlanishining to'lqin uzunliklari bo'yicha taqsimlanishiga aytiladi

B)Intensivlikning chastotaga teng bo'lgandagi qiymatiga aytiladi

C)Elektromagnit to'lqinlarning energiya bo'yicha taqsimotiga aytiladi

D)Energiya va chastotaning aynan teng bo'lganligiga aytiladi

18. Gyuygens prinsipining mohiyati qanday?

A)To'lqin fronti yetib borgan har bir nuqta ikkilamchi to'lqin manbai bo'la oladi

B)To'lqin tarqalishi mobaynida intensivligi oshib borishiga aytiladi

C)To'lqin tarqalishi yo'nalishida to'lqin uzunligining oshib borishiga aytiladi

D)To'lqin fronti yetib borgan nuqtalar to'plami qo'zg'almasdir

19. Difraksion panjaraning ajrata olish qobiliyati R ni toping?

A) $R = mN$

B) $R = m \cdot N$

C) $R = m + n$

$$D) R = (U/m) + N$$

20. Difraksion panjara uchun qaysi formula o'rinli?

A) $d \sin \alpha = m \cdot \lambda$

B) $d \cos \alpha = m / \lambda$

C) $d \operatorname{tg} \alpha = m \cdot \lambda$

D) $d \sin \alpha = m / \lambda$

21. Fotoeffekt nima?

A) Yorug'lik nuri ta'sirida metallardan elektronlarning ajralishi

B) Quyosh nurlarining muhitda to'la yutilishi

C) Elektr toki ta'sirida metallarning qizishi

D) Maydonlar perpendikulyarligi isbotlovchi jarayon

22. Fotoeffekt uchun Eynshteyn formulasini ko'rsating?

A) $h\nu = m v^2 / 2 + A$

B) $E = h + A$

C) $A = m \lambda / 2 + \nu$

D) $h \cdot A = \lambda / 2$

23. Fluktuasiya nima?

A) Fizik kattaliklarning o'rtacha qiymatidan chetlanish

B) Moddalarning o'rtacha massalarining saqlanishi

C) Suyuq holatdan qattiq holatga o'tish

D) Qattiq holatdan suyuq holatga o'tish

24. Golografiya nima?

A) Yorug'likning difraksiya va interferensiya hodisasiga asoslanib buyumning xajmiy (3 o'lchamli) tasvirini olish

B) To'lqinlar interferensiyalari haqida to'liq ma'lumot beradi

C) Jismlarning ikki o'lchamli shakllarini chizadi

D) Linza va mikroskoplarni kattalashtirish koeffitsiyentini ifodalaydi

25. Lazer nurlanishiga tegishli ajoyib xususiyatlar qaysilar?

A) Faqat vaqt va fazoda kogerent, qat'iy monoxromatik quvvati katta, dasta kengli o'zgarmas

B) O'zgaruvchan chastotali, nomonoxromatik, energiyasi katta

C) Dastasining diametri katta, intensivligi o'zgarmas

D) Faqat vakuumda tarqala oladigan o'zgaruvchan to'lqin uzunlikka ega nurlar.

26. Muhitning absolyut sindirish ko'rsatgichi formulasini ko'rsating.

A) $n = \frac{c}{v}$;

B) $n = \frac{v}{c}$;

C) $\frac{\sin \alpha}{\sin x} = \frac{n_2}{n_1}$

27. Fotometriya bu nima.

A) Yorug'lik to'liqini tarqatayotgan energiyani o'lchash;

B) Yorug'lik oqimini o'lchash;

C) Yorug'lik kuchini o'lchash;

D) Yoritilganlikni o'lchash;

28. Yoritilganlik formulasi qaysi holda to'g'ri ifodalangan.

A) $E = \frac{d\Phi}{d\sigma}$;

B) $E = \frac{F}{l}$;

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

D) $\Phi = \frac{dw}{t}$;

29. Yorituvchanlik formulasi qaysi holda to'g'ri ifodalangan.

A) $S = \frac{\Phi}{\sigma}$;

B) $S = \frac{\Phi}{I}$;

C) $B = \frac{F}{Il}$;

D) $R = \frac{l}{S}$;

30. Yorug'lik kuchi birligi qaysi holda to'g'ri ifodalangan.

A) Kd;

B) Lm;

C) nit;

D) lyuks;

31. Elektromagnit maydonning bir jinsli muhitda tarqalish tezligi formulasini ko'rsating.

A) $V = \frac{c}{\sqrt{\mu\epsilon}}$;

B) $V = \frac{c}{\sqrt{\mu E}}$;

C) $V = \frac{\epsilon}{\sqrt{\mu}}$;

D) $v = \nu \cdot \lambda$;

32. Bryuster qonuni qaysi jabovda to'g'ri ko'rsatilgan.

A) $\operatorname{tg} \varphi = n$

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

C) $R = \rho \frac{l}{S}$;

$$D) S = \frac{\Phi}{I};$$

33. Qaysi rangdagi nur prizmada eng katta burchakka og'adi.

- A) binafsha;
- B) yashil;
- C) qizil;
- D) ko'k;

34. Qo'yidagi keltirilgan nurlarning qaysi biri eng katta chastotaga ega.

- A) rentgen nurlari;
- B) infraqizil nurlar;
- C) ko'zga ko'rinadigan yorug'lik nuri;
- D) ultrabinafsha nurlar;

35. Normal ko'z uchun eng yaxshi ko'rish masofasi qanchaga teng?

- A) 25 sm;
- B) 15 sm;
- C) 20 sm;
- D) 45

36. Yorug'lik bir muxitdan ikkinchi muxitga o'tganda uning qaysi parametrlari o'zgarmasdan qoladi.

- A) chastota;
- B) to'lqin uzunligi;
- C) tarqalish tezligi;
- D) intensivligi;

37. Dispersiya necha turga bo'linadi ?

- A) 2;
- B) 4;
- C) 6;
- D) 7;

38. Ko'zga ko'rinadigan nurlarning to'lqin uzunligi eng kattasini ko'rsating.

- A) qizil;
- B) ko'k va yashil;
- C) binafsha;
- D) sariq

39. Yorug'lik energiyasi elektr energiyasiga aylanturuvchi asbobga deyiladi.

- A) Fotoelement;
- B) Diod;
- C) Transformator;
- D) Bunaqa asbob yo'q;

40. Plank doimiysining son qiymatini ko'rsating.

- A) $6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}$;
- B) $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ K}$;
- C) $8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$;
- D) $1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}^{-1}$;

41. Agar ikki muhit chegarasi sirtiga nurning tushish burchagi sezilarli oshirilsa, bu muhitlarning nisbiy sindirish ko'rsatkichi.

A)o'zgarmaydi;

B)oshadi;

C)kamayadi;

D)keskin oshadi;

42. Nurning shaffof muhitdagi tezligi 0,66 c ga teng. Muhitning absolyut sindirish ko'rsatkichini aniqlang. c – yorug'likning vakuumdagi tezligi.

A)1,5;

B)1,66;

C)2;

D)2, 3;

43. Fazoviy burchak kattaligiga tugri keluvchi yoruglik okimiga deb aytiladi.

A)Yorug'lik kuchi;

B)Yorug'lik okimi;

C)Yoritilganlik;

D)Yorituvchanlik;

44. 1 A⁰ ni xalqaro birliklar sistemasida ifodalang?

A)10⁻¹⁰ m;

B)10⁻⁹ m;

C)10⁻¹⁰ kg;

D)10¹² m

45. Difraksion panjara davri ifodalangan javobni toping.

A) $d = a + b$;

B) $d = lN$

C) $d = l + N$;

D) $d = ab$;

46. Yorug'lik nuri kuyoshdan Yerga qancha vaqtda yetib keladi.

A)8 minut;

B)6 minut;

C)5 minut;

D)7 minut;

47. Tushgan va qaytgan nurlar orasidagi burchak 80⁰ bo'lsa qaytish burchagini toping?

A)40⁰ ;

B)30⁰;

C)45⁰;

D)60⁰;

48. Linza fokusining radiusiga bog'liqlik formulasini toping.

A)
$$F = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right);$$

$$\text{B)} F = \frac{1}{D}(R_1 + R_2)$$

$$\text{C)} F = n \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) ;$$

$$\text{D)} \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} ;$$

49. Jismning tasviri jism balandligidan 3 marta katta linzaning kattalashtirish qanday?

A)3;

B)2;

C)1/3;

D)-3;

50. Stefan-Bolsman doimiysining qiymati va birligini ko'rsating.

$$\text{A)} 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4} ;$$

$$\text{B)} 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{mK}^4} ;$$

$$\text{C)} 5,67 \cdot 10^{-9} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4} ;$$

$$\text{D)} 5,67 \cdot 10^{-5} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4} ;$$

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik "5440100" 2-kurs, 4-semestr.
Ta'lim tili. Uzbek.
Optika fanidan yakuniy baholash.

Variant 1

1. Geometrik optikaning asosiy qonunlari.

t.s: muhit, yorqinlik, buyum, bir jinsli muhit, tiniq, tushish, qaytish va sinish burchaklari, tekislik, nisbat, sindirish ko'rsatkichi, mustaqillik.

2. Yorug'likning qutblanishi.

t.s: ko'ndalang to'lqin, yassi plastika, manba, parallel, qutblanish tekisligi, anizotrop, elektromagnit to'lqin.

3. Dispersiya tushunchasi.

t.s: chastota, normal, anomal, prizma.

4. Teng qalinlikka tegishli interferensiya.

t.s: ponasimon yupqa plastinka, tushuvchi nur, optik yo'llar farqi, qatlam, loqallashgan.

5. Masala

Kafedra mudiri:

Fakultet dekani:

prof. A.Jumaboyev

dots. R.Eshbo'riyev

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik "5440100" 2-kurs, 4-semestr.
Ta'lim tili. Uzbek.
Optika fanidan yakuniy baholash.
Variant 2

1. Asosiy fotometrik kattaliklar.

t.s: oqim, energiya, izotrop, nuqtaviy manba, yorug'lik kuchi, jismoniy burchak, manba, ravshanlik, sirt, yorituvchanlik, yoritganlik.

2. Kristallarda yorug'likning ikkilanib sinishi.

t.s: kristall bo'linishi, anizotrop dielektrik kirituvchanlik, sinish qonuni, tezlik, tekislik, optik o'q.

3. Elektronga ta'sir etuvchi kuchlar. Zelmeyer formulasi.

t.s: majburlovchi, siljish tormozlovchi, tutub turuvchi, garmonik, energiya, muhit, elektron, harakat, chastota.

4. Yupqa plastinkadan qaytgan yorug'lik nurlarining interferensiyasi.

t.s: sirt, optik yo'llar farqi, to'lqin uzunligi, fokal tekislik, yig'uvchi linza.

5. Masala

Kafedra mudiri:

Fakultet dekani:

prof. A.Jumaboyev

dots. R.Eshbo'riyev

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi

Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik “5440100” 2-kurs, 4-semestr.
Ta’lim tili. Uzbek.

Optika fanidan yakuniy baholash.

Variant 3

- 1. Yupqa plastinkadan qaytgan yorug’lik nurlarning interferensiyasi.**
t.s: sirt, optik yo’llar farqi, to’lqin, to’lqin uzunligi, fokal tekislik, yig’uvchi linza.
- 2. Frenel nazariyasi.**
t.s: to’lqin, yorug’lir tezligi, to’lqin.
- 3. Dispersiya tushunchasi.**
t.s: chastota, normal, anomal, prizma.
- 4. To’la ichki qaytish hodisasi. Chegaraviy burchak.**
t.s: optik zichlik, sinish burchagi, chegaraviy qiymat, tushuvchi nur, to’lqin, energiya oqimi, periskop.
- 5. Masala**

Kafedra mudiri:
Fakultet dekani:

prof. A.Jumaboyev
dots. R.Eshbo’riyev

O’zbekiston Respublikasi Oliy va o’rta maxsus ta’lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik “5440100” 2-kurs, 4-semestr.
Ta’lim tili. Uzbek.

Optika fanidan yakuniy baholash.

Variant 4

- 1. Elektromagnit to’lqinning optik diapazoni.**
t.s: ko’rinadigan nur, chastota, to’lqin uzunligi, kirish oblasti, taqsimlanish, ultrabinafsha, infraqizil.
- 2. Tabiiy va qutblangan nur ta’rifi va qutblangan nur turlari.**
t.s: elektromagnit tebranishlar, intensivlik, doira, elektr vektor, chiziqli yo’nalishi.
- 3. Dispersiyaning elektron nazariyasi.**
t.s: sindrish ko’rsatkichi, to’lqin uzunligi, normal, Koshi nazariyasi, Zenmeyer, chastota, dipol, muhit, elektr, induksiya.
- 4. Bir yo’nalish bo’yicha qo’shiluvchi to’lqinlarning interferensiyasi.**
t.s: monoxromatik, manba, elektr maydon kuchlanganligi, optik yo’llar farqi, qorong’ulik, fazalar farqi.
- 5. Masala**

Kafedra mudiri:
Fakultet dekani:

prof. A.Jumaboyev
dots. R.Eshbo’riyev

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik "5440100" 2-kurs, 4-semestr.
Ta'lim tili. Uzbek.
Optika fanidan yakuniy baholash.

Variant 5

1. Yorug'likning elektromagnit nazariyasi.

t.s: yorug'lik tezligi, maydon, o'zgaruvchan to'lqin, monoxromatik, vektorlar, faza, kuchlanganlik, energiya, oqim, zichlik.

2. Absolyut va nisbiy sindirish ko'rsatkichi.

t.s: vaakum, tushish burchagi, sindirish, yorug'lik, tezlik.

3. Yorug'likning yutilishi. Buger qonuni.

t.s: intensivlik, yutilish koeffitsiyenti, magnit maydoni, chiziqli spektr, chastota, dublet spektr, siljish, Lorens kuchi.

4. Teng og'ishga tegishli interferensiya.

t.s: plastinka, optik yo'llar farqi, tushish burchagi, maksimum, minimum, cheksizlik, yig'uvchi linza, lokallashgan.

5. Masala

Kafedra mudiri:
Fakultet dekani:

prof. A.Jumaboyev
dots. R.Eshbo'riyev

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik "5440100" 2-kurs, 4-semestr.
Ta'lim tili. Uzbek.
Optika fanidan yakuniy baholash.

Variant 6

1. Geometrik optikaning asosiy qonunlari.

t.s: muhit, yorqinlik, buyum, bir jinsli, tiniq, tushish burchagi, qiymat, normal, tekislik, nisbat, sindirish ko'rsatkichi, mustaqillik.

2. Fotoeffekt va uning qonunlari.

t.s: foton, qizil chegara, chiqish ishi, intensivlik, fotonlar soni

3. Gyungens-Frenel prinsipi. Frenel zonalari.

t.s: to'lqin fronti, ikkilamchi to'lqin, faza, manba, ekran, sferik qo'shni zonalar, yorug'lik, qorong'ulik.

4. Umov-Poyting vektori.

t.s: energiya, . energiya zichligi, birlik vektor.

5. Masala

Kafedra mudiri:
Fakultet dekani:

prof. A.Jumaboyev
dots. R.Eshbo'riyev

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik "5440100" 2-kurs, 4-semestr.
Ta'lim tili. Uzbek.
Optika fanidan yakuniy baholash.
Variant 7

1. Majburiy va spontan nurlanish.

t.s: energetik satxlar, energiya yutilishi, foton, uyg'ongan holat.

2. Yorug'likning yutilishi, Buger-Beer formulasi.

t.s: muxit, elektronlar, yutilish, intnesivlik, eritma, eruvchi modda, yutilish, koeffisiyent, konsentrasiya.

3. Teng qalinlikka tegishli intreferensiya.

t.s: ponasimon yupqa plastinka, qalinlikka tushuvchi nur, optik yo'llar farqi, qatlam, lokallashgan.

4. Yupqa plastinkadan qaytgan yorug'lik nurlarining interferensiyasi.

t.s: sirt, optik yo'llar, farqi, to'lqin uzunligi, fokal tekislik, yig'uvchi linza.

5. Masala

Kafedra mudiri:

Fakultet dekani:

prof. A.Jumaboyev

dots. R.Eshbo'riyev

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik "5440100" 2-kurs, 4-semestr.
Ta'lim tili. Uzbek.
Optika fanidan yakuniy baholash.
Variant 8

1.Frenel formulalari.

t.s: amplituda, chastota, absolyut sindirish ko'rsatkichi, elektr maydon kuchlanganligi, magnit maydon kuchlanganligi, chegaraviy shartlar, qaytgan nur, singan nur.

2. Yorug'lik dispersiyasi.

t.s: sindirish ko'rsatkichi, chastota, prizma, normal, yorug'lik to'lqin uzunligi, rangli.

3. Yorug'likning kombinasion sochilishi.

t.s: elektromagnit maydon, intensivlik, tushuvchi nur, yo'ldoshlar.

4. Difraksion panjara.

t.s: tirqish, to'siq, kenglik, doimiy, dispersiyalovchi element, ajrata olish qobiliyati, burchak, chiziqli.

5. Masala

Kafedra mudiri:

Fakultet dekani:

prof. A.Jumaboyev

dots. R.Eshbo'riyev

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik "5440100" 2-kurs, 4-semestr.
Ta'lim tili. Uzbek.
Optika fanidan yakuniy baholash.

Variant 9

1. Elektromagnit to'lqinning optik diapazoni.

t.s: ko'rinadigan nur, chastota, to'lqin, to'lqin uzunligi, ko'rish oblasti, taqsimlanish, ultrabinafsha, infraqizil.

2. Absolyut va nisbiy sindirish ko'rsatkichi.

t.s: vaakum, tushish burchagi, sindirish, yorug'lik, tezlik.

3. Fotoeffekt va uning qonunlari.

t.s: foton, qizil chegara, chiqish ishi, intensivlik, fotonlar soni

4. Yupqa plastinkadan qaytgan yorug'lik nurlarning interferensiyasi.

t.s: sirt, optik yo'llar farqi, to'lqi, to'lqin uzunligi, fokal tekislik, yig'uvchi linza.

5. Masala

Kafedra mudiri:
Fakultet dekani:

prof. A.Jumaboyev
dots. R.Eshbo'riyev

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik "5440100" 2-kurs, 4-semestr.
Ta'lim tili. Uzbek.
Optika fanidan yakuniy baholash.

Variant 10

1. Geometrik optikaning asosiy qonunlari.

t.s: muhit, yorqinlik, buyum, bir jinsli, tiniq, tushish burchagi, qiymat, normal, tekislik, nisbat, sindirish ko'rsatkichi, mustaqillik.

2. Kristallarda yorug'likni ikkilanib sinishi.

t.s: kristall bo'linishi, anizotrop dielektrik kirituvchanlik, sinish qonuni, tezlik, tekislik, optik o'q.

3. Teng qalinlikka tegishli interferensiya.

t.s: ponasimon yupqa plastinka, qalinlikka tushuvchi nur, optik yo'llar farqi. Qatlam lokallashgan.

4. Elektronga ta'sir etuvchi kuchlar. Zelmeyer formulasi.

t.s: majburlovchi, siljish tormozlovchi, tutub turuvchi, garmonik, energiya, muhit, elektron, harakat, chastota.

5. Masala

Kafedra mudiri:
Fakultet dekani:

prof. A.Jumaboyev
dots. R.Eshbo'riyev

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik "5440100" 2-kurs, 4-semestr.
Ta'lim tili. Uzbek.
Optika fanidan yakuniy baholash.

Variant 11

1. Asosiy fotometrik kattaliklar.

t.s: oqim, energiya, izotrop, nuqtaviy manba, yorug'lik kuchi, jismoniy burchak, manba, ravshanlik, sirt, yorituvchanlik, yig'indi, yoritganlik.

2. Yorug'likning qutblanishi.

t.s: ko'ndalang to'lqin, yassi plastinka, manba, parallel, qutblanish tekisligi, anizotrop, elektromagnit.

3. Spektral chiziqlarning kengligi.

t.s: spektr, tutash, intensivlik, chastota, qattiq jism, monoxromatik, taqsimlanish, yarim kenglik, tabiiy kenglik.

4. Yorug'lik interferensiyasi, tebranishlarni qo'shish.

t.s: faza, amplituda, vektor diagramma, to'lqin. intensivlik, o'rtacha qiymat, kogorent, doimiy.

5. Masala

Kafedra mudiri:
Fakultet dekani:

prof. A.Jumaboyev
dots. R.Eshbo'riyev

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik "5440100" 2-kurs, 4-semestr.
Ta'lim tili. Uzbek.
Optika fanidan yakuniy baholash.

Variant 13

1. Yorug'likning sinish va qaytish qonunlari.

t.s: tiniq muhit, normal, tushgan, nur tushish burchagi, tekislik, sinish burchagi, sindirish ko'rsatkigi.

2. Yorug'likning yutilishi, Buger-Beer formulasi.

t.s: muhit, elektronlar. Yutilish, intensivlik, eritma, eruvchi modda, yutilish, koeffitsiyenti, konsentratsiya.

3. Dispersiya tushunchasi.

t.s: chastota, normal, anomal, prizma.

4. Yorug'likning difraksiyasi.

t.s: o'lcham, chetlanishlar to'plami, noshaffof, ekran, difraksion manzara, sferik, parallel, tirqish.

5. Masala

Kafedra mudiri:

prof. A.Jumaboyev

Fakultet dekani:

dots. R.Eshbo'riyev

**O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik "5440100" 2-kurs, 4-semestr.
Ta'lim tili. Uzbek.**

Optika fanidan yakuniy baholash.

Variant 14

1.To'la ichki qaytish hodisasi. Chegaraviy burchak.

t.s: optik zichlik, sinish burchagi, chegaraviy qiymat, tushuvchi nur, to'lqin, energiya oqimi, periskop.

2.Yorug'likning yutilishi. Buger qonuni.

t.s: intensivlik, metaonlari, yutilish koeffitsiyenti, erkin elektronlar.

3.Bir yo'nalish bo'yicha qo'shiluvchi to'lqinlarning interfiratsiyasi.

t.s: monoxromatik manba, elektr maydon kuchlanganligi, optik yo'llar farqi, qorong'ulik, fazalar farqi.

4.Majburiy nurlanish. Lazerlar.

t.s: yo'nalish, atomlar, holat energiyasi intensivlik, inversion zichlik, yutilish koeffitsiyenti, muxit.

5. Masala

Kafedra mudiri:

prof. A.Jumaboyev

Fakultet dekani:

dots. R.Eshbo'riyev

**O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik "5440100" 2-kurs, 4-semestr.
Ta'lim tili. Uzbek.**

Optika fanidan yakuniy baholash.

Variant 15

1.Elektromagnit to'lqinlarning energiyasi.

t.s: energiya, oqim zichligi, Umov-Poyting vektori.

2.Asosiy fotometrik kattaliklar.

t.s: oqim, energiya, izotrop, nuqtaviy manba yorug'lik kuchi, jismoniy burchak, manba, ravshanlik, sirt, yorituvchanlik, yig'indi, yoritilganlik.

3.Yorug'likning elektromagnit nazariyasi.

t.s: magnit doimiysi, elektr doimiysi, vaakumdai tezlik, Maksvel tenglamalaridan chiqadigan xulosalari.

4.Yorug'likning sochilishi. Reley formulasi.

t.s: to'lqin uzunligi, Gyugens prinsipi, haqiqiy rang muammosi.

5 Masala

Kafedra mudiri:
Fakultet dekani:

prof. A.Jumaboyev
dots. R.Eshbo'riyev

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik "5440100" 2-kurs, 4-semestr.
Ta'lim tili. Uzbek.
Optika fanidan yakuniy baholash.

Variant 16

1.Tabiiy va qutblangan nur ta'rifi va qutblangan nur turlari.

t.s: elektromagnit tebranishlar, intensivlik, doira, elektr, vektor, chiziqli yo'nalishi.

2.To'lqinlar interferensiyasining umumiy holi.

t.s: to'lqin, natijaviy interferensiya, amplituda, superpozitsiya prinsipi, manba, ekran yo'llar farqi.

3. Yorug'lik sochilishi. Reley formulasi.

t.s: elektromagnit maydon, to'lqin, elektronlar, intensivlik, tushuvchi nur, to'lqin uzunligi, ufq.

4.Yorug'likning monoxromatikmasligining interferensiyaga ta'siri.

t.s: interferensiyalar manzara, yorug'likning manbai, ekran, intensivlik, taqsimot, to'lqin uzunligi.

5. Masala

Kafedra mudiri:
Fakultet dekani:

prof. A.Jumaboyev
dots. R.Eshbo'riyev

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik "5440100" 2-kurs, 4-semestr.
Ta'lim tili. Uzbek.
Optika fanidan yakuniy baholash.

Variant 17

1.Yorug'likning elektromagnit nazariyasi.

t.s: yorug'lik tezligi, maydon, o'zgaruvchan to'lqin, monoxromatik, vektorlar, faza, kuchlanganlik, energiya oqim zichlik.

2.Majburiy nurlanish. Lazerlar.

t.s: atom, molekula, ion, spontan nurlanish.

3.Qutblangan va tabiiy yorug'lik.

t.s: tekislik, to'lqin, yassi, chiziqli, elektromagnit, tarqalish yo'nalishi, nurlanish

4.Dispersiyaning elektron nazariyasi.

t.s: sindirish ko'rsatkichi, to'lqin uzunligi, normal, Koshi nazariyasi, normal.

5. Masala

Kafedra mudiri:
Fakultet dekani:

prof. A.Jumaboyev
dots. R.Eshbo'riyev

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik "5440100" 2-kurs, 4-semestr.
Ta'lim tili. Uzbek.
Optika fanidan yakuniy baholash.

Variant 18

1. Fotoeffekt va uning qonunlari.

t.s: foton, qizil chegara, chiqish ishi, intensivlik, fotonlar soni

2.Yorug'lik interferensiyasi. Tebranishlarni qo'shish.

t.s: faza, amplituda, vektor diagramma, to'lqin, intensivlik, o'rtacha qiymat, kogerent, doimiy.

3.Fraungofer difraksiyasi.

t.s: parallel nurlar, linza, ekran, yassi monoxramatik tirqish.

4.Difraksion panjara.

t.s: tirqish, to'siq kenglik, doimiy, dispersiyalovchi element, ajrata olish qobiliyati, burchak, zichlikli.

5. Masala

Kafedra mudiri:

Fakultet dekani:

prof. A.Jumaboyev

dots. R.Eshbo'riyev

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik "5440100" 2-kurs, 4-semestr.
Ta'lim tili. Uzbek.
Optika fanidan yakuniy baholash.

Variant 19

1.Geometrik optikaning asosiy qonunlari.

t.s: muxit, normal, tekislik, nisbat, sindirish ko'rsatkichi.

2.Asosiy fotometrik kattaliklar.

t.s: oqim, energiya, izotrop, nuqtaviy manba, yorug'lik, jismoniy burchak, manba, ravshanlik, sirt, yorituvchanlik, yig'indi, yoritganlik.

3.Absolyut va nisbiy sindirish ko'rsatkichi.

t.s: vaakum, tushish burchagi, sindirish burchagi, yorug'lik, tezlik.

4.Gyugens-Frenel prinsipi. Frenel zonalari.

t.s: to'lqin fronti, ikkilamchi to'lqin, faza, manba, ekran, sferik qo'shni zonalar, yorug'lik, qorong'ulik.

5. Masala

Kafedra mudiri:

prof. A.Jumaboyev

Fakultet dekani:

dots. R.Eshbo'riyev

**O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik "5440100" 2-kurs, 4-semestr.
Ta'lim tili. Uzbek.
Optika fanidan yakuniy baholash.**

Variant 20

1.Yorug'likning qutblanishi.

t.s: tabiiy yorug'lik, sferik qutblanish, chiziqli qutblanish, elliptik.

2.Kogerent to'lqinlar nazariyasi.

t.s: to'lqin uzunligi, qorong'ulik, yorug'lik manbalari, intensivlik, ekran, manba.

3.Geoimetrik optika qonunlari.

t.s: Yorug'likning ikki muxit chegarasida sinishi va qaytishi, to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish.

4.Yorug'likning elektromagnit nazariyasi.

t.s: Maksvell tenglamalari, (rot E, rot H).

5. Masala

Kafedra mudiri:

prof. A.Jumaboyev

Fakultet dekani:

dots. R.Eshbo'riyev

**O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik "5440100" 2-kurs, 4-semestr.
Ta'lim tili. Uzbek.
Optika fanidan yakuniy baholash.**

Variant 21

1.Yorug'likning qutblanishi.

t.s: kundalang to'lqin, yassi plastinka, manba, qutblanish tekisligi, anizotrop, elektromagnit.

2.Yoqut lazeri.

t.s: sterjen, kumush qatlam, uyg'ongan holat, yashash vaqti, foton, majburiy nurlanish, neon lampa, energetik satx, suyuq havo.

3.Difraksion panjara.

t.s: tirqish, to'siq, kenglik, doimiy, dispersiyalovchi element, ajrata olish qobiliyati, burchak, chiziqli.

4.Kogerent to'lqinlar nazariyasi.

t.s: to'lqin uzunligi, qorong'ulik, yorug'lik manbalari, intensivlik, ekran, manba.

5. Masala

Kafedra mudiri:

prof. A.Jumaboyev

Fakultet dekani:

dots. R.Eshbo'riyev

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik "5440100" 2-kurs, 4-semestr.
Ta'lim tili. Uzbek.
Optika fanidan yakuniy baholash.

Variant 22

1.Asosiy fotometrik kattaliklar.

t.s: oqim, energiya, izotrop, nuqtaviy manba, yorug'lik kuchi, jismoniy burchak, manba, ravshanlik, sirt, yorituvchanlik, yig'indi, yoritganlik.

2.Kristallarda yorug'likni ikilanib sinishi.

t.s: kristall bo'linishi, anizotrop dielektrik kirituvchanlik, sinish qonuni, tezlik, tekislik, optik o'q.

3.Elektronga ta'sir etuvchi kuchlar. Zelmeyer formulasi.

t.s: majburlovchi, siljish tormozlovchi, tutub turuvchi, gormonik, energiya, muxit, elektron, harakat, chastota.

4.Yupqa plastinkadan qaytgan yorug'lik nurlarining interferensiyasi.

t.s: sirt, optik yo'llar, farqi, to'lqin uzunligi, fokal tekislik, yig'uvchi linza.

5. Masala

Kafedra mudiri:

prof. A.Jumaboyev

Fakultet dekani:

dots. R.Eshbo'riyev

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik "5440100" 2-kurs, 4-semestr.
Ta'lim tili. Uzbek.
Optika fanidan yakuniy baholash.

Variant 23

1.Geometrik optikaning asosiy qonunlari.

t.s: muxit, yorqinlik, buyum, bir jinsli, tiniq, tushish burchagi, qiymat, normal, tekislik, nisbatan, sindirish ko'rsatkichi, mustaqillik.

2.Yorug'likning qutblanishi.

t.s: ko'ndalang to'lqin, yassi plastinka, manba, parallel, qutblanish tekisligi, anizotropiya, elektromagnit.

3. Dispersiya tushunchasi.

t.s: chastota, normal, anomal, prizma.

4.Teng qalinlikka tegishli intrefrensia.

t.s: ponasimon yupqa plastinka, qalinlikka tushuvchi nur, optik yo'llar farqi, qatlam, lokallashgan.

5. Masala

Kafedra mudiri:

prof. A.Jumaboyev

Fakultet dekani:

dots. R.Eshbo'riyev

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik "5440100" 2-kurs, 4-semestr.
Ta'lim tili. Uzbek.
Optika fanidan yakuniy baholash.

Variant 24

1.Yorug'likning sinish va qaytarish qonunlari.

t.s: tiniq muxit, normal, tushgan, nur, tushi burchagi, tekislik, sinish burchagi, sindirish ko'rsatgichi.

2.Yorug'likning yutilishi, Buger-Beer formulasi.

t.s: muxit, elektronlar, yutilish, intnesivlik, eritma, eruvchi modda, yutilish, koeffisiyent, konsentrasiya.

3.Yorug'lik difraksiyasi.

t.s: o'lcham, chetlanishlar to'plami, noshaffof sferik, parallel, tikish.

4.Dispersiya tushunchasi.

t.s: chastota, normal, anomal, prizma.

5. Masala

Kafedra mudiri:
Fakultet dekani:

prof. A.Jumaboyev
dots. R.Eshbo'riyev ev

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Fizika fakulteti Optika va spektroskopiya kafedrası
Mutaxassislik "5440100" 2-kurs, 4-semestr.
Ta'lim tili. Uzbek.
Optika fanidan yakuniy baholash.

Variant 25

1.Yorug'likning elektromagnit nazariyasi. Maksvel tenglamalari.

t.s: elektr doimiysi, magnit doimiysi, ko'ndalang [rot], [div], [grad].

2.Majburiy va spontan nurlanish.

t.s: energetik satxlar, energiya yutilishi, foton, uyg'ongan holat.

3.Yorug'likning kombinasion sochilishi.

t.s: elektromagnit maydon, intensivlik, tushuvchi nur, yo'ldoshlar.

4.Stefan-Bolsman va Reley-Jins qonuni.

t.s: atom intensivlik, chastota, molekula, chiziqli yalpi.

5. Masala

Kafedra mudiri:
Fakultet dekani:

prof. A.Jumaboyev
dots. R.Eshbo'riyev

“Optika” fani bo'yicha o'quv materiallari

MA'RUZA 1

Mavzu: Optika faniga oid umumiy ma'lumotlar. Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish, qaytish va sinish qonunlari.

Reja:

1. Optika fanining ilm-fan va texnika taraqqiyotidagi roli.
2. Optikaning asosiy qonunlari.
3. Elektromagnit to'lqinlarning optik diapazoni.

Tayanch so'zlar.

Yorug'likning qaytishi, yorug'likning sinishi, to'lin uzunligi, davr, chastota, foton.

Nazorat savollari.

1. Yorug'likning bir jinsli muhitda tarqalishini tushuntiring.
2. Yorug'likning qaytish qonuniga ta'rif bering.
3. Yorug'likning sinish qonunini ifodalovchi formulani yozing.
4. Yorug'lik to'lqinining asosiy xarakteristikalarini nimadan iborat?

Adabiyotlar.

1. G.S.Landsberg. Optika, 1981, § .1, 7-19 betlar.
2. A.N.Matveyev. Optika, 1985, § .1, 12-17 betlar.

Optika yorug'lik haqidagi fan bo'lib, fizikaning boshqa bo'limlari bilan uzviy bog'langandir. Ya'ni optik jarayonlarni o'rganish fizikaning boshqa bo'limlarini rivojlanishiga zamin yaratadi.

Masalan: Atom va molekular tuzilishi haqidagi zamovaniy nazariya spektroskopiya sohasidagi kashfiyotlar natijasida yuzaga keldi.

Xuddi shuningdek optika fanisiz boshqa tabiiy fanlarni ya'ni ximiya, biologiya, astronomiya va texnika fanlarini tasavvur qilish qiyindir (mikroskop, teleskop, televideniya). Ayniqsa so'nggi yillarda kashf etilgan lazer nurlari esa fan, texnikani rivojlanishining asosiy omili bo'ldi.

Optikani ana shu yutuqlarga olib kelgan qonunlarni o'rganishdan oldin uning tarixiga qisqacha nazar solaylik, uning tabiatini o'rganaylik.

Yorug'lik tabiati haqidagi masalalar qadim zamondan turli xil olimlar tomonidan turlicha talqin qilinib kelgan.

Masalan: Eramizdan 300 yil oldin yashab o'tgan ayrim olimlar yorug'lik nuri go'yoki ko'zdan chiqib xuddi barmoqlarga o'xshab jismlarni ushlab ko'rgandek xabar beradi deb tushuntirsa, ayrimlari esa yorug'lik jismlardan chiqadi va bu chiqqan yorug'lik bizni ko'zimizga tushib ko'rish sezgisini uyg'otadi.

Albatta bunday tushunchalar noto'g'ri edi. 1675 yilda **Isak Nyuton** tomonidan yorug'likni korpuskulyar nazariyasi taklif etildi ya'ni u yorug'lik juda kichik zarrachalardan korpuskulyarlardan iborat bo'lib, bu zarrachalar chug'lanib, yarqirab turgan jismlar tomonidan chiqarilib, ular katta tezlik bilan tezlik bo'ylab harakat qiladilar deb tushuntirdilar.

Yorug'likning **korpuskulyar nazariyasi** bilan birgalikda 1690 yilda yorug'likni **to'lqin nazariyasi** paydo bo'ldi va rivojlandi. Bu nazariya **Isak Nyuton**ning korpuskulyar nazariyasidan butunlay farq qilib uning asoschisi golland olimi Gyuygens edi.

Gyuygens **yorug'lik bu butun olamni to'ldiruvchi elastik muhitda tarqaluvchi to'lqin deb tushuntirdi.**

Dastlabki 100 yillar mobaynida korpuskulyar nazariyasining tarafdorlari ko'proq edi lekin, XIX asrning boshlarida o'sha vaqtda ma'lum bo'lgan barcha optik hodisalarni fransuz olimi **Frenel** yorug'likning to'lqin nazariyasi asosida tushuntirdi va natijada to'lqin nazariyasi ko'pchilik tomonidan tan olindi.

Xuddi shuningdek 1864 yilda Maksivel yorug'likning elektromagnit maydon nazariyasini yaratdi. Bu nazariyaga asosan **yorug'lik tez o'zgaruvchan** elektromagnit maydon to'lqinidan (elektromagnit maydon to'lqinlari  va $\vec{H}$ maydonlar bilan xarakterlanadi) iborat bo'lib, elektromagnit maydon to'lqin tezligi havoda taqriban yorug'lik tezligiga teng

$$g_{\text{э/м}} = 3 \cdot 10^5 \text{ км/с.}$$

1887 yilda nemis olimi G.Gers tomonidan yorug'lik ta'sirida metallardan elektronlarni ajratib chiqish hodisasini kashf etildi. Bu hodisaning mohiyatini tushuntirishda elektromagnit magnit to'lqinlarni alohida **«porsivalar»** yoki **«kvantlar»** (fotonlar) shaklida nurlanadilar deb faraz qilishga olib keldilar.

Xuddi shuningdek 1900 yilda Plank elektromagnit maydon to'lqinlarni uzluksiz ravishda emas balki diskret ravishda ya'ni **ayrim** kvantlar ko'rinishida nurlanadi degan xulosaga keldi. 1945 yilda rus olimi Vavilov tomonidan yorug'lik kvantlarini bevosita kuzatishga imkon beradigan asbob yaratdi va natijada yorug'lik kvant nazariyasi uzil-kesil isbot etildi.

Yorug'likning korpuskulyar va to'lqin nazariyalari moddaning sindirish ko'rsatgichi bilan yorug'likning muhitdagi tarqalish tezligi orasida bog'lanishlar mavjudligini ko'rsatdilar.

Isak Nyuton nazariyasiga asosan yorug'likning sinish qonuni quyidagicha tushuntiradi. Yorug'lik nuri sindirish ko'rsatgichlari n_1 va n_2 bo'lgan ikki muhit chegarasiga tushsin. Birinchi muhitda yorug'likni tezligi g_1 ikkinchi muhitda g_2 ga teng bo'lsin

Faraz qilaylik $n_1 < n_2$ bo'lib, birinchi muhitdagi yorug'lik tezligini gorizontall tashkil etuvchi $\mathcal{G}_{1x}$ va vertikal tashkil etuvchi $\mathcal{G}_{2z}$ bo'lsin xuddi shuningdek ikkinchi muhitdagi bu tezlikni gorizontall va vertikal tashkil etuvchilari mos ravishda $\mathcal{G}_{2x}$ va $\mathcal{G}_{2z}$ bo'lsin.

Birinchi muhitdan ikkinchi muhitga o'tayotgan yorug'likning tezligi yorug'lik zarrachalari va muhit zarrachalari orasidagi ta'sir natijasida o'zgaradi va bu o'zgarish ikki muhit chegarasiga o'tkazilgan normal bo'yicha yo'nalgan bo'ladi. Shuning uchun ham tezlikning vertikal tashkil etuvchilari o'zgarib $\mathcal{G}_{1z} \neq \mathcal{G}_{2z}$ bo'ladi. Gorizontall tashkil etuvchilari o'zgarmaydi natijada esa $\mathcal{G}_{1x} = \mathcal{G}_{2x}$ bo'ladi. Rasmdan ko'rinadiki,

$$\begin{cases} \sin \alpha = \frac{\mathcal{G}_{1x}}{\mathcal{G}_1} & (1) \\ \sin \eta = \frac{\mathcal{G}_{2x}}{\mathcal{G}_2} & (2) \end{cases}$$

Bu hol uchun quyidagini yozish mumkin.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \eta} = \frac{\mathcal{G}_{1x} / \mathcal{G}_1}{\mathcal{G}_{2x} / \mathcal{G}_2} = \frac{\mathcal{G}_2}{\mathcal{G}_1} = \frac{\mathcal{G}_2}{\mathcal{G}_1} \quad (3)$$

sinish qonuniga asosan esa

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \eta} = \frac{n_2}{n_1} \quad (4)$$

(3) va (4)-tengliklarni chap tomonlari o'zaro teng bo'lganligi uchun ularni o'ng taraflari ham o'zaro teng bo'ladi.

Ya'ni

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\mathcal{G}_2}{\mathcal{G}_1} \quad (5)$$

Faraz qilaylik yorug'lik bo'shliqdan (vakuumdan) biror bir muhitga tushayotgan bo'lsin u holda vakuum uchun $n_1 = 1$, $\mathcal{G}_1 = c$ bo'ladi. c - yorug'likni vakuumda tarqalish tezligi.

Agar $\mathcal{G}_2 = \mathcal{G}$; $n_2 = n$ deb olsak (5) ga asosan

$$n = \frac{\mathcal{G}}{c} \quad (6)$$

bo'ladi.

Bu esa qonunga teskaridir. Yorug'likning to'lqin nazariyasi esa bu ifodaga teskari bo'lgan xulosaga keldi.

Gyuygens prinsipiga asosan yorug'lik to'lqini yetib kelgan har bir nuqta o'z navbatida ikkilamchi to'lqin manbai bo'ladi.

Faraz qilaylik AB yassi to'lqin fronti vakuumda (C) tezlik bilan tarqalayotgan bo'lib, bu to'lqin vakuumga yondashgan muhitga (α) burchak orqali tushsin bu muhitda **yorug'likning tarqalish tezligi** ($\mathcal{G}$) bo'lsin.

Ma'lum (Δt) vaqtdan keyin $B(\cdot)$ dan tarqalayotgan to'lqin

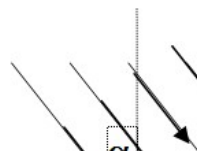
$$BK = C\Delta t \quad (7)$$

masofani bosib o'tadi va ikkinchi muhit chegarasiga yetib keladi.

Shu vaqtning o'zida $A(\cdot)$ da tarqalayotgan to'lqin

$$AD = \mathcal{G}\Delta t \quad (8) \quad \text{masofani bosib o'tadi.}$$

Рис. 1. Дифракция света на щелевой границе. На рисунке показаны волновые фронты, падающие на границу раздела двух сред. Часть фронта проходит прямо, а часть diffraktsiya. В центре рисунка изображены волновые фронты, распространяющиеся в двух средах. Граница раздела находится в центре. Волны падают сверху. Часть волн проходит прямо, часть diffraktsiya. В центре рисунка изображены волновые фронты, распространяющиеся в двух средах. Граница раздела находится в центре. Волны падают сверху. Часть волн проходит прямо, часть diffraktsiya.



Rasmdan ko'rinadiki (AK) tomoni bir vaqtning o'zida **2 ta to'g'ri burchakli uch burchak** uchun ya'ni $\triangle ABK$ va $\triangle ADK$ uch burchaklar uchun gipotenuzadir, bulardan quyidagini yozish mumkin.

$$AK = \frac{Ct}{\sin \alpha} = \frac{\mathcal{G}t}{\sin r} \quad (9)$$

yoki

$$\frac{C}{\sin \alpha} = \frac{\mathcal{G}}{\sin r} \quad (10)$$

yoki

$$\frac{C}{\mathcal{G}} = \frac{\sin \alpha}{\sin r} \quad (11)$$

Ma'lumki, (n) har qanday muhit uchun hamma vaqt birdan katta ya'ni boshqacha aytganda yorug'likning va undagi tarqalish tezligi muhitdagi tarqalish tezligidan hamisha kattadir.

Bu fikr (11) tenglikda o'z ifodasini topadi. Boshqa tarafdin esa (6) ga asosan $n < 1$ bo'ladi, Bu esa yorug'likning korpuskulyar nazariyasi bu qodisani tushuntura olmasligidan dalolat beradi.

Shunday qilib bu holdan ko'rinadiki yorug'lik to'lqin xususiyatga ega ekan, lekin tekshirishlar shuni ko'rsatadiki yorug'lik ham to'lqin, ham zarracha ekan.

Fizikaning ayrim hodisalarida **interferensiya, difraksiya, dispersiya** kabi hodisalarda yorug'lik to'liq tabiatini namoyon etsa **Fotoeffekt, Kompton** effektlarida yorug'lik o'zini zarracha ya'ni korpuskulyar tabiatini namoyon etadi. Demak yorug'lik hag'idagi to'la tushunchaga ega bo'lish uchun uning to'liq ham zarracha nazariyasini birgalikda hisobga olish kerak.

MA'RUZA 2

Geometrik optikani asosiy qonunlari.

Qadimdan geometrik optikaning quyidagi 4 ta qonuni ma'lumdir:

1. Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish qonuni.
2. Yorug'lik nurining mustaqillik qonuni.
3. Yorug'likning qaytish qonuni.
4. Yorug'likning sinish qonuni

Yorug'likning to'g'ri chiziq tarqalish qonuni quyidagicha ta'riflanadi. Yorug'lik **bir jinsli muhitda to'g'ri chizig' bo'ylab tarqaladi**. Soya va yarim soyalarni hosil bo'lishi ushbu qonunning isbotidir.

Yorug'likning nurlarining mustaqillik qonuni shundan iboratki unchalik kuchli bo'lmagan yorug'lik nurlari bir-biri bilan uchrashganda ular bir-biriga xalaqit bermaydi lekin, nurlar uchrashgan $(\cdot)$ ning yoritilganligi oshadi. Bu qonunni mavjudligini isbotlovchi omil qilib bir vaqtning o'zida inson ko'zi bir nechta buyumlarni ko'rishni aytish mumkin. Chunki turli joylarda joylashgan buyumlardan qaytgan nurlar bir-biriga xalaqit bermasdan inson ko'ziga tushadi va ko'rish sezgisini uyg'otadi, agar turli buyumlardan kelayotgan nurlar bir-biriga xalaqit berganda edi bu buyumlarni biz bir paytda alohida-alohida ko'rmagan bo'lar edik.

Yorug'lik nurining qaytish va sinish qonuni quyidagichadir.

Agar yorug'lik nuri ikkita tiniq muhit chegarasiga tushsa bu nurning bir qismi qaytadi bir qismi sinib ikkinchi muhitga o'tadi.

Qaytgan nur uchun quyidagi ta'rifni aytish mumkin. Tushuvchi nur qaytgan nur va tushish $(\cdot)$ sig'a o'tkazilgan normal bir tekislikda yotadi. Yorug'likning tushish burchagi qaytish burchagiga teng ya'ni $\alpha = \beta$.

Yorug'likning sinish qonuni quyidagicha ta'riflanadi. Tushuvchi nur tushish $(\cdot)$ ga o'tkazilgan normal va singan nur bir tekislikda yotadi.

Tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga bo'lgan nisbat ikki muhit uchun o'zgarmas kattalik bo'lib, ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan olingan sindirish ko'rsatkichiga tengdir ya'ni

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

Bu yerda n_1 va n_2 birinchi va ikkinchi muhitlarning sindirish ko'rsatkichlari.

MA'RUZA 3

Mavzu: Yorug'likning to'la ichki qaytish hodisasi.

Reja:

1. Yorug'likning sinish qonunini sindirish ko'rsatkichi turli xil bo'lgan va o'zaro yondashgan muhitlar uchun qo'llash.
2. To'la ichki qaytishning chegaraviy burchagi.
3. To'la ichki qaytish hodisasining qo'llanilish sohalari.
4. Yorug'lik o'tkazgichlari.

Tayanch so'zlar.

Yorug'likning sinishi, chegaraviy burchak, yorug'likning qaytishi, shisha prizma, periskop, fanon, afanon, qobiq, mag'iz.

Nazorat savollari.

1. To'la ichki qaytish hodisasini tushuntiring.
2. Chegaraviy burchakni chizmada chizib ko'rsating.
3. Fononga ta'rif bering.
4. Afononga ta'rif bering.
5. Yorug'lik o'tkazgichlarining ishlatilish sohalarini ayting.

Adabiyotlar.

Z.Sh.Fayzullayev, O'.Jo'rayev. Optika asoslari. 1983, § . 1-3, 3-13 betlar.

Yorug'likning to'la ichki qaytish qodisasi.

Biz yuqorida ko'rib o'tgan yorug'likning sinish qonunidan ko'rinadiki, ikki muhitning nisbiy sindirish ko'rsatkich qiymatiga qarab **sinish burchagining** qiymati **tushish burchagining** qiymatidan katta yoki kichik bo'lishi mumkin. Boshqacha aytganda, tushish burchagining o'zgarishi bilan singan nur normalga yaqinlashishi yoki normaldan uzoqlashishi mumkin.

Agar yorug'lik nuri optik zichligi kichik muhitdan optik zichligi katta muhitga tushsa singan nur normalga yaqinlashadi, aks holda esa ya'ni yorug'lik nuri optik zichligi katta muhitdan optik zichligi kichik muhitga tushsa singan nur normaldan uzoqlashadi va tushish burchagining ma'lum bir qiymatidan boshlab nur ikkinchi muhitga o'tmasdan to'laligicha birinchi muhitda qaytadi. **Mana shu hodisaga yorug'likning to'la ichki qaytish hodisasi deyiladi.**

To'la ichki qaytish hodisasi bo'lish uchun quyidagi ikki shart yuajarilishi kerak.

1. Yorug'lik nuri optik zichligi katta muhitdan optik zichligi kichik muhitga tushishi kerak.
2. Tushish burchagini qiymati chegaraviy burchak qiymatidan katta bo'lishi kerak.

Chegaraviy burchak deb sinish burchagi 90^0 teng bo'lgandagi tushish burchagiga aytiladi.

1
2

Ta'rifga asosan 1-rasmdan ko'rinadiki, $\alpha_2 = \alpha_{\text{чезрабий}}$ bo'ladi va $\alpha_3 \succ \alpha_{\text{чезрабий}}$ bo'lgan vaqtda to'la ichki qaytish hodisasi bo'ladi. Sinish qonuniga asosan

$$\frac{\sin \alpha_2}{\sin r_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (1)$$

$r_2 = 90^0$ $\sin 90^0 = 1$ bo'ladi u vaqtda

$$\sin \alpha_2 = \frac{n_2}{n_1} \quad (2)$$

yoki yuqorida aytilganga asosan $\alpha_2 = \alpha_{\text{чезрабий}}$ edi u holda (2) ni quyidagicha yozish mumkin.

$$\sin \alpha_{\text{чезрап}} = \frac{n_2}{n_1} \quad (3) \quad \text{bundan} \quad \alpha_{\text{чезрап}} = \arccos \frac{n_2}{n_1} \quad (4)$$

hosil bo'ladi.

Yorug'likning to'la ichki qaytish hodisasidan turli optik asboblarda foydalaniladi (durbin, mikroskop, refraktometrlarda va h.k).

Yorug'likning o'tkazgichlari

Yorug'likning to'la ichga 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 buklangan tola shakliga ega bo'lib, sindirish ko'rsatkichi kichikroq bo'lgan **a)** qobiq va sindirish ko'rsatkichi kattaroq bo'lgan **b)** magiz qismlardan iborat bo'ladi. Yorug'lik o'tkazgichlarida yorug'lik nurlari tola devorlariga chegaraviy 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.

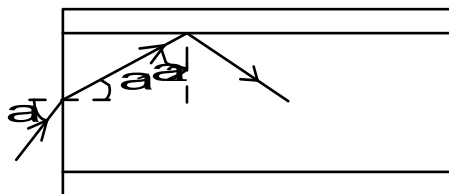
O'z shakliga qarab tolalar turli xil bo'ladi (**2 a, b, v rasmlar**)

2 - rasm

Yorug'likning tarqalish yo'nalishi buylab diametri kamayuvchi tolaga fokon deyiladi (3 - rasm).

Yorug'likning tarqalish yo'nalishida diametri oshib boradigan tolaga afokon deyiladi.

Biz yorug'likning uzun va yo'g'on to'g'ri tola (4 rasm) bo'ylab tarqalishini qaraymiz. Faraz qilaylikki, yorug'lik nuri yo'g'on tolaning markaziy o'qiga



3-rasm

4-rasm

nisbatan α burchak hosil qilib tola uchiga tushsin. Odatda tolaning ichki qismi yoki mag'zi to'lqin uzunligi 350 nm dan 900 nm gacha bo'lgan spektr oblasti uchun og'ir shisha - krondan yasaladi. Natijada tola ichida to'la ichki qaytish hodisasi yuz beradi. $A = \sin\alpha$ kattalikka tolaning nominal son aperturasi deyiladi. Tola mag'zi

sindirish ko'rsatkichini n_1 bilan qobiq sindirish ko'rsatkichini n_2 bilan belgilaymiz. Bu holda

$$A = n_1 \sin \alpha_1 = n_1 \cos \alpha_2 = n_1 = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (5)$$

Agar tolaga tushgan yorug'lik intensivligi I_0 va undan chiqadigan yorug'lik intensivligi I_1 bo'lsa, tolaning yorug'lik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti deb quyidagi kattalikka aytiladi.

$$T = I_1 / I_0 \quad (6)$$

Bu kattalik tola qobig'ining tiniqligiga qobiq mag'zining yorug'likni qaytarish xarakteriga bog'liq.

MA'RUZA 4

Mavzu: Asosiy fotometrik kattaliklar.

Reja.

1. Yorug'lik oqimi, uning birligi.
2. Yorug'lik kuchi, uning birligi.
3. Yoritilganlik formulasini yozing va tushuntiring.
4. Ravshanlikning yo'nalishga bog'liqlik ifodasini yozib tushuntiring.
5. Lyumner-Brodxun fotometri sxemasida nurlarning yo'lini chizib ko'rsating.

Adabiyotlar,

1 A.N.Matveyev, Optika, 2. II-Bob, §. 1-3, 15-23 betlar, 1985.

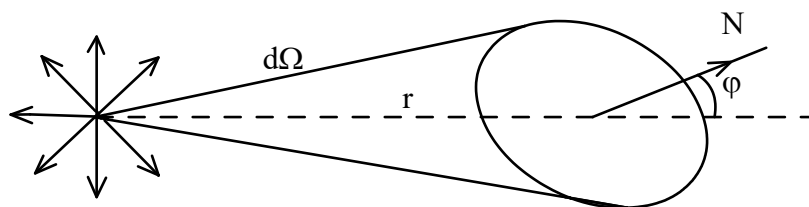
Yorug'likni ko'zga yoki boshqa qayd qiluvchi asboblarga ko'rsatadigan tasviri bu dastavval, yorug'lik to'lqini eltadigan energiyani shu asbobga berishidir. Shuning uchun biz optik hodisalarni qarab chiqishdan oldin yorug'likni o'lchash ya'ni fotometriya to'g'risida to'xtalib o'tamiz.

Fotometriya bu yorug'lik to'lqini eltayotgan energiyani o'lchashdan iboratdir.

1. Yorug'lik oqimi.

Yorug'lik to'lqini muqitda tarqalar ekan u o'zi bilan birga ma'lum energiyatar qatadi. Yorug'lik to'lqini bilan tarqaluvchi bu energiyani xarakterlash uchun yorug'lik oqimi tushunchasi kiritiladi.

Biz dastlab bir jinsli va **izotrop** muhitdagi nuqtaviy manbaning nurlanishini ko'rib chiqamiz. Nuqtaviy manbadan izotrop muhitda tarqalayotgan to'lqin sirti sferik bo'ladi.



Agar biz $d\sigma$ yuzadan (t) vaqt davomida o'tadigan yorug'lik energiyasining miqdorini (αW) bilan belgilasak u holda ta'rifga asosan $\frac{\alpha W}{t}$ nisbat $d\sigma$ yuza orqali o'tadigan yorug'lik oqimiga teng bo'ladi.

Boshqacha aytganda bu **yorug'lik oqimi** $(\alpha\Omega)$ fazoviy burchak chegarasida tarqalib $d\sigma$ yuzadan o'tgan **energiyadir**.

Fazoviy burchak kattaligi quyidagiga tengdir.

$$\alpha\Omega = \frac{d\sigma}{r^2} \cos \varphi \quad (1)$$

Bu yerda $\varphi \rightarrow$ konus o'qi va $\alpha\tau$ yuzaga o'tkazilgan tashqi normal (N) orasidagi burchak. n -nuqtaviy manbadan $(\alpha\tau)$.

2. Yorug'lik kuchi.

Fazoviy burchak kattaligiga to'g'ri keluvchi yorug'lik oqimiga yorug'lik kuchi deyiladi.

Agar biz yorug'lik oqimini $\alpha\Phi$ bilan belgilasak u holda ta'rifga asosan ya'ni

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

yoki bundan

$$\alpha\Phi = I\alpha\Omega \quad (3)$$

Ko'p hollarda yorug'lik kuchi yo'nalishga bog'liq bo'ladi. **Yorug'lik kuchi yo'nalishga bog'liq bo'lgan manbalarga anizotrop manbalar deyiladi.**

Izotrop manbalar uchun $\alpha\Omega = 4\pi$ bo'lib uning yorug'lik kuchi

$$I = \frac{\Phi}{4\pi} \quad (4)$$

bo'ladi.

3. Yoritilganlik.

Yoritilganlik deb sirt birligiga to'g'ri keluvchi yorug'lik kattaligiga aytiladi. Agar yoritilganlikni (E) bilan belgilasak uning qiymati aytilgan ta'rifga asosan quyidagiga teng bo'ladi.

$$E = \frac{\alpha\Phi}{\sigma} = \frac{I\alpha\Omega}{\alpha\sigma} = \frac{I \cos \varphi}{r^2} \quad (5)$$

bu yerda

$$\alpha\Omega = \frac{d\sigma \cos \varphi}{r^2} \quad (6)$$

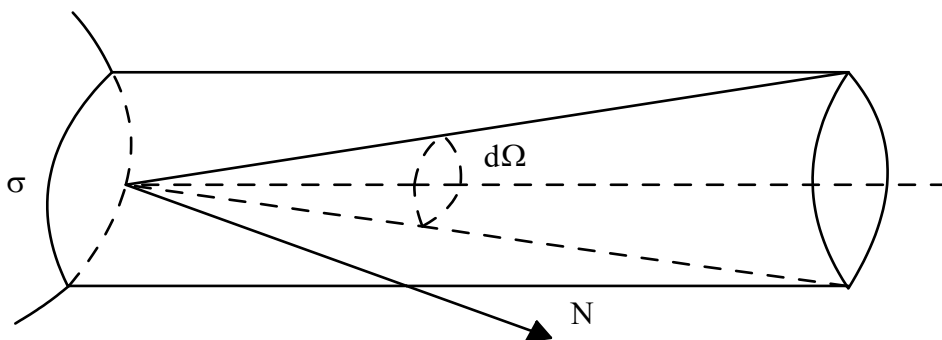
bu yerda φ -sirtga o'tkazilgan normal va yorug'lik oqimi yo'nalishi o'rtasida burchakdir.

4. Ravshanlik.

Yuqorida biz ko'rib o'tdikki berilgan yo'nalishda nuqtaviy yorug'lik manba nurlanishi yorug'lik kuchi bilan xarakterlanar ekan. Agarda yorug'lik manbai nuqtaviy bo'lmasdan ma'lum bir o'lchamga ega bo'lsa, bunday manbalarni xarakterlash uchun **ravshanlik degan tushuncha kiritiladi.**

Ravshanlik bu yuza birligidan ma'lum yo'nalish bo'yicha fazoviy burchakda nurlantirayotgan yorug'lik oqimidir. Agar ravshanlikni (B) belgilasak u holda (τ) yuzaga ega bo'lgan yorug'lik manbai nurlanishini $\alpha\Omega$ fazoviy burchakdagi yorug'lik oqimi quyidagi teng bo'ladi.

$$\alpha\Phi = B_{\varphi} \alpha\Omega \tau \cos \varphi \quad (7)$$



(7)-tenglikdan ravshanlikni topsak quyidagiga ega bo'lamiz.

$$B_{\varphi} = \frac{\alpha\Phi}{\tau\alpha\Omega \cos \varphi} = \frac{I\alpha}{\tau\alpha \cos_{\varphi}} = \frac{I}{\tau \cos_{\varphi}} \quad (8)$$

(8)-dan ko'rinadiki ravshanlik yo'nalishiga bog'liq ekan. Lekin shunday manbalar mavjudki, bunday manbalarning ravshanligi yo'nalishga bog'liq emas. Ana shunday manbalarga **Lambert qonuniga bo'ysinuvchi manbalar deyiladi.**

1 sham- bu to'la nurlantirgichning 1sm^2 yuzasidan platinaning qotish temperaturasida ($2046,6^0\text{K}$) nurlantiruvchi yuzaga o'tkazilgan normal yo'nalishdagi yorug'lik kuchining $1/60$ qismiga tengdir.

Xalqaro SI sistemasida yorug'lik kuchi birligi sifatida kandella qabul qilingan.

Kandella – bu to'la nurlangich $1/600000\text{m}^2$ yuzasidan shu yuzaga ($\perp$) yo'nalishda $P=101325\text{ Pa}$ bosimda va platinani qotish temperaturasiga teng temperaturada nurlantirilayotgan yorug'lik kuchidir.

Qolgan barcha fotometrik kattaliklar **hosilaviy** kattaliklardir.

b). Yorug'lik oqimi birligi 1lyumen bo'lib, $d\Phi = I\alpha\Omega$ formuladan $I = 1\text{kg}$:
 $d\Omega = 1\text{steradian}$ 1lyumen= $1\text{kg}\cdot 1\text{steradian}$.

v). Yoritilganlikning birligi 1Lyuks bo'lib,

$$1_{\text{лю}} = \frac{d\Phi}{d\sigma} = \frac{1\text{лм}}{1\text{м}^2} \text{ bo'ladi}$$

g). Yorituvchanlik ham Lyukslarda yolchanadi.

d). Ravshanlikning birligi 1 nitdir

$$1_{\text{nit}} = \frac{1\text{kg}}{1\text{м}^2} = \frac{1\text{лм}}{1\text{м}^2 \cdot \text{cmp}}$$

Ko'p hollarda fotometrik kattaliklarni energetik birliklarda o'lchashga zaruriyat tug'iladi. Buning uchun yorug'lik oqimidan energetik oqimga o'tish kifoyadir.

Bu holda SI sistemasida quyidagidek bo'ladi.

a). Yorug'lik oqimi $\frac{\text{BT}}{\text{cmp}} = \frac{\text{Ж}}{\text{сек.cmp}}$ bo'ladi.

b). Ravshanlik $\frac{\text{BT}}{\text{м}^2\text{cmp}} = \frac{\text{Ж}}{\text{м}^2\text{сек.cmp}}$ bo'ladi.

v). Yoritilganlik va yorituvchanlik $\frac{\text{BT}}{\text{м}^2} = \frac{\text{Ж}}{\text{м}^2\text{сек}}$ bo'ladi.

To'lqin uzunligi $\lambda = 5550^0\text{A}$ bo'lgan yorug'likning 1lyumen yorug'lik tezligiga 0,0016VT quvvat mos keladi ya'ni:

$$1\text{lm}(\lambda=5550^0\text{A})=0,0016\text{VT} \text{ yoki } 1\text{VT}(\lambda=5550^0\text{A})=650 \text{ lyumen}$$

MA'RUZA 5

Mavzu: Yorug'likning elektromagnit nazariyasi.

Reja:

1. Elektromagnit to'lqinning tarqalishi.
2. Maksvell nazariyasi.
3. Elektromagnit to'lqin energiyasi.
4. Yassi va sferik to'lqinlar.

Tayanch so'zlar.

Elektromagnit maydon uyurmasi, divergensiya, gradient, maydon kuchlanganligi, energiya, yassi to'lqin, sferik to'lqin.

Nazorat savollari.

1. Elektromagnit maydonning asosiy xarakteristikalarini nimalardan iborat?
2. Maydon uyurmasi formulasini yozing va tushuntiring.
3. Maydon divergensiya formulasini yozing va tushuntiring.
4. Elektromagnit to'lqin energiyasi qanday aniqlanadi?
5. Ko'ndalang to'lqinga ta'rif bering.

Adabiyotlar.

1. G.S.Landsberg, Optika, 1981, 1-bob, §. 6, 34-36 betlar.
2. A.N.Matveyev, Optika, 1985, 3-bob, §. 1-2, 23-31 betlar.

XIX asrning ikkinchi yarmida D.K.Maksivell elektr va magnit hodisalarni chuqur o'rganib yorug'likning elektromagnit nazariyasini yaratdi. D.K.Maksivell nazariyasiga asosan yorug'lik **tez o'zgaruvchan** elektromagnit maydonidan iborat.

Bu elektromagnit nazariya bir jinsli muhit uchun quyidagi tenglamalarga tayanadi va ko'p hollarda D.K.Maksivell tenglamalari ham deyiladi.

$$\operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{\mu}{c} \cdot \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} \quad (1)$$

$$\operatorname{rot} \vec{H} = \frac{\varepsilon}{c} \cdot \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \quad (2)$$

$$\operatorname{div} \vec{E} = 0 \quad (3)$$

$$\operatorname{div} \vec{H} = 0 \quad (4)$$

Bu yerda μ -magnit singdiruvchanlik koeffitsiyenti,
 ε -elektr singdiruvchanlik koeffitsiyenti,
 c -elektromagnit to'lqinning vakuumdagi tarqalish tezligi,
 E -elektr maydon kuchlanganligi,
 H -magnit maydon kuchlanganligi.

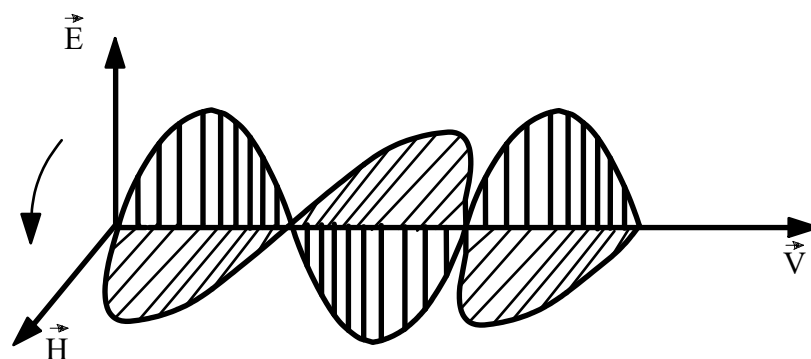
Bu tengliklardan quyidagi xulosa kelib chiqadi.

1). Har qanday vaqt birligida ichida o'zgaruvchan elektr maydoni atrofida uyurmangan magnit maydoni hosil bo'ladi, va aksincha. Hosil bo'lgan bu

elektromagnit maydon muhitda $\mathcal{G} = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$ tezlik bilan **elektromagnit to'lqin**

shaklida tarqaladi.

2). Elektr va magnit maydonlari o'zaro **ko'ndalang** bo'lib, ularning **yo'nalishi** to'lqin tarqalish yo'nalishiga perpendikulyardir.



3). Harakatdagi yassi monoxromatik to'liqinning $\vec{E}$ va $\vec{H}$ maydon vektorlari bir xil fazada tebranadi.

(2) tenglikni vaqt bo'yicha differensiallasak quyidagiga ega bo'lamiz.

$$\text{rot} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} = \frac{\varepsilon}{c} \cdot \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} \quad (5)$$

(1) tenglikdan $\left(\frac{\partial \vec{H}}{\partial t} \right)$ ni topsak

$$\frac{\partial \vec{H}}{\partial t} = -\frac{c}{\mu} \text{rot} \vec{E} \quad (6)$$

(6) ni hisobga olsak (5) ni yozsak

$$-\frac{c}{\mu} \text{rot} \cdot \text{rot} \vec{E} = \frac{\varepsilon}{c} \cdot \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} \quad (7)$$

elektrodinamikadan bizga ma'lumki

$$\text{rot} \text{rot} \vec{E} = \text{grad} \cdot \text{div} \vec{E} - \Delta \vec{E} \quad (8)$$

(8) ni (3) hisobga olib yozsak ya'ni $\text{div} \vec{E} = 0$ quyidagiga ega bo'lamiz

$$\text{rot} \cdot \text{rot} \vec{E} = -\Delta \vec{E} \quad (9)$$

(9) ni hisobga olgan holda (7) ni yozsak

$$\frac{c}{\mu} \Delta \vec{E} = \frac{\varepsilon}{c} \cdot \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} \quad (10)$$

yoki

$$\Delta \vec{E} = \frac{\varepsilon \mu}{c^2} \cdot \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} \quad (11)$$

yoki

$$\Delta \vec{E} - \frac{\varepsilon\mu}{c^2} \cdot \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = 0 \quad (12)$$

Xuddi shuningdek (1) ni vaqt bo'yicha differensiallab quyidagiga ega bo'lamiz.

$$\Delta \vec{H} = \frac{\varepsilon\mu}{c^2} \cdot \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial t^2} = 0 \quad (13)$$

Bu yerda

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \quad (14)$$

bo'lib **Laplas operatori deyiladi.**

(12) va (13) tenglamalar to'lqin tenglamasini xarakterlaydi va bu tenglamalarning yechilishi mos ravishda quyidagiga tengdir.

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \ell^{i(\omega t - \vec{K}\vec{r})} \quad (15)$$

$$\vec{H} = \vec{H}_0 \ell^{i(\omega t - \vec{K}\vec{r})} \quad (16)$$

Bu yerda $|\vec{K}| = \frac{2\pi}{\lambda} \rightarrow$ to'lqin soni

ω -elektromagnit to'lqinning aylanma chastotasi

$\vec{r}$ -radius vektor

(15) va (16) tenglamalar harakatdagi monoxromatik to'lqinni xarakterlaydi va bu tenglamalarga **to'lqin tenglamalari deyiladi.**

Bir xil faza bilan tebranuvchi ($\cdot$) larning geometrik o'rni (to'lqin sirti) **yassi sirtidan iborat bo'lgan to'lqinga yassi to'lqin deyiladi.**

Elektromagnit to'lqinlarning optik diapozoni

Yorug'likning ko'rinadigan ko'lam (diapozoni) bu inson ko'zi qabul qiladigan elektromagnit to'lqinlardan iboratdir. Odatda inson ko'zi to'lqin uzunligi $\lambda = 3800\text{Å} - 7600\text{Å}$ gacha bo'lgan yorug'liklarni ko'radi. Uning chastotalari quyidagicha aniqlanadi.

a). Aylanma chastotasi quyidagiga teng

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (1)$$

T-to'lqin tebranish davri.

b). Chiziqli chastotasi quyidagiga tengdir.

$$\nu = 1/\tau$$

$$\nu = \frac{1}{T} \quad (2)$$

ular o'rtasida quyidagicha bog'lanish mavjuddir.

$$\omega = 2\pi\nu \quad (3)$$

Yorug'lik to'lqin uzunligini (λ) bilan belgilasak uning qiymati quyidagiga tengdir

$$\lambda = cT \quad (4)$$

Bu yerda c -yorug'likning vakuumga tarqalish tezligi bo'lib uning qiymati

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

ko'rish oblastidagi yorug'liklarning chastotasini (1), (2) va (3) formulalarga asosan topsak quyidagiga teng ekan

$$\nu = (4 \div 8) \cdot 10^{14} \text{ cep}$$

$$\omega = (2,5 \div 5) \cdot 10^{15} \text{ cek}^{-1}$$

Kvant mexanikasi ko'rsatadiki elektromagnit nurlanishning energiyasini kvantlar amalga oshiradi. Nurlanish kvanti energiyasi quyidagi formula orqali topiladi.

$$\varepsilon = \hbar\omega = h\nu \quad (4)$$

$\hbar = h/2\pi$ bo'lib $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \rightarrow$ Plank doimiysi.

Elektromagnit to'lqinlarining chastotalari bo'yicha quyidagicha taqsimlangandi (1-jadvalda keltirilgan).

1-jadval

Har bir diapozon o'ziga xos xususiyatga ega xuddi shuningdek o'ziga xos mexanizmga egadir

To'lqin diapazonining nomi	Diapazon chegarasi	
	To'lqin uzunligi (λ)	Kvant energiyasi
Gamma nurlari	$<0,0012\text{nm}$	$>1\text{MeV}$
Rentgen nurlari	$0,0012 \div 12\text{nm}$	$100\text{eV}-1\text{MeV}$
Ultra binafsha nurlari	$12 \div 380\text{nm}$	$3,2-100\text{eV}$
Ko'zga ko'rinadigan nurlari	$380 \div 760\text{nm}$	$1,6 \div 3,2\text{eV}$
Infraqizil nurlari	$760 \div 10^6\text{nm}=1\text{mm}$	$1,2 \cdot 10^{-3}-1,6\text{eV}$
Radio to'lqinlari	$>1\text{mm}$	$1,2 \cdot 10^{-3}\text{eV}$

Ko'zga ko'rinadigan, infraqizil va ultrabinafsha nurlari birgalikda **optik diapazondagi nurlari deyiladi.**

MA'RUZA 6

Elektromagnit to'lqin energiyasi va bosimi

Reja:

1. Elektromagnit to'lqin energiyasi.

2. Yassi va sferik to'liqlar.
3. Elektromagnit to'liq bosimi

Tayanch so'zlar.

Elektromagnit maydon uyurmasi, divergensiya, gradient, maydon kuchlanganligi, energiya, yassi to'liq, sferik to'liq.

Nazorat savollari.

1. Elektromagnit to'liq energiyasi qanday aniqlanadi?
2. Ko'ndalang to'liqqa ta'rif bering.

Biz yuqorida ko'rdikki, elektromagnit to'liq vakuumda (c) tezlik bilan muhitda esa

$$g = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}} \quad (1)$$

tezlik bilan tarqaladi.

Bu yerda ϵ -moddani dielektrik singdiruvchanligi

μ -moddani magnit singdiruvchanligi

Bu elektromagnit to'liq tarqalganda o'zi bilan birgalikda energiya ham ko'chiradi. Bu ko'chgan energiyaning zichligi ya'ni hajm birligiga to'g'ri keluvchi energiya miqdori quyidagicha aniqlanadi.

$$W = \frac{\epsilon}{8\pi} E^2 + \frac{\mu}{8\pi} H^2 \quad (2)$$

Yorug'likning elektromagnit nazariyasiga asosan

$$\sqrt{\mu}H = \sqrt{\epsilon}E$$

edi, bundan

$$H = \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} E$$

hosil bo'ladi.

Buni hisobga olgan holda (2) ni yozsak ya'ni

$$W = \frac{\epsilon}{4\pi} E^2 = \frac{\mu}{4\pi} H^2 \quad (3)$$

bo'ladi.

Energiya oqim zichligi vektori to'g'risidagi masalani birinchi bo'lib 1874 yilda N.A.Umov tomonidan tekshirdi va har qanday muhitda energiya oqimi to'g'risida umumiy nazariyani isbot qildi. Keyinchalik 1884 yilda shunga

o'xshash vektorni elektromagnit to'lqinlar uchun energiya oqim zichligi ($\vec{S}$) Poyting tomonidan kiritildi.

Shuning uchun energiya oqimi zichligi vektori odatda **Umov-Poyting vektori deyiladi** va elektromagnit nazariyaga asosan uning qiymati quyidagiga tengdir.

$$\vec{S} = \frac{c}{4\pi} [\vec{E}\vec{H}] \quad (4)$$

Bu vektor 1m^2 yuza orqali 1 sekundda qancha energiya miqdori oqib o'tishini ko'rsatadi.

($\vec{S}$) vektorining yo'nalishi elektr va magnit maydoni vektorlari joylashish tekislikka ($\perp$) bo'lib izotrop muhitda yorug'lik nurining tarqalish yo'nalishiga mosdir.

MA'RUZA 7.

Yorug'lik bosimi. Lebedev tajribasi.

Yorug'likning kvant nazariyasini tasdiqlovchi tajribalardan yana biri rus olimi P.Lebedev tomonidan 1899 yilda o'tkazilgan nozik tajribalaridan biri - yorug'lik bosimining qiymatini aniqlashga bag'ishlangan tajriba hisoblanadi. Yorug'likning bosimi mavjudligini Lebedevdan oldin qator olimlar tomonidan quyosh yaqinida harakatlanayotgan kometalarning gaz va chang zarrachalaridan tashkil topgan dumi quyoshga nisbatan teskari tomonga cho'zilib ketganligini aniqlaganlar va bu hodisani yorug'lik bosimining ta'siri bilan tushuntirishga harakat qilganlar.

Maksvell nazariyasiga ko'ra, ma'lum sirtga tusha-yotgan elktromagnit to'lqinlarni vujudga keltiradigan bosim quyidagicha aniqlanadi:

$$P_t = \frac{E_e}{c} \quad \text{bu yerda:} \quad E_e = \frac{\Phi_e}{S}$$

Shu bilan birga sirtga tushayotgan yorug'likning qaytishi natijasida vujudga keladigan bosim

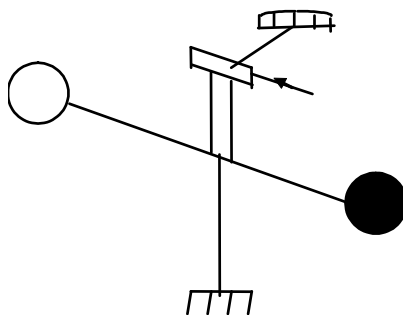
$$P_q = \frac{E_e}{c} \rho$$

Bu bosimlarning yig'indisi $p = \frac{E_e}{c} (1 + \rho)$.

bu yerda: ρ yorug'lik tushayotgan muhitning yorug'lik qaytarilish koeffitsiyenti.

Bu tenglamadan ko'rinadiki, qaytaruvchi sirtlarda yorug'likning yutiluchi sirtlarga nisbatan bosimi ikki marotaba oshadi. Yorug'lik bosimini aniqlashda Lebedev quyidagi sxemada keltirilgan uskunani tayyorladi. Qurilma yorug'lik

manbai, linza va ko'zgular tizimlaridan iborat bo'lib, ular yordamida yorug'lik shar shaklidagi kolbaga tushiriladi va kolba ichida yorug'likni qaytarishk darajasi turlicha bo'lgan plastinkalar joylashtirilgan. Bular barchasi aylanuvchi uskunada joylashtirilgan. Aylanuvchi uskunaning ko'rinishi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Lebedev tajribasidagi aylanuvchi uskuna.

Lebedev tajribasining nozikligi quyidagilarda namoyon bo'ladi:

1. Yorug'lik plastinkalarga tush-ganda plastinkaning yorug'lik tusha-yotgan tomonining harorati uning orqa tomoniga nisbatan yuqori bo'ladi. Natijada plastinkning qalinligi bo'yicha harorat gradiyenti hosil bo'ladi va bu gradiyent ta'sirida aylanuvchi uskuyna o'z o'qi atrofida aylanishi mumkin. Bunday holatning oldini olish maqsadida aylanuvchi qurilmaga yorug'lik ikki tomondan – chapdan va o'ngdan tushishi ta'minlangan (2-rasm fragmentlarini solishtiring).

2-rasm. "Lebedev tajribasi" animatsiyasidan fragmentlar

2. Kolbaning yorug'lik tushayotgan tomonida mavjud bo'lgan molekulalar tushayotgan yorug'likni yutib, harorati oshadi va ularning xaotik harakati

tezlashadi hamda bu molekulalarning sirtga ta'siri natijasida aylanuvchi qurilma o'z o'qi atrofida aylanadi. Bunday holatning oldini olish uchun Lebedev shisha kolba ichidan havoning maksimal darajada so'rib olinishini ta'minlaydi. Lebedev tomonidan olingan natijalar Maksvell tomonidan berilgan nazariy formula bilan to'liq mos tushganligi isbotlanadi va yorug'lik bosimi hosil bo'lishini kvant nazariyasi asosida tushuntirish mumkin.

$$p = 2 m_{\phi} c \cdot \rho N c + m_{\phi} c \cdot (1 - \rho) N c = (1 + \rho) N m_{\phi} c^2$$

Bu ifodadagi $N m_{\phi}$ – birlik hajmidagi fotonlar massasi. Shuning uchun, Eynshteyning massa va energiya orasidagi ekvivalentlik qonuniga asosan, $N m_{\phi} c^2$ birlik hajmdagi ω yorug'lik energiyani harakatlantiradi.

Natijada $p = (1 + \rho) \omega$ yoki $P = \frac{E}{c} (1 + \rho)$ bo'ladi.

MA'RUZA 8

Mavzu: Yorug'likning qutblanishi.

Reja:

1. Qutblanish hodisasini kuzatish usullari.
2. Elektromagnit to'lqin ko'ndalang to'lqin.
3. Qutblanish uchun Malyus qonuni.
4. Qutblanish uchun Bryuster qonuni.
5. Qutblangan va qutblanmagan nurlar.

Tayanch so'zlar.

Qutblanish, yorug'lik, ko'ndalang, Malyus, Bryuster, turmalin kristali, optik o'q.

Nazorat savollari.

1. Qutblanish hodisasi qanday kuzatiladi?
2. Turmalin kristalining asosiy xossalarini tushuntirng.
3. Optik o'q nima?
4. Polyarizatorning vazifasi nimadan iborat?
5. Analizatorning vazifasi nimadan iborat?

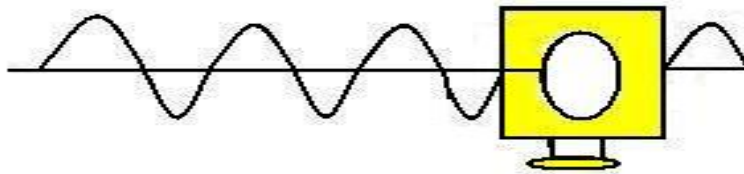
Adabiyotlar.

1. G.S.Landsberg, Optika, 1981, 1. §. 101-108, 370-380 betlar.
2. A.Jumaboyev, Sh.Fayzullayev. Yorug'likning qutblanish va lazerlar. 1999, I-bob, §. 1-9, 3-30 betlar.

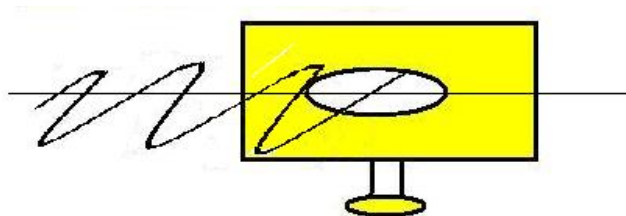
Yorug'likning elektromagnit nazariyasiga asosan yorug'lik to'lqinlari ko'ndalang to'lqin ekanligi kelib chiqadi. Haqiqatdan ham Maksvell nazariyasiga asosan elektr maydon kuchlanganligi (E) vaqt o'tishi bilan o'zgarganda unga ($\perp$) ravishda yo'nalgan o'zgaruvchan magnit maydoni (H) paydo bo'ladi va aksincha. Bunda hosil bo'lgan o'zgaruvchan elektromagnit maydon fazoda qo'zg'almasdan turmay, balki bu elektromagnit maydon vektorlariga ($\perp$) bo'lgan chiziqli bo'ylab yorug'lik tezligida tarqalib elektromagnit to'lqinini ya'ni yorug'lik to'lqinini hosil qiladi.

Yorug'likning qutblanish hodisasi yorug'lik to'lqinlari ko'ndalang to'lqin ekanligini tajribada isbotlaydi.

Yorug'likning qutblanishini ko'rishdan oldin mexanik to'lqinlarning qutblanishini ko'rib chiqaylik. Faraz qilaylik bir-biriga parallel joylashgan ikkita yassi plastikalar berilgan bo'lsin. Bu plastinkalar o'rtasiga elastik ip tortilgan bo'lib, to'lqin elastik ip bo'ylab tarqalsin



Agar tebranish tekisligi plastinkalarga parallel bo'lsa, to'lqinlar bemalol o'tadi. Agar tebranish tekisligi plastinkalarga $\perp$ bo'lsa u holda tebranishlar plastinkalar tomonidan ushlab qolinadi natijada to'lqin o'tmaydi.

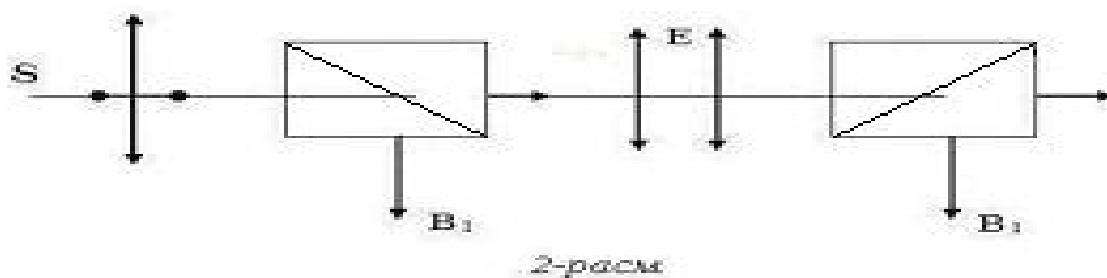


Demak bu aytilganlardan ko'rinadikim bunday usul bilan faqatgina ko'ndalang to'lqinlarni uchirish mumkin. Bo'ylama to'lqinlarni uchirib bo'lmaydi. Agar ko'ndalang to'lqinning hamma ($\cdot$) laridagi tebranishlar bitta tekislikda yotsa, bunday to'lqinga yassi qutblangan to'lqin deyiladi. Elektromagnit to'lqinlar holida $\vec{E}$ vektorining tebranishi yotgan tekislikga tebranish tekisligi deyiladi. Unga $\perp$ bo'lgan tekislikka esa qutblanish tekisligi deyiladi.

Mexanik to'lqinlar uchun hosil qilingan sharoitni yorug'lik to'lqinlari uchun ham hosil qilish mumkin. Buning uchun yorug'likning yo'nalishiga ($\perp$) joylashtirilgan muhitning tuzilishi va xossalari turi yo'nalishlar bo'yicha turli xil bo'lishi kerak. Bunday muhitlarga **anizotropik muhitlar deb ataladi** va unga misol qilib kristallarni olish mumkin. Qutblanmagan yorug'lik nurlarini qutblangan nurga **aylantiruvchi asbobga polyarizator deyiladi**.

Yorug'likning qutblanganligini aniqlovchi asbobga **analizator deyiladi**. Yorug'likning qutblanganligini aniqlash uchun quyidagicha tajriba o'tkazish mumkin. Qalinligi 1mm ga teng bo'lgan ikkita turmalin (bir o'qli kristall) plastinka olamiz. Bu plastinkalarning yorug'lik o'tkazuvchi tekisliklari kristall panjarasining biror yo'nalishiga parallel bo'lsin. Bunday yo'nalishga **kristalni o'qi yoki optik o'q deyiladi**.

Bu plastinkalarni bir-biriga nisbatan ketma-ket joylashtirib ulardan yorug'likning o'tishini qarab chiqamiz.



1). Agar biz faqatgina T_1 ni aylantirsak ko'rish maydonining yoritilganligi deyarlik o'zgarmaydi, lekin yorug'likning intensivligi ikki marotaba kamayadi, chunki T_1 plastinka o'z o'qiga parallel bo'lgan E - ni ya'ni elektromagnit maydon kuchlanganligi vektorini o'tkazib, qolgan qismlarini o'tkazmaydi.

2). Agar biz T_2 plastinkani nur atrofida aylantirsak, ko'rish maydoni bir yorug', bir qorong'i bo'lganini ko'ramiz. Ya'ni (T_1) va (T_2) plastinka o'qlari o'zaro parallel bo'lsa, intensivlik eng katta bo'ladi, agar bu o'qlar o'zaro $\perp$ bo'lsa intensivlik nolga teng bo'ladi. Elektromagnit tebranishlari turli xil yo'nalishlarda turli xil bo'lgan hamda tartibsiz tebranadigan yorig'liklarga **tabiiy yorug'lik deyiladi**.

Elektromagnit vektorining tebranishlari aniq biror yo'nalish yoki biror bir qonun asosida tebranuvchi yorug'likka **qutblangan yorug'lik deyiladi**.

MA'RUZA 9.

Bryuster va Malyus qonunlari

1. Qutblanish uchun Malyus qonuni.
2. Qutblanish uchun Bryuster qonuni.
3. Qutblangan va qutblanmagan nurlar.

Tayanch so'zlar.

Malyus, Bryuster, turmalin kristali, optik o'q.

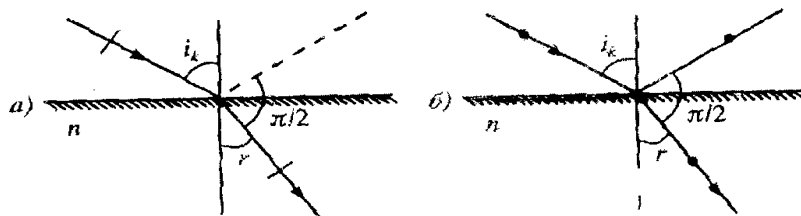
Nazorat savollari.

1. Polyarizatorning vazifasi nimadan iborat?
2. Analizatorning vazifasi nimadan iborat?

Agar biz polyarizatoridan o'tayotgan yorug'lik nurini intensivligini (J_0) ga analizatoridan o'tgan nur intensivligini (J) bilan polyarizator va analizator o'qlari orasidagi burchakni (α) bilan belgilasak, ular orasida quyidagi bog'lanish mavjud.

$$J = J_0 \cos^2 \alpha \quad (1)$$

Bu formulaga **Malyus formulasi deyiladi**. Qutblangan nurlar faqatgina o'tuvchi nurlarda kuzatilmasdan, balkim qaytgan va singan nurlarda ham vujudga keladi.



3-rasm. Qutblangan nurning sinishi va qaytishi

Agar yorug'lik ko'zguga tushib undan qaytsa va qaytgan nur yo'liga turmalin plastinkasini joylashtirsak va bu plastinkani o'z o'qi atrofida aylantirsak, undan o'tuvchi yorug'lik intensivligi maksimal qiymatdan minimal qiymatgacha o'zgaradi.

Demak, bu yerda ko'zgu polarizator vazifasini va turmalin plastinkasi analizator vazifasini o'taydi. Xuddi shunday holat singan nurlar uchun ham kuzatiladi.

4-rasm. "Bryuster qonuni" animatsiyasidan fragment

Bryuster qonuniga asosan, agar nur ikki muhit chegarasiga tushganda, tushish burchagi tangensi muhitning sindirish burchagiga teng bo'lsa, bu vaqtda qaytgan va singan nurlar to'la qutblangan bo'ladi.

$$\operatorname{tg} i_{\text{br}} = n \quad (2)$$

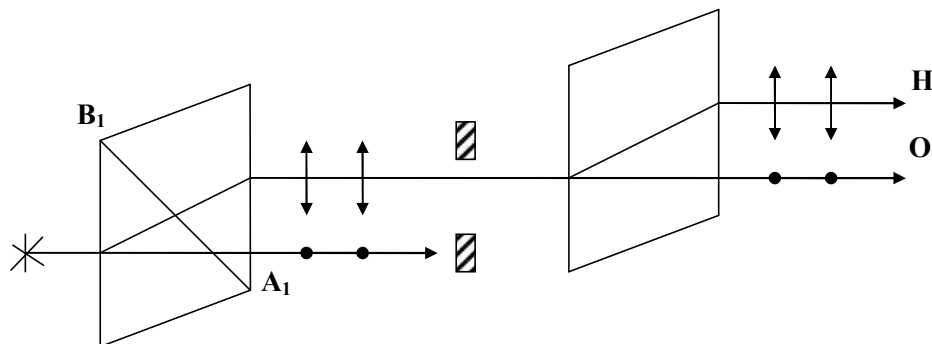
Qutblanuvchi asboblalar

Yuqorida aytib, o'tganimizdek tabiiy yorug'likni qutblangan yorug'likga aylantirib beruvchi asboblarga **qutblanuvchi asboblalar yoki polarizatorlar deyiladi** va bunday polarizatorlarni ayrimlari to'g'risida qisqacha to'xtalib o'taylik.

Bizga ma'lumki, qutblantiruvchi asboblalar anizotrop xossaga ega bo'lgan moddalardan yasaladi va bunday xossaga ega bo'lgan muhitlardan biri bu kristallardir. Shuning uchun ham dastlab biz kristallarda ya'ni anizotrop moddalarda elektromagnit to'lqinlarning tarqalishini ko'rib chiqaylik.

Kristallarda yorug'lik tarqalishida bo'ladigan asosiy **optikaviy** hodisa bu **nurning ikkilanib sinishi**, ya'ni kristalga tushgan yorug'likning sinishi natijasida ikkiga ajralishidir.

Oddiy va oddiy bo'lmagan nurlarga bo'linadi, bunday ikki nurga bo'linishning asosiy sababi muhitning anizotropligidir.



Izotrop muhit uchun

$$n^2 = \varepsilon$$

$$n = \sqrt{\varepsilon} \quad (1)$$

$$\varepsilon_x = \varepsilon_y = \varepsilon$$

Anizotrop muhit uchun

$$\varepsilon_x \neq \varepsilon_y \neq \varepsilon_z$$

$$\vartheta_x \neq \vartheta_y \neq \vartheta_z$$

$$n = \frac{C}{\vartheta_x}; \quad n_x^2 = \varepsilon_x;$$

$$n_x = \sqrt{\varepsilon_x}; \quad n_y = \frac{C}{\vartheta_y};$$

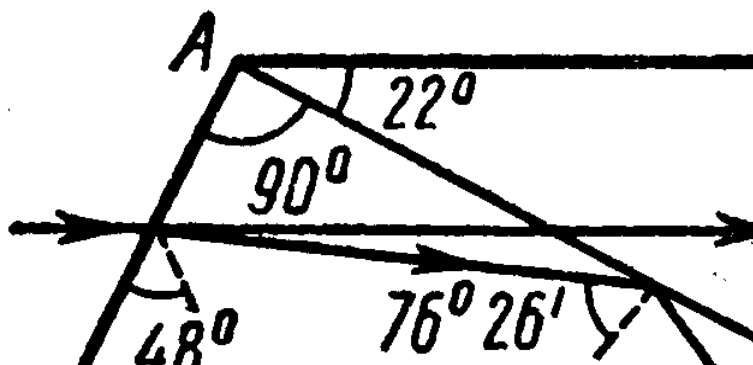
Kristalga kirib ajralgan har ikkala yorug'lik nurlar o'zaro $\perp$ yo'nalishlarda chiziqli qutblangandir.

Kristallarda shunday yo'nalish mavjudki, agar ana shu yo'nalishi bo'yicha yorug'lik nuri tashlansa yorug'likning ikkilanib sinish hodisasi ro'y bermaydi, Bu yo'nalishga kristallning optik o'qi deyiladi.

Hozirgi vaqtda fan va texnikada qutblangan yorug'lik hosil qilish uchun ikkilanib sindiruvchi kristallardan tayyorlangan qutblantiruvchi prizmalar qo'llaniladi, shulardan ayrimlarini ko'rib chiqaylik.

Nikol prizmalash

Bu prizma island shpati kristalidan yasalgan bo'lib to'rt burchakli qiya ACBD prizma ko'rinishda bo'lib, u ikki to'plamdan iboratdir. Bu bo'laklar bir-biriga Kanada balzami deb ataluvchi maxsus smola bilan yopishtirilgan.



Oddiy nur uchun Island shpatining sindirish ko'rsatkichi $n_0 = 1,66$. Oddiy bo'lmagan nur uchun $n_e = 1,486$. Kanada balzaming sindirish ko'rsatkichi $n = 1,510$. Ma'lum burchak ostida AB qirrara tushayotgan tabiiy yorug'lik ikki nurga O va H ga ajraladi. Oddiy bo'lmagan nur prizma orqali sezilarli darajada kuchsizlanmasdan o'tadi. **Oddiy** nur esa qirqim sirtida, ya'ni kanada balzami qatlamida to'la **ichki** qaytishga duch keladi (chunki $n_0 > n$) so'ngra kristalning qoraytirilgan qirrasiga tushadi va u yerda yutiladi. Rasmda Nikol prizmasining optikaviy o'qi **OO chiziqli** bilan ko'rsatilgan. Demak Nikol prizmasidan o'tgan yorug'likning elektr tebranishlari **OSO** tekisligiga parallel bo'ladi.

Nurni ikkiga ajratib singdiruvchi prizmalar

Ayrim hollarda o'zaro $\perp$ tekisliklarda chiziqli qutblangan ikki nur hosil qilish kerak bo'ladi bunday hollarda Island shpati va shishadan yasalgan prizmalar ishlatiladi. Buni quyidagi rasmda ko'rish mumkin.

Optik o'qi chizimma tekisligiga $\perp$ bo'lgan Island shpatining sindirish ko'rsatkichi oddiy nur uchun $n_0 = 1,66$ oddiy bo'lmagan nur uchun $n_e = 1,486$ bo'lib shishaning sindirish ko'rsatkichi $n_{sh} = 1,49$ ga tengdir.

Oddiy nur Island shpatida va shishada ikki marta sinib ko'p og'adi. Oddiy bo'lmagan nur prizmadan deyarli og'ishmay chiqadi chunki shishaning sindirish ko'rsatkichi (n_e) ga deyarlik yaqindir.

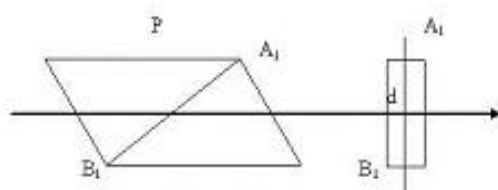
Xuddi shuningdek hozirgi vaqtda qutblangan nurlarni olishda polyaroidlar ham ishlatiladi.

Polyaroid bu ayrim kristallardan yasalgan yoki yuzasiga kristall kukunlari surtilgan plyonkalardir. Bu plyonka nurlardan birini yutib qolib ikkinchisini yutmasdan chiziqli qutblangan nurga aylantirib beradi.

MA'RUZA 10.

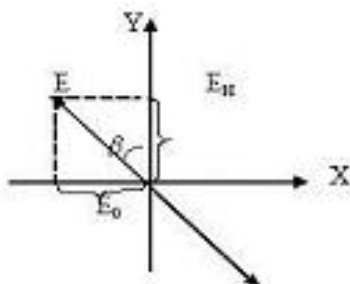
Yorug'likning doiraviy va elliptik qutblanishi

Tabiiy yorug'lik nuridan ikkiga ajralib sinish natijasida hosil qilingan oddiy va g'ayrioddiy nurlar o'zaro kogerent bo'lmagani uchun ular interferensiya hodisasini yuzaga keltirmaydi. Tabiiy yorug'lik nurida turli atomlar tomonidan chiqarilgan tebranishlarning $\vec{E}$ vektori turli tekisliklarda yotadi. Bu tebranishlar o'zaro bog'liq bo'lgan holda doimiy fazalar farqiga ega emas. Oddiy (O) va g'ayrioddiy (N) nur yassi-qutblangan nurdan hosil qilinsa boshqacha hodisa yuz beradi. Bu holda O va N nurlar quyidagicha hosil qilinadi. Yassi – qutblangan nur optik o'qi yorug'likning tarqalish yo'nalishiga tik yo'nalgan bir o'qli kristalldan o'tadi (1 – rasm). Kristall ichida turli tezliklar bilan bir yo'nalish bo'yicha o'zaro ikkita tik yo'nalishlar bo'yicha qutblangan O va N nurlar tarqaladi.



1 – rasm

Ikkita o'zaro tik yo'nalishlar bo'yicha qutblangan, amplitudalari teng bo'lmagan va ma'lum fazalar farqiga ega bo'lgan ko'ndalang yorug'lik to'lqinlarini qo'shilishini qaraymiz. Faraz qilamizki, tushuvchi qutblangan nurda tebranish yo'nalishi kristallning bosh yo'nalishlaridan biri, misol uchun optik o'qqa parallel bo'lgan yo'nalish bilan β burchak hosil qilsin. Tushuvchi nurning amplitudasi E ga teng bo'lsin. Bu holda O va N nurlarning amplitudalari mos ravishda quyidagiga teng bo'ladi. (2-rasm).



2 – rasm

$$E_0 = E \sin \beta \quad (1)$$

$$E_H = E \cos \beta \quad (2)$$

Bu ikkala nurlar d – qalinlikdagi plastinkadan o'tib (2 - rasm) $(n_0 - n_H)d$ ga teng bo'lgan yo'llar farqiga ega bo'ladi. Chunki manfiy kristall uchun $n_0 < n_N$, $n_N < n_0$. Natijada O nur N nurga nisbatan faza bo'yicha

$$\alpha = \frac{2\pi}{\lambda} d(n_0 - n_H) \quad (3)$$

kattalikka kechikadi.

Ikkita bir-biriga teng bo'lmagan amplitudalarga va fazalar farqiga ega bo'lgan tebranishlarning qo'shilishi natijasida elliptik tebranish hosil bo'ladi, ya'ni bunday tebranishda natijalovchi $\vec{E}$ vektorning oxiri birlamchi tebranishlarning burchakli chastotasiga (ω) teng bo'lgan chastota bilan ellips chizadi. Kristallik plastinkadan o'tgan nurlardagi tebranishlar (1rasm) quyidagicha ifodalanadi:

$$x = E_H \cos \omega t \quad (4)$$

$$y = E_O \cos(\omega t - \alpha) \quad (5)$$

Natijalovchi tebranish trayektoriyasini, aniqlash uchun bu tenglamalardan t – ni chiqarib tashlash kerak (4) va (5) ga hamda trigonometrik formulaga asosan

$$\text{quyidagilarni hosil qilamiz } \cos \omega t = \frac{x}{E_H} \quad (6)$$

$$\cos(\omega t - \alpha) = \frac{y}{E_O} \text{ bundan } \cos \omega t \cdot \cos \alpha + \sin \omega t \cdot \sin \alpha = \frac{y}{E_O} \quad (7)$$

$$\text{yoki } \sin \omega t \cdot \sin \alpha = \frac{y}{E_O} - \frac{x}{E_H} \cos \alpha \quad (8)$$

(8) ifodani kvadratga ko'taramiz:

$$\sin^2 \omega t \cdot \sin^2 \alpha = \frac{y^2}{E_O^2} + \frac{x^2}{E_H^2} \cos^2 \alpha - 2 \frac{xy}{E_O E_H} \cos \alpha \quad (9)$$

(4) ifodaning ikkkala tarafini ham $\sin \alpha$ kupaytirib, kvadratga ko'tarsak, quyidagini hosil qilamiz

$$\cos^2 \omega t \cdot \sin^2 \alpha = \frac{x^2}{E_H^2} \sin^2 \alpha \quad (10)$$

(9) va (10) tenglamalarni hadma-had qo'shamiz

$$\sin^2 \alpha (\cos^2 \omega t + \sin^2 \omega t) = \frac{y^2}{E_O^2} + \frac{x^2}{E_H^2} (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) - 2 \frac{xy}{E_O E_H} \cos \alpha \quad (11)$$

$$\text{yoki } \frac{y^2}{E_O^2} + \frac{x^2}{E_H^2} - 2 \frac{xy}{E_O E_H} \cos \alpha = \sin^2 \alpha \quad (12)$$

tenglamani hosil qilamiz, ya'ni ellips formulasiga ega bo'lamiz. Bu holda ellipsning shakli va o'qlarga nisbatan yo'nalishi β va α ning qiymatlariga bog'liq bo'ladi. Shunday qilib, yassi-qutblangan nur kristall plastinkadan o'tgandan so'ng elektr va magnit vektorlarining ychi ellips chizadigan yorug'lik to'lqini hosil bo'ladi va bunday yorug'lik to'lqiniga elliptik qutblangan yorug'lik deyiladi.

Ba'zi hususiy hollarini qarab chiqamiz:

1). Kristall plastinka shunday d qalinlikka egaki O va N nurlarning yo'llar farqi $\frac{1}{4} \lambda$ ga teng bo'ladi ($\frac{1}{4} \lambda$ to'lqinli plastinka)

$$(n_0 - n_H) d = \frac{\lambda}{4} \quad (13)$$

va $\alpha = \frac{\pi}{2}$ bo'lganda ellips formulasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$\frac{y^2}{E_H^2} + \frac{x^2}{E_0^2} = 1 \quad (14)$$

ya'ni ellips bu holda bosh o'qlarga nisbatan oriyentasiyalangan bo'ladi. E_0 va E_N munosabati β burchakka bog'liq bo'ladi. $\beta=45^\circ$ da $E_0=E_N$ va ellips aylana shaklga ega bo'ladi va uning tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$x^2 + y^2 = E^2 \quad (15)$$

Bu holda doiraviy qutblangan yorug'likni hosil qilamiz.

2). Plastinkaning qalinligi d shunday qiymatga egaki, O va N nurlarning yo'llar farqi $\frac{1}{2}\lambda$ ga teng ($\frac{1}{2}\lambda$ to'lqinli plastinka)

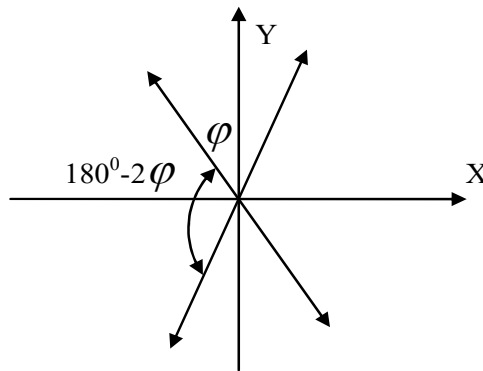
$$(n_0 - n_H)d = \frac{\lambda}{2} \quad (16)$$

$$\text{yoki } (n_0 - n_H)d = (m + \frac{1}{2})\lambda \quad \text{ya'ni } \alpha = \pi$$

Bu holda ellips ikkita to'g'ri chiziqqa aylanadi:

$$\frac{x}{E_H} + \frac{y}{E_0} = 0 \quad (17)$$

Bu holda yorug'likda yassi-qutblanish saqlanadi, lekin tebranish yo'nalishi o'zgaradi, ya'ni $180-2\varphi$ burchakka II-IV kvadrantlardan I-III kvadrantlarga o'tadi.



3 – rasm

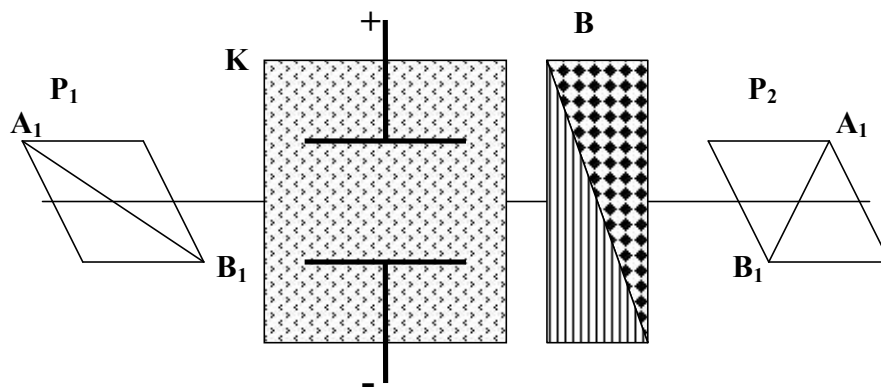
3). Plastinka qalinligi d shunday qiymatga egaki $(n_0 - n_H)d = \lambda$ yoki $(n_0 - n_H)d = m\lambda$ ya'ni $\alpha = 2\pi$.

Bu holda ellips $\frac{x}{E_H} - \frac{y}{E_0} = 0$ ko'rinishga ega bo'lgan ikkita to'g'ri chiziqqa aylanadi, ya'ni bu holda nur o'z tebranish yo'nalishini o'zgartirmagan holda yassi – qutblanganligicha qoladi.

MA'RUZA 11.

Elektr maydonida yorug'likning ikkiga ajralib sinishi

Ba'zi izotrop jismlar: gazlar, suyuqliklar, qattiq jismlar elektr maydoniga joylashtirilganda, bu jismlar anizotrop jism hossasiga ega bo'lib qoladilar va ularda yorug'lik ikkiga ajralib sinadi. Bu hodisani ilk bor 1875 yilda Kerr kuzatdi. Bu hodisani kuzatish uchun quyidagi qurilmadan foydalanish mumkin. (1 -rasm)



1 – rasm

Elektr maydon kuchlanganligi $E=0$ bo'lganda, P_1 polyarizator optik o'qi P_2 polyarizator o'qiga tik bo'lganda, ko'rish maydoni qorong'i bo'ladi. Elektr maydoni mavjud bo'lsa ($E \neq 0$), P_1 va P_2 o'zaro tik joylashganda ham ko'rish maydoni yorug'lashadi, ya'ni Kerr (K) yachaykasidan chiqqan yorug'lik elliptik qutblangan bo'ladi, buni B kompensator yordamida tekshirish mumkin. Bu holda jismning optik o'qining yo'nalishi elektr maydon kuchlanganligining yo'nalishiga parallel bo'ladi. Tajriba natijalariga asosan

$$n_0 - n_H = k n E^2 \quad (1)$$

$$k = \frac{n_H - n_0}{n E^2} \quad (2)$$

Birinchi qatlamdan o'tgan nurlarning yo'llar farqi:

$$\Delta L = l(n_H - n_0) = k n l E^2 \quad (3)$$

$$\frac{\Delta L}{\lambda} = \frac{l}{\lambda} (n_H - n_0) \quad (4)$$

Fazalar farqi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} (n_H - n_0) l = B l E^2 \quad (5) \quad k = \frac{B}{n} \lambda \quad (6)$$

$$B = \frac{n_H - n_0}{\lambda E^2} \quad (7)$$

Bu oxirgi tenglikdagi n_H va n_0 elektr maydon kuchlanganligi yo'nalishi va unga tik yo'nalishga mos keluvchi moddaning sindirish ko'rsatgichlari. Ko'pchilik suyuqliklar va musbat kristallar uchun $n_H > n_0$ va $B > 0$. Ba'zi suyuqliklar uchun esa $B < 0$ bo'ladi.

Kerr samarasi hosil bo'lishini quyidagicha tushuntirish mumkin. Suyuqlik va gaz makroskopik o'lchamda izotrop muxitlar bo'lib, ularning molekulari anizotropdir. Odatdagi sharoitda moddani tashkil etgan zarrachalari molekulari tartibsiz ravishda joylashadi. Elektr vektorining oriyentasiyasi turli yo'nalishga ega bo'lgan yorug'likni ana shunday molekulalardan iborat bo'lgan modda xar-xil yo'nalishlar bo'yicha bir hil sharoitda kutib oladi va natijada makroskopik modda izotrop hossaga ega bo'ladi. Agar elektr maydoni bunday moddaga ta'sir etsa, u holda molekular maydon yo'nalish tomon afzalrok yo'nalish bo'yicha oriyentasiyalanadi. Natijada muxit ma'lum biror yo'nalish buyicha boshqa yo'nalishlarga nisbatan kattaroq qutblanuvchanlikka ega bo'lishi mumkin. Shuning uchun yorug'lik to'lqinlarining tarqalish tezligi modda ichidagi $\vec{E}$ vektor vaziyatiga bog'liq bo'ladi, ya'ni yorug'lik nurlarining tarqalish tezligi bu nurlarning tarqalish yo'nalishi va qutblanish harakteriga bog'liq bo'ladi, natijada modda anizotrop hossaga ega bo'ladi.

P. Lanjeven qutbsiz molekulani dipol momentiga ega emas bunday molekulalardan iborat bo'lgan suyuqlikni elektr maydoniga joylashtirgandan so'ng bu moment hosil bo'lishini ko'rsatdi. Bu dipol momentining kattaligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$P = \alpha E \quad (8)$$

bu yerda α qutblanuvchanlik koeffitsiyenti, E - elekt maydon kuchlanganligi. Tashqi maydonni oriyentasiyalovchi ta'siri va molekulararo ta'sir natijasida molekular qutblanuvchanligi kattaroq bo'lgan yo'nalish bo'yicha maydon yo'nalishi tomon oriyentasiyalanishga intiladi. Ana shu yo'nalish bo'yicha yorug'lik tushganda, ikkiga ajralib sinish natijasida hosil bo'lgan nurlardan qaysi birining $\vec{E}$ vektorining tebranishi eng katta qutblanuvchanlik yo'nalishi bo'yicha yo'nalgan bo'lsa uning sindirish ko'rsatkichi katta bo'ladi, ya'ni tashqi maydon yo'nalishi muhitga nisbatan optik o'q vazifasini bajarganligi uchun N nurning tebranish yo'nalishi bu o'q yo'nalishi bilan mos tushib, uning sindirish ko'rsatkichi $n_H > n_0$ va $B > 0$ bo'ladi.

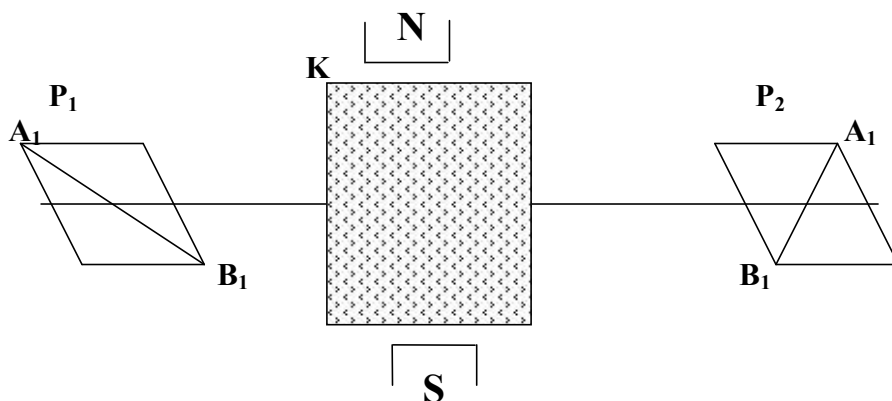
P.Lanjeven nazariyasi ba'zan moddalar uchun $B < 0$ va $n_0 < n_H$ ekanligini tushuntira olmaydi.

M.Born ko'rsatdiki, ba'zi molekular $E=0$ bo'lganda ham doimiy dipol momentiga ega bo'lib, bu momentning yo'nalishi eng katta qutblanuvchanlik yo'nalishi bilan mos tushmasligi mumikn. Tashqi maydon ta'siri ostida molekula shunday oriyentasiyalanadiki, uning oddiy dipol momenti maydon yo'nalishiga mos ravishda joylashishiga intiladi, ammo bunday joylashishga molekularning issiqlik harakati to'sqinlik qiladi. Natijada eng katta qutblanuvchanlik yo'nalishi tashqi maydon yo'nalishi bilan ma'lum burchak hosil qilishi mumkin. Bu ikki yo'nalishning o'zaro joylashishiga qarab $B < 0$ yoki $B > 0$ bo'lishi mumkin. Eng

katta qutblanuvchanlik yo'nalishi molekulaning doimiy dipol momenti yo'nalishiga mos tushsa $B > 0$ bo'ladi. Bu yo'nalishlar bir-biriga tik bo'lganda $B < 0$ bo'ladi. Kerr samarasini hosil bo'lish va yo'qolish vaqti 10^{-10} s ga teng bo'lib, bu vaqt molekulalarning qayta oriyentasiyalanish vaqti bilan bir xil tartibga ega. Fazalar farqi $\varphi = \pi/2$ ga teng bo'lganda, Kerr katagini (yacheykasini) quyidagi hollarda qo'llash mumkin, juda tez ta'sir etuvchi, ya'ni inersiyasiz zatvor sifatida, tovushli kino va televideniyada chastotasi katta bo'lgan yorug'likni modulyasiyalash uchun va h.k. Huddi shuningdek lazerlar texnologiyasida ulkan impulslarni generatsiyalashda Kerr samarasidan foydalanish mumkin. Biz doimiy elektr maydoni ta'siri ostida yorug'likning ikkiga ajralib sinishining yuzaga kelishini ko'rib o'tdik. Bunday hodisa o'zgaruvchan maydon va yorug'lik maydonida ham kuzatiladi. Lazerlarning kuchli impulsining maydoni ta'siri ostida suyuqliklarda ikkiga ajralib sinish hodisasi yuzaga keladi.

Magnit maydonida yorug'likning ikkiga ajralib sinishi

Magnit maydonida yorug'likning ikkiga ajralib sinish hodisasi 1905 yilda Kotton va Muton tomonidan kashf etildi. Bu hodisani mohiyati quyidagidan iborat (1-rasm). Magnitning ikki qutblari o'rtasiga izotrop suyuqlikni joylashtirsak, magnit maydoni ta'siri ostida izotrop jism bir o'qli kristall hossasiga ega bo'ladi va bu jismning optik o'qi magnit maydon yo'nalishiga parallel bo'ladi. Bu holda ham yorug'lik ikkiga ajralib sinadi: oddiy va g'ayrioddiy nurlar hosil bo'ladi. (O va N nurlar).



1 – rasm

Kotton – Muton doimiysi S_{k-m} quyidagicha aniqlanadi.

$$C_{K-M} = \frac{n_H - n_0}{nH^2} \quad (1)$$

n -moddaning sindirish ko'rsatkichi, N -magnit maydon kuchlanganligi. S_{k-m} o'rniga ko'pincha S_λ ishlatiladi.

$$C_\lambda = C_{K-M} \frac{n}{\lambda} = \frac{n_k - n_0}{\lambda H^2} \quad (2)$$

Kotton-Muton hodisasi Kerr samarasining kelib chiqishiga o'xshatib tushuntiriladi. Bu hodisani suyuqliklarda kuzatish uchun magnit maydon kuchlanganligi $(10905 - 17034) \cdot 10^2 \text{ A/M}$ chegarasida bo'lishi kerak.

MA'RUZA 12

Mavzu: Yorug'lik dispersiyasi.

Reja:

1. Dispersiya hodisasi, normal va anomal dispersiya to'g'risida tushuncha berish.
2. Yorug'likning yutilishi, Buger-Beer qonunlari to'g'risida tushuncha berish.
3. Dispersiya hodisasini hozirgi zamon electron nazariyasi asosida tushuntirish. Elektronni ushlab turuvchi kuch.
4. Tormozlovchi kuch.
5. Majbur etuvchi kuch.

Tayanch so'zlar.

Dispersion spektr, Buger, yutilish, elektron, kuch, normal, anomal, tebranish, siljish, chastota.

Nazorat savollari.

1. Dispersiya hodisasini tushuntiring.
2. Yorug'likning yutilish qonunini formulasini yozib tushuntiring.
3. Elektroniga qanday kuchlar ta'sir etadi?
4. Normal va anomal dispersiya hodisasini tushuntiring.

Adabiyot.

1. G.S.Landsberg, Optika, 1981, 1. §. 154-156, 542-569 betlar.

Tajribalar ko'rsatadiki, moddaning sindirish ko'rsatkichi tushuvchi nurning chastotasi (ν) ga yoki to'lqin uzunligi (λ) ga bog'liq ekan. Ya'ni bu kattaliklar qiymati o'zgarishi bilan sindirish ko'rsatkichining qiymati ham o'zgarar ekan.

$$\begin{cases} n = f(\lambda) \\ n = f(\nu) \end{cases} \quad (1)$$

Matematik til bilan aytganda sindirish ko'rsatkichi chastotaning yoki to'lqin uzunligining funksiyasidir. Shuning uchun ham oq yorug'likni uch qirrali prizma tashlasak u xolda prizmaning orqa tomonida joylashgan ekranda kamalak rangga ega bo'lgan yorug' yo'llar hosil bo'ladi. Bunday hodisaga *yorug'likning dispersiyasi* deyiladi.

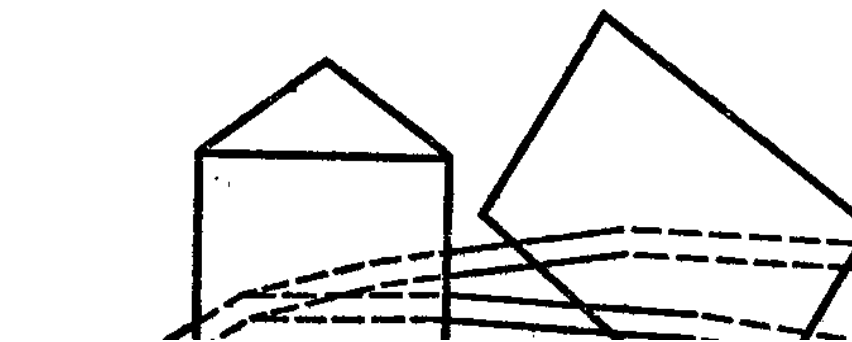
Bu yorug' yo'llar 7 xil rangdan iborat bo'lib: 1) qizil 2) to'q sariq 3) sariq 4) yashil 5) havo rang 6) ko'k 7) binafsha.

Yuqorida aytilgan usul bilan dispersiya hodisasini 1872 yilda birinchi bo'lib Isak Nyuton kuzatdi. Agar chastotaning oshishi bilan moddaning sindirish ko'rsatkichi ham oshsa, bunday dispersiyaga **normal dispersiya** deyiladi. Bu paytda to'lqin uzunligining o'zgarishi bilan moddaning sindirish ko'rsatkichi quyidagicha o'zgaradi.

normal dispersiya uchun quyidagi tenglik o'rinli bo'lar ekan.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{dn}{d\nu} > 0 \\ \frac{dn}{d\lambda} < 0 \end{array} \right\} \quad (2)$$

Agar chastotaning oshishi bilan moddaning sindirish ko'rsatkichi kamaysa bunday dispersiyaga **anomal dispersiya** deyiladi. Shisha uchun bunday dispersiya ultrabinafsha sohasida kuzatiladi. Normal va anomal dispersiyalarni kuzatish uchun o'zaro perpendikulyar joylashgan prizmalar usulidan foydalanamiz.



Agar faqat P_1 prizmadan yorug'lik nuri o'tsa, (ab) polosa hosil bo'lar edi. Agarda biz P_2 prizmani $P_1 \perp P_2$ qilib joylashtirsak, u holda P_1 birinchi prizmadan o'tgan nurlarning har biri pastga buriladi, bu burilish P_2 prizmaning bu nurlar uchun sindirish ko'rsatkichiga bog'liq bo'ladi, ya'ni sindirish ko'rsatkichi qancha katta bo'lsa, burilish shuncha katta bo'ladi, shu tufayli (ab) spektrning hammasi

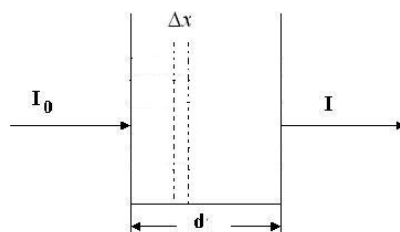
pastga siljib (a_1b_1) vaziyatni oladi. Uning (a_1) qizil nur pastga kam (b_1) binafsha nur esa ko'p bukiladi va natijada (a_1b_1) polosa butunicha bukilgan bo'ladi.

Ayqash prizmalar usuli yordamida Kundt tomonidan bajarilgan tekshirishlar shuni ko'rsatadiki, anomal dispersiya hodisasi yorug'likning yutilishi bilan chambarchas bog'liq ekan. Boshqacha aytganda biror moddada yorug'likning yutilishi qaysi sohasida mavjud bo'lsa, o'sha oblastda anomal dispersiya kuzatilar ekan.

MA'RUZA 13 Yorug'likning yutilishi.

Moddalardan yorug'lik nuri o'tganda yorug'lik to'lqinining elektromagnit maydoni ta'sirida modda elektronlari tebranadi, ya'ni bu to'lqin energiyasining bir qismi elektronlarning tebranishiga sarf bo'ladi. Boshqacha aytganda yorug'lik nuri biror moddadan, masalan suyuqlikdan o'tganda uning intensivligi kamayadi va yorug'likning yutilishi sodir bo'ladi. Tajriba ko'rsatadiki yorug'likning yutilishi moddaning tabiatiga va tushuvchi yorug'likning to'lqin uzunligiga bog'liq bo'lar ekan.

Faraz qilaylik yorug'lik qalinligi (d) ga teng bo'lgan suyuqlik qatlamidan o'tsin.



Bu qatlamni xayolan bir-biriga teng bo'lgan (dx) elementar qatlamlarga bo'lib chiqamiz. Har bir elementar qatlamda yorug'likning yutilishi tufayli intensivlikning kamayishi quyidagicha bo'ladi.

$$dI_x = -kI_x dx \quad (1)$$

yoki

$$\frac{dI_x}{I_x} = -k dx \quad (2)$$

(2) tenglikni integrallasak, $(0$ dan d gacha) butun qatlamdan o'tgan yorug'likning intensivligini topgan bo'lamiz, ya'ni

$$\int_{I_0}^I \frac{dI_x}{I_x} = -k \int_0^d dx \quad (3)$$

yoki

$$I = I_0 e^{-kd} \quad (4)$$

(4) formulaga Buger formulasi deyiladi.

Bu yerda k – yutilish koeffitsiyenti

d – qatlam qalinligi

I_0 ; I esa – tushuvchi va o'tgan yorug'lik intensivligi.

Tekshirishlar shuni ko'rsatadiki yutilish koeffitsienti (k) to'lqin uzunligiga bog'liq bo'lar ekan. Quyidagi rasmda (k) ni (λ) bog'liqlik grafigi keltirilgan.

k

$$\begin{array}{l} \lambda_1 = 4000 \text{ \AA}^0 \\ \lambda_2 = 6000 \text{ \AA}^0 \\ \lambda_3 = 6400 \text{ \AA}^0 \\ \lambda_4 = 8000 \text{ \AA}^0 \end{array}$$

(4) formulani kichik konsentrasiyalı eritmalar uchun ishlatish mumkin, katta konsentrasiyalı eritmalarda bu qonundan chetlanish mavjud bo'ladi.

Agar yorug'likning eritma tarkibidagi eruvchi modda yutsa va erituvchi modda yutmasa, u holda

$$k = Ac \quad (5)$$

bo'ladi. A – konsentrasiyaga bog'liq bo'lmagan va yutuvchi modda molekulası uchun xarakterli bo'lgan kattalik.

c – eritmaning konsentrasiyasi

(5) ni hisobga olgan holda Buger qonunini yozsak

$$I = I_0 e^{-Acd} \quad (6)$$

(6) formulaga Buger – Ber formulasi deyiladi.

MA'RUZA 14

Dispersiyaning elektron nazariyasi.

Yorug'lik dispersiyasining elektron nazariyasini qarashdan oldin, bu dispersiya hodisasini taxminan tushuntirish mumkin bo'lgan ba'zi bir qarashlarni ko'rib chiqaylik. Modda – sindirish ko'rsatkichi bilan to'lqin uzunligi orasidagi bog'lanishni Koshi quyidagicha ifodalaydi.

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

$$n = a + \frac{b}{\lambda^2} + \frac{c}{\lambda^4} + \dots \quad (2)$$

Ko'p hollarda (2) tenglikni dastlabki ikki hadi ko'rinishda olinadi, ya'ni

$$n = a + \frac{b}{\lambda^2} \quad (3)$$

Tekshirishlar shuni ko'rsatadiki, Koshi formulasi dispersiyaning normal o'zgarib borishini tasdiqlaydi. Koshi nazariyasi anomal dispersiya ochilishidan ancha oldin yaratilgan bo'lib, uning ahamiyati juda katta edi, chunki bu to'lqin nazariya asosida dispersiyani tushuntirib bergan birinchi nazariya edi.

Anomal dispersiya hodisasini Koshi nazariyasi bilan tushuntirib bo'lmay edi, bizga ma'lumki anomal dispersiya bu to'liq uzunligining oshishi bilan yoki chastotaning kamayishi bilan sindirish ko'rsatkichi oshadigan dispersiyaga aytilar edi, bu esa (2) formulaga qarshidir. Keyinchalik Zelmeyr dispersiya hodisasini to'liq tushuntiruvchi nazariyani yaratdi. Bu nazariyaning asosida shu narsa yotadiki har bir modda molekulasida o'ziga xos chastota xususiy tebranishga ega va bunday xususiy tebranishlarning mavjudligi tufayli sindirish ko'rsatkichi bilan chastota orasidagi bog'lanish borligi va bu bog'lanish yutilish polosalarini yaqindan ham, uzoqdan ham dispersiyani o'zgarib borishini yaxshi ifodalaydi.

Zelmeyr nazariyasining asosi dispersiya haqidagi keyingi nazariyalarda ham, xususan zamonaviy elektron nazariyasida ham saqlanib qolgan.

Elektron nazariyaga muvofiq moddaning tarkibidagi elektron molekula yoki atom ichida muvozanat vaziyatda bo'ladi. Tashqi maydon ta'siri ostida bu zaryadlar muvozanat vaziyatidan (r) masofaga siljiydi va natijada atomda elektr momenti hosil bo'ladi, ya'ni dipolga aylanadi.

$$P = er \quad (4)$$

Agar hajm birligida (N) ta atom bo'lsa, u holda hajm birligidagi elektr momenti quyidagicha teng bo'ladi.

$$P = Np = Ner \quad (5)$$

P – moddaning qutblanishidir.

Yorug'lik ta'siri ostida bir necha elektron siljisa, u holda (5) ni quyidagicha yozamiz.

$$P = \sum N_i e_i r_i \quad (6)$$

Muhitning qutblanishini bilgan holda uning elektr induksiyasini topish mumkin.

$$D = \epsilon E = E + 4\pi P = E + 4\pi Ner \quad (7)$$

D – muhitning elektr induksiyasi.

Endigi vazifa tashqi elektr maydoni ta'sirida o'z elektronni siljishini xarakterlovchi (r) masofani topishdir. Tekshirishlar ko'rsatadiki, elektronga ta'sir etuvchi elektr maydoni kuchidan tashqari boshqa kuchlar ham ta'sir qilgan ekan, bular quyidagilar:

1) Elektronni tutib turuvchi kuch.

Elektronni muvozanat vaziyatda tutib turuvchi kuch mavjud bo'lib, bu kuch elastiklik kuch xarakteriga o'xshash bo'lib, u elektronni siljish masofasi bo'lgan (r) bilan quyidagi munosabatga egadir.

$$F = - br \quad (8)$$

(8) dagi (-) ishora bu kuch ta'siri elektronning siljishiga qarama – qarshi ekanligini ko'rsatadi.

Bu yerda b – elastiklik bog'lanish doimiysi.

Bu kuch, ya'ni (8) ga asosan muvozanat vaziyatdan siljirilgan va kvazielastik kuch ta'sirida bo'lgan (m) massali elektronning harakat tenglamasi quyidagicha bo'ladi.

$$m\ddot{r} = -br \quad (9)$$

(9) ni yechimi esa quyidagicha bo'ladi.

$$r = r_0 \cos \omega_0 t \quad (10)$$

Bunda r_0 – elektronning xususiy tebranishlari amplitudasi.

ω_0 – doiraviy chastota bo'lib, $\omega_0 = \sqrt{\frac{b}{m}}$.

2) Tormozlovchi kuch.

Elektron atomda garmonik ravishda tebranib turadi degan fikr taqribiydir. Haqiqatda esa tebrantirilgan elektron o'z energiyasini asta – sekin yo'qotadi va tebranish so'nuvchi bo'ladi. Bu tebranish energiyasi issiqlik energiyasiga va atomning o'rtacha kinetik energiyasini oshirishga sarf bo'ladi.

Bular elektronga xuddi tormozlovchi kuch kabi ta'sir etadi. Bunga ba'zan **qarshilik kuchi** ham deyiladi. Demak elektronga ta'sir etuvchi kuch sifatida tormozlovchi kuchni kiritamiz va u quyidagiga teng bo'ladi.

$$G = -g \frac{dr}{dt} = -g\dot{r} \quad (11)$$

g – moddaning xossasiga bog'liq koeffitsiyent.

3) Majbur etuvchi kuch.

Muhitda tarqalayotgan yorug'lik to'lqini ta'sirida elektronlar majburiy tebranishlar qiladi, elektronga

$$F_0 = eE \quad (12)$$

kuch ta'sir qiladi.

Bu kuchlarni bilgan holda elektronni harakat tenglamasini yozsak, quyidagiga ega bo'lamiz.

$$m\ddot{r} = eE - br - g\dot{r} \quad (13)$$

(13) tenglama elektronning majburiy tebranishlarining harakat tenglamasidir. Bu tenglamadan (r) ni keyin esa (5) dan (P) ni aniqlash mumkin. Keyin esa bu kattaliklar yordamida (n) ni chastotaga bog'lanishini aniqlash mumkin.

Ma'lumki yorug'lik to'lqinining (E) maydonni (ω) xususiy tebranish chastota bilan quyidagicha bog'lanishga ega.

$$E = E_0 \sin \omega t \quad (14)$$

Faraz qilaylik $g=0$ bo'lsin. (13) ni ikkala tomonini ham (m) ga bo'lsak

$$\ddot{r} = \frac{e}{m} E - \frac{b}{m} r = \frac{e}{m} E - \omega_0^2 r \quad (15)$$

(15) va (14) larni hisobga olgan holda yozsak quyidagiga ega bo'lamiz.

$$\ddot{r} = \frac{e}{m} E_0 \sin \omega t - \omega_0^2 r \quad (16)$$

yoki

$$\ddot{r} + \omega_0^2 r = \frac{e}{m} E_0 \sin \omega t \quad (17)$$

(17) ni yechimini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$r = A \sin \omega t \quad (18)$$

bu yerda

$$A = \frac{eE_0}{m(\omega_0^2 - \omega^2)} \quad (19)$$

(19) ni (18) ga qo'ysak

$$r = \frac{eE_0}{m(\omega_0^2 - \omega^2)} \sin \omega t \quad (20)$$

bo'ladi.

Bizga ma'lum ediki muhitning qutblanishi $P = Ne r$ va (20) ni hisobga olgan holda yozsak

$$P = Ne \frac{eE_0}{m(\omega_0^2 - \omega^2)} \sin \omega t = N \frac{e^2}{m} \frac{E_0}{\omega_0^2 - \omega^2} \sin \omega t \quad (21)$$

(7) ni ya'ni $D = \varepsilon E = E + 4\pi P$ ni (14) va (21) ga asosan yechsak

$$\varepsilon = n^2 = 1 + \frac{4\pi Ne^2}{m(\omega_0^2 - \omega^2)} \quad (22)$$

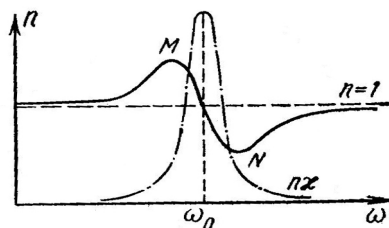
(22) formulaga Zelmeyr formulasi deyiladi. Bu formulaning ba'zi bir hollarini ko'rib chiqaylik.

1. $\omega = 0 \div \omega_0$ gacha o'zgarsa $n > 1$ bo'ladi va chastotani oshishi bilan (n) oshadi, ya'ni normal dispersiya kuzatiladi.

2. $\omega = \omega_0$ da $n = \pm \infty$ bo'ladi. Buning ma'nosi yo'q.

3. $\omega = \omega_0 \div \infty$ o'zgarganda $n < 1$ chastotani oshishi bilan $n = -\infty \div 1$ gacha oshadi. Bu holda normal dispersiya kuzatiladi.

Ikkinchi holda sindirish ko'rsatkichining qiymati cheksizga teng bo'ldi. Bu esa fizik ma'noga ega emas. Bunday hol bo'lishiga sabab qarshilik kuchini nol ($g = 0$) deb olishimizdir. Agar qarshilik kuchini hisobga olsak dispersiya grafigi quyidagicha bo'ladi.



Ma'lumki chastotaning oshishi bilan sindirish ko'rsatkichini kamayishiga anomal **dispersiya** deyiladi. MN – sohaga **anomal dispersiya sohasi** deyiladi. $g \neq 0$ bo'lganda

$$n^2 = 1 + \frac{4\pi Ne^2}{m} \sum \frac{k_i}{\sqrt{(\omega_i^2 - \omega^2)^2 + 4\beta^2 \omega^2}} \quad (23)$$

k_i – atomdagi ω_i chastotaga ega bo'lgan elektronlar soni.

β – so'nish koeffitsiyenti.

MA'RUZA 15

Mavzu: Yorug'lik interferensiyasi. Tebranishlarni qo'shish.

Reja:

1. Bir yo'nalish bo'yicha qo'shiluvchi to'lqinlar interferensiyasi.
2. Interferensiyaning umumiy holi.
3. Yorug'likning monoxromatikligining interferensiyaga ta'siri.
4. Qisman kogerentlik, kogerentlik vaqti.
5. Teng og'ishga va teng qalinlikka tegishli interferensiyalar yo'llar.

Tayanch so'zlar.

To'lqin, faza, kogerent, monoxromatiklik, interferensiya, teng og'ish, teng qalinlik

Nazorat savollar.

1. Interferensiyalar manzara hosil bo'lishini tushuntiring.
2. Yorug'likni monoxromatikligini interferensiyaga ta'siri qanday bo'ladi.
3. Interferensiyalar maksimumlar va minimumlar hosil bo'lish sharti.
4. Interferensiyani ishlatilish sohasini ayting.

Adabiyotlar.

1. Sh.fayzullayev, O'.B.Jo'rayev, A.Jumaboyev. Yorug'lik interferensiyasi, 1985. §. 1-13, 3-42 betlar.

Yorug'likni interferensiyasini ko'rishdan oldin tebranishlar interferensiyasini ko'rib chiqamiz.

Faraz qilaylik fazoning biror bir nuqtasida chastotalari bir xil, boshlang'ich fazo va amplitudalari har xil bo'lgan 2 ta to'lqin bir-biri bilan uchrashsin.

Bunday to'lqinlarni quyidagi tenglamalar bilan ifodalash mumkin.

$$E_1 = E_{01} \cos(\omega t + \alpha_1) \quad (1)$$

$$E_2 = E_{02} \cos(\omega t + \alpha_2) \quad (2)$$

Bu yerda E_{01} , E_{02} - to'lqin amplitudalari ω - chastotasi, α_1, α_2 - boshlang'ich fazalari.

Biz qarayotgan holda $E_{02} > E_{01}$ bo'lsin.
 $\alpha_1 > \alpha_2$

(1) va (2) ni quyidagini hosil qilamiz.

$$E = E_1 + E_2 = E_{01} \cos(\omega t + \alpha_1) + E_{02} \cos(\omega t + \alpha_2) = E_0 \cos(\omega t + \alpha) \quad (3)$$

(2) tenglik yig'indi tebranishini tenglamasini ifodalaydi.

Bu yig'indi tebranishining 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'liq intensivligi amplituda kvadratiga to'g'ri proporsional bo'lganligi uchun (4) ni qo'yidagicha yoza olamiz

$$J = J_1 + J_2 + 2\sqrt{J_1 J_2} \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \quad (5)$$

J_1, J_2 - lar qo'shiluvchi tebranishlar intensivligi. Ma'lumki elektromagnit to'liq nurlanishi atomlar bilan bog'liq bo'ladi.

Bir atomning turli vaqtdagi turli atomlarning bir paytdagi tebranishlari mustaqil ravishda bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda amalga oshadi. Shuning uchun ular o'zaro faza bo'yicha bog'liq bo'lmasdan turli fazalarga ega bo'ladi. Shu sababli (5) ni oxirgi hadini o'rtacha qiymatini olish kerak, ya'ni

$$\overline{J} = J_1 + J_2 + 2\sqrt{J_1 J_2} \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \quad (6)$$

Agar E_{01} va E_{02} vaqtga bog'liq bo'lmasa, u holda $\overline{E_{01}} = E_{01}$, $\overline{E_{02}} = E_{02}$ bo'ladi va analiz paytda (6) tenglik bajariladi. Demak intensivlikning o'rtacha qiymatini topish uchun fazalar farqi amplitudasini o'rtacha qiymatini aniqlash kerak ekan, ya'ni

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

τ - kuzatish vaqti

Endi biz (7) tenglik uchun quyidagi 2 holni qarab chiqaylik.

1-hol. $\alpha_2 - \alpha_1 = \text{const}$ bo'lsin. Bu holda (7) quyidagiga teng bo'ladi.

$$\overline{\cos(\alpha_2 - \alpha_1)} = \frac{1}{\tau} \int_0^\tau dt = \cos(\alpha_2 - \alpha_1) = \text{const} \quad (8)$$

Demak

$$\overline{J} = J_1 + J_2 + 2\sqrt{J_1 J_2} \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \quad (9)$$

hosil bo'ladi.

(9) dan ko'rinadiki

$$\overline{J} \neq J_1 + J_2 \quad (10)$$

Demak fazalar farqi doimiy bo'lsa yig'indi intensivlik qo'shiluvchi to'liqlar intensivligining yig'indisiga teng bo'lmas ekan.

Ana shu paytda interferensiya hodisasi hosil bo'lar ekan.

Fazalar farqi doimiy chastotasi o'zgarmas bo'lgan to'lqinlarga kogerent to'lqinlar deyiladi. Interferensiya (5) formuladagi uchinchi hadning mavjudligi natijasida amalga oshadi.

Shuning uchun bu hadga interferensiyalar had deyiladi.

2-hol. Qo'shiluvchi tebranishlarning fazasi ixtiyoriy ravishda o'zgarsin. Bu holda haotik o'zgaruvchi fazalar teng ehtimoliyat bilan bir xil musbat va manfiy qiymatlarni qabul qiladi va natijada $\overline{\cos(\alpha_2 - \alpha_1)} = 0$ bo'lib (6) ga asosan

$$\overline{J} \neq J_1 + J_2 \quad (11)$$

va natijada interferensiya hodisasi ruy bermaydi. **Bunday to'lqinlarga kogerent bo'lmagan to'lqinlar deyiladi.**

MA'RUZA 16

Bir yo'nalish buyicha qo'shiluvchi to'lqinlar interferensiyasi

Biz yuqorida ko'rib o'tdikki, chastotasi bir xil bo'lgan to'lqinlarning uchrashishi nuqtasida tebranishlarning fazalari farqi doimiy qolsa, bunday to'lqinlarga **kogerent to'lqinlar** deyiladi. Bu holda natijaviy intensivlikning kattaligi, ya'ni

$$J = J_1 + J_2 + 2\sqrt{J_1 J_2} \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \quad (1)$$

tenglik orqali aniqlanadi.

Bundan chiqadiki to'lqinlar interferensiyasini tekshirish uchun ular uchrashish nuqtasidagi fazalar farqini aniqlash kifoya ekan.

Bir xil chastota bilan tebranuvchi (S_1) va (S_2) kogerent manbalarni qaraylik. Bu manbalardan chiqqan to'lqinlar (A) nuqtada uchrashsin (S_1) va (S_2) manbalardan A nuqtagacha bo'lgan masofalar (d_1) va (d_2) bo'lsa, bu holda (A) nuqtaga yetib keluvchi tebranishlar tenglamasi quyidagicha bo'ladi.

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

$$E_2 = E_{02} \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} d_2 + \alpha_2\right) \quad (3)$$

Bu yerda E_{01} va E_{02} tebranishlarning A nuqtadagi amplitudalari.

Faraz qilaylik, bu ikkala tebranish ham rasm tekisligiga perpendikulyar bo'lgan yo'nalishda amalga oshsin. Sodda uchun agar biz $E_{01} = E_{02}$ desak, u holda yig'indi tebranishning tenglamasi ya'ni elektr maydon kuchlanganligi quyidagicha bo'ladi.

$$E = E_1 + E_2 = E_0 \cos\left[\omega t - \frac{\pi}{\lambda}(d_1 + d_2) + \frac{\alpha}{2}\right] \quad (4)$$

$$\text{Bu yerda } E_0 = 2E_0 \cos\left[\frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1) + \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}\right] \quad (5)$$

$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$ ga teng bo'lib (4) ifoda amplitudasi (E_0) ga teng bo'lgan tebranish tenglamasidir.

Bizga ma'lumki amplituda bilan intensivlik orasida quyidagi bog'lanish mavjud edi.

$$J = \frac{c}{8\pi} \sqrt{\varepsilon} E_0^2 \quad (6)$$

(6) ga asosan (5) ni yozsak

$$J = \frac{c}{8\pi} \sqrt{\varepsilon} 4E_0^2 \cos^2 \left[\frac{\pi}{\lambda} (d_2 - d_1) + \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2} \right] = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\varepsilon} E_0^2 \cos^2 \left[\frac{\pi}{\lambda} (d_2 - d_1) + \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2} \right] \quad (7)$$

Bu yerda c - yorug'likning vakumdagi tezligi

ε - muhitning dielektrik kirituvchanligi.

To'lqinlar kogerent bo'lganligi uchun ta'rifga asosan fazalar farqi doimiy bo'ladi, ya'ni $d_2 - d_1 = \text{const}$ demak (7) ga asosan ekranning turli nuqtalarida intensivlikning taqsimlanishi bosib o'tgan to'lqinlarning yo'llar farqiga bog'liq bo'ladi, ya'ni $d_2 - d_1$ ga. Boshlang'ich fazalar farqi nol bo'lsin. Soddalik uchun $\alpha_2 - \alpha_1 = 0$ u holda (7) quyidagiga teng bo'ladi.

$$J = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\varepsilon} E_0^2 \cos^2 \frac{\pi}{\lambda} (d_2 - d_1) \quad (8)$$

(8) dan ko'rinadiki natijaviy intensivlik yo'llar farqi $\alpha_2 - \alpha_1$ ga bog'liq bo'lib qolar ekan.

Agar $\alpha_2 - \alpha_1 = m\lambda$ bo'lsa ya'ni yo'llar farqi to'lqin uzunligining butun sonlariga ($m = 0, 1, 2, 3, \dots$) teng bo'lsa natijaviy intensivlik **maksimal** qiymatga ega bo'ladi.

$$J_{\max} = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\varepsilon} E_{01}^2 \quad (9)$$

To'lqinlarning yo'llar farqi mavjud bo'lganligi tufayli hosil bo'lgan fazalar farqi

$$\Delta\varphi = \frac{\pi}{\lambda} (\alpha_2 - \alpha_1)$$

bo'ladi. $\alpha_2 - \alpha_1 = m\lambda$, bo'lganda $\Delta\varphi = m\pi$ bo'ladi va intensivlikning ko'chayishi kuzatiladi.

Agar yo'llar farqi $\alpha_2 - \alpha_1 = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}$ ga teng bo'lsa,

ya'ni yo'llar farqi to'lqin uzunligining kasr ya'ni butunmas qiymatlarga ega bo'ladi. Bu holda fazalar farqi qo'yidagiga bo'ladi.

$$\Delta\varphi = (2m + 1) \frac{\pi}{2}$$

Bu holda qo'shiluvchi to'lqinlar kuzatilish nuqtasida qarama-qarshi fazada uchrashib bir-birini susaytiradi bu esa natijaviy intensivlikni nolga olib keladi.

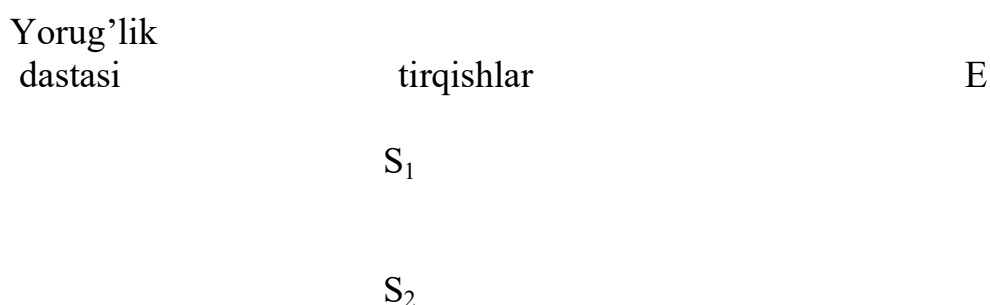
MA'RUZA 17-18

Kogerent yorug'lik dastalarini hosil qilish usullari

1. Yung usuli.

Yuqoridagi muloxazalardan ko'rinadiki, yorug'lik nurlarining interferensiyasini kuzatish uchun kogerent yorug'lik dastalarini hosil qilish kerak. Kogerent yorug'lik manbai olishning eng mumtoz usullaridan biri Yung usulidir.

Bu usulda S manbadan nurlantirilayotgan yorug'lik bir - biriga juda yaqin joylashgan S_1 va S_2 tirqishlarga tushiriladi. Tirqishlardan o'tuvchi nurlar E ekranda uchrashib, yorug'lik interferensiyasini hosil qiladi.



1 - rasm

S_1 va S_2 tirqishlar orasidagi masofa qancha kichik bo'lsa, interferension manzara shuncha yaqqolroq bo'ladi.

2. Frenelning ikki ko'zgu usuli.

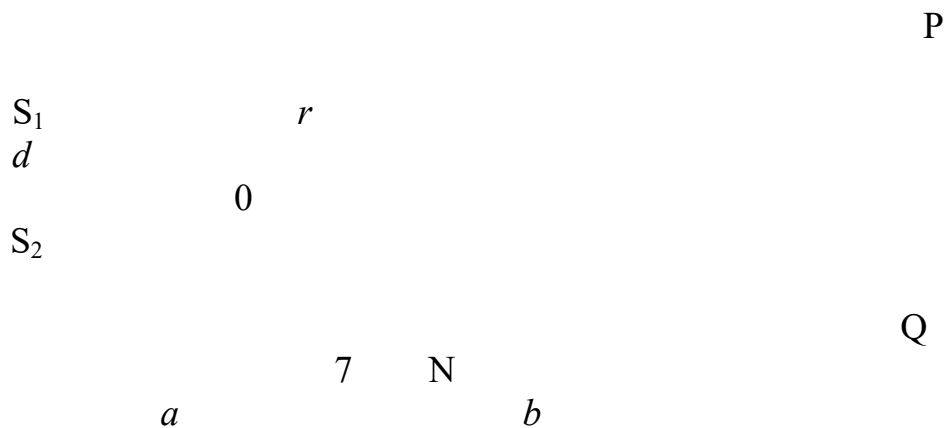
Bu usulda ikkita MO va NO bir-biriga tegib turgan yassi ko'zgularning yorug'likni qaytaruvchi yuzalari qariyb 180° burchak hosil qiladigan qilib joylashtiriladi.

S manbadan chiquvchi yorug'lik to'lqinlari ko'zgulardan qaytib ekranga to'shadi. Bu to'lqinlar xuddi S_1 va S_2 mavhum manbalardan kelayotgandek tuyuladi.

Ye_1 ekran yorug'likning manbadan chiqib ekranga tushushiga to'sqinlik qiladi. OQ - nur OS - nurning MO ko'zgudan qaytishi natijasida, OR - nur esa OS nurning NO - ko'zgudan qaytishi natijasida hosil bo'lgan nurdir. OR va OQ nurlar o'rtasidagi burchak 2α ga tengdir. S_1 va S_2 manbalar MO ko'zguga nisbatan simmetrik joylashganligi uchun

$$OS_1 = OS_2 = r \quad (1)$$

M S E_1 E



2- rasm

OS₂ - to'g'risida ham xuddi shunday xulosaga kelish mumkin. Shunday qilib, S₁ va S₂ manbalar orasidagi masofa:

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

yoki α burchak kichik qilib olinganligi uchun: $d = 2r \sin \alpha = 2r\alpha$ rasmdan ko'rinadiki:

$$a = r \cos \alpha = r \quad (3)$$

$$l = r + b \quad (4)$$

Ma'lumki, qo'shni interferensiyon yo'llar orasidagi masofa

$$\Delta x = \frac{l \lambda_0}{d} \quad (5)$$

4) va (5) formulalardan:

$$\Delta x = \frac{r + b}{2r\alpha} \cdot \lambda_0 = \frac{b + r}{d} \cdot \lambda_0 \quad (6)$$

(2) va (6) dan

$$\Delta x = \frac{r + b}{2r\alpha} \cdot \lambda_0 \quad (7)$$

To'lqinlarning bir-birini qoplash oblasti **PQ** ning uzunligi:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{PQ / 2}{b} \quad \frac{PQ}{2} = b \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad PQ = 2b \operatorname{tg} \alpha$$

α - kichik bo'lganligi tufayli $\operatorname{tg} \alpha = \alpha$ deb olish mumkin.

$$PQ = 2b \operatorname{tg} \alpha = 2b\alpha \quad (8)$$

To'lqinning kuzatilayotgan interferensiyon yo'llar soni **N** ni topish uchun to'lqinlarning o'zaro qoplash oblasti uzunligi $r\alpha$ ni $(r+b)\lambda_0/2r\alpha$ ga bo'lish mumkin:

$$N = \frac{2b\alpha}{\frac{r+b}{2r\alpha} \cdot \lambda_0} = \frac{4br\alpha^2}{\lambda_0(r+b)} \quad (9)$$

3. Frenelning biprizma usuli.

Shishadan yasalgan ikki prizma umumiy asosga ega bo'lib, ulardan har birining sindirish burchaklari θ juda kichik qilib olingan. Prizmalar asosidan a masofadan S manba joylashtirilib, biprizmaga nurlar kichik burchak ostida tushiriladi. Bu nurlar biprizma tomonidan bir xil α burchak ostida og'adi.

$$\alpha = (n-1)\theta \quad (1)$$

Natijada ikkita kogerent S_1 va S_2 mavhum manbalardan chiqayotgandek to'lqinlar hosil bo'lib, bu manbalar S manba bilan bir tekislikda yotadi. S_1 va S_2 manbalar orasidagi masofa:

$$d = 2\alpha \sin \alpha = 2\alpha\alpha = 2\alpha(n-1)\theta \quad (2)$$

Manbalardan ekrangacha bo'lgan masofa:

$$l = a + b \quad (3)$$

Interferensiyon yo'lining kengligi:

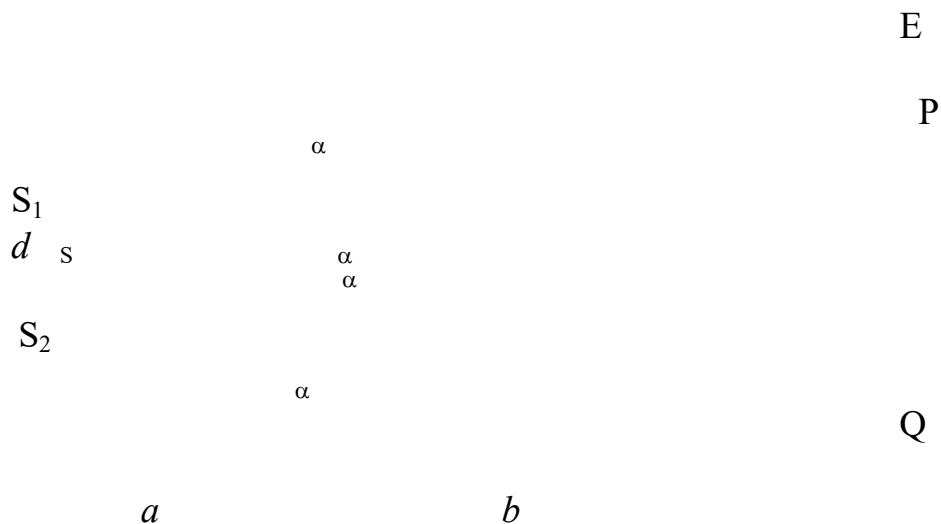
$$\Delta x = \frac{l}{d} \cdot \lambda = \frac{a+b}{2\alpha(n-1)\theta} \lambda_0 \quad (4)$$

To'lqinlarning bir birini qoplash sohasi (PQ) ning uzunligi:

$$2btg\alpha = 2b\alpha = 2b(n-1)\theta \quad (5)$$

Kuzatilayotgan interferensiyon yo'llar soni: $N\Delta x = PQ$ quyidagi shartdan topiladi:

$$N = \frac{4ab(n-1)^2 \theta^2}{\lambda_0(a+b)} \quad (6)$$



3 - rasm

4. Biyening ikki linza usuli

Qavariq linza diametri bo'ylab kesilgan bo'lib, uning ikkala qismi bir-biridan ma'lum masofada joylashtiriladi. Linza bo'laklari orasidagi masofa (to'siq) bilan to'siladi (1-rasm). Kogerent manbalar rolini S_1 va S_2 yarim linzalardan hosil bo'lgan S nuqtaviy manbaning haqiqiy tasvirlari ijro etadi. Biyening ikki linzasi ekranda yetarli darajada ravshanlikni ta'min etolmaydi.



1 – rasm

5. Lloyd kuzgusi

Nuqtaviy manbadan yorug'lik dastasi yassi kuzguga 90^0 ga yaqin burchak ostida tushayotgan bo'lsin (1 - rasm).



1– rasm

Qaytgan yorug'lik tushuvchi yorug'lik dastasi bilan uchrashib ekranda (A va V oraliqda) interferension manzarani hosil qiladi. Bunda kogerent manbalar rolini S birlamchi manba va uning mavhum tasviri S^1 o'ynaydi.

Ilgarigi hollarda ekran markazida yo'llar farqi nolga tengligi sababli markaziy maksimum kuzatilsa, bu usulda yorug'likning ko'zgu sirtidan qaytishi natijasida, yarim to'lqin uzunligining yo'qolishi natijasida ekran markazida optik yo'l farqi $\frac{1}{2}$ ga teng bo'ladi va bu joyda qorong'ulik kuzatiladi.

6. Linnik usuli

Nuqtaviy S yorug'lik manbaidan chiqayotgan nurlar yo'liga (1-rasm) markazida uncha katta bo'lmagan teshikga ega bo'lgan yarim tiniq ekran (plastinka) joylashtiriladi. Yarim tiniq plastinka o'ziga tushuvchi to'lqin frontini o'zgartirmay, ma'lum darajada susaytirib (kuchsizroq) o'tkazadi. Gyuygens prinsipiga asosan S_1 tirqish markazi shu tirqishda bo'lgan ikkilamchi nurlanish manbai vazifasini bajaradi. S_1 va S manbalardan tarqalayotgan to'lqin frontlari bir-biri bilan uchrashib interferension manzarani hosil qiladi.

Boshqa usullardan farqli holda, V. P. Linnik tomonidan taklif etilgan bu usulda kogerent manbalar ekranga parallel bo'lgan to'g'ri chiziqda yotmasdan balki, unga tik bo'lgan chiziqda joylashadi va interferension manzara konsentrik halqalar ko'rinishida hosil bo'ladi.

S

S₁

1 – rasm

MA'RUZA 19

To'lqinlar interferensiyasini umumiy holi.

Tekshirishlar ko'rsatadiki, agar amplitudalari E_1 va E_2 bo'lgan to'lqinlarning tebranish tekisliklari o'zaro mos tushmasa, bu holda bunday to'lqinlarning ustma-ust tushishi, ya'ni qo'shilishi natijasida hosil bo'lgan natijaviy to'lqin amplitudasi qo'yidagi qonuniyat asosida o'zgarar ekan

$$\overrightarrow{E}^2 = \overrightarrow{E}_1^2 + \overrightarrow{E}_2^2 + (\overrightarrow{E}_1 \overrightarrow{E}_2) \quad (1)$$

Agar (1) tenglikda $(\overrightarrow{E}_1 \overrightarrow{E}_2) = 0$ bo'lsa, yani kuzatish vaqtida $\overrightarrow{E}_1$ va $\overrightarrow{E}_2$ bir – biriga (1) bo'lsa

$$\alpha = 90^\circ \quad (\overrightarrow{E}_1 \overrightarrow{E}_2) = \overrightarrow{E}_1 \overrightarrow{E}_2 \cos \alpha = 0$$

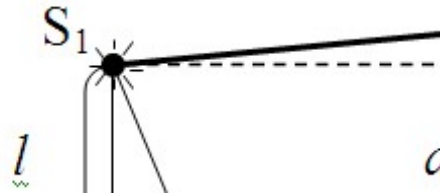
bo'ladi. Bu esa o'z navbatda intensivliklarni superpozitsiyasini amalga oshiradi, ya'ni,

$$\overrightarrow{E}^2 = \overrightarrow{E}_1^2 + \overrightarrow{E}_2^2 \quad (2)$$

bo'ladi va natijada to'lqinlarning interferensiyasi hosil bo'lmaydi. Bundan chiziqli qutblangan nurlar uchun interferensiyani hosil bo'lish sharti qo'yidagi ko'rinishga ega bo'lar ekan.

$$(\vec{E}_1 \vec{E}_2) \neq 0$$

Faraz qilaylik bizga bir-biridan (l) masofada turgan (S₁) va (S₂) nuqtaviy kogerent to'lqin manbalar berilgan bo'lsin. Bu manbalardan tarqalayotgan to'lqinlar ekranda ustma-ust tushib interferensiya hosil qilsin. Ekran bilan manbalar orasidan masofa (L) bo'lib bu $L \gg l$ bo'lsin. Ekranning ixtiyoriy olingan (A) nuqtadagi interferensiyani kuzataylik va bu nuqta ekran markazidan $y = O_2A$ masofada tursin.



A nuqtadagi nurlarning optik yo'llar farqi $\alpha = \alpha_2 - \alpha_1$ orqali topiladi. Biz ana shu (α) ni aniqlaymiz

$\Delta S_2 A_2 A$ va $\Delta S_1 A_1 A$ dan

$$d_2^2 = L^2 + \left(y + \frac{l}{2}\right)^2 \quad (3)$$

$L \gg l$ bo'lganligidan

$$d_1^2 = L^2 + \left(y + \frac{l}{2}\right)^2 \quad (4)$$

$$d_1 + d_2 = 2L \quad (5)$$

bo'ladi. (3) va (4) ga asosan

$$d_2^2 - d_1^2 = 2yl \quad (6)$$

(6) ni chap tarafini qo'yidagicha yozish mumkin

$$d_2^2 - d_1^2 = (d_2 + d_1)(d_2 - d_1) = 2L(d_1 - d_2) \quad (7)$$

(6) va (7) dan

$$2L(d_2 - d_1) = 2yl \quad (8)$$

yoki

$$d_2 - d_1 = \frac{yl}{L} \quad (9)$$

Oldingi tenglamalardan bizga malumki, optik yo'llar farqi to'liqin uzunligi butun sonlarga mos kelsa (9) quyidagiga teng bo'ladi.

$$\frac{y_m l}{L} = m\lambda, \quad (m=0, 1, 2 \dots) \quad (10)$$

va A nuqtada maksimum kuzatiladi.

Agar optik yo'llar farqi to'liqin uzunligi toq qiymatga i to'g'ri kelsa, (9) ga asosan

$$\frac{y_m l}{L} = (2m+1)\frac{\lambda}{2} \quad (11)$$

bo'ladi va A nuqtada **minimumlik** kuzatiladi. m-interferensiya tartibi deyiladi

Demak (10) va (11) ga asosan ekranda interferension manzara yorug' va qorong'i yo'llardan iborat bo'ladi. Yorug' yo'llarga butun tartiblar (0,1,2,3 -) qorong'i yo'llarga kasr tartiblar (1/2, 3/2, 5/2) mos keladi.

(m) tartibli maksimum va $(1/2 (2m+1))$ tartibli minimum ekran markazidan mos ravishda qo'yidagi masofalarda joylashadi.

$$y_{\max} = m \frac{L}{\ell} \lambda \quad (12)$$

$$y_{\min} = \frac{1}{2} (2m+1) \frac{L}{\ell} \lambda \quad (13)$$

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

Qo'shni maksimumlar (yoki minimumlar) orasidagi masofa interferension yo'llar kengligi deyiladi va bu kattalik qo'yidagicha aniqlanadi.

$$\Delta y_m = \Delta y'_m = \frac{L}{\ell} \lambda \quad (14)$$

(14) dan ko'rinadiki, interferension yo'llar kengligi interferensiya tartibi (m)ga bog'liq bo'lmaydi.

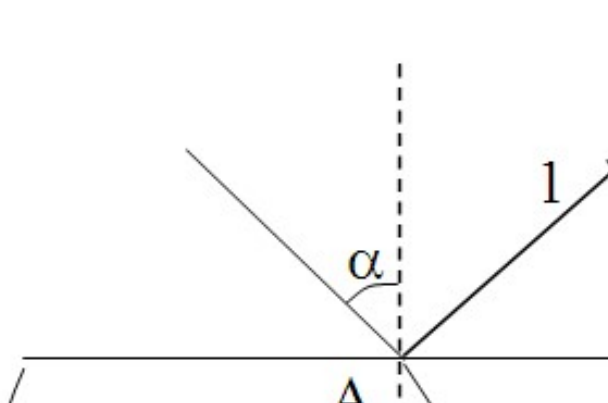
(L) va (λ) doimiy bo'lganda manbalar orasidagi masofa kamayishi interferension yo'lining kengayishiga olib keladi, yani manzara aniqlashadi.

Yupqa plastinkalardan qaytgan yorug'likning interferensiyasi.

Agar yorug'lik nuri yupqa tiniq plastinkaga yoki plyonkaga tushsa, bu nurlar plastinkaning ikkala sirtidan ham qisman qaytadi va qisman o'tadi.

Bu plastinkaning yuqori va pastki qismlaridan yorug'lik qaytishi natijasida hosil bo'lgan birinchi va ikkinchi kogerent nurlar hosil qilgan interferensiyani ko'rib chiqaylik.

UNDAN CHIQYBANDA SINADIL.



Birinchi va ikkinchi nurlar optik yo'llarining farqi qo'yidagicha bo'ladi.

$$\Delta = l_2 n - l_1 \quad (1)$$

Δ ni topish uchun (l_1) va (l_2) larni topish kerak bo'ladi. Dastlab l_2 ni topamiz, buni ΔABK dan topamiz.

$$\cos r = \frac{BK}{AB} = \frac{\alpha}{AB} \quad \text{bundan}$$

$$2 AB = \frac{2\alpha_1}{\cos r} = l_2 \quad (2)$$

Endi esa ΔAEC dan (l_1) ni topaylik

$$\sin \alpha = \frac{AE}{AC} \quad \text{bundan}$$

$$AE = AC \sin \alpha \quad (3)$$

bu yerda AC noma'lum, buni topish uchun ABK dan foydalanamiz.

$$\operatorname{tgr} = \frac{AK}{BK} = \frac{AK}{d}$$

Bundan $AK = d \operatorname{tgr}$ xuddi shuningdek $AC = 2AK$ demak

$$AC = 2d \operatorname{tgr} \quad (4)$$

(3)ni hisobga olib (3) ni yozsak

$$AE = 2d \operatorname{tgr} \sin \alpha \quad (5)$$

hosil bo'ladi. (5) va (2) ni hisobga olganda (1) ni yozsak

$$\Delta = \frac{2dn}{\cos r} - 2\alpha \operatorname{tgr} \sin \alpha \quad (6)$$

Sinish qonuniga asosan $n = \frac{\sin \alpha}{\sin r}$

$\sin \alpha = n \sin r$ bundan (6) ni yozsak

$$\Delta = \frac{2\alpha n}{\cos r} - 2d n \operatorname{tgr} \sin r = \frac{2\alpha n}{\cos r} - 2dn \frac{\sin r}{\cos r} \cdot \sin r =$$

$$\frac{2dn}{\cos r} (1 - \sin^2 r) = \frac{2dn}{\cos r} \cdot \cos^2 r = 2dn \cos r$$

ya'ni

$$\Delta = 2dn \cos r \quad (7)$$

hosil bo'ladi.

(7) ni boshqa ko'rinishda ham yozish mumkin

$$\Delta = 2dn \cos r = 2dn \sqrt{1 - \sin^2 r} = 2dn \sqrt{1 - \frac{\sin^2 r}{n^2}} =$$

$$= 2dn \sqrt{\frac{n^2 - \sin^2 r}{n^2}} = 2d \sqrt{n^2 - \sin^2 r} \quad (8)$$

Yorug'lik optik zichligi katta muhitdan qaytganda elektr maydon kuchlanganligi vektori o'z fazasining 180° ga o'zgartiradi,. Shuni hisobga olsih uchun (8) formulaga $(\lambda/2)$ kattalikni qo'shish yoki ayirish kerak, ya'ni

$$\Delta = 2d \sqrt{n^2 - \sin^2 r} \pm \lambda/2 \quad (9)$$

Agar 1 va 2 nurlar yo'liga to'plovchi linza qo'yilsa, bu nurlar linza fokal tekisligining biror nuqtasida yig'ilib interferensiya hodisasini vujudga keltiradi.

Interferensiya natijasida optik yo'llar farqi (Δ) ga bog'liq bo'ladi.

$\Delta = (2m+1)\lambda/2$ shartni qanoatlantiruvchi nuqtalarida minimum hosil bo'lsa,

$\Delta = 2m\lambda/2$ shartni qanoatlantiradigan nuqtalarda esa maksimumlik hosil bo'ladi.

MA'RUZA 20.

Teng og'ishga va teng qalinlikka tegishli interferensiya

Sindirish ko'rsatkichi (n) ga va qalinligi (d) ga teng bo'lgan yupqa yassi parallel plastinkaga monoxromatik yorug'lik nuri (α) burchak ostida tushayotgan bo'lsin. Bu vaqtda (9) tenglamaga asosan optik yo'llar farqi quyidagiga teng bo'ladi.

$$\Delta = 2d \sqrt{n^2 - \sin^2 r} \pm \lambda/2 \quad (1)$$

(1) formuladan ko'rinadiki, plastinkaning havo-plastinka, plastinka-havo chegarasidan qaytgan nurlar o'zaro interferensiyalashib maksimum yoki minimum hosil qiladi.

(1) dan ko'rinadiki, berilgan qalinlikdagi yassi parallel plastinka uchun (max) yoki (min) hosil bo'lishi (α) burchakka bog'liq bo'lar ekan.

Agar

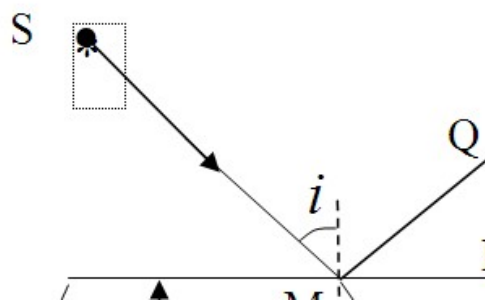
$$\Delta = 2m \lambda/2 \quad (2)$$

bo'lsa, parallel nurlar o'zaro interferensiyalashib (max) ni

$$\Delta = 2\alpha \sqrt{n^2 - \sin^2 r} \pm \lambda/2 = (2m+1) \lambda/2 \quad (3)$$

Shartni qanoatlantiruvchi burchak ostida tushayotgan nurlar o'zaro interferensiyalashib (min) ni hosil qiladi.

фойдаланилади. Интерференцион м
қосил бўлади (67-расм).

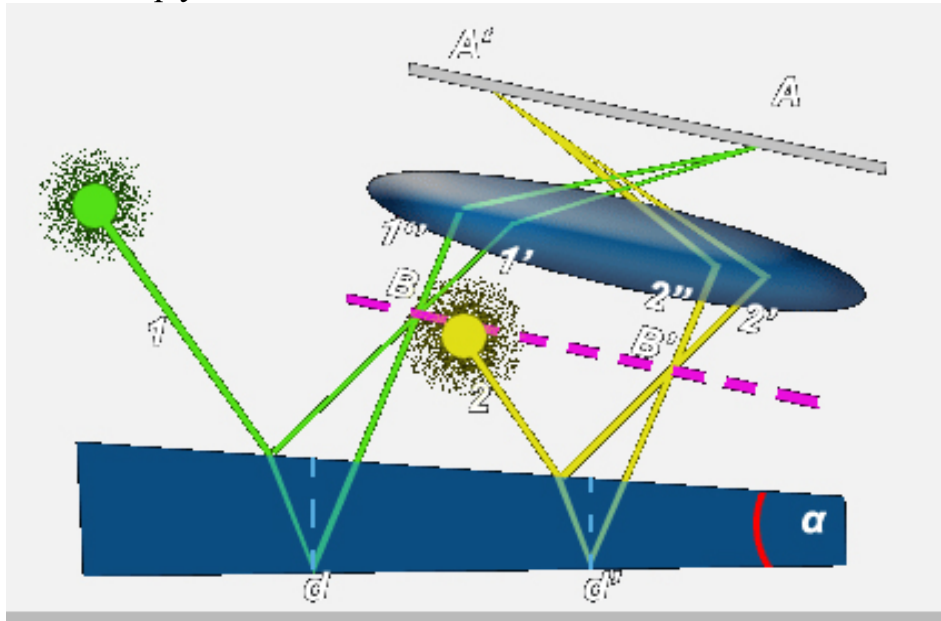


Boshqacha aytganda faqat ma'lum burchak ostida tushuvchi parallel nurlar fazosi plastinkadan qaytganda interferensiyalashib (max) yoki (min) ni beradi. Shuning uchun ham bunday interferensiyaga teng og'ishga tegishli interferensiya deyiladi.

Bunday holda yassi plastinkadan qaytuvchi nurlar o'zaro parallel bo'lib, ular cheksizlikda uchrashadilar. Shuning uchun ham bunday interferensiyaga (∞) da joylashgan yoki lokallashgan deb ataladi. Bu vaqtda interferensiyani kuzatish uchun yig'uvchi linza ishlatiladi.

Teng qalinlikka tegishli interferensiya

Endi biz ponasimon yupqa plastinkaga parallel yorug'lik dastasi tushayotgan holni ko'rib chiqaylik.



Plastinkaning turli nuqtalaridagi qalinligi turlicha bo'lib, uning sindirish ko'rsatkichi (n) bo'lsin.

BC va DE plastinka qatlamlar orasidagi burchak kichik bo'lsin, u holda, (1) chi va (2) chi nurlar orasidagi optik yo'llar farqi

$$\Delta = 2d \sqrt{n^2 - \sin^2 r} \pm \frac{\lambda}{2} \quad (1)$$

dan topiladi.

Plastinkaga tushuvchi nurlar parallel bo'lsa, ya'ni (α) hamma nuqta uchun bir xil bo'lsa u vaqtda qalinlik (d) ni o'zgarish bilan

$$\Delta = 2d \sqrt{n^2 - \sin^2 r} \pm \frac{\lambda}{2} = m\lambda \quad (2)$$

yoki

$$\Delta = 2d \sqrt{n^2 - \sin^2 r} \pm \frac{\lambda}{2} = (2m+1)\frac{\lambda}{2} \quad (3)$$

shart bajarilish mumkin, ya'ni (max) yoki (min) plastinka qalinligiga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun ham bunday interferensiyaga teng qalinlikka tegishli interferensiya deyiladi.

Rasmdan ko'rinadiki (1) chi va (2) chi nurlar bevosita plastinka yuzasida uchrashib interferensiya bo'ladi.

Shuning uchun ham bunday interferensiya plastinka sirtida lokallashgan deyiladi.

Agar tushuvchi nur murakkab bo'lsa, u holda interferension manzara rangli bo'lib, plastinka yuzi kamalak rangiga bo'yaladi.

MA'RUZA 21

Mavzu: Yorug'likning difraksiya hodisasi.

Reja:

1. Gyuygens-Frenel prinsipi. Frenel zonalari.
2. Frenel difraksiyasi.
3. Fraungofer difraksiyasi.
4. Difraksion panjara.
5. Rentgen nurlarining difraksiyasi.
6. Ultratovush to'lqinlarida yorug'lik difraksiyasi.

Tayanch so'zlar.

Gyuygens prinsipi, Frenel zonalari, difraksiya, difraksion panjara, rentgen nurlari, ultratovush to'lqini, davr, tirqishlar soni.

Nazorat savollari

1. Gyuygens-Frenel prinsipining mohiyati nimadan iborat?
2. Frenel difraksiyasini tushuntiring.
3. Fraungofer difraksiyasini tushuntiring.
4. Difraksion panjara qanday tuzilgan.
5. Ko'p o'lchamli panjaralarda difraksiya qanday kuzatiladi?

Adabiyot.

1. D.V.Sivuxin, Optika, 1980, §. 39-41, 262-282 betlar.
2. Sh.Fayzullayev, O'.B.Jo'rayev, A.Jumaboyev, H.To'raqulov. Yorug'likning difraksiyasi. 1989, §.1-3. 3-16 betlar.
3. G.S.Landsberg. Optika, 1981, 1. §. 39-4-. 168-174 betlar.

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 ruy bermaydi.

Agar modda sindirish ko'rsatkichi keskin o'zgaruvchi to'siqlardan iborat bo'lsa, u holda to'lqin fronti formasi o'zgaradi. Bu to'siqlar o'lchami qancha kichik bo'lsa, forma shuncha keskin o'zgaradi va natijada yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish qonunidan chetlanish ruy beradi.

Bunday chetlanishlar to'plamiga yorug'likning difraksiya hodisasi deyiladi.

Difraksiya hodisasini yorug'likning noshaffof to'siq yaqinida tarqalganda kuzatish mumkin.

Faraz qilaylik, bizga noshaffof to'siq berilgan bo'lsin, agar biz to'siqning markazidagi o'lchami kichik bo'lgan dumaloq (A) tirqishga (S) nuqtaviy yorug'lik manbaidan nurlar tashlasak, orqadagi ekranda (E) yorug'likning yorug' va qorong'u konsentrik halqalardan iborat difraksion manzarani kuzatish mumkin.

Tirqishning diametri qancha kichik bo'lsa, difraksion manzara shuncha yaqqol kuzatiladi.

Umuman difraksiya ikkiga bo'linadi. Frenel va Fraungofer difraksiyalari.

To'lqin fronti sferik bo'lgan yorug'likning dastasidan hosil bo'lgan difraksiyaga Frenel difraksiyasi deyiladi.

To'lqin fronti parallel bo'lgan nurlar difraksiyasiga Fraunhofer difraksiyasi deyiladi. Yorug'likning difraksiya hodisasi Gyuygens- Frenel prinsipi asosida tushuntiriladi.

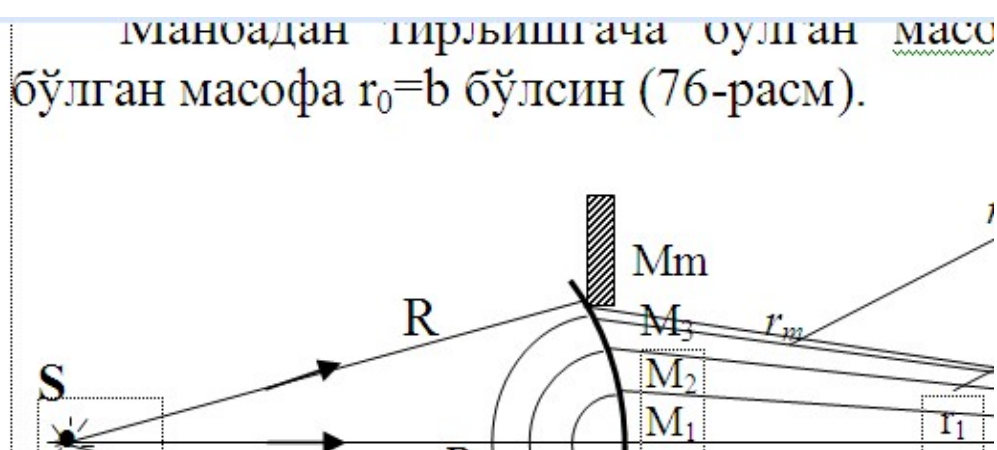
Bizga ma'lumki Gyuygens prinsipining mohiyati quyidagicha bo'ladi. To'lqin fronti borib yetgan har bir nuqtani yangi to'lqin manbai deb hisoblash mumkin.

Bu prinsip asosida difraksiya hodisasini tushuntirish mumkin., lekin u turli yo'nalishlarda tarqaluvchi nurlar intensivligining taqsimotini tushuntirib bera o'lmaydi.

Shuning uchun ham Frenel bu kamchilikni tuzatib, ikkilamchi kogerent to'lqin interferensiyasi tushunchasini kiritib to'ldiradi. Bu prinsipga asosan ikkilamchi to'lqin amplituda va fazalarini hisobga olib, fazoning istalgan nuqtasida natijaviy to'lqin amplitudasini topish mumkin.

Frenel sferik to'lqin frontiga ega bo'lgan nurlar difraksiyasini kuzatib, ularni tushuntirishda to'lqin frontini maxsus zonalarga bo'ladi.

Bu zonalar bir manbadan chiqayotgan yorug'lik bo'lganligi uchun kogerent va zonalar bir-biridan $\lambda/2$ ga farq qiladi.



Faraz qilaylik, manbadan chiqayotgan yorug'lik nuri diametri (D) ga teng bo'lgan tirqishdan o'tishda difraksiyalanib (E) ekranga tushayotgan bo'lsin.

Ekranning A nuqtasidagi difraksion maksimumlar va minimumlar hosil bo'lishini Frenel qo'yidagicha izohladi.

Manbadan tirqishgacha bo'lgan masofani ($a = R$) tirqishdan ekrangacha masofani $r_0 = b$ bo'lsin va bunda zonalar bir-biridan $\frac{\lambda}{2}$ ga farq qilsin.

$$M_1A - M_0A = M_2A - M_1A = M_3A - M_2A = \dots = \frac{\lambda}{2}$$

To'lqin fronti zonalarga bo'linishi markazi A nuqtada bo'lgan sferalar chizish yo'li bilan bajariladi, ularning radiuslari:

$$r_1 = r_0 + \frac{\lambda}{2}; \quad r_2 = r_0 + 2\frac{\lambda}{2}; \quad r_3 = r_0 + 3\frac{\lambda}{2}; \dots \quad r_m = r_0 + m\frac{\lambda}{2} \quad (m = 1, 2, 3, \dots)$$

Bunday zonalarga bo'lishning afzalligi shundaki, qo'shni zonalardan A nuqtalarga yetib keluvchi nurlar qarama-qarshi fazada yetib keladi va zonalar soni (m) juft bo'lsa, barcha zonalardan yetib keluvchi nurlar bir-birini kompensasiyalaydi va natijada A nuqtada qorong'ulik kuzatiladi.

Agarda zonalar soni (m) toq bo'lsa u holda qo'shni zonalar bir-birini kompensasiyalaydi qolgan toq zonadan yetib kelgan nurlar esa A nuqtada yorug'likni hosil qiladi.

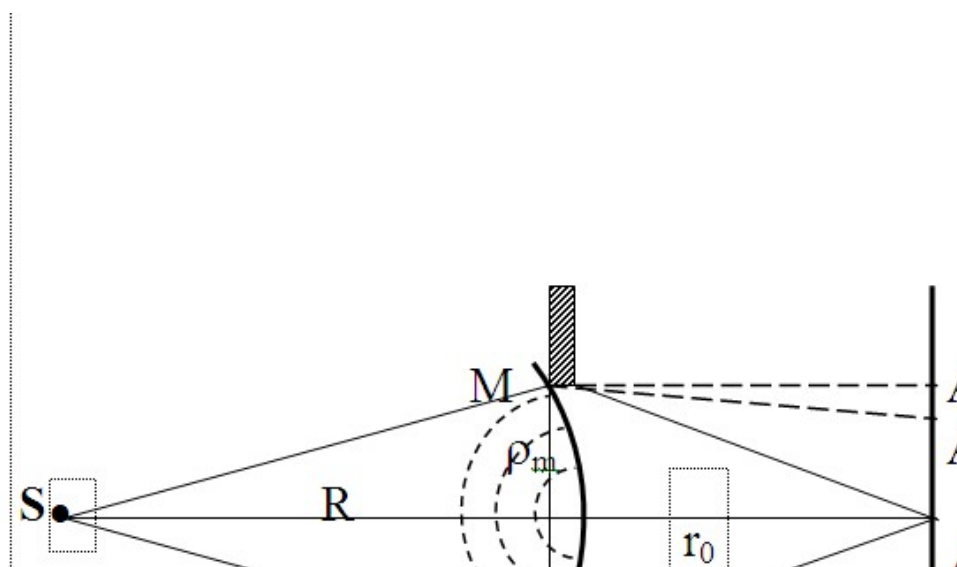
Demak A nuqtadagi difraksion maksimum yoki minimum zonalar sonining toq yoki juftligiga bog'liq ekan. Agar zonalar soni toq bo'lsa maksimumlik, juft bo'lsa minimumlik kuzatiladi.

MA'RUZA 22

Frenel va Fraungofer difraksiyalari.

Frenel difraksiyasi

Biz yuqorida ko'rib o'tdikki, Frenel difraksiyasi bu sferik to'lqinlar difraksiyasidir.



Faraz qilaylik, bizga yorug'lik manbaidan (R) masofada joylashgan diametri (MM_1) ga teng bo'lgan dumaloq tirqishdan (r_0) masofada joylashgan (E) ekran berilgan bo'lsin. Bu holda hosil bo'ladigan difraksiyani ko'rib chiqaylik.

Bizga ma'lumki, agar Frenel zonalarining soni toq bo'lsa A nuqtada difraksion maksimum kuzatiladi (a rasm), agar zonalar soni juft bo'lsa markazda minimum kuzatiladi (b-rasm).

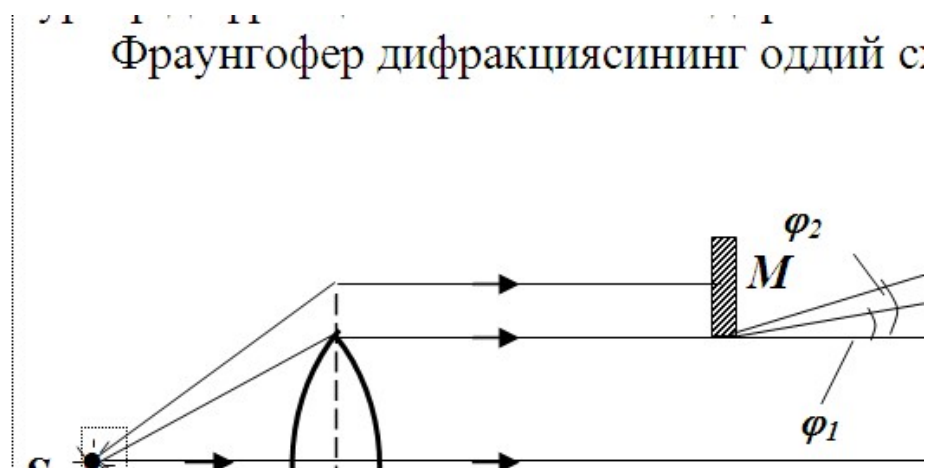
Bu holda zonalar radiusi qo'yidagicha topiladi.

$$\rho = \sqrt{m\lambda \frac{Rr_0}{R+r_0}} \quad (1)$$

Fraunhofer difraksiyasi

Ma'lumki to'liq sirti yassi bo'lgan nurlar, ya'ni parallel nurlar difraksiyasi Fraunhofer difraksiyasi deyilar edi.

Quyidagi rasmda Fraunhofer difraksiyasini ko'rish mumkin.



Linzaning fokusida joylashgan nuqtaviy yorug'lik manbai (S) dan chiquvchi yorug'lik nurlari L_1 linzadan o'tgandan keyin parallel nurlar dastasini hosil qiladi va MM^1 tirqishli ekranga tushib turli burchaklar $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \dots$ ostida difraksiyalanadi. L_2 linza yordamida bu difraksiyalangan nurlar (E) ekranda difraksion manzara hosil qiladi.

MA'RUZA 23

DIFRAKSION PANJARA

Bir-biridan baravar uzoqlikda joylashgan va bir xil kenglikka ega bo'lgan ketma-ket keluvchi tirqishlar va tusiqlar sistemasiga difraksion panjara deyiladi.

Ta'rifga asosan difraksion panjara yorug'lik o'tkazadigan (b) va 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 monoxromatik nur normal holda tushayotgan bo'lsin. U vaqtda qo'shni tirqishlardan (φ) burchak ostida difraksiyalangan nurlar orasidagi yo'llar farqi

$\Delta = d \sin \varphi$ (1) ga teng bo'ladi. φ - difraksiya burchagi

Bu holda bosh maksimum sharti

$$d \sin \varphi = mN \frac{\lambda}{N} = m\lambda \quad (2) \text{ bo'ladi.}$$

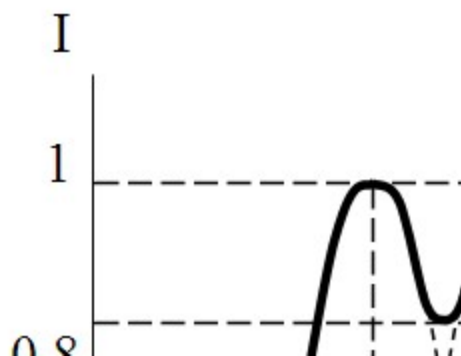
Bunda $m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ difraksiya tartibi.

Qo'shimcha minimumlar sharti

$$d \sin \varphi = (mN + 1) \frac{\lambda}{N} \quad (3)$$

(2) tenglikdan ko'rinadiki, to'lqin uzunligi difraksiya burchagiga bog'liq ekan. Bundan esa difraksion panjarani difraksiyalovchi element sifatida ishlatish mumkin degan xulosaga kelish mumkin.

Reley shartiga asosan ikki spektral chiziqni to'la ajratib ko'rish faqat shu vaqtda mumkinki, agar bir chiziq intensivligining minimumiga to'g'ri kelsa, $I_1 = I_2$ bo'lsa, bir - biriga yaqin bo'lgan ikki chiziq intensivligining o'zaro qo'shilishidagi chuqurcha qo'shni maksimumlar balandligining kamida **20%** ga teng bo'lishi shart. Agar bu chuqurcha **20%** dan kichik bo'lsa, ikkala spektral chiziq qo'shilib ketadi.



Difraksion panjaraning ajrata olish qobiliyati quyidagi formula orqali topiladi.

$$R = mN \quad (4)$$

Uning burchakli difraksiyasi

$$D_\varphi = \frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{m}{d \cos \varphi} \quad (5) \text{ ga teng bo'lsin.}$$

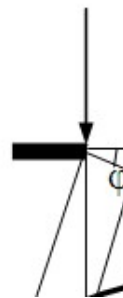
chiziqli dispersiyasi esa quyidagiga tengdir.

$$D_e = \frac{de}{d\lambda} = F D_\varphi \quad (6)$$

F - obyektiv fokus masofasi.

Ko'p o'lchamli difraksion panjaralar.

Дифракцион минимумлар қос



Odatdagi difraksion panjaralar bir o'lchamli difraksion panjaralar deyiladi.

Agar ikkita bir o'lchamli difraksion panjarani o'zaro perpendikulyar ravishda ustma-ust joylashtirsak ikki o'lchamli difraksion panjara hosil bo'ladi.

Panjaraning X va Y o'qlari bo'yicha doimiyliklari (d_1) va (d_2) bir xil bo'lishi ham, bir xil bo'lmasligi ham mumkin.

Faraz qilaylik, panjaraga OX va OY o'qlari bilan α_0 va β_0 burchak tashkil etuvchi difraksion burchaklar (α) va (β) bo'lsa ular o'zaro quyidagicha bog'lanishda bo'ladi.

(bosh maksimum sharti)

$$\left. \begin{aligned} d_1(\cos \alpha - \cos \alpha_0) &= m_1 \lambda \\ d_2(\cos \beta - \cos \beta_0) &= m_2 \lambda \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

m_1 va m_2 - butun sonlar.

Endi uch o'lchamli difraksion panjarani qaraylik va bunday strukturadan hosil bo'ladigan difraksion minimumlar shartini topaylik.

Odatda uch o'lchamli difraksion panjara yasash qiyin lekin bunday panjara rolini tabiatda kristallar uynashi mumkin. Masalan NaCl

Uch o'lchamli panjaraga eng yaxshi misol bo'lib, tabiatdagi kristallar xizmat qiladi. Biroq bu kristallik panjaralar tugunlari orasidagi masofa 10^{-10} m bo'lganligidan ko'zga ko'rinadigan nur uchun ($\lambda = 7,6 \div 4,0 \cdot 10^{-7} \text{ m}$) difraksiya kuzatilmaydi, chunki panjara doimiysi $d \sim \lambda$ bo'lgandagina difraksion manzara yaqqol kuzatiladi. Bunday shart Rentgen nurlari sohasida bajariladi.

Rentgen 1895 yilda o'z nomi bilan ataluvchi nurlarni kashf etdi. Bu nurlar elektromagnit to'lqinlardan iborat degan fikr 1912 yilda Laue tomonidan Rentgen nurlarining ($\lambda = 10^{-2} \div 10^2 \text{ \AA}$) difraksiyasi kuzatilganidan keyin tasdiqlandi. Ma'lumki kristallarda atom va molekulalar uch o'lchamli fazada aniq tartib bilan joylashgan bo'lib, ular orasidagi masofa Rentgen nurlari to'lqin uzunligiga yaqin.

Agar shunday panjaraga Rentgen nurlari tushirilsa kristallik panjara tugunida joylashgan atom yoki molekulalardan bu nur sochiladi. (difraksiyalanadi).

Ultratovush to'liqlarida yorug'lik difraksiyasi

Chastotasi $2 \cdot 10^4$ Gs dan 10^8 gacha bo'lgan tovushlarga ultratovushlar deyiladi. Bunday tovushlar suyuqlik va qattiq jismlarda tarqalsa, unda hosil bo'ladigan turg'un to'liqlarda yorug'lik difraksiya hodisasini kuzatish mumkin. Boshqacha aytganda ultratovush maydonda yorug'lik nurlari tarqalsa difraksiya hodisasi vujudga keladi.

Kvars yoki turmalin yordamida chastotasi yuqori bo'lgan ($\nu = 10^8$ gs) mexanik to'liqlarni hosil qilish mumkin, ya'ni $\nu = 10^8$ gs chastota bilan tebranuvchi kvars yoki turmalin o'zidan ultratovush, ya'ni elastik to'liq tarqatadi.

Agarda bu kvarsni biror bir suyuqlikka joylashtirsak u holda ultra tovush to'liqlari shu suyuqlik bo'ylab tarqala boshlaydi va bu suyuqlikda tarqaluvchi elastik to'liq zichlashishi va suyuqlashishi to'liqlaridan iborat bo'ladi. Shuning uchun ham ultra tovush tarqalayotgan muhit yorug'lik nuri uchun fazoviy panjara rolini bajaradi.

Agar suyuqlik solingan idish bo'ylab tarqaluvchi ultratovushni idishning tubidan qaytishga majbur qilsak, tushuvchi va qaytuvchi to'liqlar qo'shiladi. Natijada turg'un ultratovush to'liqlari hosil bo'ladi. Bu to'liq tarqalayotgan muhit fazoviy panjara rolini bajaradi.

Hosil bo'lgan fazoviy panjaraning davri ultratovush to'liq uzunligiga teng bo'ladi.

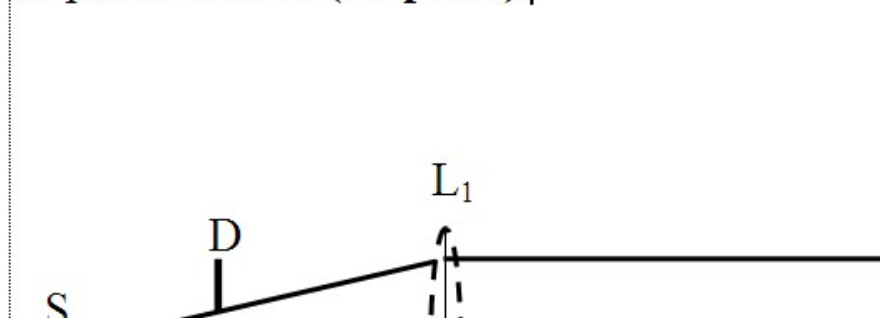
Bu kattalikni benzol moddasiga nisbatan hisoblab chiqamiz. Benzolda ultratovush tarqalish tezligi $\nu = 1200 \text{ m/c} = 1,2 \cdot 10^5 \text{ cm/c}$ agar ultratovush chastotasi $\nu = 10^8$ Gs bo'lsa

$$\lambda = \nu T = \frac{\nu}{\nu} = 1,2 \cdot 10^3 \text{ cm}$$

Demak benzol davri $d = 1,2 \cdot 10^3 \text{ cm}$ bo'lgan fazoviy panjara rolini bajarar ekan.

Qo'yidagi rasmda ultra tovush maydonida yorug'lik difraksiyasini kuzatadigan qurilma keltirilgan.

дифракциясини кўзатиш учун ишлати
кўринишга эга (95-расм).



S - yorug'lik manbaidan tarqalayotgan oq yorug'lik suyuqlik solingan (A) idishga tushsin.

Agar idishdagi suyuqlik bo'ylab ultratovush tarqalayotgan bo'lsa, u holda ekranda dispersiyalangan spektrlar hosil bo'ladi. Bu spektrlar bir necha (max) va (min) lar (D) tirqish tasvirining ikkala tomonida simmetrik ravishda joylashadi.

Boshqacha aytganda ekranda xuddi difraksion panjaraning (kvars tebranish chastotasi va ultratovushning suyuqlikdagi tezligi bo'yicha hisoblangan) davriga mov keladigan juda yaxshi dispersiyali spektr hosil bo'ladi.

MA'RUZA 24

Mavzu: Golografiya

Reja:

1. Odatdagi fotografiyada tasvirni hosil qilish.
2. Yorug'likning fazasi va amplitudasi haqida ma'lumot.
3. Golografiyalash g'oyasi.
4. Golografiyani hosil qilish.
5. Ikki nurli golografiyalash sxemasi va jismning hajmiy tasvirini hosil qilish.

Tayanch so'zlar:

Jism, tasvir, faza, amplituda, golografiya, Gabor, ko'zgu, predmet to'lqini, tayanch to'lqini.

Nazorat savollari.

1. Odatdagi fotografiya nuqsonlari nimadan iborat?
2. Yorug'likning fazasi va amplitudasi haqidagi ma'lumot qanday olinadi?
3. Golografiya qanday hosil qilinadi?
4. Predmet to'lqini qanday tiklanadi?
5. Hajmiy tasvir qanday hosil bo'ladi?

Adabiyotlar.

1. A.N.Matveyev, Optika, 1985, 2. §.6, 10, 295-302 betlar.
2. Sh.Fayzullayev. O'.B.Jo'rayev, A.Jumaboyev, H.To'raqulov. Yorug'likning difraksiyasi. 1989, §.1-3. 3-16 betlar.

Kogerent nurlarning difraksiya va interferensiya hodisalariga asoslanib yorug'lik to'liqlarining strukturasi yozib olish va uni (asl) o'z holiga qayta tiklash usuliga golografiya deyiladi.

Golografiyada ham xuddi fotografiyadagidek buyumlar obrazini yozish, saqlash va qayta tiklash mumkin.

Lekin fotografiya buyumlarning faqat ikki o'lchamli (yassi) tasvirini bersa golografiya hajmiy (3 o'lchamli) tasvirini beradi, ya'ni golografiya grekcha so'z bo'lib «to'la yozish» ma'nosini bildiradi. Golografiyani 1947 yilda ingliz olimi D. Gobar kashf etdi va 1971 yilda Nobel mukofotini oldi. Yuqorida aytganimizdek golografiya yorug'likning interferensiyasi va difraksiyasi natijasida yuzaga keladi.

Agar biz yorug'lik to'liqlarini muayyan qayd etish va uni tiklashni ko'rmoqchi bo'lsak, unda biz jismdan tarqalayotgan to'liqlar amplitudasi va fazasini qayd eta olishimiz kerak.

Faza va amplituda haqidagi ma'lumotni qo'yidagi formula orqali hisoblash mumkin.

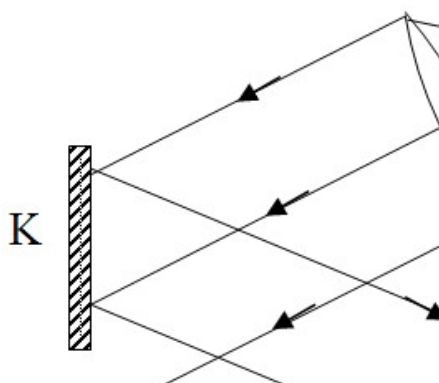
$$E_0^2 = E_{01}^2 + E_{02}^2 + 2E_{01}E_{02} \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \quad (1)$$

$\alpha_2 - \alpha_1$ - fazalar farqi

Bu formuladan ko'rinadiki, intensivlikning taqsimoti interferensiyalanuvchi to'liqlarning amplitudasidan tashqari ular fazalarining farqiga ham bog'liq ekan.

Fazali va amplitudali interferensiyani qayd qilish uchun jism yoki buyumdan tarqalayotgan to'liqlardan tashqari kogerent bo'lgan yana bitta to'liqlarga ega bo'lishimiz kerak. Bu to'liqlarga tayanch to'liqlar deyiladi.

Shunday qilib quyidagi mulohazaga kelimiz. Jism yoki buyum tomonidan difraksiyalangan to'liqlarni qayt etish va tiklash uchun uni ma'lum fazaga ega bo'lgan kogerent tayanch to'liqlari bilan interferensiyalashga majbur yetish kerak. Keyin esa hosil bo'lgan interferensiyalar manzaradan tayanch to'liqlar yordamida buyum to'liqlarini chiqarib olish kerak. Golografiya g'oyasi ana shundan iborat bo'lib ularni quyidagicha amalga oshirish mumkin. lazer nuri L linza yordamida kengaytirilib bu nurning bir qismi K ko'zguga qolgan qismi esa uning yonida joylashgan A buyumga yuboriladi.

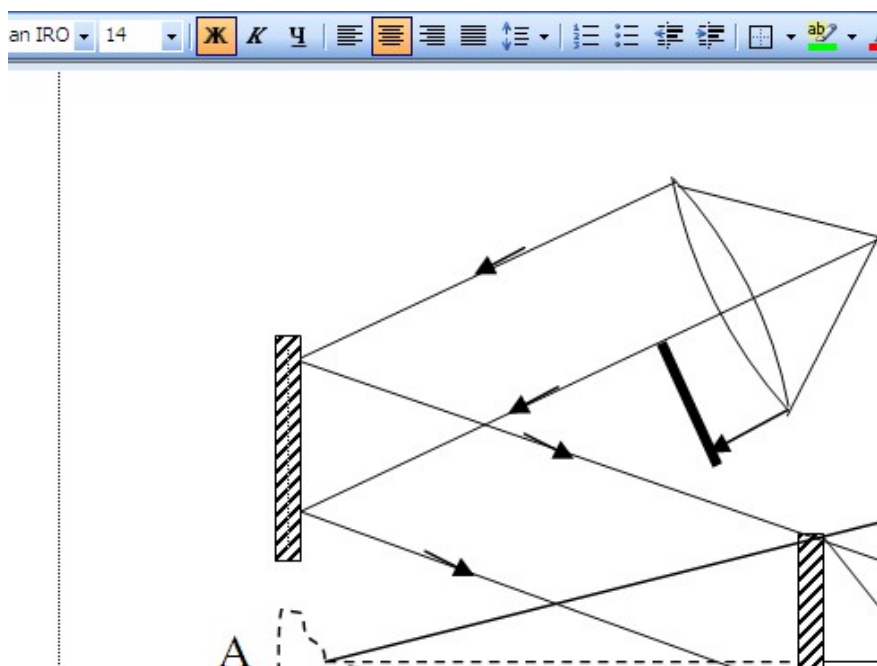


Ko'zgu va buyumdan qaytgan yorug'lik to'lqinlari kogerent bo'lganligi uchun ular fotoplastinkada uchrashib interferensiyani hosil qiladi.

Agar biz ma'lum ekspozitsiya vaqtini berib fotoplastinkani ochiltirsak tayanch to'lqini va buyum to'lqini ustma-ust tushishi natijasida hosil bo'lgan interferensiyani gologrammani ko'ramiz.

Buyumni qayta tiklash va hajmiy tasvirni hosil qilish uchun gologrammani fotoplastinka joylashtirilgan joyga joylashtirib fotoplastinkaga qanday nur tushgan bo'lsa gologrammani ham xuddi shunday nur bilan yoritamiz.

Natijada gologrammada tayanch to'lqinning difraksiyasi hosil bo'ladi va biz buyumning mavhum hajmiy ta'svirini hosil bo'lganligini ko'ramiz.



Mavhum tasvirdan tashqari buyumning qarama -qarshi relyefiga ega bo'lgan uning haqiqiy ta'siri hosil bo'ladi. Keyingi yillarda rangli gologramma hosil qilish usuli ham yaratildi. Bunda 3 xil rangdan qizil, yashil, ko'k ranglardan va uni qayta tiklashda oq nurlar dastasidan foydalaniladi.

MA'RUZA 25

Mavzu: Majburiy nurlanish va lazerlar

Reja:

1. Majburiy nurlanish tabiati.
2. Yoqut lazerining tuzilishi.
3. Yoqut lazerining energetik sathlar sxemasi.
4. Geliy-neon lazerining tuzilishi energetik sathlar sxemasi.
5. Lazer nurlanishini hosil qilish haqidagi elementar jarayonlar.

Tayanch so'zlar.

Kristall, yoqut, lazer, energetik sath, geliy, neon, majburiy nurlanish, spontan nurlanish, lazer nurlanishi.

Nazorat savollari.

1. Majburiy nurlanish jarayonini tushuntiring.
2. Yoqut lazerining ishlash prinsipi nimadan iborat?
3. Geliy-neon lazeri qanday ishlaydi?
4. Yoqut lazerining energetik sathlar sxemasini chizib tushuntiring.
5. Lazer nurlanishi qanday hosil bo'ladi?

Adabiyot.

1. D.V.Sivuxin, Optika, 1980, 6. §.98, 597-607 betlar.
2. Jumaboyev A, Fayzullayev Sh. Yorug'likning qutblanishi va lazerlar. 2-bob, §. 1-3, 30-40 betlar.

1 §. Spontan va majburiy nurlanish jarayoni

Ma'lumki optik diapazondagi elektromagnit to'lqinlarning manbai har qanday moddani tashkil etuvchi uning atom, ion yoki molekulalaridir. Bu zarralarni tashqi elektromagnit maydoni ta'siri ostida uyg'ongan holatga keltirish mumkin.

Uyg'ongan holatdagi atomning yashash davri 10^{-8} s ga teng. Bunday holatdagi atomga tashqi ta'sir misol uchun elektromagnit maydoni ta'sir etmasa u holda uygongan holatni xarakterlovchi yuqori energetik satxdan pastki energetik sathga utish o'z-o'zidan ya'ni, tasodifiy ravishda amalga oshadi. Bunday o'tish natijasida xosil bo'ladigan nurlanish jarayoniga spontan nurlanish deyiladi.

1916 yilda A.Eynshteyn jismlar nur chiqarishining kvant xarakterini tahlil qilib nurlanishni ikki turi – spontan (o'z-o'zidan) va majburiy (induksion) nurlanishlar mavjud ekanligini nazariy jixatdan asosladi. Spontan o'tish paytida uyg'ongan atomlarning yuqori energetik sathdan pastki energetik sathga o'tishi tashqi ta'sirga ya'ni, elektromagnit maydon ta'siriga bog'liq bo'lmaydi, ya'ni bu holda hosil bo'ladigan nurlanish mustaqildir.

Spontan nurlanish jarayonida fotonlarning nurlanishi tartibsiz ravishda turli yo'nalishlar bo'ylab yo'nalgan bo'ladi. Agar nur chiqaruvchi zarra nur chiqargandan so'ng qaytadan E_n uyg'ongan satxga o'tkazilsa, unda 1 s vaqt davomida E_n sathdan E_m satxga o'tishlar sonining o'rtacha qiymati (A_{nm}) quyidagicha aniqlanadi.

$$A_{nm} = \frac{1}{\tau_{nm}} = \frac{\omega_{mn}^3 \cdot P_0^2}{3hc^3} \quad (1)$$

bunda τ_{nm} uyg'ongan holatning davomiyligini va P_0 zarraning dipol momentini ifodalaydi. (1) formula bilan aniqlanadigan A_{nm} kattalik spontan nurlanish uchun vaqt birligi ichida o'tish extimolini bildiradi va unga spontan nurlanish koeffisienti deyiladi. Keltirilgan (1) tenglikda $E_n \rightarrow E_m$ o'tishga mos keladigan yorug'lik

chastotasi ω_{nm} bilan belgilanadi, Spontan nurlanishda vaqt birligi ichida E_h satxdan E_m satxga o'tuvchi atomlarning o'rtacha soni N_n -ga mutonosib bo'lib quyidagi tenglik bilan aniqlanadi.

$$\Delta N_{nm}^{cnohm} = A_{nm} N_n \quad (2)$$

Pastki energetik sathda bo'lgan atomlar yuqori energetik satxga ko'tarilishi uchun moddaga tushuvchi elektromagnit to'liqini yutadi. Bunday atomlarning soni N_{nm} quyidagicha aniqlanadi.

$$\Delta N_{mn}^{iom} = B_{nm} U(\omega_{mn}) N_m \quad (3)$$

Bu formuladagi B_{mn} – Eynshteyn koeffisienti bo'lib, atomni pastki energetik satxdan yuqori energetik sathga o'tishini bildiradi.

Moddaga tushuvchi yorug'lik energiya oqimi spektral zichligini $U(\omega_{mn})$ bilan belgilaymiz. Quyidagi tenglik bilan aniqlanadigan modda atomning tebranish chastotalaridan biri

$$\omega_{nm} = (E_n - E_m) / \hbar \quad (4)$$

bu yerda $\hbar = h / 2\pi$, $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ J·s Plank doimiysi, unga tushuvchi yorug'lik chastotasiga teng bo'lsin, u xolda quyidagi ikki jarayon yuzaga kelishi mumkin.

1. Atomlar E_m energiya bilan xarakterlanadigan pastki energetik sathdan E_n energiya bilan xarakterlanadigan yuqori energetik sathga o'tadi.
2. Atomlar energiyasi E_n ga teng bo'lgan yuqori energetik sathdan energiyasi E_m ga teng bo'lgan pastki energetik sathga majburiy ravishda o'tadi.

Birinchi jarayonda yorug'likning yutilishi natijasida tushuvchi nurning intensivligi kamayadi. Ikkinchi jarayonda yorug'lik nurining intensivligi oshadi. Moddadan o'tgan yorug'lik nurining natijaviy intensivligi bu ikkala jarayonlardan qaysi birini ustun kelishiga bog'liq.

Uygongan atomlarga tashqi nurlanish kvanti tushgan paytda modda atomlari bu nurlanishni yutmasdan balki o'zidan yangi nurlanish kvantini chiqaradi va bu kvantlar bir-biridan farq qilmaydi. A.Eynshteyn majburiy nurlanishni amalga oshiruvchi atomlarning o'rtacha soni N_{nm}^{maj} quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta N_{nm}^{maj} = B_{nm} U(\omega_{nm}) N_n \quad (5)$$

$$B_{nm} = \frac{8 \pi^3 |D_{nm}|^2}{3 h^2 g_n}$$

$$B_{mn} = \frac{8 \pi^3 |D_{nm}|^2}{3 h^2 g_m} \quad (6)$$

Bunda D_{nm} nur chiqaruvchi zarraning dipol momenti amplitudasidir $D_{nm} = P_0 \sqrt{2}$.

Keltirilgan (6) formuladagi B_{mn} yorug'likni yutilishini ifodalovchi A.Eynshteyn koeffisiyentidir.

Karrali sathlar uchun $g_m B_{nm} = g_n B_{mn}$ (7) bo'ladi.

$T \rightarrow \infty$, da $N_m = N_n$ va $V_{nm} = B_{mn}$ (8) bo'ladi.

Termodinamik muvozanat holatidagi modda uchun $N_m V_{nm} > N_n B_{mn}$ bo'ladi va bu paytda modda o'ziga tushgan yorug'likni yutadi.

Yuqorida keltirilgan (3) formulaga asosan holat energiyasini oshishi bilan energetik sathlar zichligi yoki atomlar soni N_n kamayadi. Tushuvchi nur intensivligini oshirish uchun energetik sathlar zichligini teskariy o'zgartirish kerak. Agar ana shunday shart bajarilsa, atomlar to'plami inversiyali (teskari) joylashishga ega bo'ladi va bunday shartni amalga oshirish mumkin bo'lgan muxitga faol muxit deyiladi.

Agar $B_{nm} N_n > N_m B_{mn}$ bo'lsa, u holda moddaga tushgan yorug'lik yutilmasdan balki majburiy nurlanish hisobiga kuchayadi. A.Eynshteyn ko'rsatdiki, spontan va majburiy nurlanishlar koeffitsientlari o'rtasida quyidagicha bog'lanish mavjud.

$$\frac{A_{mn}}{B_{mn}} = \frac{h \omega_{mn}^3}{\pi^2 c^3} \quad (9)$$

A.Eynshteynning nurlanish nazariyasiga asosan atom va molekula tomonidan yutilgan yorug'likning harakterlovchi yutilish koeffitsientini aniqlash mumkin. Intensivligi I ga teng bo'lgan yorug'lik parallel dasta chastotasi ν va $\nu + d\nu$ intervalda o'zgaruvchi nurlanishni yutuvchi atomlar qatlamidan o'tganda, yutilish jarayoni bu oqimni kuchsizlantiradi, majburiy nurlanish jarayoni esa bu oqimni kuchaytiradi.

Bu paytda spontan nurlanishni hisobga olmasa ham bo'ladi, chunki bu holda fotonlar asosan turli yo'nalishlar bo'ylab uchib ularning bir qismi tushuvchi birlamchi nurlanish yo'nalishida uchadi.

Faraz qilamizki hajm birligida E_m energetik satx bilan xarakterlanadigan, chastotalari ν va $\nu + d\nu$ bo'lgan fotonlarni yutish qobiliyati ega bo'lgan atomlar soni δN_m ga teng bo'lsin.

Chastotalari xuddi shunday bo'lgan fotonlarni nurlantiruvchi va E_n energetik satx bilan xarakterlanuvchi atomlar soni δN_n ga teng bo'lsin. Bu holda dx qatlamni o'tish natijasida fotonlar bog'laminin kuchsizlanishi quyidagiga teng bo'ladi.

$$(dI_0 \delta \nu) = h \nu_0 B_{mn} I_\nu \delta N_m dx - h \nu_0 B_{nm} I_\nu \cdot \delta N_n dx \quad (10)$$

Bu tenglikni ikkala tomonini $I_\nu dx$ ga teng bo'lib va $-\frac{1}{I_0} \frac{dI_0}{dx} = \alpha_\nu$ ekanligini hisobga olib quyidagi natijani hosil qilamiz

$$\alpha_\nu \delta \nu = h \nu_0 (B_{mn} \delta N_m - B_{nm} \delta N_n) \quad (11)$$

Butun spektral chiziq bo'yicha yutilishni aniqlash uchun (11) ifodani $\delta \nu$ bo'yicha integrallash kerak.

$$\int_{\nu} \alpha_{\nu} \delta \nu = h \nu_0 (B_{nm} N_m - B_{mn} N_n) \quad (12)$$

$\int_{\nu} \alpha_{\nu} \delta \nu = \alpha_0 \cdot \Delta \nu$ (13) deb qabul qilamiz, bunda α_0 spektral chiziq o'rtasidagi yutilish koeffitsiyenti, $\Delta \nu$ spektral chiziqning effektiv kengligi. Natijada quyidagi formulaga ega bo'lamiz, ya'ni

$$\alpha_0 = \frac{h \nu_0}{\Delta \nu} (B_{mn} N_m - B_{nm} N_n) \quad (14)$$

bo'ladi.

Agar (14) tenglikni hisobga olsak va $B_{mn}N_m$ ni qavsdan chiqarsak α_0 uchun quyidagi ifodani hosil qilamiz.

$$\alpha_0 = \frac{h \nu_0}{\Delta \nu} B_{mn} N_m \left(1 - \frac{g_m N_n}{g_n N_m} \right) \quad (15)$$

Odatda majburiy nurlanish spontan nurlanishdan ko'p martaba kichik bo'lganligi uchun spektrning optik diapozonida kuzatilmaydi.

1939 yilda rus olimi V.A.Fabrikant o'zining doktorlik dissertasiyasida yutilish koeffitsiyenti manfiy ($\alpha_0 < 0$) bo'lgan muhitlarni xosil qilish mumkinligini ko'rsatdi. Buning uchun muxitda quyidagi shartni $g_m N_n > g_n N_m$ amalga oshirish mumkin bo'lgan sharoit yaratish kerak degan g'oyani ilgari surdi. Agar bu shart bajarilsa manfiy yutilishga ega bo'lgan muxitdan ν_0 – chastotali yorug'lik o'tganda uning intensivligi quyidagi Buger – Lambert qonuniga asosan oshadi.

$$I_{\infty} = I_0 \exp(\alpha_0 \cdot d) \quad (16)$$

Ko'rish mumkinki, (16) ga asosan $\frac{g_n}{g_m} < \frac{N_n}{N_m}$ (17)

N_m va N_n ga mos keluvchi energetik sathlarning inversli joylashishini quyidagi Bolsman formulasiga asosan aniqlash mumkin.

$$N_m = N_0 g_m e^{-\frac{E_m}{kT}} \quad (18)$$

$$N_n = N_0 g_n e^{-\frac{E_n}{kT}} \quad (19)$$

$$\frac{N_n}{N_m} = \frac{g_n}{g_m} \cdot e^{-\frac{E_n - E_m}{kT}} \quad (20)$$

Agar inversli joylashish mavjud bo'lsa $(E_n - E_m) > 0$ va $N_n / N_m > 1$ bo'lib moddadan o'tgan yorug'lik kuchayadi.

Inversli joylashishni amalga oshirish va majburiy nurlanishni hosil qilish mumkin bo'lgandan so'ng lazerlar ishlab chiqarila boshlandi.

MA'RUZA 26

1. Yoqut lazeri

Dastasi ingichka bo'lib kuchli quvvatga ega bo'lgan kogerent va monoxramatik yorug'lik nurlarini hosil qiladigan va nurlanishni kuchaytiradigan qurilmalarga optik kvant generatorlari deyiladi. Mikroto'lqinli diapazonidagi elektromagnit to'lqinlarni majburiy nurlanish hisobiga kuchaytirish mumkinligini 1953 yil rus olimlari A.M.Proxorov, N.G.Basov va amerikalik olim Ch.Tauns ko'rsatdi.

Santimetrli elektromagnit to'lqinlar diapazonida ishlaydigan ana shunday qurilmalarga mazerlar deb nom berildi.

Mazer so'zi quyidagi inglizcha so'zlarning, Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation bosh harflaridan olingan bo'lib, mikrotulkin nurlanishni radiasiya yordamida stimulyasiya qilish bilan kuchaytirish degan ma'noni bildiradi.

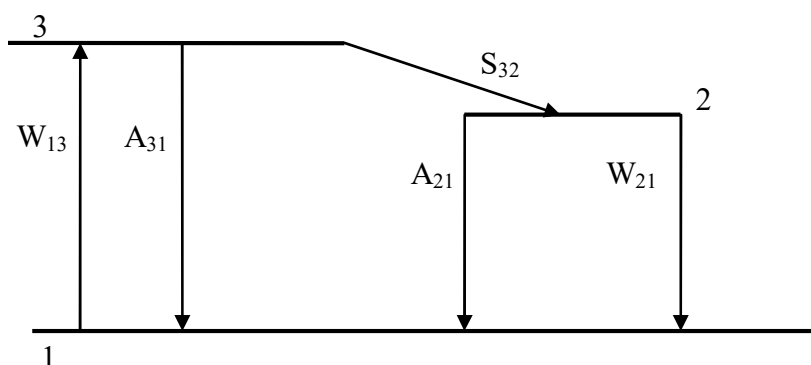
Ko'zga ko'rinadigan va infraqizil nurlanish oblastida ishlaydigan to'lqin uzunligi 0,38 dan 3 mkm gacha yoki chastotalari $10^{14} - 10^{15}$ 1/s chegarada o'zgaradigan optik kvant generatorlariga lazerlar deyiladi.

1960 yilda Meynman optikaviy diapazonda ishlovchi ana shunday asbob yaratdi. Bu asbobga lazer deb nom berildi va bu nom quyidagi inglizcha Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation so'zlarning bosh harflaridan olingan bo'lib yorug'lik nurlanishini radiasiya yordamida stimulyasiya qilish bilan kuchaytirish degan ma'noga ega.

Yoqut lazerida ishlovchi faol modda sifatida yoqut olinadi. Lazerlarda ishlatiladigan yoqut och qizil rangga ega va bir o'qli kristal bo'lib, unda ikkilanib sinish natijasida hosil bo'ladigan oddiy (O) va oddiymas (N) nurlarning sindirish ko'rsatgichi yorug'lik to'lqin uzunligi $\lambda = 656$ nm bo'lganda $n_0 = 1,7653$ va $n_N = 1,7573$ ga tengdir. Yoqutning tarkibi alyuminiy oksidi (Al_2O_3) dan iborat bo'lib unga 0,05 foiz xrom oksidi (Sr_2O_3) aralashtirilgan bo'ladi. Yoqut odatda silindr shakliga ega, bo'lib uning diametri $0,4 \cdot 10^{-2}$ m dan $2 \cdot 10^{-2}$ m gacha va uzunligi (3-20) 10^{-2} m gacha bo'ladi. Bu silindirning ikkala uchlari yuqori aniqlikda ishlov berilgan yassi ko'zgularga o'xshaydi. Yoqut lazeri impuls rejimida ishlaydi va to'lqin uzunligi $\lambda = 694,3$ nm ga teng bo'lgan nur chiqaradi. Agar yoqut silindirining optik o'qi uning geometrik o'qi bilan mos tushmasa u holda yoqut lazerining nurlanishi qutublangan bo'ladi.

Qutblangan nurni hosil bo'lishiga sabab O nurda to'lqin normali va bu nurni yo'nalishlari o'zaro mos tushadi, N nurda esa bunday mos tushishlik kuzatilmaydi. Bu silindirning bir uchi qalin kumush qatlami bilan qoplangan bo'lib, ikkinchi uchi o'ziga tushgan yorug'lik nurini 8 foizini o'tkazadigan kumush qatlami bilan

qoplangan bo'ladi. Xrom ionlarining energetik sathlar ko'rinishi quyidagi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm

Energiyasi yetarli bo'lgan va to'lqin uzunligi $\lambda = 560$ nm ga teng bo'lgan kuchli yorug'likni chiqaruvchi spiral shaklidagi ksenon lampa yordamida xrom ionlari (Cr^{+++}) uygongan holatga keltiriladi. Bu ionlarni uyg'ongan holatga keltirish uchun zarur bo'lgan energiyaga damlash energiyasi deyiladi.

Damlash energiyasi hisobiga xrom ionlarining uyg'onishi 1 rasmda W_{13} strelka bilan ko'rsatilgan. Yuqorida 3-bilan belgilangan energetik sathlarning yashash davri juda qisqa (10^{-8} s). Ana shu davr mobaynida ba'zi xrom ionlari (umumiy ionlar sonining taqriban 1/200 qismi) spontan ravishda 1-energetik sathga o'tadi. Ionlarning ana shunday o'tishi A_{31} strelka bilan ko'rsatilgan. Lekin ionlarning ko'pchilik qismi 2-energetik sathga ya'ni metastabil sathga o'tadi.

Yashash davri katta (bir necha daqiqa) bo'lgan energetik sathlarga metastabil sathlar deyiladi. Bunday o'tish ehtimolini S_{32} strelka bilan ko'rsatilgan. Bu sathda ionlarning yashash davri $\sim 10^{-3}$ s teng.

Agar damlash energiyasi yetarli bo'lsa 2-energetik sathdagi xrom ionlarining soni 1-energetik sathlardagi xrom ionlarining sonidan oshib ketadi. Metastabil holatdan asosiy holatga spontan ravishda o'tish A_{21} strelka bilan ko'rsatilgan. Bu holda hosil bo'lgan foton qo'shni iondagi fotonni nurlanishi olib keladi, ya'ni majburiy nurlanish hosil bo'ladi. Metastabil holatdan asosiy holatga majburiy ravishda o'tish xrom ioni sathlar sxemasida W_{21} strelka bilan ko'rsatilgan. Bu ikkala foton yoqut bo'yicha chopib xrom ionlarining metastabil holatdan asosiy holatga ya'ni ikkita o'tishni induksiyalaydi, natijada fotonlar soni ikki marta oshadi. Bu jarayon davom etib fotonlar soni avval 8 ga keyin 16, 32, 64 va x.k. gacha oshadi.

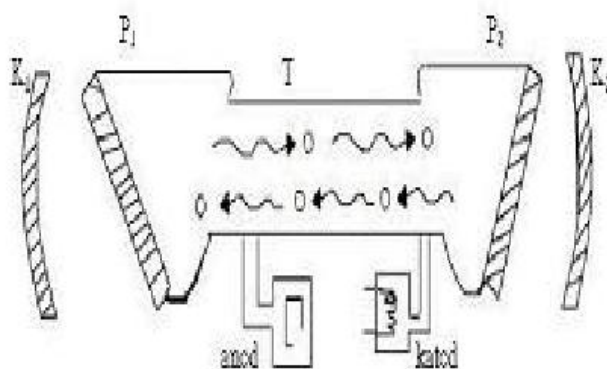
Bunday nurlanishni yoqutni uchlaridan ko'p martaba qaytishi natijasida majburiy nurlanish kuchayadi va bunday nurlanish natijalovchi nurlanish amplitudasining uzluksiz ravishda oshishiga olib keladi.

Fotonning o'tish yo'li arifmetik progressiya bilan, nurlanish quvvati esa geometrik progressiya bo'yicha oshadi. Yoqut silindirning ikkala uchlarida hosil qilingan yassi ko'zgularga rezonator deyiladi.

2. Geliy – neon lazeri

Birinchi gazli geliy-neon lazeri 1960 yilda Javan, Bennet va Erriot tomonidan yaratildi. Geliy-neon lazerining tuzilishi quyidagi 2- rasmda ko'rsatilgan.

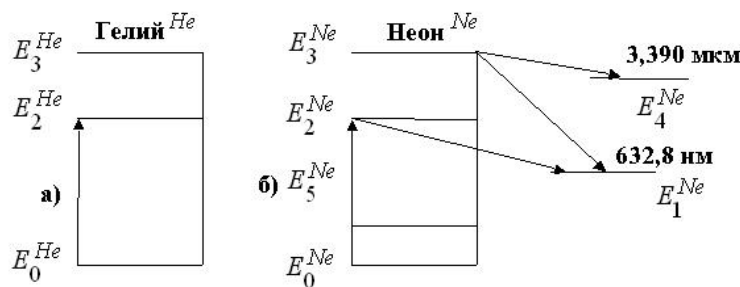
Bu lazer uzunligi bir necha o'nlab santimetrlardan 1,5~ 2 metrgacha bo'lgan va ichida gaz razryadi amalga oshadigan shisha naydan iborat. Razryad nay bosimi 1 mm. simob ustunining bosimiga teng bo'lgan neon gazlarining aralashmasi bilan to'ldirilgan bo'ladi. Shisha nay oxirlari nay o'qi bilan Bryuster burchagi hosil qiladigan qilib joylashtirilgan va shisha yoki kvarsdan yasalgan K_1 va K_2 yassi ko'zgular bilan mahkamlanadi.



2-rasm

Ko'zgularni ana shunday joylashtirish natijasida elektr vektori nurning tushish tekisligiga parallel ravishda tebranadigan chiziqli qutblangan lazer nuri hosil bo'ladi. K_1 va K_2 ko'zgular sferik shaklga ega bo'lib, ko'p qatlamli dielektrik bilan qoplangan bo'ladi. Bu kuzgulardan chiqadigan nurlanishini taqriban ikki foizini tashkil etadi. Naydagi razryad toki bir necha o'nlab milliamperlarni tashkil etadi. Lazer uzluksiz va impulsli rejimlarda ishlaydi. Bu lazer to'lqin uzunligi $\lambda_1 = 632,8$ nm teng qizil, $\lambda_2 = 1,150$ mkm va $\lambda_3 = 3,390$ mkm ga teng bo'lgan infraqizil nurlarni chiqarish mumkin. Endi bu lazerda majburiy nurlanish hisobiga hosil bo'ladigan va kuchaygan nurlanishni yuzaga kelishi bilan tanishamiz.

Neon atomlarining inversli joylashishi quyidagicha amalga oshadi (3- rasmga qarang).



3-rasm

Gaz razryadli plazma elektronlari bilan to'qnashishi natijasida neon atomlari uygongan holatga o'tadi. Razryadning ma'lum rejimida bu jarayon E_1^{Ne} va E_2^{Ne} energetik sathlarni invers joylashishiga olib keladi. Lekin E_1^{Ne} va E_3^{Ne} , E_4^{Ne} va E_3^{Ne} energetik sathlarda invers joylashish yuzaga kelmaydi. Qisqa muddatli yashashga ega bo'lgan E_1^{Ne} sathdan pastroqda joylashgan E_5^{Ne} energetik sath invers joylashishni amalga oshirishga to'sqinlik qiladi. E_5^{Ne} sathni inversli joylashishi katta bo'lib buning hisobiga tez bo'shaladigan E_1^{Ne} sathni to'ldirilishi yuzaga keladi, bunda E_1^{Ne} va E_3^{Ne} satxlar o'rtasida inversli joylashish yuzaga kelmaydi. Geliy gazining aralashishi natijasida quyidagi hodisa kuzatiladi. Geliy atomining sathlari o'rtasida lazerni ishlashi uchun E_0^{Ne} sathdan tashqari energiyalarini 19,82 va 20,61 eV ga teng bo'lgan E_2^{Ne} va E_3^{-Ne} metastabil sathlarni ahamiyati katta. Bu sathlarda asosiy E_2^{Ne} sathga spontan ravishda o'tish taqiqlangan ya'ni bunday o'tish ehtimoli kichikdir. Shuning uchun E_2^{Ne} va E_3^{-Ne} sathlarda atomlarni yashash davri juda katta. Elektron zarbalari natijasida bu sathlarda juda ko'p geliy atomlari to'planadi. Geliyning E_2^{Ne} va E_3^{Ne} sathlari neonning E_1^{Ne} va E_3^{Ne} sathlari bilan deyarli mos tushadi.

Binobarin uygongan geliy atomlari uygonmagan neon atomlariga o'z energiyalarini rezonansli uzatishi asosiy holatda nur chiqarmasdan sodir bo'ladi. Natijada E_1^{Ne} va E_3^{Ne} sathlarda neon atomlarining konsentratsiyasi tezda oshadi va E_1^{Ne} , E_3^{Ne} sathlarga nisbatan inversli joylashish yuzaga keladi va E_2^{Ne} bilan E_1^{Ne} sathlar o'rtasidagi inversli joylashish bir necha marta oshadi.

Biz qattiq jismlar lazeri va gaz lazerining ishlash prinsipi bilan tanishib chiqdik. Gazli lazerlar ichida faol moddasi karbonat angdriddan (SO_2) dan iborat bo'lgan lazer quvvatlidir. 1963 yilda yarim o'tkazgichli lazerlar kashf etildi.

Bundan tashqari faol moddasi suyuqlikdan iborat bo'lgan lazerlar ham mavjud.

Belorus olimi B.I.Stepanov hamkasblari bilan birgalikda faol moddasi bo'yoq rodamin 6J ning eritmasidan iborat bo'lgan lazerni kashf etdi. Lazer nurlanishi quyidagi hossalarga ega.

1. Lazer nurlanishi vaqtiy kogerentlikka ega, ya'ni lazer nurining elektr maydon kuchlanganlik vektorining kattaligi tebranish yo'nalishi vaqtga nisbatan turg'un bo'ladi.

2. Lazer nurlanishi yuqori monoxromatiklikka ega, ya'ni faol modda atom yoki molekulalari bir-biri bilan kelishilgan holda nur chiqaradi, natijada bu nurlanish bitta aniq rangli monoxromatik yorug'lik sifatida hosil bo'ladi. Lazerlarda hosil bo'ladigan majburiy nurlanishning xarakterli xususiyati shundan iboratki, uning chastotasi, fazasi qutblanishi va tarqalish yo'nalishi unga tushuvchi tashqi nurlanishni harakterlaydigan shunday kattaliklar bilan mos tushadi.

MA'RUZA 27

Mavzu: Yorug'likning sochilishi

Reja:

1. Yorug'likning sochilishi haqidagi Reley formulasi va uning fizikaviy mohiyati.
2. Reley formulasi va uning fizikaviy mohiyati.
3. Ufqning rangi.
4. Osmon gumbazining rangi.
5. Yorug'likning kombinasion sochilishi.

Tayanch so'zlar.

Yorug'lik, sochilish, Reley, ufq, gumbaz, kombinasion, chastota, molekula, infraqizil, kvant, qizil yo'ldosh, binafsha yo'ldosh.

Nazorat savollari.

1. Reley nazariyasining mohiyati nimadan iborat?
2. Osmon gumbazi va ufqning rangini tushuntiring.
3. Zichlik fluktuasiyasi nima.
4. Qizil yo'ldoshlar qanday hosil bo'ladi?
5. Binafsha yo'ldoshlar qanday hosil bo'ladi?

Adabiyot.

1. D.V.Sivuxin, Optika, 1980, 6. §.98, 597-607 betlar.

Yorug'likning sochilishi, molekulyar sochilish

Tajriba ko'satadiki, bir jinsli (sindirish ko'satgichi barcha nuqtalarida bir xil bo'lgan) muhitda yorug'lik to'g'ri chiziqli bo'ylab tarqaladi. Bunday muhitlardan tashqari bir jinslimas muhitlar ham mavjud. Optik bir jinslimasliklarni hosil bo'lishiga sabablar juda ko'p. Masalan: gaz holatidagi moddada muallaq ravishda turadigan qattiq zarralar (tutun), atmosferadagi suv tomchilari (tuman), suyuqlikda muallaq ravishda turadigan qattiq zarralar (suspensiya) va h.k. lar bir jinsli bo'lmagan muhitni hosil bo'lishiga olib keladi va bunday muhitlarga xira muhitlar deyiladi.

Muhitda optik bir jinslimaslikning mavjud bo'lishi yorug'likning sochilishiga olib keladi. Xira muhitlarda yorug'likning sochilishini ilk bor 1869 yilda Tindal kuzatdi, ko'p hollarda bu hodisaga Tindal hodisasi ham deyiladi. Bunday muhit zarralarining o'lchami d bilan tushuvchi yorug'lik to'lqin uzunligi λ o'rtasida munosabat quyidagicha bo'ladi:

$$d=(0,1\div 0,2)\lambda, \text{ ya'ni } d<\lambda$$

Bu hodisani tekshirib Tindal va uning safdoshlari quyidagi xulosaga keldilar:

1. Sochilgan yorug'lik ko'k-havorang rangga ega.
2. Sochilish burchagi $\varphi=90^0$ ga teng bo'lganda (1-rasm) sochilgan yorug'lik deyarli to'la chiziqli qutblangan bo'ladi.
1. Sochilgan yorug'lik indikatrissasi, ya'ni φ burchak ostida sochilgan yorug'lik intensivligi (1-rasm) tushuvchi nurga va unga tik bo'lgan yo'nalishlarga nisbatan simmetrikdir.

$$I_{\varphi} = I_{\pi/2}(1 + \cos^2 \varphi) \dots \quad (1)$$

Yorug'likning sochilish nazariyasini 1889 yilda Reley yaratgan. Reley nazariyasiga asosan o'lchami yorug'lik to'lqini uzunligidan kichik bo'lgan zarrachalardan iborat muhitga yorug'lik nuri tushsa, u holda ana shu zarrachalar tomonidan sochilgan yorug'likning intensivligi quyidagicha teng bo'ladi:

$$I = I_0 9\pi^2 \varepsilon_0 N^2 V^2 / \lambda^4 r^2 [(\varepsilon_0 - \varepsilon)/(\varepsilon_0 + \varepsilon)](1 + \cos^2 \varphi) \quad (2)$$

Bu formulaga Reley formulasi deyiladi.

Bu yerda, I_0 – moddaga tushuvchi yorug'likning intensivligi,

N – hajm birligidagi zarrachalar soni,

ε - zarrachaning dielektrik kirituchanligi,

r – yorug'lik sochuvchi markazdan kuzatish nuqtasigacha bo'lgan masofa,

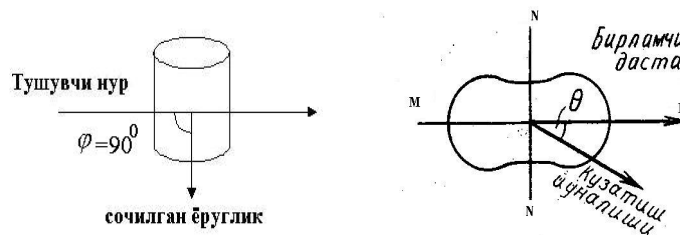
V – zarrachaning hajmi,

φ - yorug'likning sochilish burchagi,

ε_0 - muhitning dielektrik kirituchanligi,

λ - moddaga tushuvchi yorug'lik to'lqin uzunligi.

Yorug'likning sochilish hodisasini quyidagi tajribada ko'rish mumkin. Faraz qilamizki, biror bir idishga toza suv solingan bo'lsin va tushuvchi yorug'likning intensivligi I_0 bo'lsin. Agar tushuvchi yorug'likka nisbatan $\varphi=90^0$ burchak ostida qarasak yorug'likning sochilishini ko'ramiz. Sochilmagan yorug'lik esa idishdan to'g'ri o'tib ketadi.



Agar idishdagi suvga biror tomchi atir yoki sut tomizib, tushuvchi nurga nisbatan 90° burchak ostida qarasak, yorug'likning hamma tomonga sochilganini ko'ramiz. Sochilgan yorug'lik havorang bo'lib ko'rinadi, bunday bo'lishiga sabab Reley formulasi (2) ga asosan, sochilgan yorug'lik intensivligi to'liq uzunligining to'rtinchi darajasiga teskari mutanosib ekanligidir, ya'ni

$$I \sim 1/\lambda^4 \quad (3)$$

Shu qonun asosida Osmon gumbazining ko'k rangga ega bo'lishi Quyoshning chiqishi va botishi oldidan ko'rinadigan ufqning rangi tushuntiriladi.

Yorug'likning atmosferada sochilish tufayli Osmon havo rang bo'lib ko'rinadi. Quyosh gorizontga yaqinlashsa bizga atmosferaning qalin qatlamidan, o'tib sochilgan yorug'lik kuchsizlangan holda yetib keladi. Ya'ni, bu holda sochilgan yorug'likning ma'lum bir qismi yetib keladi. Natijada Quyoshning chiqishi va botishi oldidan Ufqning rangi qizil-to'q sariq bo'ladi. Yuqoridagi tajribadan ko'rinadiki, yorug'likning sochilishiga asosiy sabab Reley ko'rsatganidek muhitning bir jinsliligining buzilishidir. Bunday buzilish bizning holda toza suvga bir tomchi atir yoki sut tomchisini tomizganimizda yuzaga keladi.

Reley ko'rsatdiki, yorug'likning sochilishiga asosiy sabab havodagi chang zarrachalari emas, balki havo molekularining o'zidir. Haqiqatda esa bir jinsli muhit ham yorug'likni sochishi mumkin. Bir jinsli muhitda yorug'likning sochilishini rus olimi L.I. Mandelshtam ko'rsatdi. Bu hodisani zichlik fluktuatsiyasi natijasida yuzaga kelishini nazariy ravishda polyak olimi M.Smoluxovskiy isbotlab berdi. Agar yorug'lik molekulalardan iborat bo'lgan gaz yoki suyuqlikda sochilsa, bunday sochilishga yorug'likning molekulyar sochilishi deyiladi. Yorug'lik sochilishini kuzatish uchun yorug'lik sochuvchi muhit rangsiz-shaffof bo'lishi kerak. Yorug'lik sochilishini statistik nazariyasiga asosan tushuvchi nurning elektr maydon kuchlanganligi E ta'siri ostida muhit molekulari qutblanadi va dipol momentga ega bo'ladi. Hajm birligining dipol momenti

$$P = \frac{\varepsilon - 1}{4\pi} E = \frac{\varepsilon_0 - 1}{4\pi} E + \frac{\Delta\varepsilon - 1}{4\pi} E \dots \quad (4)$$

Bu tenglikda ε muhitning dielektrik kirituvchanlik, $\Delta\varepsilon$ uning fluktuasiyasi. Dielektr kirituvchanlik moddaning zichligiga bog'liq, binobarin zichlik fluktuasiyasi dielektrik kirituvchanlik fluktuasiyasiga olib keladi, ya'ni dielektrik kirituvchanlikni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + \Delta\varepsilon \quad (5)$$

bunda ε_0 dielektrik kirituvchanlikning o'rtacha qiymati, $\Delta\varepsilon$ - o'rtacha qiymatdan chetlashish – fluktuasiya.

Dielektrik kirituvchanlik fluktuasiyasi zichlik fluktuasiyasi ($\Delta\rho$) natijasida yuzaga keladi. Yorug'likning sochilishiga sabab (5) formulaning ikkinchi qismi mavjudligidadir. Agar dipolning o'lchami tushuvchi nur to'lqin uzunligiga nisbatan juda kichik bo'lsa, u holda dipolli sochilish bilan chegaralanish mumkin. Bu holda sochilgan yorug'lik elektr maydon kuchlanganligi

$$E = \frac{\omega^2}{c^2 \cdot r} P \sin \theta \dots \quad (6)$$

bo'ladi, bunda P – dipol momenti, ω - yorug'likning aylanma chastotasi, θ - dipol o'qi bilan r – radius vektor o'rtasidagi burchak, c – yorug'likning bo'shliqdagi tezligi. Moddaning kichik hajm elementi (v) tomonidan sochilgan yorug'lik elektr maydon kuchlanganligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$E = \frac{\omega^2}{c^2 \cdot r} P \sin \theta = \frac{\omega^2}{c^2 \cdot r} \cdot \frac{\Delta\varepsilon}{4\pi} v \sin \theta \quad (7)$$

Sochilgan yorug'lik intensivligi esa quyidagiga teng bo'ladi.

$$I_v = \frac{c \cdot n}{4\pi} \left| \overline{E_0} \right|^2 = I_0 \frac{\pi^2 v^2}{r^2 \lambda^4} \cdot (\Delta\varepsilon)^2 \sin^2 \theta \quad (7)$$

bu yerda

$$I_0 = \frac{c \cdot n}{4\pi} \left| \overline{E_0} \right|^2 \quad (9)$$

Agar yorug'lik sochuvchi V hajm bir necha (N) elementar hajmlardan (v) iborat bo'lsa, u holda

$$I = N \cdot I_v = I_0 \frac{\pi^2 v V}{r^2 \lambda^4} \cdot (\Delta\varepsilon)^2 \sin^2 \theta \quad (10)$$

Ikkinchi tomondan gazlar uchun

$$\varepsilon - 1 = 4\pi N \alpha = 4\pi \frac{N}{V} \alpha \dots \quad (11)$$

α - qutblanuvchanlik koeffitsiyenti va

$$\Delta\varepsilon = 4\pi N \alpha \frac{\Delta N}{V} = (\varepsilon - 1) \frac{\Delta N}{N} \dots \quad (12)$$

$$I_0 = I_0 \frac{4\pi^2 v}{r^2 \lambda^4} (\varepsilon - 1)^2 \frac{\Delta N^2}{N^2} \sin^2 \theta \dots \quad (13)$$

Bu formulada V – hajmdagi molekulalar soni $N=N_1V$: Ideal gaz uchun

$$(\overline{\Delta N})^2 = N \text{ bo'lib } I_0 = I_0 \frac{4\pi^2}{r^2 \lambda^4} (n-1)^2 \frac{v}{N_1} \sin \theta \dots \quad (14)$$

Bu formulaga gazlar uchun Reley formulasi deyiladi.

Juda yuqori haroratlarda, ya'ni moddaning kritik haroratiga yaqinlashganda yorug'likning kuchli sochilishi kuzatiladi. Bu hodisaga kritik opalessensiya deyiladi. Bu hodisani bo'lishiga sabab bu holda moddaning izotermik qisiluvchanlik koeffitsiyenti β_T cheksizlikka intiladi, ya'ni

$$\beta_T = -1/V[(dv/dp)_T] \Rightarrow \infty$$

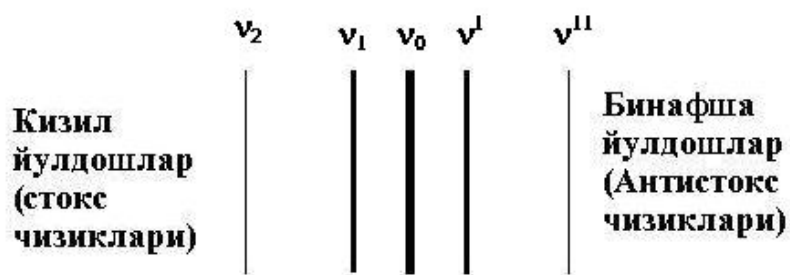
Molekulyar sochilishda sochilgan yorug'lik intensivligi $1/\lambda^4$ dan tashqari β_T ga ham to'g'ri mutanosibdir. Kritik opalessensiya holida sochilgan yorug'lik intensivligi $I \sim 1/\lambda^2$ bo'ladi. Kritik opalessensiyaning bo'lishiga sabab izotermik qisiluvchanlikning cheksizlikka intilishi bilan birgalikda zichlikning tasodifiy o'zgarishi, ya'ni uning fluktuatsiyasi ekanligini M. Smoluxovski ko'rsatdi. Biz qaragan holdagi yorug'likning molekulyar sochilishdagi yorug'likning chastotasi tushuvchi nur chastotasi bilan mos tushadi.

MA'RUZA 28

Mavzu: Yorug'likning kombinasion sochilishi

Biz yuqorida takidladikki, yorug'likning molekulyar sochilishida tushuvchi nurning to'lqin uzunligi sochilgan yorug'likning to'lqin uzunligi bilan mos tushadi. Lekin 1928 yilda rus olimlari L.I. Mandelshtam, G.S. Landsberg va hind olimi Ch.V. Raman ko'rsatdilar, yorug'lik sochilishining shunday turi mavjudki, sochilgan yorug'lik spektrida tushuvchi monoxromatik to'lqinni xarakterlovchi spektral chiziqlardan tashqari har bir monoxromatik spektral chiziqning ikkala tomonida joylashadigan qo'shimcha spektral chiziqlar (yo'ldoshlar) ham hosil bo'ladi.

Faraz qilaylik suyuqlikka tushuvchi nurning chastotasi ν_0 bo'lsin. Qo'shimcha hosil bo'lgan yo'ldoshlar chastotalarini $\nu^1, \nu^{11}, \nu^{111}, \dots$ bilan belgilaymiz. Tushuvchi nur chastotasi bilan har bir yo'ldosh chastotasi o'rtasidagi farq yorug'lik sochuvchi modda uchun xarakterli bo'lib bu farq ana shu modda molekulalarining xususiy infraqizil tebranishlar chastotalariga teng bo'ladi.



$$\Delta\nu_1 = \nu_0 - \nu' = \pm\nu_{li} \quad (15)$$

$$\Delta\nu_2 = \nu_0 - \nu'' = \pm\nu_{2i} \quad (16)$$

$$\Delta\nu_3 = \nu_0 - \nu''' = \pm\nu_{3i} \quad (17)$$

Tajriba ko'rsatdiki, (15), (16), (17) shartlar hamma vaqt ham bajarilmaydi. Kombinasion sochilishda kuzatiladigan yo'ldoshlar infraqizil yutilish sohasida hamma vaqt ham hosil bo'lmaydi. Bunga sabab bu kombinasion sochilish spektrini hosil bo'lishi uchun modda molekulasining qutblanuvchanligi α o'zgarishi kerak. Infraqizil yutilish spektrlar hosil bo'lishi uchun modda molekulasining dipol momenti o'zgarishi kerak. Shuning uchun ham infraqizil yutilish spektrida hosil bo'ladigan ba'zi chiziqlar kombinasion sochilish spektrida kuzatilmaydi va aksincha.

Yorug'likning kombinasion sochilish hodisasini soddalashtirilgan kvant nazariyasi asosida quyidagicha tushuntirish mumkin. Odatdagi sharoitda modda molekulalari aksariyati uyg'onmagan holatda bo'ladi. Ana shunday holatdagi molekulalarga

$$\epsilon = h\nu \quad (18)$$

formula bilan aniqlanadigan energiyaga ega bo'lgan kvant tushganda, bu kvant o'z energiyasining bir qismini molekulaga beradi va natijada chastotasi kichik va to'lqin uzunligi katta bo'lgan kvantga aylanadi, ya'ni bu holda «qizil yo'ldoshlar» hosil bo'ladi. Ikkinchi holda kvant uyg'ongan molekula bilan uchrashadi, bu holda molekula o'z energiyasining bir qismini kvantga beradi. Natijada chastota va energiyasi katta bo'lgan va to'lqin uzunligi kichik bo'lgan kvant, ya'ni «binafsha yo'ldoshlar» hosil bo'ladi. Odatdagi sharoitda binafsha yo'ldoshlar intensivligi qizil yo'ldoshlar intensivligidan kichik bo'ladi. Bunga sabab shundan iboratki moddaning uyg'onmagan atom va molekulalar soni uyg'ongan atom va molekulalar sonidan ko'p bo'ladi.

Haroratning oshishi bilan binafsha yo'ldoshlar intnsivlig tez oshadi, chunki bu holda moddaning uyg'ongan atom va molekulalar soni haroratning oshishi bilan tez oshadi. Qizil yo'ldoshlar intensivligi haroratning oshishi bilan sezilarli o'zgarmaydi yoki biroz kamayadi.

Yorug'likning kombinasion sochilishi mumtoz nazariyasini rus olimlari G.S. Landsberg va L.I. Mandelshtam yaratdilar. Bu nazariyaning mohiyati quyidagidan

iborat. Yorug'likning elektr maydon kuchlanganligi (E) ta'siri ostida molekula ichidagi elektronlar tebranib molekula kattaligi $P=\alpha E$ ga teng bo'lgan dipol momentiga ega bo'ladi. Mumtoz nazariyaga asosan molekulaning qutblanuvchanlik tenzori α uni atom yadrolarining oniy vaziyati bilan aniqlanadi. Yadrolarning o'zi tinch turmasdan balki tartibsiz harakatda bo'ladi. Shu sababli qutblanuvchanlik doimiy qolmasdan, balki vaqt bo'yicha o'zgaradi. Buni chastotalari atom yadrolarining tebranishi bilan aniqlanadigan garmonik tebranishlarning ustma-ust tushishi ko'rinishida tasavvur etish mumkin. Bu chastotalar molekulaning xususiy infraqizil tebranishlari chastotalari bilan mos tushadi. Natijada induksiyalangan dipol momentlarining (P) modulyasiyasi yuzaga keladi. Agar tashqi elektr maydoni E vaqt bo'yicha ω chastota bilan garmonik qonun bilan o'zgarsa u holda P dipol momentining tebranishlarida $\omega \pm \Omega_{umq}$ kombinasion chastotalar hosil bo'ladi. Xuddi shunday chastotalar bu dipol momentlarning nurlanishlarida, ya'ni sochilgan yorug'liklarda ham hosil bo'ladi.

Bu bayon etilgan mulohazani matematik usulda quyidagi ko'rinishda ifodalash mumkin. Agar molekuladagi yadrolar soni N ga teng bo'lsa, u holda bu yadrolarning erkinlik darajasi $3N$ ga teng bo'ladi. Bundan uchasi ilgarilanma va yana uchasi aylanma harakatga tegishli bo'ladi. Qolgan $N^*=3N-6$ erkinlik darajalari molekula yadrolarining ichki harakatiga ya'ni tebranma harakatiga mos keladi. Yadrolarning ichki harakatini tavsifi uchun N^1 koordinatalar ya'ni $q_1, q_2, q_3, q_4, \dots, q_N^*$ kerak bo'ladi. Yadro muvozanat holatida bo'lganda barcha koordinatalar nolga teng. Muvozanat holatidan ozroq chetlashganda issiqlik harakati paytida har bir q_m koordinata Ω_m infraqizil chastota va tartibsiz ravishda o'zgaruvchi δ_m fazaga ega bo'lgan erkin garmonik tebranishda bo'ladi. Bunday tebranish uchun

$$q_m = a_m \cos(\Omega_m t + \delta_m) \quad (19)$$

o'rinli bo'lib, berilgan vaqt momentida molekulani qutblanuvchanligi atomlar yadrolari orasidagi masofaga bog'liq deb qabul qilamiz. Tebranishni kichikligi tufayli qutblanuvchanlik tenzori α ni qatorga yoyib q_m ni birinchi darajali hadlari bilan kifoyalanish mumkin, soddalik uchun α ni skalyar deb qabul qilamiz:

$$\alpha = \alpha_0 + \sum \left(\frac{\partial \alpha}{\partial q_m} \right) q_m \dots \quad (20)$$

Agar (8.49) ni e'tiborga olsak

$$\alpha = \alpha_0 + \sum \left(\frac{\partial \alpha}{\partial q_m} \right) q_m \cdot \cos(\Omega_m t + \delta_m) = \alpha_0 + \frac{1}{2} \sum \left(\frac{\partial \alpha}{\partial q_m} \right) q_m \cdot e^{i(\Omega_m t + \delta_m)} + \frac{1}{2} \sum \left(\frac{\partial \alpha}{\partial q_m} \right) q_m \cdot e^{-i(\Omega_m t + \delta_m)} \quad (21)$$

bo'ladi.

Tushuvchi to'lqinni quyidagi kompleks ko'rinishida yozamiz.

$$E = E_0 \cdot e^{i\omega t} \dots \quad (22)$$

Natijada molekulaning dipol momenti quyidagiga teng bo'ladi.

$$P = \alpha_0 E_0 e^{i\omega t} + \frac{E_0}{2} \sum \left(\frac{\partial \alpha}{\partial q_m} \right) q_m \cdot e^{i[(\omega + \Omega_m)t + \delta]} + \frac{E_0}{2} \sum \left(\frac{\partial \alpha}{\partial q_m} \right) q_m \cdot e^{i[(\omega - \Omega_m)t - \delta_m]} \dots \quad (23)$$

Bu tenglikdan ko'rinadiki, sochilgan yorug'lik tarkibida faqat tushuvchi nur chastotasi ω ga ega bo'lgan yorug'lik emas, balki $\omega \pm \Omega_u$ kombinasiyaga ega bo'lgan chastotali yorug'lik nurlari ham hosil bo'ladi. Alohida molekulalar tomonidan sochiladigan to'lqinlar o'zaro kogerent emas, chunki yadrolarning tebranishlarni issiqlik uyg'onishida va bir molekuladan ikkinisiga va bir tebranishdan ikkinchisiga o'tishidan fazalar δ o'zgarishi davriy bo'lmaydi. Qizil va binafsha yo'ldoshlarning intensivliklari o'rtasida kvant nazariyasiga asosan quyidagicha bog'lanish mavjud.

$$I_{\text{кизил}} = I_{\text{бинафша}} \exp\left(\frac{\eta \hbar |\Omega_{nm}|}{kT}\right) \quad (24)$$

$$\Omega_{nm} = \frac{E_n - E_m}{\eta} \quad (25)$$

bunda E_n va E_m molekula foton bilan to'qnashganda uni n chi sathdan m sathga o'tishdagi energiyalarini ifodalaydi $E_n > E_m$ bo'lsa binafsha yo'ldosh hosil bo'ladi. $E_n < E_m$, bo'lsa qizil yo'ldosh hosil bo'ladi, $\frac{I_{\text{кизил}}}{I_{\text{бинафша}}} = \frac{N_n}{N_m}$ bu yerda sathdagi N_n , E_n molekulalar soni, N_m – esa E_m sathdagi molekulalar sonidir.

MA'RUZA 29

Mavzu: Issiqlik nurlanishi.

Reja:

1. Issiqlik nurlanishining mohiyati.
2. Jismning nur chiqarish va yutish qobiliyati.
3. Kirxgof qonuni.
4. Stefan-Bolsman qonuni.
5. Vinning siljish qonuni.
6. Kvantlar haqidagi gipoteza.

Tayanch so'zlar.

Issiqlik nurlanish, nur chiqarish, nur yutish, Kirxgof, Stefan-Bolsman, Vin, mutloq qora jism, harorat, siljish.

Nazorat savollari.

1. Issiqlik nurlanishining mohiyatini tushuntiring.
2. Mutloq qora jismning nur yutish va nur chiqarishi uchun qanday formula o'rinlidir?
3. Kirxgof qonuni nimadan iborat?
4. Stefan-Bolsman qonunini ta'riflang.
5. Vinning siljish qonuni grafigini tushuntiring.

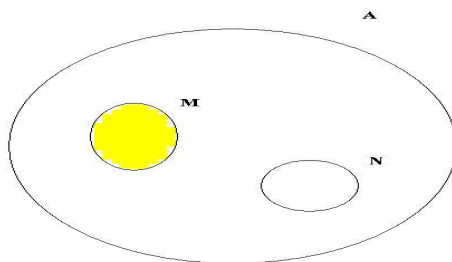
Adabiyot.

1. Sh.Fayzullayev, O'.B.Jo'rayev. Optika asoslari, 1983, 3. §. 8.1-8.3, 334-360 betlar.

Elektromagnit nurlanish moddaning atom va molekulalari tarkibiga kiruvchi zaryadlarning tebranishi natijasida yuzaga keladi. Misol, modda molekulalari va atomlarining tebranma va aylanma harakati natijasida infraqizil nurlanish hosil bo'ladi. Bundan tashqari atomda elektronlarning yuqori energetik sathdan pastki energetik sathga o'tishlari natijasida ko'zga ko'rinadigan va infraqizil nurlanish ham hosil bo'lishi mumkin. Binobarin, har qanday jism o'zining ichki energiyasi hisobiga elektromagnit to'lqin nurlantiradi. Bunday nurlanishga issiqlik yoki haroratli nurlanish deyiladi. Haroratning oshishi bilan nurlanish zichligi oshadi. Issiqlik nurlanishi mutlaq noldan yuqori bo'lgan ixtiyoriy haroratda hosil bo'ladi. Haroartli nurlanish spektri tutash yoki yaxlit bo'ladi. Bunday spektrda energiyaning taqsimoti haroratga bog'liqdir. Past haroratlarda bunday nurlanish asosan infraqizil nurlanishdan, yuqori haroratlarda esa ko'zga ko'rinadigan va ultrabinafsha nurlanishdan iborat bo'ladi.

Tabiatdagi har qanday jism nur chiqarishi bilan birgalikda boshqa jismlar tomonidan chiqarilayotgan energiyani bir qismini yutadi va bunday jarayoniga nur yutish deyiladi. Jism nur yutgan paytda uning harorati oshadi, ya'ni u isiydi.

Haroratli nurlanish muvozanatli nurlanishdir, buni quyidagicha o'tkaziladigan tajriba asosida kuzatish mumkin. A bo'shliq ichida M mutlaq qora jism va N mutlaq qora bo'lmagan jismlar joylashgan bo'lsin. Ma'lum vaqtdan keyin dinamik muvozanat yuzaga keladi, ya'ni har bir jism qancha nur yutsa o'shancha nur chiqaradi. Bunday hodisani kuzatish uchun A bo'shliq yorug'likni yaxshi qaytaradigan va unga tashqaridan elektromagnit to'lqin kirmaydigan bo'lishi kerak. Bunday holatga mos keladigan haroratga issiqlik muvozanati harorati deyiladi. Jismni nur chiqarish va nur yutish jarayonlarini miqdoriy jihatdan xarakterlash uchun quyidagi kattaliklar qabul qilingan.



1). Jismning nur chiqarish qobiliyati. Bu kattalik E_{vT} jism sirtining yuza birligidan birlik chastota oralig'ida 1 sekundda chiqariladigan energiya miqdorini ifodalaydi va uning o'lchov birligi (J/m^2s) ga tengdir.

2). Jismning nur yutish qobiliyati. Bu kattalikni A_{vT} jismning yutgan energiyasini shu jismga tushgan barcha energiya miqdoriga bo'lgan nisbati bilan aniqlanadi.

$$A(\nu, T) = \frac{dW_{\nu, \nu + d\nu}^{yutil}}{dW_{\nu}^{yutu}} \quad (1)$$

Barcha olib borilgan tajribalar ko'rsatadiki jism tomonidan chiqarilgan yoki yutilgan energiya miqdori (yorug'lik oqimi) turli xil to'lqin uzunliklari uchun turlicha bo'lar ekan. $E_{\nu T}$ va $A_{\nu T}$ jismning spektral nur chiqarish va nur yutish qobiliyatlarini bildiradi.

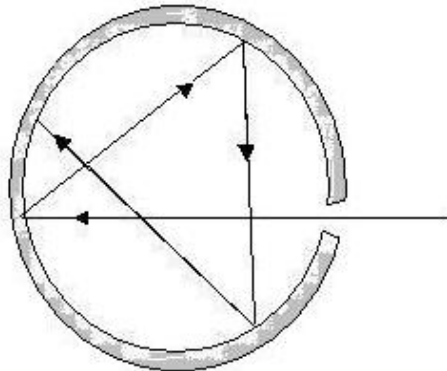
$$E_{\nu T} = d\Phi / d\nu \quad (2)$$

$$A_{\nu T} = d\Phi^1 / d\Phi \quad (3)$$

Bu formulalarda $d\Phi$ tushuvchi va $d\Phi^1$ yutilgan yorug'lik oqimini ifodalaydi. Misol, ko'zga ko'rinadigan yorug'lik nuri uchun alyuminiyning nur yutish qobiliyati 0,1 ga misniki 0,5 va suvniki 0,67 ga tengdir.

Har qanday haroratda o'ziga tushadigan yorug'lik energiyasini to'la yutadigan jismga mutlaq qora jism deyiladi va uning nur yutish qobiliyati barcha to'lqin uzunliklari uchun bir xil bo'lib $A_{\nu T} = 1$. O'z xossalariga asosan qora qurum absolyut qora jismga yaqin ($A_{\nu T} = 0.95$). Amalda mutlaq qora jism modelini quyidagi ko'rinishda yasash mumkin. Ichki sirti qoraytirilgan va kichkina teshikka ega bo'lgan kovak olinadi. Bunday teshikka tushgan nur kovakning ichki sirtidan ko'p marta qaytishi natijasida tashqariga chiqmaydi.

Mutlaq qora jism tushuvchi nurni yutish bilan birga ma'lum sharoitda o'zi ham nur chiqaradi. Past haroratlarda kovakning teshigi qora bo'lib, yuqori haroratlarda yorug' nur chiqarayotgan bo'lib ko'rinadi. Ko'z qorachig'i va po'lat eritiladigan pechkadagi teshik mutlaq qora jismga misol bo'la oladi.



1-§. Kirxgof qonuni

Mutlaq qora jismni nur chiqarish qobiliyatini $\epsilon_{\nu T}$ va nur yutish qobiliyatini $a_{\nu T}$ bilan belgilaymiz. Faraz qilamizki birinchi jismni nur chiqarish qobiliyati $E_{\nu T}^I$ va nur yutish qobiliyati $A_{\nu T}^I$ bo'lib ikkinchi jism uchun bu kattaliklar $E_{\nu T}^2$ va $A_{\nu T}^2$ bo'lsin va

$$E_{\nu T}^I = n E_{\nu T}^2 \quad (4)$$

bo'lsin, ya'ni birinchi jism ikkinchi jismga qaraganda n marta ko'p nur chiqarsin. Bunga mos raishda nur yutish qobiliyatlari uchun quyidagi tenglikni ham yozish mumkin

$$A_{v,T}^{(1)} = n A_{v,T}^{(2)} \quad (5)$$

Bu ikkala tegliklarga asosan quyidagi tenglikni yozish mumkin

$$\frac{E_{v,T}^{(1)}}{A_{v,T}^{(1)}} = \frac{E_{v,T}^{(2)}}{A_{v,T}^{(2)}} \quad (6)$$

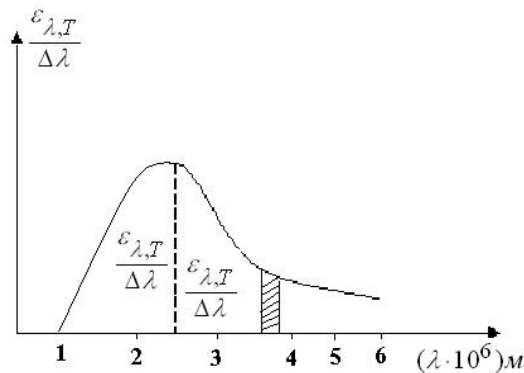
Faraz qilamizki, ajratilgan tizim, nur chiqarish qobiliyatlari $Y_{e,T}^{(2)}$, $Y_{e,T}^{(3)}$... va nur yutish qobiliyatlari $A_{v,T}^{(1)}$, $A_{v,T}^{(2)}$, $A_{v,T}^{(3)}$ bo'lgan jismlardan iborat bo'lib ulardan biri mutlaq qora jism bo'lsin. Natijada yuqorida keltirilgan muloxazalarga asosan quyidagi natijani yozish mumkin.

$$\frac{E_{v,T}^{(1)}}{A_{v,T}^{(1)}} = \frac{E_{v,T}^{(2)}}{A_{v,T}^{(2)}} = \frac{E_{v,T}^{(3)}}{A_{v,T}^{(3)}} = \frac{\varepsilon_{v,T}}{a_{v,T}} = \varepsilon_{v,T} \quad (7)$$

chunki $\alpha_{v,T} = 1$. Keltirilgan (7) ifoda Krixgof qonunini ifodalaydi. Bu qonunni quyidagicha ta'riflash mumkin. Berilgan haroratda barcha jismlar uchun nur chiqarish qobiliyatini nur yutish qobiliyatiga bo'lgan nisbati o'zgarmas kattalik bo'lib, bu nisbat huddi shu haroratda olingan mutlaq qora jismning nur chiqarish qobiliyatiga teng bo'ladi.

2-§. Stefan-Bolsman qonuni

Krixgof qonunidan ma'lumki jismni nur chiqarish qobiliyatining nur yutish qobiliyatiga bo'lgan nisbati mutloq qora jismning nur chiqarish qobiliyatiga teng. Binobarin Stefan-Bolsmanlar Krixgof qonunini e'tiborga olib mutloq qora jismning nur chiqarish qobiliyatini haroratga bog'liqligini aniqladi. Quyidagi rasmda $T=1259$ K temperaturada mutlaq qora jismning nurlanish spektridagi energiyani taqsimlanish egrisi keltirilgan.



Bu taqsimot egri chizig'i va absissa o'qi bilan chegaralangan yuza 1259 K haroratda qora jismning nur chiqarish qobiliyati ε_t ni bildiradi. Energiyaning taqsimlanish egrisiga asosan berilgan $T=1259$ K haroratda mutlaq qora jism nurlanishining maksimumi $\lambda = 2,4 \cdot 10^{-6}$ m ya'ni infraqizil nurlanish to'lqin uzunligiga to'qri keladi. Mutlaq qora jismning to'liq nur chiqarish qobiliyatining haroratga bog'liqligi quyidagicha ko'rinishga ega bo'lgan Stefan-Bolsman qonuni bilan ifodalanadi.

$$\varepsilon_T = \int_0^{\infty} \varepsilon_{\nu,T} \cdot d\nu = \delta \cdot T^4 \quad (8)$$

Ya'ni mutlaq qora jismning nur chiqarish qobiliyati uning mutlaq haroratining to'rtinchi darajasiga mutanosibdir. (8) tenglikdagi δ Stefan-Bolsman doimiysi bo'lib uning qiymati quyidagiga teng: $\delta = 5,67 \cdot 10^{-8}$ v\((m^2 \text{ grad})\). Stefan-Bolsman qonunini mutlaq qora bo'lmagan jismlar uchun quyidagi ko'rinishda saqlash mumkin.

$$Ye = VT^n \quad (9)$$

Bu formuladagi n tajribada aniqlanadi. Misol: platina uchun $T=1000$ K yaqinida $Ye = 5,56 \cdot 10^{-15} T^{4,77}$ va volfram uchun $Ye = 5,9 \cdot 10^{-17} T^{5,85}$. Temperaturaning oshishi bilan ularga o'xshash moddalar uchun V va n ning qiymatlari o'zgarib turadi.

MA'RUZA 30

3-§. Vinning siljish qonuni

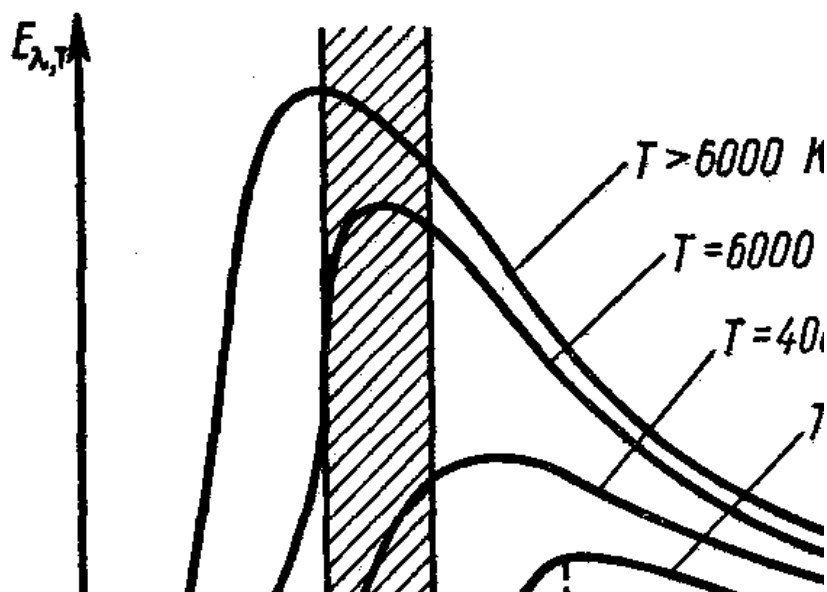
Mutlaq qora jismning nurlanishini harakterlovchi qonunni nazariy ravishda asoslab ε ni chastota va temperaturaga bog'liqligi $\varepsilon = f(\nu, T)$ ko'rinishga ega ekanligini Vin ko'rsatdi. Vinga asosan mutlaq qora jismning nur chiqarish qobiliyati quyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$\varepsilon_{\nu,T} = c \nu^3 f\left(\frac{\nu}{T}\right)$$

yoki

$$\varepsilon_{\lambda,T} = (c^5 / \lambda^5) f(c / \lambda T) \quad (10)$$

ε_λ ni to'lqin uzunligiga bog'liqlik grafigi quyidagi rasmda keltirilgan. Mutloq qora jismning nur chiqarish qobiliyati harorat oshishi bilan ortib boradi.

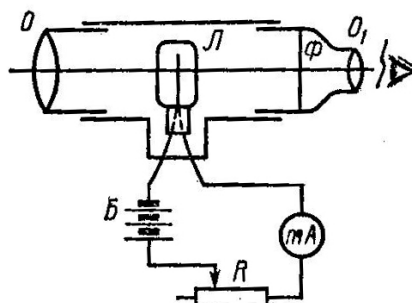


Nurlanish energiyasining maksimumiga to'g'ri keladigan to'liq uzunligi esa kamayib boradi. Mutlaq qora jismning nur chiqarish qobiliyatini ifodalovchi (10) formulaga asosan ko'rsatish mumkinki energiya maksimumining vaziyati quyidagi shartga asosan aniqlanadi.

$$T \cdot \lambda_{max} = b \quad (11)$$

Bu ifodaga Vinning siljish qonuni deyiladi. Bunda $b=0,2897 \cdot 10^{-2}$ m.grad. Vin qonunini quyidagi ko'rinishda ta'riflash mumkin. Mutlaq qora jismning nurlanish energiyasining maksimumiga to'g'ri keladigan to'liq uzunligi uning mutlaq haroratiga teskari mutanosibdir.

Issiqlik nurlanishi qonunlariga asoslanib nur chiqaruvchi jismning haroratini aniqlash mumkin. Bunda aniq bitta to'liq uzunligi uchun ma'lum spektral intervaldagi cho'g'langan jismning nurlanishi mutloq qora jismning nurlanishi bilan solishtiriladi. Bunday solishtirish ipi yo'qoladigan va quyidagicha tuzilishga ega bo'lgan pirometr yordamida amalga oshiriladi.



Obyektivning fokusida L elektr lampkasi joylashtiriladi. Tekshiriladigan manba sirti obyektiv yordamida pirometrdagi lampochka ipi tekisligiga

proyeksiyalantiriladi. Okulyar bir vaqtning o'zida pirometr lampochkasi ipining o'rta qismi va tekshiriladigan manba sirtining tasvirini kuzatishga imkon beradi.

Lampkani qizdirish uchun kerak bo'ladigan elektr toki A. ampermetr yordamida hisoblanadi. Haroratni o'lchashda pirometr lampkasidagi ipning rangi cho'g'langan manba rangiga tenglashguncha tokning qiymati boshqariladi. Bunda haroratni aniqlash uchun A-ampermetr dastlabki darajalashga ega bo'lishi kerak. Bunda agar jism mutlaq qora bo'lsa harorat haqiqiy bo'ladi, chunki darajalash ana shunday jism yordamida amalga oshiriladi. Agar jism mutlaq qora bo'lmasa u holda aniqlangan harorat ravshanlik harorati bo'ladi.

3-§. Maks Plankning kvantlar haqidagi gipotezasi

Yuqorida qaralgan issiqlik nurlanishning barcha qonunlari termodinamikaga asoslangan. Bundan farqli hamda Reley birinchi marta issiqlik nurlanish xodisalarini tushintirishda statistik fizika usullarini qo'lladi. Releyga asosan $\nu, \nu + d\nu$ chastota oralig'ida joylashadigan hususiy chastotalar soni, muvozanatli elektromagnit nurlanish joylashgan bo'shliqning xajmining kvadratiga, chastotaning kvadratiga va oraliq kengligiga to'g'ri mutanosibdir, ya'ni $dN \sim \nu^2 d\nu$. Muvozanatli tizimda energiyani erkinlik darajalari bo'yicha tekis taqsimlanish qonunidan foydalanib va har bir tebranma erkinlik darajasiga to'g'ri keladigan energiya miqdori KT ga tengligidan foydalanib, Reley jismning nur chiqarish qobiliyati uchun quyidagi ifodani aniqladi.

$$\varepsilon(\nu, T) \sim \nu^2 KT \quad (11. a)$$

bunda K - Bolsman doimiysi. Jins Reley g'oyasidan foydalanib (11.a) ifodaning aniq ko'rinishini topamiz.

$$E(\nu, T) = \frac{2\pi\nu^2}{C^2} KT \quad (11. b)$$

Bu ifoda chastotaning past sohasidagina to'g'ri natijalarni beradi. Barcha chastota aniqliklarida nur chiqarish qobiliyatini temperaturaga bog'liqligini aniqlash uchun Plankning kvantlar haqidagi gipotezasi va formulasi o'rinli bo'ladi.

Yuqorida bayon etilgan Stefan-Bolsman va Vin qonunlari mutlaq qora jism nurlanishini hususiy qonunlaridir, chunki ular turli haroratlarda nurlanish energiyasini to'lqin uzunliklar bo'yicha taqsimlanishini ifodalamaydi. Bunday masalani hal etish uchun M. Plank fizikada nurlanish istalgan chastota va energiyaga ega bo'lgan uzluksiz elektromagnit to'lqindan iborat degan tushunchani rad etdi. M. Plank gipotezasiga asosan biror aniq nur chiqaruvchi tizim uchun energiyasi quyidagi tenglik bilan aniqlanadigan elektromagnit to'lqini alohida porsiyalarda chiqarish va tarqalishi mumkin.

$$E = h\nu \quad (12.a)$$

Bunda $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ j.s Plank doimiysi, ν -chastota. Nurlanishni bu bo'laklariga yorug'lik kvantlari deyiladi.

Ma'lumki mumtoz fizikada ixtiyoriy tizim energiyasi (garmonik ossillyator ham) uzluksiz ravishda o'zgarishi mumkin). Plank tomonidan olg'a surilgan gipotezaga asosan ossillyatorning energiyasi faqat diskret qiymatlarni qabul qilishi mumkin.

$$E_n = nE_0 \quad (12.b),$$

bunda $n=1,2,3,\dots$ E_0 -kvantning eng kichik bo'lagining energiyasi. Energiyaning nurlanishi yoki yutishi ossillyatorning bir diskret holatdan ikkinchi holatga o'tishi natijasida hosil bo'ladi.

Bolsman taqsimotiga asosan ko'rsatish mumkinki energetik sathlarni diskret joylashishida ossillyatorning o'rtacha energiyasi

$$\overline{E} = \frac{E_0}{(e^{E_0/kT} - 1)} \quad (12.v)$$

bo'ladi. Bu holda mutloq qora jismni nur chiqarish qobiliyati uchun quyidagi ifoda hosil bo'ladi.

$$\varepsilon(\nu T) = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \overline{E} = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \cdot \frac{E_0}{e^{E_0/kT} - 1} \quad (12.g)$$

Agar (10.11a) ni hisobga olsak u holda (10.11g) ga asosan quyidagi tenglikni hosil qilamiz.

$$\varepsilon(\nu, T) = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \cdot \frac{h\nu}{e^{h\nu/kT} - 1} \quad (13)$$

Bu formulaga Plank formulasi deyiladi. Plank formulasidan quyidagi hulosalar kelib chiqadi.

a) Garmonik ossillyator energiyasining elementar bo'lagi tebranish chastotasiga to'g'ri mutanosibdir. Elektronning atomdagi tebranishini garmonik ossillyator deb qarash mumkin.

b) Bir xolatdan ikkinchi xolatga utish ossillyator tomonidan nurlantirilgan yoki yutilgan kvantning energiyasi nurlantirilgan yoki yutilgan yorug'lik chastotasiga to'g'ri mutanosibdir.

MA'RUZA 31.

FOTOEFFEKT HODISASI

1. Fotoeffekt hodisasi. Gers tajribasi

Yorug'lik ta'sirida metallardan elektronlarning ajralib chiqish hodisasi **tashqi fotoeffekt** deyiladi. Bu hodisani 1887-yilda G.Gers kashf qilgan. Gers tajribasiga ko'ra metallarga utrabinafsha nurar ta'sir etganda metall parchasi ulangan elektrometrda musbat zaryad hosil bo'lganligini ko'rsatadi. A.Stoletov Gers

tajribasini davom ettirib, tajribani ikkita plastinka yordamida amalgam oshirgan. Bunda katod plastinkasi manbaning manfiy qutubga, anod esa musbat qutubga ulangan. Katod plastinkasi ultrabinafsha nurlar bilan yoritilganda zanjirda elektr tok hosil bo'lganligini kuzatadi.

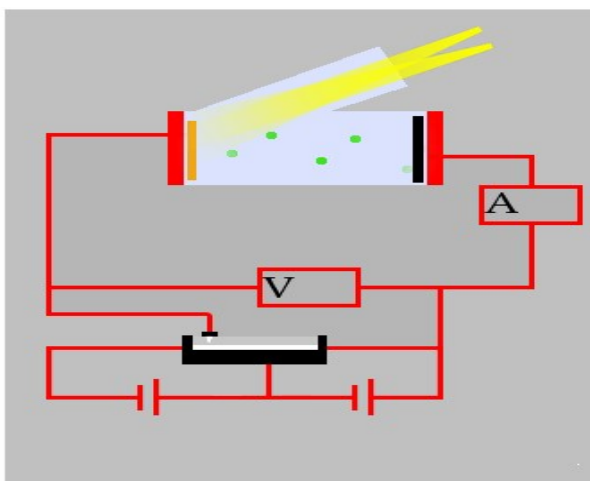
Agar tashqi fotoeffekt asosan o'tkazgichlarda ro'y berishi va ulardagi elektronlarning atom va molekulalarga bog'lanish energiyasi juda kichikligini e'tiborga olsak, atomlar va molekulalardan ajralib chiqqan elektronlar fotoeffektda vujudga keltiradi.

Agar atom yoki molekulaning elektronlari moddaning ichida erkin elektronlar sifatida qolsa, bunday hodisaga **ichki fotoeffekt** deyiladi. Ichki fotoeffekt asosan yarim o'tkazgichlarda kuzatilib, 1908 – yilda rus fizigi A.Ioffe tomonidan o'rganilgan.

Stoletov o'tkazgan tajribasini vakuumda davom ettiradi.

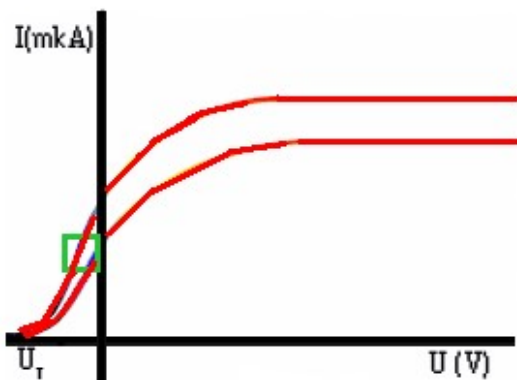
Shisha nay ichidan havosi so'rib olinib uning ichiga katod va anod plastinkalarini joylashtiradi. Katod plastinkasiga yorug'lik nurini tushirish uchun shisha nayga kvarsdan yasalgan derazacha qo'yiladi.

Katod va anodlar potensimetrik yo'l bilan tok manbaiga ulanadi (1-rasm). Bu vaqtda derezachadan har xil to'lqin uzunlikdagi nurlar tushirib katod va anod orasidagi potentsialni o'zgartirgan holda anod toki qiymatini o'lchab boradi va qurilmaning



1-rasm. Fotoeffekt uchun Stoletov tajribasi

voltamper xarakteristikasini chizadi (2-rasm).



2-rasm. Fotoelementning voltamper xarakteristikasi

O'tkazilgan tajribalar asosida Stoletov quyidagi qonunlarni beradi.

2. Tashqi fotoeffekt uchun A.G.Stoletov qonunlari.

1. Muayyan fotokatodga tushayotgan yorug'likning spektral tarkibi o'zgarmas bo'lsa, anodda vujudga keladigan to'yinish toki qiymati yorug'lik oqimiga to'g'ri proporsional bo'ladi (3-rasm).

3-rasm. Fotoeffektning 1-qonuni

4-rasm. Fotoeffektning 2-qonuni

2. Muayyan fotokatoddan ajralib chiqayotgan fotoelektronlar boshlanqich tezliklarining maksimal qiymati, yorug'lik intensivligiga bog'liq bo'lmasdan fotokatodga tushayotgan yorug'lik chastotasiga bog'liq bo'ladi. Yorug'likning to'lqin uzunligi o'zgarsa, fotoelektronlarning maksimal tezliklari ham o'zgaradi (4-rasm)

3. Har bir fotokatod uchun biror "qizil chegara" mavjud bo'lib, undan kattaroq to'lqin uzunlikli yorug'lik ta'sirida fotoeffekt vujudga kelmaydi. λ_q ning

qiymati yorug'lik intensivligiga mutlaqo bog'liq emas, u faqat fotokatod materialining ximiyaviy tabiatiga va sirtining holatiga bog'liq (5-rasm).

4. Yorug'likning fotokatodga tushishi va fotoelektronlarning hosil bo'lishi orasida sezilarli vaqt o'tmaydi (6-rasm).

5-rasm. Fotoeffektning 3-qonuni

6-rasm. Fotoeffektning 4-qonuni

To'yinuvchi tok. Fotoelementning voltamper xarakteristikasini olish jarayonida anod bilan katod orasidagi potensial oshishiga qaramasdan anod tokining kattaligi o'zgarmas qolgan tok miqdoriga **to'yinuvchi tok qiymati** deyiladi.

To'xtatuvchi potensial. Fotoeffektning to'la to'xtatishini ta'minlovchi manfiy anod bilan katod orasidagi potensialga aytiladi. Anod bilan katod orasidagi manfiy potensial fotoeffekt natijasida vujudga kelgan foto elektronlarning kinitik energiyasi elektr maydon energiyasiga teng bo'lgan vaqtda sodir bo'adi, ya'ni

$$\frac{m g^2}{2} = e U_t \quad (1)$$

bu yerda, m va e mos holda elektronning massasi va uning zaryadi, U_t esa to'xtatuvchi potensial. Bu tenglamadan fotoelektronlarning maksimal tezligini topish mumkin.

$$g = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U_t}{m}} \quad (2)$$

3. Fotoeffektning qizil chegarasi

Elektronning metallardan chiqish ishi moddaning tabiatiga bog'liq. U turli metallar uchun turli qiymatlar qabul qiladi. Fotoning energiyasi faqat elektronni moddadan ajratib chiqara olishga, ya'ni chiqish ishini bajarishga yetarli bo'lgan holni qaraylik:

$$h \nu_q = A \quad (4)$$

agar $\nu = \frac{c}{\lambda}$ ekanligini e'tiborga olsak,

$$\frac{hc}{\lambda_q} = A \quad (5)$$

bo'ladi.

Odatda, bu shart fotonning energiyasi kichik bo'lganda ro'y bergani uchun unga **fotoeffektning qizil chegarasi** deyiladi. Bunga sabab, ko'zga ko'rinadigan nurlar orasida to'lqin uzunligi eng katta – chastotasi eng kichik va demak, eng kam energiyali foton qizil nurga taaluqli ekanligidir. Aynan shu qizil chegaradan boshlab fotoeffekt hodisasi ro'y bera boshlaydi. (4) va (6) ifodalardan

$$\nu_q = \frac{A}{h} \quad \text{yoki} \quad \lambda_q = \frac{hc}{A} \quad (6)$$

Tushayotgan yorug'lik to'lqinning fotoeffekt hodisasi boshlanishini ta'minlay oladigan chegaraviy chastotasi ν_q yoki to'lqin uzunligi λ_q **fotoeffektning qizil chegarasi** deyiladi.

Fotonning energiyasi chiqish ishiga teng bo'lganidan boshlab fotoeffekt hodisasi ro'y bera boshlaydi. Energiyasi chiqish ishidan kichik bo'lgan foton, yorug'lik intensivligi qanday bo'lishidan qat'i nazar, elektronni metallardan urib chiqara olmaydi va shuning uchun fotoeffekt ro'y bermaydi. Turli metallar uchun chiqish ishining qiymati turlicha bo'lganligidan, ular uchun fotoeffektning qizil chegarasi ham turlichadir.

Mustahkamlash uchun savollar.

1. Fotoeffekt deb nimaga aytiladi?
2. Tashqi fotoeffekt deb qanday hodisaga aytiladi?
3. Ichki fotoeffekt deb nimaga aytiladi?
4. Stoletov tajribasini tushuntiring.
5. Stoletov qonunlarini ta'riflang.

MA'RUZA 32 FOTOEFFEKTNING KVANT NAZARIYASI

Fotoeffektning kvant nazariyasi

Fotoeffektning birinchi qonunini to'liq nazariyasi yordamida tushuntirish mumkin bo'lgan holda, uning ikkinchi va uchunchi qonunlarini bu nazariya asosida tushuntirish mumkin emas. Bu qonunlarni tushuntirish uchun M.Plankning kvant nazariyasiga asoslanamiz.

Plank gipotezasini rivojlantirib, Eynshteyn quyidagi xulosaga keladi: nafaqat nurlanuvchi yorug'liklar, balki, tarqalayotgan hamda yutilayotgan nurlar ham kvant xossasiga ega bo'lib, ular bu jarayonni ma'lum bir ulushlar (porsiyalar) bilan amalga oshiradi hamda ular foton oqimlaridan iborat bo'ladi. Agar foton (kvantlar) energiyasi elektronning metall sirtidan chiqish ishidan katta bo'lsa, elektron katoddan ajralib chiqadi va shu bilan birga anodga yetib borishi uchun $\frac{mv^2}{2}$ kinetik energiyaga ham ega bo'lmog'i kerak. Agar fotonning energiyasi metall sirtidan elektronning chiqish ishi va elektronning kinetik energiyasi yig'indisidan kam bo'lsa, metall sirtidan chiqqan elektron qaytib u sirtga tushadi. Shunday qilib, fotoeffekt hodisasi ro'y berishi uchun fotonning energiyasi elektronning moddadan ajralib chiqishiga va unga kinetik energiya berishga yetarli bo'lmog'i kerak, ya'ni

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2} \quad (1)$$

Ushbu ifoda tashqi fotoeffekt uchun Eynshteyn tenglamasi deyiladi hamda u fotoeffekt hodisasi uchun energiyaning saqlanish va aylanish qonunini ifodalaydi.

Fotoeffektning qo'llanilishi

Fotoeffekt hodisasiga asoslanib ishlovchi qurilmalar – fotoelementlar texnikada juda keng qo'llaniladi va ular yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beradi. Bu vaqtda yorug'lik elektronni katoddan urib chiqoradi va bu elektron anod tomon harakatlanib, zanjirda elektr tokini vujudga keltiradi.

Fotoqarshilik.

Fotoqarshilik – ichki fotoeffektga asosan ishlaydigan asbobdir. **Fotoqarshilik** deb, qarshiligi unga tushayotgan yorug'lik intensivligiga bog'liq bo'lgan yarim o'tkazgichli qurilmaga aytiladi. Yarim o'tkazgich yoritilmagan vaqtda ham ma'lum miqdordagi erkin elektronlar mavjud bo'ladi va ular yarimo'tkazgichning xususiy o'tkazuvchanligini hosil qiladi. Agar yarimo'tkazgichga kuchlanish qo'yilsa, unda elektr toki vujudga keladi va bu tokka xususiy tok (I_x) deyiladi. Agar yarim o'tkazgich yorug'lik nuri yordamida yoritilsa, qo'shimcha elektronlar va teshiklar vujudga kelib, uning o'tkazuvchanligi yaxshilanadi va zanjirdagi tok I_{y0} yorug'lik tokigacha ortadi. Yorug'lik toki va xususiy toklarning farqi: $I = I_{y0} - I_x$ – **fotoelektr tok** deyiladi. Fotoqarshilik tovushli kinoda, televideniya, telemexanika, avtomexanika signal beruvchi (xabar beruvchi) vosita sifatida ishlatiladi.

Fotoelektr yurituvchi kuch (foto-EYUK).

Ichki fotoeffekt prinsipiga asosan ishlaydigan qurilmalarning eng keng tarqalgani fotoelektr yurituvchi kuch vujudga keladigan qurilmalardir. Ba'zan ularga *fotogalvanik elementlar* ham deyiladi. Agar yarimo'tkazgich-ning bir bo'lagi yoritilayotgan bo'lsa, bu qismda qo'shimcha zaryad tashuvchilar vujudga keladi va ularning soni yarimo'tkazgichning yoritil-magan qismiga nisbatan ko'p bo'ladi (1-rasm).

Bu esa yarimo'tkazgichning foto-EYUK sini hosil qiladi.

Internet Explorer ограничил отображение активного соде



1-rasm. “Ichki fotoeffekt” animatsiyasidan fragment

Kompton efekti

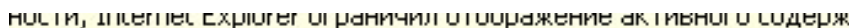
Yorug'likning kvant nazariyasi Kompton effektida yorqin namoyon bo'ladi. Amerikalik fizik Kompton 1923- yilda yengil atomli moddalarda monoxromatik rentgen nurlarining sochilishini o'rganayotib, sochilgan nurlanish tarkibida birlamchi to'lqin uzunlikli nurlanish bilan birga kattaroq to'lqin uzunlikli nurlanish borligini aniqladi. Tajribalar $\Delta\lambda=\lambda'-\lambda$ farq tushuvchi nurlanishning to'lqin uzunligi λ sochuvchi jismga bog'liq bo'lmay, faqat sochilish burchagi θ ga bog'liq ekanligini ko'rsatdi:

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = 2\lambda_c \frac{\sin^2 \theta}{2}$$

bu yerdagi λ_c **Kompton doimiysi deb ataladi va $\lambda_c=2,41 \cdot 10^{-12}$ m ga teng.** 1-rasmda ko'rsatilgan D_1 , D_2 diafragmalardan o'tgan ingichka rentgen nurlari K_α kristallga tushadi. Sochilgan nurlanishni S_n - spektrograf yordamida tekshirish mumkin. Nurlanish yo'nalishida ($\theta=0$) λ o'zgarmaydi, boshqa yo'nalishlarda $\Delta\lambda \sim \sin^2 \theta/2$.

Shunday qilib, Kompton effekti deb, nurlanish (rentgen, γ - nurlanish) moddaning erkin elektronidan sochilishi natijasida to'qin uzunligining ortishiga aytiladi.

To'lqin nazariya nuqtai nazaridan bu hodisani tushintirib bo'lmaydi. Elektron yorug'lik to'lqini ta'sirida shu to'lqin chastotasiga teng chastota bilan tebranishi va shu chastotaga teng to'lqin nurlantirishi kerak.



Ikkita zarraning, ya'ni $E_0 = h\nu_0$ energiyasiga va $p_0 = h\nu_0/c$ impulsiga ega uchadigan tinchlik energiyasi $E_{e_0} = mc^2$ ga teng bo'lgan tinch turgan eliktron bilan elastik to'qnashuvni ko'rib chiqamiz. Foton elektron bilan to'qnashib, o'z harakat yo'nalishini o'zgartiradi (ya'ni sochiladi). Sochilgan foton impuls va energiyasi mos ravishda $p = h\nu/c$, $E = h\nu < E_0$ ga teng bo'ladi. Foton energiyasining kamayishi to'liq uzunligining ortishini bildiradi. To'qnashuvdan keyin eliktron energiyasi relyativistik formulaga binoan:

$$E_e = \sqrt{p_e^2 c^2 + m^2 c^4} \quad (1)$$

ga teng bo'ladi, bu yerda p_e -elektron olgan impuls. Saqlanish qonuni asosan:

$$E + E_{0_e} = E + E_e \quad (2)$$

ko'rinishda yoziladi, yoki:

$$h\nu_0 + mc^2 = h\nu + \sqrt{p_e^2 c^2 + m^2 c^4} \quad (3)$$

Impulsning saqlanish qonuni asosan:

$$\vec{p}_0 = \vec{p}_0 + \vec{p}_e \quad (4)$$

Kosinuslar teoremasidan foydalanib, skalyar ko'rinishini yozish mumkin. Energiya va impulsning saqlanish qonunini ifodalovchi ikkita munosabatdan, murakkab bo'lmagan almashtirishlar bajarib va $\vec{p}_e$ kattalikni yo'qotib quyidagicha yozish mumkin:

$$mc^2(\nu_0 - \nu) = h\nu_0\nu(1 - \cos\theta) \quad (5)$$

Chastotalardan to'qin uzunligiga o'tish ($\nu_0 = c/\lambda_0, \nu = c/\lambda$) tajribadan olingan Kompton formulasiga to'g'ri keladigan ifodaga olib keladi:

$$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0 = \frac{h}{mc}(1 - \cos\theta) = 2\frac{h}{mc}\sin^2\frac{\theta}{2} \quad (6)$$

Shunday qilib, kvant tasavvurlari asosida bajarilgan nazariy hisoblar, Kompton effektini mukammal tushuntirish va Kompton to'liqin uzunligini fundamental konstantalar (o'zgarmas son, doimiy miqdor) h , c va m orqali ifodalash imkonini beradi:

$$\lambda = \frac{h}{mc} = 2,426 \cdot 10^{-3} \text{ nm.}$$

Tajriba ko'rsatganidek, siljigan to'liqin uzunligi bilan λ bir qatorda siljimagan dastlabki to'liqin uzunligi λ_0 sochilgan nurlanishda kuzatiladi. Bu fotonlarning atomlar bilan kuchli bog'langan elektronlari o'rtasidagi o'zaro ta'sir bilan tushuntiriladi. Bunda fotonlar atomlar bilan energiya va impuls bo'yicha o'zaro to'liq almashishadi. Atomning katta massasi tufayli elektron massasi bilan

tenglashtirganda atomga faqat foton energiyasining arziyas qismi o'tadi, chunki sochilgan nurlanish to'lqin uzunligi tushadigan nurlanish to'lqin uzunligidan λ_0 deyarli farq qilmaydi.

MA'RUZA 34.

Harakatlanuvchi muhit optikasi va nohiziqli jarayonlar

Nohiziqli optika optikaning quvvati katta bo'lgan yorug'lik oqimining moddalarda tarqalishi va modda bilan o'zaro ta'sirini o'rganuvchi bo'limidir. Klassik yorug'lik manbalaridan (quyosh, lampalar) tushayotgan yorug'lik moddaning (gaz, suyuqlik, qattiq jism) optik xossalariga ta'sir qilmaydi. Kuchli yorug'lik maydoni moddaning elektro-optik xossalarini (sindirish ko'rsatkichi, qutblanuvchanligi) o'zgartirib yuboradi. Yorug'lik elektromagnit to'lqin ekanligidan muhitning elektro-optik xossalari kuchli yorug'lik to'lqini elektr maydoni kuchlanganligining funksiyasi bo'lib qoladi.

Oddiy yorug'lik manbalari tomonidan nurlanayotgan yorug'lik kogerent va monoxromatik bo'lmaydi. Bunday yorug'lik to'lqinining intensivligi unchalik katta bo'lmaydi.

$$J = \frac{cn}{8\pi} E^2$$

E-yorug'likning elektromagnit kuchlanganligining amplituda qiymati.

Bu ifodadan yorug'lik to'lqini elektr maydoni kuchlanganligining amplituda qiymati $10-10^3 \text{ V/sm}$ gacha bo'lishi kelib chiqadi. Bunday intensivlikdagi yorug'lik muhit bilan ta'sirlashib uning makroskopik xossalari va mikroskopik strukturasini o'zgartirmaydi.

1960-yillarda yaratilgan yorug'lik manbalari lazerlar parallel monoxromatik nurlar manbai bo'lib, vaqt va fazoviy kogerent hamda katta intensivlikka ega. Bunda nurlanishlar intensivligi lazerlarning turiga bog'liq bo'lib, 1 sm^2 ga 1 mVt dan o'nlab GVt gacha bo'lishi mumkin. Ayrim hollarda lazer nurlanishi oqimining zichligi 10^{12} Vt/sm^2 dan ortishi mumkin. Bunda lazer nuri to'lqini elektr maydon kuchlanganligi 10^5-10^8 V/sm ni tashkil qiladi. (Taqqoslash uchun Quyosh nurlanishi oqimi elektr maydonining kuchlanganligi $\sim 10 \text{ V/sm}$). Bunday tartibdagi elektr maydon kuchlanganligi muhitning ichki maydon kuchlanganligiga deyarli teng. Masalan, Vodorod atomidagi elektronga yadro tomonidan ta'sir qiladigan elektr maydoni kuchlanganligi 10^9 V/sm , yarim o'tkazgichlarda 10^7 V/sm , suyuqliklarda 10^5-10^7 V/sm gacha bo'ladi. Shunday qilib berilgan muhit uchun xarakterli bo'lgan ichki elektr maydonining kuchlanganligi oddiy yorug'lik manbalari va gaz lazerlari hosil qiladigan elektr maydoni kuchlanganligiga nisbatan juda katta.

1. Muhitning chiziqli va nohiziqli qutblanishi

Oddiy yorug'lik manbalari tomonidan nurlanayotgan yorug'lik elektr maydoni ta'sirida muhitning qutblanuvchanligi

$$P = \chi E \quad (1)$$

bo'lib χ -birinchi tartibli dielektrik singdiruvchanlik tenzori

Umuman olganda muhitning qutblanuvchanligi ham maydon kuchlanganligi ham vaqt va koordinataga bog'liq bo'ladi.

$$P_r(r,t) = \chi E(r,t) \quad (1')$$

Nihoyatda katta intensivlik beradigan qattiq jismni impulsi lazerlarning yorug'ligi elektr maydonining kuchlanganligi moddaning ichki maydoniga tenglashadi. Bunday kuchli elektromagnit maydonda atom va molekulalarning xossalari, shuningdek moddaning xossasi ham o'zgaradi. Bunday sharoitda muhitning elektr qutblanuvchanligi, yorug'lik to'lqini elektr maydoni kuchlanganligiga chiziqli proporsional bo'lmaydi, balki uning murakkab funksiyasidan iborat bo'ladi.

$$P(r,t) = \chi_1^e E(r,t) + \chi_2^e E^2(r,t) + \chi_3^e E^3(r,t) + \dots \quad (2)$$

χ_2^e, χ_3^e lar ikki va uchinchi tartibli nochiziqli dielektrik singdiruvchanlik tenzorlari. Agar moddaga bir vaqtda bir nechta elektr maydonlari ta'sir qilayotgan bo'lsa

$$E(r,t) = E_1(r,t) + E_2(r,t) + \dots \sum E_a(r,t) \quad (3)$$

U holda chiziqli yaqinlashishda elektrik qutblanuvchanlik alohida elektr maydonlar yig'indisidan iborat bo'ladi. Chiziqli qutblanuvchanlik moddaga alohida elektr maydonlarning o'zaro ta'sirini vujudga keltirmaydi. Va superpozitsiya prinsipiga ko'ra alohida elektromagnit to'lqinlar chiziqli muhitda o'zaro ta'sirlashmasdan tarqaladi.

Superpozitsiya prinsipiga bo'ysunadigan barcha optik hodisalar chiziqli optik hodisalar deyiladi va chiziqli optika qonunlariga bo'ysunadi.

Klassik optika asoschilari Nyuton, Yung, Maksvell va boshqalar optika shaffof muhitda tarqalayotgan yorug'lik nurlarining o'zaro ta'sirini kuzatishmagan. Chiziqli optikada yorug'lik sindirish ko'rsatkichi ma'lum bir yorug'lik to'lqinida doimiy kattaliklar va yorug'likning intensivligiga bog'liq emas.

Sindirish ko'rsatkichining o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan dastlabki optik hodisalar Faradey, Kerr, Katton va Mutton va boshqalar tomonidan kuzatilgan. Suyuqlik yoki gazga doimiy elektr maydoni ta'sir qilganda sindirish ko'rsatkichining qo'yilgan elektr maydon kuchlanganligi kvadratiga proporsional hamda o'zgarishi Kerr tomonidan kuzatilgan va Kerr effekti deb nom olgan. Bu suyuqliklarda yorug'likning ikkilanib sinishi kuzatilgan va u bir o'qli kristallga o'xshab qoladi.

Kuchli yorug'likning elektr maydoni ham sindirish ko'rsatkichining o'zgarishiga va boshqa yangi hodisalarga olib keladigan bu hodisalar nochiziqli optik hodisalar deyiladi. Nochiziqli qutblanishda superpozitsiya prinsipi bajarilmaydi, chunki yorug'lik to'lqinining elektr maydoni o'zaro ta'sirlashadi va bundan tashqari nochiziqli muhit ham ta'sirlashadi.

Muhitda elektromagnit maydon ta'sirida elektrik va magnit qutblanish vujudga keladi. U elektr va magnit vektorlari yordamida ifodalanadi. Bu vektorlar Maksvell tenglamasidagi vektorlar bilan quyidagicha bog'langan.

$$\begin{aligned}\vec{D}(r,t) &= \vec{E}(r,t) + 4\pi\vec{P}(r,t) \\ \vec{B}(r,t) &= \vec{H}(r,t) + 4\pi\vec{M}(r,t)\end{aligned}\quad (4)$$

Umumiy holda elektr va magnet qutblanish vektorlari $\vec{P}$ va $\vec{M}$ elektr va magnet maydonlari $\vec{E}$ va $\vec{H}$ ning ma'lum bir funksiyalaridan iborat bo'ladi.

$$\vec{P} = f(\vec{E}, \vec{H}), \quad \vec{M} = g(\vec{E}, \vec{H}) \quad (5)$$

f va g funksiyalarning ko'rinishi mihitning turiga bog'liq bo'ladi.

Elektromagnet to'lqin elektr maydonining kuchlanganligi uncha katta bo'lmaganda bu maydon ta'siridagi elektr qutblanish elektr maydon kuchlanganliklarining chiziqli funksiyasidan iborat bo'ladi. Izotrop muhitda $\vec{E}$ va $\vec{P}$ vektorlarning yo'nalishi mos tushadi va berilgan tenglamani quyidagicha yechish mumkin.

$$\vec{P}(r,t) = \chi_2^e \vec{E}(r,t) \quad (6)$$

$\chi^e = \frac{\varepsilon - 1}{4\pi}$ -skalyar kattalik muhitning chiziqli dielektrik singdiruvchanligi deyiladi.

Xuddi shunday vektorlar tenglamani magnetli qutblanish uchun ham yozish mumkin.

$$\vec{M}(r,t) = \chi^M \vec{H}(r,t) \quad (7)$$

$\chi^M = \frac{\mu - 1}{4\pi}$ - muhitning chiziqli magnet singdiruvchanligi.

Chiziqli oddiy optik shaffof muhitda elektromagnet to'lqin tarqalganda yorug'likning sindirish ko'rsatkichi muhitning xossasi va strukturasiga hamda yorug'likning to'lqin uzunligiga bog'liq bo'lib, yorug'likning intensivligiga bog'liq bajarilmaydi, hamda diamagnet muhitlar uchun o'rinli bo'ladi.

$$\vec{D}(r,t) = n^2 \vec{E}(r,t) \quad (8)$$

ifodaga ega bo'lamiz. (4) ifodani birinchisiga ko'ra

$$(n^2 - 1)\vec{E}(r,t) = 4\pi\vec{P}(r,t) \quad (9)$$

Agar (6) munosabat bajarilsa yorug'likning sindirish ko'rsatkichi elektromagnet to'lqin kuchlanganligiga bog'liq bo'lmaydi.

$$n^2 = 1 + 4\pi\chi^e \quad (10)$$

Tabiiy anizotrop muhitda (6) va (8) ifodalar bajarilmaydi ya'ni $\vec{P}$ va $\vec{E}$ vektorlarning yo'nalishlari mos tushmaydi. Bu holda χ^e -tenzor kattalik bo'lib $\vec{P}$ va $\vec{E}$ vektorlarining ma'lum o'qlardagi proyeksiyalarini ham hisobga olish lozim. Bu holda (6) ifoda

$$\vec{P}_i(r,t) = \chi_{ij}^e \vec{E}_j(r,t) \quad (11)$$

ko'rinishida bo'lib χ_{ij}^e -chiziqli dielektrik singdiruvchanlik ikkinchi rangli tenzori bo'ladi va u

$$\chi_{ij}^e = \begin{pmatrix} \chi_{xx} & \chi_{xy} & \chi_{xz} \\ \chi_{yx} & \chi_{yy} & \chi_{yz} \\ \chi_{zx} & \chi_{zy} & \chi_{zz} \end{pmatrix} \quad (12)$$

matritsa ko'rinishida bo'ladi.

Izotrop muhitda $\chi_{xx} = \chi_{yy} = \chi_{zz}$ bo'lib diagonal bo'lmagan elementlar nolga teng bo'ladi va χ^e -skalyar kattalikka aylanadi.

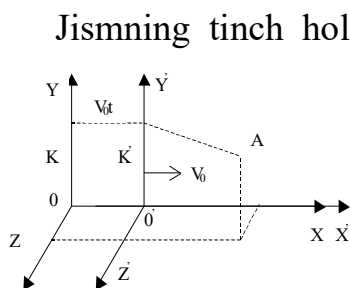
Kuchli yorug'lik to'liqining elektromagnit maydonida esa elektr va magnit qutblanuvchanlik vektoridan $\vec{P}(r, t)$ va $\vec{M}(r, t)$ elektr va magnit maydonlari $\vec{E}(r, t)$ va $\vec{H}(r, t)$ bo'lmaydi. Bu holda elektrik qutblanuvchanlikni sathga yoyish mumkin.

$$\vec{P}(r, t) = \vec{P}^{(1)} + \vec{P}^{(2)} + \vec{P}^{(3)} + \dots$$

Bunda $1 - x \cos \vec{P}$ (1) chiziqli qutblanuvchanlikni xarakterlaydi. 2, 3 va hk. hadlar esa 2-3-... tartibli nochiziqli qutblanuvchanlikni xarakterlaydi. Natijada nochiziqli muhitda optik hodisalarning xarakteri o'zgaradi. Nurlanishning ikkinchi, uchinchi tartibli garmonikalari, ko'p fotonli sochilishi va hokazo kabi nochiziqli optik hodisalar kuzatiladi.

MA'RUZA 35.

Inersial sanoq sistemasi va nisbiylikning mexanik prinsipi.



1-rasm

Jismning tinch holati yoki to'g'ri chiziqli tekis harakati nisbiy bo'lib, u sanoq sistemasiga bog'liq. Masalan, bir - biriga nisbatan biror tezlanish bilan harakatlanayotgan ikki sanoq sistemasi mavjud bo'lsin. Bu sistemalarning birida tinch holatini saqlayotgan jism ikkinchi sanoq sistemasida tezlanish bilan harakatlanadi. Demak, Nyutonning birinchi qonuni barcha sanoq sistemalarida bajarilavermaydi. *Lekin shunday sanoq sistemalar mavjudki, ularda erkin yoki kvazi erkin jism o'zining tinch holatini yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatini saqlaydi. Bunday sanoq sistemalarini inersial sanoq sistemalari deb ataladi.* Nyutonning birinchi qonuni bajariladigan sanoq sistemalarini inersial sanoq sistemalari deb, aks holda esa noinersial sanoq sistemalari deb atay olamiz.

Biror inersial sanoq sistemasiga nisbatan to'g'ri chiziqli tekis harakat qilayotgan ixtiyoriy sanoq sistemasi ham inersial sanoq sistemasi bo'ladi.

1 - rasmda K sistemaga nisbatan K' sanoq sistemasining to'g'ri chiziqli tekis harakati ko'rsatilgan.

Jism harakati sanoq sistemasiga nisbatan aniqlanadi. Sanoq sistemasini tanlash kuzatuvchining ixtiyorida. Shuning uchun bir harakatni turli sanoq sistemalariga nisbatan tekshirish natijasida bu sanoq sistemalaridan birortasini boshqalarga nisbatan imtiyozli deb hisoblash mumkinmi? Bu savolga javob berish maqsadida etarlicha aniqlik bilan inersial sanoq sistemasi deb hisoblash mumkin bo'lgan K sistemaga nisbatan K' sanoq sistemasining to'g'ri chiziqli tekis harakatini tekshiraylik. Soddalashtirish maqsadida K' sistema K sistemaga nisbatan V_0 tezlik bilan OX o'q yo'nalishida harakatlanadi, deb hisoblaylik (1-rasm).

$t = 0$ vaqtda ikkala sanoq sistemasi bir-birining ustiga tushadi. $t \neq 0$ da K sanoq sistemasining boshi (ya'ni 0^1 nuqta) K sanoq sistemasida $X = V_0 \cdot t$; $u = 0$; $z = 0$ koordinatalar bilan aniqlanuvchi nuqtada joylashgan bo'ladi. U holda moddiy nuqta (A) ning ixtiyoriy paytda ikkala sanoq sistemasidagi koordinatalari Galiley almashtirishlari deb ataladigan quyidagi munosabatlar bilan o'zaro bog'langan:

$$x = x' + v_0 t; \quad u = u'; \quad z = z'; \quad t = t'; \quad (1)$$

bundagi t va t' mos ravishda K va K' sanoq sistemalaridagi soatlar ko'rsatayotgan vaqtlar. Agar vaqt hisobi ikkala sanoq sistemalarining boshlari (0 va $0'$ nuqtalar) biri – birining ustiga tushib turgan paytdan boshlansa, ikkala sistemadagi bir xil soatlar bir xil vaqtlarni ko'rsatishi (ya'ni $t = t'$) tabiiy hol ekanligiga o'rganib qolganmiz.

Demak, bir sanoq sistemasidan (K) dan ikkinchi sanoq sistemasi (K^1) ga o'tganda koordinatalar o'zgaradi, ya'ni koordinatalar nisbiy kattaliklardir. Vaqt o'tishi esa sanoq sistemalarining nisbiy harakatlanishiga bog'liq emas, ya'ni vaqt absolyut kattalikdir.

Galiley koordinata almashtirishlari. Almashtirishlarning invariantligi

Endi biror sterjen uzunligini ikkala sistemada aniqlaylik (2-rasm).

Sterjen uchlari (A va B nuqtalar) ning K sistemadagi koordinatalarini mos ravshda X_1, U_1, Z_1 va X_2, U_2, Z_2 deb belgilasak, uning uzunligi

$$l = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2} \quad (2)$$

bo'ladi. K^1 sanoq sistemasi esa K ga nisbatan OX yo'nalishida V_0 tezlik bilan harakatlanyapdi. Shuning uchun K^1 da sterjen uchlarning koordinatalari mos ravishda

$$\begin{aligned} x_1^1 &= x_1 - V_0 t & x_2^1 &= x_2 - V_0 t \\ y_1^1 &= y_1 & y_2^1 &= y_2 \\ z_1^1 &= z_1 & z_2^1 &= z_2 \end{aligned}$$

bo'ladi.

Natijada sterjenning K^1 sanoq sistemasidagi uzunligi uchun

$$l' = \sqrt{(x_2^1 - x_1^1)^2 + (y_2^1 - y_1^1)^2 + (z_2^1 - z_1^1)^2} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2} \quad (3)$$

Ifodani hosil qilamiz (2) va (3) larni o'aro taqqoslab

$$l = l' \quad (4)$$

degan xulosaga kelamiz. Umuman, bir sanoq sistemasidan ikkinchi sanoq sistemasiga o'tganda biror kattalikning qiymati o'zgarmasa, bu kattalik mazkur almashtirishga nisbatan invariant deyiladi. U holda (4) ifodaga asosan, quyidagini ayta olamiz: uzunlik Galiley almashtirishlariga nisbatan invariantdir.

Harakatlanayotgan moddiy nuqtaning K va K' sanoq sistemalaridagi tezliklarining proeksiyalari orasidagi bog'lanishni topish uchun (1) ifodalardan vaqt bo'yicha hosila olamiz:

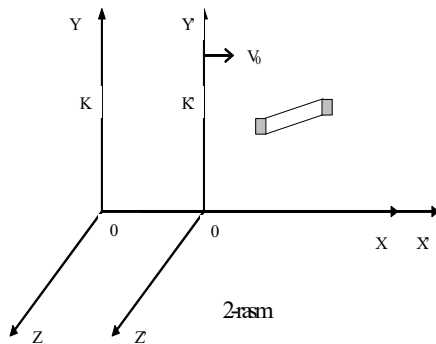
$$\begin{aligned}
V_x &= \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}(x' + V_0 t) = V_x' + V_0 \\
V_y &= \frac{dy}{dt} = \frac{d}{dt}(y') = V_y' \\
V_z &= \frac{dz}{dt} = \frac{d}{dt}(z') = V_z'
\end{aligned} \tag{5}$$

Bu munosabatlarni vektor ko‘rinishda

$$\vec{V} = \vec{V}' + \vec{V}_0 \tag{6}$$

shaklda yozish mumkin.

Bu (6) ifoda tezliklarning qo‘shilish qonuni bo‘lib, uni quyidagicha tavsif qilish mumkin: moddiy nuqtaning K sanoq sistemasidagi tezligi ($\vec{v}$) shu nuqtaning K' dagi tezligi ($\vec{V}'$) va K' ning K ga nisbatan tezligi ($\vec{V}_0$) ning vektor yig‘indisiga teng.



(5) ifodalardan vaqt bo‘yicha hosila olsak, moddiy nuqtaning K va K' sanoq sistemalaridagi tezlanishlarining proeksiyalari orasidagi bog‘lanishni hosil qilamiz:

$$\begin{aligned}
a_x &= \frac{dV_x}{dt} = \frac{d}{dt}(V_x' + V_0) = \frac{dV_x'}{dt} = a_x' \\
a_y &= \frac{dV_y}{dt} = \frac{d}{dt}(V_y') = a_y' \\
a_z &= \frac{dV_z}{dt} = \frac{d}{dt}(V_z') = a_z'
\end{aligned} \tag{7}$$

Vektor ko‘rinishda (7) ifodalarni

$$\mathbf{a} = \mathbf{a}' \tag{8}$$

shaklda yozamiz. Demak, moddiy nuqtaning K sanoq sistemasidagi tezlanishi ($\mathbf{a}$) va K' sanoq sistemasidagi tezlanishi ($\mathbf{a}'$) bir xil ekan. Boshqacha aytganda, *tezlanish Galiley almashtirishlariga nisbatan invariantdir*.

Tajribalarning ko‘rsatishicha, barcha inersial sanoq sistemalarda jism massasi bir xil qiymatga ega va u harakat tezligiga (yorug‘lik tezligidan ancha kichik tezliklar nazarda tutiladi) bog‘liq emas:

$$m = m' \tag{9}$$

Nyuton mexanikasida o‘rganiladigan kuchlar, xususan elastiklik kuchi yoki torishish kuchi jismning ayrim qismlari orasidagi masofaga bog‘liq. Masofa (uzunlik) Galiley almashtirishlariga nisbatan invariant. Ba’zi kuchlar, masalan, ishqalanish kuchlari o‘zaro ta’sirla shuvchi jismlar tezliklarning farqiga bog‘liq. Tezliklar farqi, (6) munosabatga asosan, bir inersial sanoq sistemasidan ikkinchisiga o‘tilganda o‘zgarmaydi ($V_2 - V_1 = V_2' - V_1'$). Shuning uchun *klassik mexanikada kuch Galiley almashtirishlariga nisbatan invariantdir*, ya’ni

$$\vec{F} = \vec{F}' \tag{10}$$

Dinamikaning asosiy qonuni – Nyutonning ikkinchi qonuni

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad (11,a)$$

ga etibor bersak, undagi barcha kattaliklar [(8), (9) va (10) ga qarang.] Galiley almashtirishlariga nisbatan invariant. Binobarin, dinamika asosiy qonunining K sanoq sistemasiga nisbatan V_0 tezlik bilan harakatlanayotgan K' sanoq sistemasidagi matematik ifodasi

$$\vec{G}' = m' \cdot \vec{a}' \quad (11,b)$$

Mazkur qonunning K sanoq sistemasidagi ifodasiga to'liq mos keladi. Demak, *barcha inersial sanoq sistemalarida ayni bir mexanik hodisa bir xil tarzda sodir bo'ladi va mazkur inersial sanoq sistemasida o'tkaziladigan mexanik tajribalar yordamida sanoq sistemasi tinch turganligini yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatlanayotganligini aniqlab bo'lmaydi.*

Bu fikrni Galiley bayon etganligi uchun Galileyning nisbiylik prinsipi, Ba'zan nisbiylikning mexanik prinsipi deb yuritiladi. Bu prinsipga asosan, agar biror sistema (masalan, K sanoq sistemasi) inersial bo'lsa, unga nisbatan to'g'ri chiziqli tekis harakatlanuvchi juda ko'p inersial sistemalar (K') ham mavjud. Inersial sanoq sistemalarning barchasida klassik mexanika qonunlari aynan bir xil namoyon bo'lishidan bu sistemalarning barchasi teng xuquqli va ular orasidan biror imtiyozli inersial sanoq sistemasini ajratish mumkin emas, degan xulosa kelib chiqadi.

Shuni ham qayd qilaylikki, tezlikka bog'liq bo'lgan kattaliklar, masalan, impuls ($\vec{R} = m \cdot \vec{v}$) yoki kinetik energiya bir inersial sanoq sistemasidan ikkinchi inersial sanoq sistemasiga o'tganda o'zgaradi, chunki mazkur o'tishda tezlik o'zgarar edi ($\vec{V} = \vec{V}' + \vec{V}_0$). Biroq impuls va energiyalarning turli inersial sanoq sistemalaridagi qiymatlari bir-biridan V_0 bilan aniqlanuvchi doimiy miqdorga farqlanadi. Shuning uchun bunday kattaliklarni xarakterlovchi qonunlar ifodasining ko'rinishi turli inersial sanoq sistemalarida bir xil bo'ladi.

Umuman, *bir sanoq sistemasidan ikkinchisiga o'tilganda biror kattalikning absolyut qiymati o'zgarsa, lekin bu kattalik qatnashgan tenglamaning ko'rinishi o'zgarmasa, bu tenglama muzkur almashtirishga nisbatan kovariant deb aytiladi.* Impulsning saqlanish qonuni va mexanik energiyaning saqlanish qonuni Galiley almashtirishlariga nisbatan kovariantdir.

MA'RUZA 36

Yorug'lik tezligi. Maxsus nisbiylik nazariyasi postulatları

Maksvell tomonidan elektrodinamika asosiy qonunlarini umumlashtiruvchi tenglamalar yaratildi. Maksvell tenglamalari nihoyat ko'p tajriba dalillari bilan isbotlanadi. Lekin Maksvell tenglamalari Galiley almashtirishlariga nisbatan invariant emasligi aniqlandi.

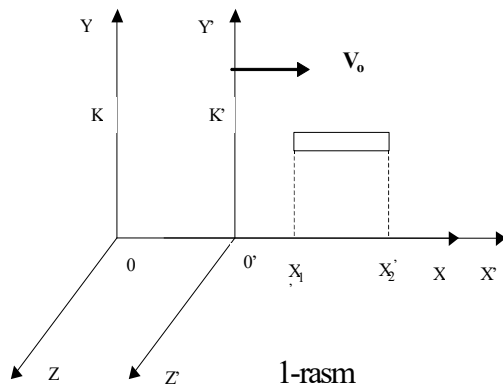
Asrimiz boshida fizik olimlarni hayratga solgan mazkur muammoni hal qilish uchun Puankare va undan mustaqil ravishda Eynshteyn quyidagi xulosaga keldilar: Galiley almashtirishlaridan farqlanadigan yangi almashtirishlardan

foydalanish zarurki, bu almashtirishlarga nisbatan Maksvell tenglamalarining ifodalari o'z ko'rinishlarini o'zgartirmasliklari lozim. Bunday o'zgarishlarni Eynshteyn quyidagi ikki prinsip asosida keltirib chiqardi:

1. Nisbiylik prinsipi, *fizik qonunlar (mexanik, elektromagnitizm, optika.... qonunlari) barcha inersial sanoq sistemalarida o'rinlidir*. Boshqacha aytganda ayni bir fizik hodisani inersial sanoq sistemalarining birida kuzatish tufayli olingan natijalar boshqa inersial sanoq sistemalarida olingan natijalardan farqlanmaydi. Galileyning nisbiylik prinsipi ham xuddi shuni ta'kidlar edi, lekin unda faqat mexanik hodisalar (barcha fizik hodisalar emas) haqida mulohaza yuritilgan edi.

2. Yorug'lik tezligining doimiylik prinsipi. *Yorug'likning vakuumdagi tezligining qiymati barcha inersial sanoq sistemalarida bir xil bo'ladi*. U yorug'likning tarqalish yo'nalishiga hamda yorug'lik chiqaruvchi jism va kuzatuvchining harakatiga bog'liq emas. Bu prinsip klassik mexanikadagi tezliklarni qo'shish qoidasiga mutloq ziddir.

lorens almashtirishlari



K va K' sanoq sistemalarida harakatlanayotgan jismlarning tezliklari o'rasidagi bog'lanishlarni ko'rib chiqamiz. K sanoq sistemasining tezliklari qiyudagiga teng

$$g_x = \frac{\Delta X}{\Delta t} \quad g_y = \frac{\Delta y}{\Delta t} \quad g_z = \frac{\Delta z}{\Delta t} \quad (1)$$

K' sistemada harakatlanayotgan jismning tezligi quyidagiga teng

$$g'_x = \frac{\Delta X'}{\Delta t'} \quad g'_y = \frac{\Delta y'}{\Delta t'} \quad g'_z = \frac{\Delta z'}{\Delta t'} \quad (2)$$

ΔX va $\Delta X'$ lar o'rtasida qiyudagicha bog'lanish bor

$$\Delta x = \frac{\Delta X' + g_0 \Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}} \quad (3)$$

$$\Delta Y = \Delta Y' \quad \Delta Z = \Delta Z' \quad \Delta t = \Delta t'$$

Δt va $\Delta t'$ orasida quyidagicha bog'lanish mavjud.

$$\Delta t = \frac{\Delta t' + \frac{g_0}{c^2} \cdot \Delta x'}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}} \quad (4)$$

Endi ν_x va ν'_x lar orasidagi bog'lanishni aniqlaymiz. Buning uchun (3) tenglikni (1) ga qo'yamiz.

$$g_x = \frac{\Delta x' + g_0 \cdot \Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2} \Delta t}} \quad (5)$$

(4) tenglamadan $\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}}$ ni topib (5) ni boshqacha ko'rinishda yozamiz.

$$\sqrt{1 - \frac{g^2}{c^2}} = \frac{\Delta t' + \frac{g_0}{c^2} \Delta x'}{\Delta t} \quad (6)$$

$$g_x = \frac{(\Delta x' + g_0 \Delta t') \Delta t}{(\Delta t' + \frac{g_0}{c^2} \Delta x') \Delta t} = \frac{\Delta x' + g_0 \Delta t'}{\Delta t' + \frac{g_0}{c^2} \Delta x'} \quad (7)$$

$$g_x = \frac{\Delta x'}{\Delta t' + \frac{g_0}{c^2} \Delta x'} + \frac{g_0 \Delta t'}{\Delta t' + \frac{g_0}{c^2} \Delta x'} \quad (8)$$

(8) tenglikning 1-hadini $\Delta x'$ ga, 2-hadini $g_0 \cdot \Delta t'$ ga hadma-had bo'lamiz.

$$g_x = \frac{1}{\frac{\Delta t'}{\Delta x'} + \frac{g_0}{c^2}} + \frac{1}{\frac{1}{g_0} + \frac{1}{c^2} \frac{\Delta x'}{\Delta t'}} \text{ yoki}$$

$$g_x = \frac{1}{\frac{1}{\nu_x} + \frac{g_0}{c^2}} + \frac{1}{\frac{1}{g_0} + \frac{1}{c^2} g_x'} \quad (9)$$

(9) tenglikning 1-hadining surat va maxrajini g_x' ga, 2- hadining surat va maxrajini ν_0 ga ko'paytirib chiqamiz.

$$g_x = \frac{g_x'}{1 + \frac{g_x' g_0}{c^2}} + \frac{g_0}{1 + \frac{1 g_0 g_x'}{c^2}} \quad (10)$$

$$g_x = \frac{g_x' + g_0}{1 + \frac{g_x' g_0}{c^2}} \quad (11)$$

Xuddi shunday yo'l bilan ν_y va g_z larni keltirib chiqarish mumkin.

$$\mathcal{G}_y = \frac{\mathcal{G}_y' + \mathcal{G}_0}{1 + \frac{\mathcal{G}_y' \mathcal{G}_0}{c^2}} \quad (12)$$

$$\mathcal{G}_z = \frac{\mathcal{G}_z' + \mathcal{G}_0}{1 + \frac{\mathcal{G}_z' \mathcal{G}_0}{c^2}} \quad (13)$$

Agar jism X o'qi bo'yicha harakatlansa K sistemadagi tezligi $\mathcal{G}_0$ ga, K' sistemadagi tezligi $\mathcal{G}$ ga teng bo'ladi.

$$\mathcal{G} = \frac{\mathcal{G}' + \mathcal{G}_0}{1 + \frac{\mathcal{G} \mathcal{G}_0}{c^2}} \quad (14)$$

Faraz qilaylik, K' sistema C tezlik bilan harakatlanayotgan bo'lsa, $v' = c$

$$\mathcal{G} = \frac{c + \mathcal{G}_0}{1 + \frac{c \mathcal{G}_0}{c^2}} = \frac{c + \mathcal{G}_0}{1 + \frac{\mathcal{G}_0}{c}} = \frac{c + \mathcal{G}_0}{\frac{c + \mathcal{G}_0}{c}} = \frac{(c + \mathcal{G}_0)c}{c + \mathcal{G}_0} = c \quad (15)$$

(15) tenglikdan ko'rinadiki tabiatda eng katta tezlik yorug'lik tezligi ekan. Lorens tezlik almashtirishlari orqali Enshteynning nisbiylik nazariyasiga tegishli postulatI to'g'ri ekanligini isbotladi.

ASOSIY ADABIYOTLAR:

1. G.S. Landsberg «Optika». Toshkent, O'qituvchi. 1981.
2. D.V.Suvuxin «Optika». M. Nauka, 1960.
3. F.X.Tuxvatullin, Sh.Fayzullayev, A.Jumabayev, G.Murodov «Optika». O'quv qo'llanma 1-qism. Samarqand.
4. A.N.Matviyev «Optika». M. Vyshaya shkola. 1985.
5. Ye.I.Butikov «Optika», M. 1986.
6. A.Jumaboyev, Sh.Fayzullayev «Yorug'likning qutblanishi va lazerlar». Samarqand, 1999.
7. I.V.Savyelyev «Umumiy fizika kursi» T. 3 T. 1976.

QO'SHIMCHA ADABIYOTLAR:

8. S.E.Frish, A.P.Timoreva. «Umumiy fizika kursi». Tom Sh. T. 1980.
9. R.Ditchbyern «Fizicheskiye optika». M. 1965.
10. Sh.Fayzullayev, U.Jurayev «Optika asoslari». Samarkand, 1983.
11. Sh. Fayzullayev, U. Jurayev, A. Jumaboyev, X.Turaqulov «Yorug'likning difraksiyasi». Samarkand, 1989.

12. Sh.Fayzullayev, U.Jo'rayev, A.Jumabov «Yorug'lik interferensiyasi». Samarqand, 1985.

MAVZU: YORUG'LIKNING TO'LQIN TABIATI. FOTOMETRIK KATTALIKLAR

1. Yorug'likning muhitda tarqalish tezligi

$$v = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon \mu}}$$

Bu yerda c – yorug'likning bo'shlig'dagi tezligi ε - muhitning dielektrik singdiruvchanligi μ - muhitning magnit kirituvchanligi.

2. Yorug'likning to'lqin uzunligi

$$\lambda = cT$$

c – yorug'likning bo'shlig'dagi tezligi, T – davr.

3. Yorug'likning to'lqin uzunligi

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

c – yorug'likning bo'shlig'dagi tezligi, ν – chastota

4. To'lqin soni

$$N = \frac{1}{\lambda}$$

λ - Yorug'likning to'lqin uzunligi

5. Elektromagnit to'lqinlarining tenglamasi

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

A - tebranish amplitudasi ω davriy chastota.

6. To'lqinlar energiyasi

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

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

7. Yorug'lik oqimi

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

W – energiya, t – vaqt.

8. Yorug'lik kuchi

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

F – yorug'lik oqimi, ω – fazoviy burchak

9. Yoritilganlik

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

bunda α -urning tushish burchagi.

10. Yorqinlik

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

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

11. Ravshanlik

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

12. Yoritilish miqdori

$$dH_e = E dt$$

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

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

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

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

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

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

7. O'lchami 10x30 *sm* qog'oz varag'i 100 *sham* yorug'lik kuchiga ega bo'lgan lampochka bilan yoritilganda, chunonchi unga lampochkadan butun yorug'likning 0,5 %i tushadi. Shu qog'oz varagining yoritilganligi topilsin.

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

MAVZU: YORUG'LINING QAYTISH QONUNI. YORUG'LIKNING SINISH QONUNI. LINZALAR

1. Sferik ko'zgu uchun optik kuch D

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

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

Ko'zgudan chiqqan nur bo'yicha hisoblanadigan masofa musbat, nurga teskari – manfiy hisoblanadi. Agar F metrda ifodalansa, unda D dioptriya da ifodalanadi.

2. Nur bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tayotganda yorug'likning sinish qonuni:

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

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

3. Bir jinsli muhitga joylashtirilgan yupqa linza uchun optik kuch.

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

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

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

$$D = D_1 + D_2,$$

bunda D_1 va D_2 – lizalarning optik kuchlari.

5. Ko'zgular va linzalardagi ko'ndalang kattalashtirish

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

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

6. Lupaning kattalashtirishi

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

bunda L -eng yaxshi ko'rish masofasi va F -lupaning bosh fokus masofasi.

7. Mikroskopning kattalashtirishi

$$k = LdD_1D_2$$

bunda L -eng yaxshi ko'rish masofasi, d -ob'yektiv bilan okulyar fokuslari o'rtasidagi masofa, D_1 va D_2 – ob'yektiv bilan okulyarning optik kuchlari.

8. Teleskopning kattalashtirishi

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

bunda F_1 -ob'yektivning fokus masofasi va F_2 –okulyarning fokus masofasi.

1. Qavariq sferik ko'zguning egrilik radiusi 60 sm . Ko'zgudan 10 sm uzoqlikda balandligi 2 sm keladigan buyum qo'yilgan. Tasvirning vaziyati va balandligi topilsin. Chizmasi berilsin.

2. Egrilik radiusi 40 sm bo'lgan botiq sferik ko'zguda natural kattaligining yarmicha keladigan haqiqiy tasvir olinmoqchi. Buyumni qayerga qo'yish kerak va tasvir qayerda olinadi?

3. Buyumning botiq sferik ko'zgudagi tasviri uning o'z kattaligidan ikki marta katta. Buyum bilan tasvir o'rtasidagi masofa 15 sm . Ko'zguning: 1) fokus masofasi va 2) optik kuchi aniqlansin.

4. Yorug'lik nuri sindirish ko'rsatkichi n bo'lgan jismga i burchak bilan tushadi. Qaytgan nur singan nurga perpendikulyar bo'lishi uchun i va n o'zaro qanday bog'lanishi kerak?

5. Shishaning sindirish ko'rsatkichi 1,52. 1) shisha-havo, 2) suv-havo, 3) shisha-suv, bo'linish sirtlari uchun to'liq ichki qaytishning limit burchaklari topilsin.

6. Suvga sho'ng'igan kishi botib borayotgan Quyoshni qaysi yo'nalishida ko'radi?

7. Yorug'lik nuri skipidardan havoga chiqmoqda. Bu nur uchun to'la ichki qaytishning limit burchagi $42^{\circ} 23'$. Skipidardagi yorug'likning tarqalish tezligi qancha?

MAVZU: YORUG'LIK INTERFERENSIYASI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

MAVZU: TENG QIYALIKDAGI INTERFERENSIYA

1. Yassi-parallel plastinkalardagi (o'tuvchi yorug'likda) yorug'lik interferensiyasining natijasi quyidagi formulalar bilan aniqlanadi: yorug'likning kuchayishi

$$2hn \cos r = 2k \frac{\lambda}{2} \quad (k=0,1,2,\dots),$$

yorug'likning susayishi

$$2hn \cos r = (2k+1) \frac{\lambda}{2} \quad (k=0,1,2,\dots),$$

bunda h -plastinkaning qalinligi, n -sindirish ko'rsatkichi, r -urning sinish burchagi, λ -yorug'likning to'lqin uzunligi.

Qaytgan yorug'likda yorug'likning kuchayish yoki susayish sharti o'tuvchi yorug'likdagi shartlarga teskari.

1. Yung tajribasida yupqa shisha plastinka interferensiyalanayotgan nurlardan birining yo'liga joylashtirilgan, shu sababli markaziy yorug' yo'l (markaziy yo'l hisobga olinmagan) dastlabki beshinchi yorug' yo'l egallagan vaziyatga siljigan. Nur plastinkaga perpendikulyar tushadi. Plastinkaning sindirish ko'rsatkichi 1,5. To'lqin uzunligi $6 \cdot 10^{-7} \text{ sm}$. Plastinkaning qalinligi qancha?

2. Yung tajribasida qalinligi 2 sm shisha plastinka interferensiyalanayotgan nurlardan birinchi yo'liga perpendikulyar joylashtirilgan. Bunday turli jinslilik tufayli yurish farqining o'zgarishi 1 mkm dan oshib ketmasligi uchun plastinkaning turli joylarida sindirish ko'rsatkichining qiymati bir-birlaridan qanchalik farq qilishi mumkin?

3. Sovun pufagiga ($n=1,33$) 45° burchak bilan oq yorug'lik tushmoqda. Pufak pardasi qanchalik yupqa bo'lganida qaytgan nurlar sariq rangga ($\lambda=6 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$) bo'yaladi?

4. Vertikal joylashgan sovun pardasi syuqlikning oqishi tufayli pona hosil qiladi. Simob yonining ($\lambda=5461 \text{ \AA}$) qaytgan yorug'likdagi interferensiya yo'larini kuzatar ekanmiz, beshta yo'l o'rtasidagi masofa 2 sm ga baravar ekanligini topamiz. Pona burchagi sekund hisobida topilsin. Yorug'lik parda sirtiga perpendikulyar tushadi. Sovunli suvning sindirish ko'rsatkichi 1,33.

5. Vertikal joylashgan sovun pardasi pona hosil qiladi. Interferensiya qaytgan yorug'likda qizil shisha ($\lambda=6,31 \cdot 10^{-5} \text{ sm}$) orqali kuzatilmoqda. Bunda qo'yshni qizil yo'llar o'rtasidagi masofa 3 mm ga teng. So'ngra shu parda ko'k shisha ($\lambda=4 \cdot 10^{-5}$) orqali kuzatiladi. Qo'shni ko'k yo'llar o'rtasidagi masofa topilsin. O'lcham vaqtida pardaning qalinligi o'zgarmaydi va yorug'lik pardaga normal tushadi deb hisoblansin.

6. Shisha ponaga yorug'lik dastasi ($\lambda=5,82 \cdot 10^{-7} \text{ m}$) normal tushadi. Pona burchagi $20''$. Pona uzunlik birligiga nechta qora interferensiya yo'llari to'g'ri keladi? Shishaning sindirish ko'rsatkichi 1,5.

MAVZU: YORUG'LIK DIFRAKSIYASI

1. Nuyutonning yorug' halqalari radiuslari (o'tuvchi yorug'likda)

$$r_k = \sqrt{kR\lambda} \quad (k=0,1,2,\dots)$$

2. Qorong'i halqalari radiuslari

$$r_k = \sqrt{(2k-1)R \frac{\lambda}{2}} \quad (k=0,1,2,\dots)$$

bunda R -linzaning energilik radiusi.

Qaytgan yorug'likda yorug' va qorong'i halqalarining joylashuvi ularning o'tuvchi yorug'likdasisiga qaraganda teskari bo'ladi.

3. Parallel nurlar dastasi normal tushganda tirqish difraksiyasida yoritilganlik minimumlarining vaziyati quyidagi shart bilan aniqlanadi:

$$\alpha \sin \varphi = \pm k\lambda \quad (k=1,2,3,\dots),$$

bunda α -tirqishning eni, φ -difraksiya burchagi va λ -tushayotgan yorug'lik to'liqining uzunligi.

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

2. Nyuton halqasi yassi shisha bilan egrilik radiusi $8,6 \text{ m}$ bo'lgan linza o'rtasida hosil qilingan. Monoxromatik yorug'lik normal tushadi. Markaziy qorong'i halqani nolinch deb hisoblanib, to'rtinchi qorong'i halqaning diametri 9 mm ga tengligi aniqlanadi. Tushayotgan yorug'likning to'liqin uzunligi topilsin.

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

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

5. Agar ikkinchi va yigirmanchi qorong'i Nyuton halqalari o'rtasidagi masofa $4,8 \text{ mm}$ bo'lsa, uchinchi va o'n oltinchi qorong'i halqalar o'rtasidagi masofa qanchaga teng? Kuzatish qaytgan yorug'likda olib boriladi.

6. Nyuton halqalarini hosil qiladigan qurilma simob yoyining normal tushayotgan yorug'ligi bilan yoritiladi. Kuzatish o'tuvchi yorug'likda olib boriladi. $\lambda_1=5791 \text{ \AA}$ ga muvofiq keluvchi qaysi navbatdagi yorug' halqa $\lambda_2=5770 \text{ \AA}$ chizig'iga muvofiq keluvchi keyingi yorug' halqa bilan mos keladi?

7. Yassi to'liqin uchun Frenelning birinchi besh zonasi raduslari hisoblanilsin. To'liqin sirtidan kuzatish nuqtasigacha bo'lgan masofa 1 m . To'liqin uzunligi $\lambda=5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$.

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

1. Difraksion panjarada yorug'lik maksimumlari panjaraga tushirilgan normal bilan tashkil etuvchi orasidagi burchak φ quyidagi munosabatni qanoatlantiradigan yo'nalishlarda (yorug'lik panjaraga tik tushganida) kuzatiladi:

$$d \sin \varphi = \pm k \lambda \quad (k = 0, 1, 2, \dots),$$

bunda d -panjara doimisi, φ -difraktsiya burchagi, λ -to'lqin uzunligi va k -spektr tartibi.

2. Panjara doimiysi yoki davri $d=1/N_0$, bunda N_0 -panjaraning uzunlik birligiga to'g'ri keladigan panjara tirqishlari soni.

3. Difraksion panjaraning ajrata olish qobiliyati

$$\frac{\lambda}{\Delta \lambda} = kN$$

formula bilan aniqlaniladi, bunda N -panjara tirqishlarining umimiy soni, k -spektr tartibi, λ va $\lambda+\Delta\lambda$ -panjaraga ajratiladigan bir-biriga yaqin ikki spektral chiziqlarning to'lqin uzunliklari.

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

kattalik difraksion panjaraning burchak dispersiyasi deb ataladi.

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

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

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

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

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

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

MAVZU: YORUG'LIKNING QUTBLANISHI

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

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

va

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

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

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

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

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

bunda φ --polarizator bilan analizator bosh tekisliklari o'rtasidagi burchak, I_0 --polarizator orqali o'tgan yorug'lik intensivligi.

1. Sindirish ko'rsatkichi 1,57 bo'lgan shishadan qaytgan yorug'likning to'la qutblanish burchagi aniqlansin.

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

3. Ko'l sirtidan qaytgan Quyosh nurlari eng to'la qutblanish uchun u gorizontga nisbatan qanday burchak ostida turishi kerak?

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

5. Yorug'lik nuri shisha ($n=1,5$) idishga quyilgan suyuqlikdan o'tib, uning tubidan qaytadi. Qaytgan nur idish tubiga $42^\circ 37'$ burchak bilan tushayotganida batamom qutblanadi. 1) Suyuqlikning sindirish ko'rsatkichi toping, 2) to'la ichki qaytish sodir bo'lishi uchun mazkur suyuqlikdan o'tuvchi yorug'lik nuri idish tubiga qanday burchak bilan tushishi kerak?

6. Bo'shliqdagi to'lqin uzunligi $5890\text{\AA}$ bo'lgan yassi qutblangan yorug'lik dastasi island shpati plastinkasining optik o'qiga perpendikulyar ravishda tushadi. Agar oddiy va murakkab nurlar uchun island shpatining sindirish ko'rsatkichi $n_0=1,66$ va $n_e=1,49$ bo'lsa, kristalldagi oddiy va murakkab nurlarning to'lqin uzunliklari topilsin.

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

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

9. Shishaga ($n=1,54$) to'la qutblanish burchagi bilan tushuvchi tabiiy yorug'likning qaytish koeffitsiyenti aniqlansin. Shisha ichiga o'tgan nurlarning qutblanish darajasi topilsin. Shishadan yorug'likning yutilishi hisobiga olinmasin.

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

11. Tabiiy yorug'lik shishaga ($n=1,54$) 45° burchak bilan tushayotganda 1) qaytish koeffitsiyenti va qaytgan nurlarning qutblanish darajasi, 2) singan nurlarning qutblanish darajasi aniqlansin.

MAVZU: ISSIQLIK NURLANISHI

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

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

Bundan T-Kelvin graduslaridagi harorat va σ -Stefan –Bolsman doiyimiysi.

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

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

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

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

3. Energetik yorqinlik R_e absolyut qora jism energetik yorqinligining spektral zichligi r_λ bilan quyudagi munosabatdan bog'langan:

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

4. Vin siljish qonuniga ko'ra absolyut qora jism absolyut haroratining to'lqin uzunligi ko'paytmasi (bunda mazkur jism energetik yorqinligining spektral zichligi maksimaldir) doimiy kattalikka teng, yani

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

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

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

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

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

2. Quyosh 1 minutda qancha miqdor energiya chiqaradi? Quyosh nurlanish absolyut qora jism nurlanishiga yaqin deb hisoblansin. Quyosh sirtining haroratini 5800°K deb qabul qiling.

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

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

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

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

7. 25 Vattli elektr lampochkasi volfram spiralining harorati 2450°K . Shu haroratda uning energetik yorqinligining absolyut qora jism energetik yorqinligiga nisbati $0,3$. Spiralning nur sochadigan sirti kattaligini toping.

MAVZU: NURLANISHNING KVANT NAZARIYASI

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

$$\epsilon = h\nu.$$

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

2. Fotonning harakat miqdori

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

3. Foton massasi

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

bunda c - yorug'likning bo'shliqdagi tezligi.

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

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

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

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

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

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

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

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

MAVZU: FOTOEFFEKT HODISASI

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

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

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

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

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

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

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

MAVZU: FOTOEFFEKTNING KVANT NAZARIYASI

1. Yorug'lik bosimining miqdori

$$p = \frac{E}{c}(1 + \rho),$$

bunda E–birlik sirtga vaqt birligida tushuvchi energiya miqdori, ρ - yorug'likning qaytish koeffitsiyenti.

2. Kompton hodisasidagi rentgen nurlari to'liq uzunliklarining o'zarishi quidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Delta \lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos \varphi)$$

bunda φ - sochilish burchagi va m - elektron massasi.

3. Elementar zarrachalar dastasi zarracha siljishi yo'nalishida tarqaluvchi yassi to'liq xossasiga ega. Bu dastaning λ to'liq uzunligi de Broyl nisbati bilan aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\sqrt{2W_k m}}$$

bunda v - zarrachalar tezligi, m - zarrachalar massasi va W_k – ularning kinetik energiyasi. Agar zarrachalarning v tezligi yorug'lik tezligi c bilan o'lchovdosh bo'lsa, u holda yuqoridagi formula quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\lambda = \frac{h}{m_0 v} \sqrt{1 - \beta^2} = \frac{h}{\sqrt{2W_k m_0 + \frac{W_k^2}{c^2}}}$$

bunda $\beta = \frac{v}{c}$ va m_0 - zarrachaning tinch holatidagi massasi.

1. P.N. Lebedev tajribalaridan birida qoraga bo'yalgan doirachaga yorug'lik tushganida ($\rho=0$) ipning burilish burchagi $10'$ bo'lgan. 1) Yorug'lik bosimi kattaligini, 2) tushayotgan yorug'lik quvvatini toping. Asbobga tegishli ma'lumotlarni bundan avvalgi masala shartlaridan oling.

2. P.N. Lebedev tajribalaridan birida doirachaga tushayotgan monoxromatik yorug'likning ($\lambda=5,6 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$) quvvati $0,5 \text{ j/min}$ ga teng bo'lgan. 1) Parrakchanning 1 cm^2 sirtiga 1 sek da tushgan fotonlar sonini; 2) 1 sek da doirachaning 1 sm^2 sirtiga berilgan kuch impulsini toping. a) $\rho=0$, b) $\rho=0,5$ va v) $\rho=1$ hollar uchun impuls kattaligini toping. Asbobga tegishli ma'lumotlarni 19.22. masala shartlaridan olasiz.

3. Yuz vattli yelektr lampochka devoriga beradigan yorug'lik bosimi topilsin. Lampochka kolbasi radiusi 5 sm cferik idishdan iborat. Lampochka devori o'ziga tushgan yorug'likning 10% ini qaytaradi. Iste'mol qilingan barcha quvvat nurlanishga sarflanadi deb hisoblansin.

4. 100 cm^2 sirtga har minutda 63 j yorug'lik energiyasi tushadi. 1) Sirt hamma nurlarni batamom qaytaradigan va 2) o'ziga tushuvchi hamma nurlarni batamom yutadigan hollar uchun yorug'lik bosimi kattaligini toping.

Optika fanidan glossariy.

-A-

ABBE REFRAKTOMETRI-suyuq va qattiq muhitlarning suyuqlikni sindirish ko'rsatkichini o'lchash asbobi.

ABERRATSIYA-lotincha *aberration*-og'ish, chetga chiqish-optik tizimning ideal holatdan og'ishi natijasida tasvirning buzilishi.

ABSORBSIYAVIY SPEKTROSKOPIYA-spektroskopiyaning ko'rinuvchi, infraqizil va ultrabinafsha nurlanishning yutilish spektrini o'rganuvchi bo'limi.

ADAPTIV OPTIKA-o'zidan o'tuvchi yorug'likning to'lqin fronti buzilishlarini o'zi tuzatish xususiyatiga ega bo'lgan optik tizim.

AJRATA OLIISH QOBILIYATI-optik tizimning buyumning bir-biriga yaqin ikki nuqtasini ayrim-ayrim tasvirlay olish qobiliyatini tavsiflovchi kattalik; ajrata olish limitiga teskari kattalik.

AJRATILISH CHEGARASI-optik tizim buyumning ayrim-ayrim tasvirlab beradigan ikki nuqtasi orasidagi eng kichik masofasi; burchak yoki chizig'iy o'lchovlarda ifodalanadi.

AYLANTIRISH QOBILIYATI-yorug'lik qutblanish tekisligi burilish burchagining yorug'lik optik faol muhitda o'tgan yo'lga nisbati.

AMETROPIYA-akkomodatsiya (moslashuv) bo'lmaganda ko'zning orqa fokusi to'rparda bilan mos kelmasligidan iborat ko'zning kamchiligi.

ANAMORFLASH-buyumlarning turli yo'nalishlarda chizig'iy va burchak o'lchovlarini o'zgartirish bilan ularning atayin buzilgan tasvirlarini hosil qilish.

ANAMORTOT KIYGIZMA-rasmga oluvchi yoki proyeksiyalovchi obyektiv oldiga joylashtiriladigan va tasvirni anamorflash yoki anamorfsizlashga mo'ljallangan afokal optik tizim.

ANASTIKMAT-yunoncha an-manzara va sigma-nuqta, amalda optik tizimlarga xos bo'lgan barcha tur aberratsiyalardan holi bo'lgan obyektiv.

APERTURA-lotincha *apertura*-teshik-optik tizimning yorug'lik dastasi kengligini belgilovchi tirqish diametri.

APLANAT-yunoncha *aplanetos*-xatosiz, og'ishmaydigan-astigmatizm va tasvir egriligining mumkin bo'lgan chegaralarida, sferik aberatsiya va komani tuzatish orqali keskin tasvirni yaratuvchi optik tizim.

APODIZATSIYA-optik tizim ustidagi yorug'lanuvchi nuqtaning difraksiyaviy manzarasiga jadallik taqsimlanishi o'zgarishiga olib keluvchi o'zgartirishlar.

APOSTILB-yunoncha *apostilbo*-yarqirayman, chaqnayman-ravshanlikning tizimdan tashqari birligi.

APOXROMAT-yunoncha *apo*-bu yerda kichrayishni bildiradigan old qo'shimcha va *chroma* – rang – optik tizimlarning sferaviy va sferoxromatik aberratsiyalari to'g'rilangandan so'ng qoldiq xromatik aberratsiya *axromat*dagidan kichik bo'ladigan obyektiv.

APPARAT FUNKSIYA-asbobning chiqishida o'lchangan kattalik qiymatini shu kattalikning kirishdagi haqiqiy qiymati bilan bog'lovchi o'lchagich asbob tavsifi.

ASTIGMATIZM-yunoncha *a*-manfiy va *stigma* – nuqta- yorug'lik nuqtaviy manbaining tasviri bitta tekislikda yotmaydigan ikkita o'zaro tik kesmada kuzatiladigan optik tizim aberratsiyasi

ATMOSFERA OPTIKASI-Yer va sayyoralar atmosferasidagi ultrabinafsha, ko'rinadigan va infraqizil nurlanishdagi sochilish, yutilish, sinish, qaytish va difraksiyani o'rganishga bag'ishlangan atmosfera fizikasi bo'limi

AG'DARUVCHI TIZIM-murakkab optik tizimning uning oldingi qismi hosil qilgan buyum optik tasvirini 180^0 ga buruvchi qismi.

-B-

BIKO'ZGU-nuqtaviy manbadan chiqqan yorug'lik 180^0 dan kichikroq burchak ostida joylashgan ikkita ko'zgudan qaytib, yorug'likning kogerent dastasini hosil qiluvchi asbob.

BILINZA-nuqtaviy manbadan chiqqan yorug'likning bitta yig'uvchi linzani kesishi natijasida bir-biridan biroz ajratilgan ikkita yarim linza yordamida kogerent yorug'lik dastasi hosil qiluvchi asbob.

BINAFSHA SILJISH-nurlanish manbai va nurlanish kuzatuvchisining o'zaro yaqinlashuvi tufayli etalon spektrga nisbatan manbaining elektromagnetik nurlanish spektrida chiziqlar to'lqin uzunliklarining qisqarishi.

BIO QONUNI -Tabiiy optik faollikka ega bo'lgan nokristall moddalar (suyuqlik yoki nafaol erituvchidagidagi eritma) qatlamidan o'tuvchi chizig'iy qutblangan yorug'likning qutblanish tekisligi ϕ aylanish burchagini aniqlash qoidasi.

BIPRIZMA-nuqtaviy manbadan chiqqan yorug'likning kichik sindirish burchakli, aosolari tutashtirilgan ikki prizma yordamida ikki dastaga ajratish orqali kogerent yorug'lik dastalari hosil qiluvchi asbob.

BIR JINSLI MUHIT-muayyan fizikaviy xossalari koordinatalarga bog'liq bo'lmagan muhit.

BIR JINSLI TIZIM-hamma qismlarida xususiyati bir xil bo'lgan tizim.

BIRDAY QALINLIK YO'LLARI-o'zgaruvchan qalinlikli shaffof qatlam sirtida uni monoxromatik yorug'lik dastasi bilan yoritilganda kuzatiladigan interferensiya yo'llari tizimi.

BIRDAY QIYALIK YO'LLARI-yassi parallel plastinkani noparallel monoxromatik yorug'lik dastasi bilan yoritilganda kuzatiladigan interferensiya yo'llari tizimi.

BIRLAMCHI NURLANISH-qaralayotgan o'zaro ta'sir jarayonida birlamchi bo'lgan yoki dastlabki deb olinadigan nurlanish.

BOSH NUR-aperturaviy diafragma markazi orqali o'tuvchi qiya dasta nuri

BOSHLANG'ICH FAZA-vaqtning boshlang'ich paytidagi tebranishlar fazasi.

BRYUSTER BURCHAGI-dielektrik sirtidan qaytuvchi yorug'likning to'la qutblanadigan tushish burchagi.

BRYUSTER QONUNI-dielektrik sirtidan qaytuvchi yorug'lik to'la qutblangan bo'lishi uchun tabiiy (qutblanmagan) yorug'likning tushish burchagi bilan dielektrikning sindirish ko'rsatkichi orasidagi munosabat.

BURCHAK APERTURA-optik tizimga kiruvchi konussimon yorug'lik dastasining chekka nurlari orasidagi burchak.

BURCHAK KATTALASHTIRISH-tasvirlar fazosida yorug'lik nuri optik o'qqa qiyalik burchagi tangensining buyumlar fazosidagi unga qo'shma nurning burchagi tangensiga nisbati.

BUTUN TO'LQIN PLASTINKA-qo'sh sindiruvchi kristalldan uning optik o'qiga parallel, qalinligini esa oddiy va nooddiy nurlar optik yo'l farqi to'lqin uzunlikka karra bo'ladigan qilib kesib olingan plastinka.

BUYUM TO'LQINI-golografiyada yorug'lik manbai yoritib turgan buyumdan qaytgandan keyin qayd qiluvchi muhitga tushuvchi to'lqin.

BUYUMLAR FAZOSI-buyumning optik tizim yordamida tasvirlari hosil qilishi mumkin bo'lgan nuqtalari majmui.

BO'YLAMA KATTALASHISH-optik o'q bo'yicha joylashgan kesma tasviri uzunligining shu kesma uzunligiga nisbati.

BO'YLAMA TO'LQIN-muhit holatining o'zgarishlarini tavsiflovchi vektor kattalik; to'lqinning tarqalish yo'nalishi bo'yicha yo'nalgan holdagi to'lqin.

-D-

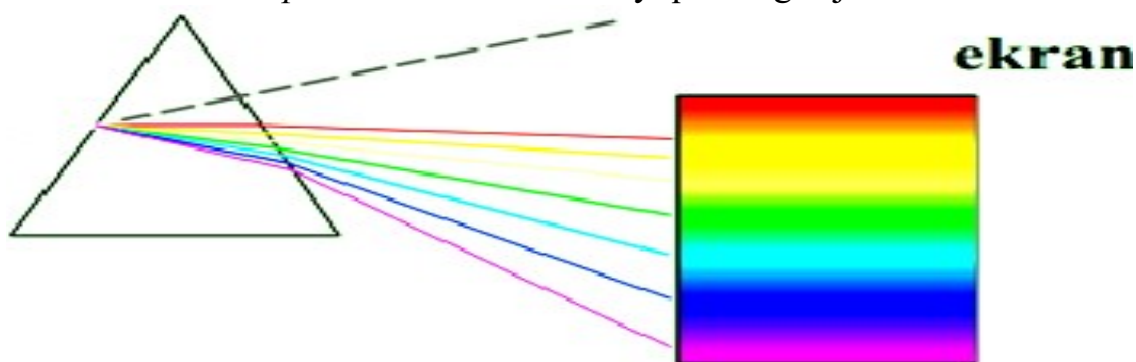
DASTA-yorug'likni qutblash uchun ishlatiladigan shaffof yassi plastinkalar to'plami; 2-yorug'lik yoki nur to'plami.

DIAFRAGMA-yunoncha *diaphragma*-to'siq- 1)biror fizik tizimning qismlarini ajratib turuvchi to'siq; 2) optik tizimlarda yorug'lik nurlarining ko'ndalang kesimini cheklovchi noshaffof to'siq; 3) zaryadlangan zarralar dastasi kesimini cheklovchi elektr o'tkazuvchi plastinkadagi tirqish.

DINAMIK GOLOGRAFIYA-to'lqinlarni yozish jarayonida ularning kogerentligi o'zgarishi qaraladigan golografiya sohasi.

DIOPTRIYA (dp, D)- linza yoki sferik ko'zguning optik kuchi birligi; 1 dioptriya bosh fokus masofasi 1 m bo'lgan linza yoki sferik ko'zguning optik kuchiga teng

DISPERSIYA- lot *dispersio*-sochilish-tarkibiy qismlarga ajralish



DISPERSIYA PRIZMASI-tekshiriladigan nurlanish uchun shaffof moddadan yasalgan, elektromagnetik nurlanishni dispersiyalovchi prizma

DISTORSIYA -lot. distorsia-egrilanish-optik tizimlarning buyum bilan uning tasviri orasidagi geometrik o'xshashliklarning yo'qolishidan iborat aberratsiya.

DIFRAKSIYA - lot. difractus singan-to'lqinlarning uchragan to'siqlarni aylanib o'tishi

DIFRAKSIYA MANZARASI – yorug'lik difraksiyasi natijasida hosil bo'luvchi yuqori va past jadallik yorug'lik sohalarining muntazam navbatlashuvi

DIFRAKSIYA SPEKTRI - difraksiya panjarasi yordamida hosil qilingan spektr

DIFRAKSION PANJARA-ko'p sonli elementlardan iborat davriy tuzilishni tashkil qiluvchi difraksiya spektrlarini olishda ishlatiladigan optik asbob.

DOIRA BO'YICHA QUTBLANGAN YORUG'LIK-fazoning har bir nuqtasida yorug'lik tebranishlari takroriylikiga teng takroriylikda tekis aylanuvchi, uchi esa aylana chizuvchi yorug'lik.

-E-

EKSPOZITSIYA-yorug'lik energiyasining sirt zichligi; biror bir sirt yoritilganligining yoritish davomiyligiga ko'paytmasi.

EKSTINKSIYA-lotincha *extinctio-so'nish*-yorug'lik dastasi yoki rentgen nurlanishning shu nurlanishlarning sochilishi yoki yutilishi natijasida zaiflanishi.

ELASTIK SOCHILISH- 1) yorug'lik foton takroriyligining o'zgarmasdan sochilishi; 2) mikrozaralar ichki holatlarining o'zgarmasdan sochilishi.

ENERGIYAVIY YORITILGANLIK-nur oqimining sirt zichligi; nurlanish energiya oqimining nurlantirayotgan sirt sathiga nisbati.

ENERGIYAVIY YORITUVCHANLIK-yorug'lik chiqaruvchi sirt birligiga to'g'ri kelgan nurlanish oqimi.

ENERGIYAVIY RAVSHANLIK-yorug'lik manbaining berilgan yo'nalish uchun tavsifi; qiymati yorug'lik nurlanishining yorug'lanayotgan sirtning tanlangan yo'nalishga tik tekislikka proyeksiyasi sirtiga nisbatiga teng.

ENERGIYAVIY RAVSHANLIKNING SPEKTRAL ZICHLIGI-optik spektrning tor qismiga mos kelgan energiyaviy ravshanlikning shu qism kengligiga nisbati limiti.

ENERGIYAVIY SPEKTR- 1) tizimga ega bo'lishi mumkin bo'lgan energiya qiymatlari majmui; 2) elektrik magnit nurlanish yoki korpuskulyar nurlanish energiyalari qiymati.

EPIGRAMMA-rasmga olishda fotoplyonka kristall bilan roentgen nayi orasiga qo'yiladigan holdagi lauegramma.

EPIDIASKOP-yunoncha *epi-ustida, dia-orqali va skopeo-qarayman*-ekranda ham shaffof, ham noshaffof buyumlarning tasvirini hosil qilish imkonini beruvchi uyg'unlashtirilgan proyeksion asbob.

EPISKOP-ekranda noshaffof buyumlarning tasvirini hosil qilish imkonini beruvchi proyeksion qurilma.

ESHELETT-fransuzcha *echelette, echelle-narvon*-dofraksiyalashgan nurlanishni spektrning biror muayyan tartibida jamlovchi qaytaruvchi difraksion panjara.

ESHELLE-*echelle-narvon*-difraksiyalangan nurlanishni spektrning yuqori tartiblarida jamlovchi qaytaruvchi qaytargich difraksion panjara.

-F-

FABRI-PERO INTERFEROMETRI-elektromagnit nurlanishning ko'rinuvchi, infraqizil va santimetrli diapazonlarida spektrlarni tahlil qilish uchun ishlatiladigan ko'p nurli interferometr.

FAZOVIY ZIDMA-ZIDLIK-yorug'lik yo'lqini buyumning turli va qismlaridan o'taytganda yuzaga kelayotgan fazalar farqini qayd qilish orqali juda kichik sindirish va yutish ko'rsatkichlari farqiga ega bo'lgan mikroskopik buyumlar tasvirlarini hosil qilish.

FAZOVIY REFEOGRAFIYA-optik axborotni yozib olish va qaytadan uzatishning televideniya keng tarqalgan usuli.

FAZOVIY SINXRONIZM-jamlash to'liqini energiyasi uyg'ongan to'liqlarga eng nafli tarzda uzatiladigan hol uchun optik jamlash to'liqini va uning muhitda uyg'ongan to'liqlari fazalari orasidagi nisbat.

FAZAVIY TEZLIK-to'liqin fazasining tarqalish tezligi.

FAZO-fizikaning asosiy tushunchalaridan biri; buyumlarning ko'lamlarini va o'zaro joylashishlarini tavsiflashda qo'llaniladi.

FIZIK YORUG'LIK KUCHI-muayyan optik tizim hosil qilgan tasvir yoritilganligining tasvirlanayotgan buyum ravshanligiga nisbati.

FIZIKAVIY OPTIKA-yorug'lik va yorug'lik hodisalarining tabiatini o'rganuvchi optika bo'limi.

FLUKTUATSIYA-lotincha *fluctuatio-tebranish*-fizik kattalik qiymatining o'z o'rtacha qiymatidan tasodifiy chetlanishlari.

FLUORESENSIYA-dastlabki flyuorit minerali va lotincha *secent-zaif* ta'sirni bildiruvchi suffiks-yorug'lanishni o'rganuvchi ta'sir to'xtagandan so'ng tezda so'nuvchi lyuminessensiya.

FLYUOROMETR-fluoressensiyaning so'nish vaqtini o'lchash asbobi.

FLYUORIMETR-fluoressensiya jadalligini o'lchash spektral asbobi.

FOYDALI KATTALASHTIRISH-obyektivning ajrata olish kuchidan nurlanish qabul qilgichi tomonidan to'la foydalana bilish uchun mumkin bo'lgan optik tizimning eng kichik kattalashtirishi.

FOKON-yorug'lik nurlanishini fokuslovchi konus.

FOKUS-lotincha *focus-olov, o't, o'choq*-optik o'q ustida cheksizlikda joylashgan nuqtaga qo'shma bo'lgan nuqta.

FOKUS MASOFA-linza yoki optik ko'zguning bosh fokusidan ularning optik markazigacha bo'lgan masofa.

FOKUSLASH-sferik yoki silindrik shakldagi yig'uvchi to'liqin frontlari yaratish.

FOSFORESSENSIYA-uyg'otuvchi ta'sir to'xtaganidan keyin ham nurlanishni uzoq vaqt saqlab turuvchi lyuminessensiya.

FOSFOROSKOP-fosforessensiya jadalligining davomiyligini va vaqtga bog'lanishini aniqlash uchun ishlatiluvchi asbob.

FOTOAKUSTIK HODISALAR-optik nurlarning ta'sirida muhitlarda tovush (akustik) to'liqlarning yuzaga kelishi.

FOTOGRAFIYA-fotosezgir materiallarda tasvir hosil qilish hamda fizik va boshqa jarayonlarda nurlanishlarni qayd qilish usullari.

FOTOLYUMINESSENSIYA-yorug'lik ta'sirida yuzaga keluvchi lyuminessensiya.

FOTOMETR-yunoncha *photos-yorug'lik* va *metreo-o'lchayman*-yorug'lik maydonini tavsiflovchi kattaliklarni o'lchash asbobi.

FOTOMETRIYA-optik nurlanishning chiqishi, tarqalishi va modda bilan o'zaro ta'sirlashishida uning energiya tavsiflari qaraladigan optika bo'limi.

FOTON-yunoncha *phos-yorug'lik*-elektromagnit maydon kvanti; tinchlik massasi nolga va spinini 1 ga teng neytral elementar zarra.

FOTOPLASTINKA-reaksiyasi plastinka yoki parda sirtiga surtilgan kumush goloidi yoki boshqa sezgir moddaning fotokimyoviy parchalanishida namoyon bo'ladigan nurlanish qabul qilgichi.

FRAUNGOFER DIFRAKSIYASI-yassi to'lqin frontiga ega bo'lgan yorug'lik tolqinlarining difraksiyasi.

FRENEL LINZASI-mayoqlar va signal fonarlarida qo'llaniladigan murakkab tarkibiy linza.

FRENEL DIFRAKSIYASI-sferik to'lqin frontiga ega bo'lgan yorug'lik to'lqinlarining difraksiyasi.

FRENEL SOHALARI-chegaralaridan tarqalayotgan nuqtagacha optik yo'l farqi to'lqin manbai chiqarayotgan to'lqin yorug'likning yarmiga teng bo'ladigan to'lqin.

FURE SPEKTROSKOPIYASI-elektromagnit nurlanish spektrini topishning ikki bosqichli usuli: dastlab, nurlanishning interferogrammasi qayd qilinadi, so'ngra esa fure-o'zgartirish matematik amali bevosita nurlanishdagi garmonik tebranishlar takroriyliги va amplitudasi topiladi.

-G-

GAZ LAZER-Газовый лазер-faol muhiti gazdan iborat bo'lgan lazer.

GAMMA NURLANISH-to'lqin uzunligi 10^{-8} sm dan kichik qisqa to'lqinli elektromagnetik nurlanish.

GAMMA SPEKTROMETR-gamma nurlanish spektrlarini o'lchash asbobi.

GAMMA SPEKTROSKOPIYA- gamma nurlanish spektrlarini hamda gamma yemirilish sodir bo'ladigan atom yadrolarining xossalarini o'rganuvchi spektroskopiya bo'limi.

GEOMETRIK OPTIKA-yorug'lik nurlari haqidagi tasavvurlar asosida yorug'lik nurlanishlarining tarqalish qonunlari o'rganiladigan optika bo'limi.

GEOMETRIK OPTIKA USULI-to'lqin maydonlarni hisoblashning to'lqin energiyasi tarqaladigan nur haqidagi tasavvurga tayanadigan tarkibiy asimptotik usul.

GOLOGRAMMA-buyum va tayanch to'lqinlarning qo'shilishidan vujudga keluvchi va fotometriyada qayd qiluvchi *interferensiya* manzarasi.

GOLOGRAMMAVIY OPTIK ELEMENTLAR-to'lqin maydonlarini fokuslash (gologrammaviy linzalar), dispersiyalash (difraksion panjaralar), qaytarish (ko'zgular), filtrlash, qutblash va boshqa turli o'zgartirishlarni ro'yobga chiqaruvchi galogrammalar.

GOLOGRAFIK INTERFEROMETRIYA-loaql bittasi golografik yozilgan va tiklangan to'lqinlardan hosil bo'lgan interferensiya manzaralarini hosil qilish va talqin qilish usuli.

GOLOGRAFIYA-yunoncha *holos-barcha*, to'liq va *grapho*-yozaman-to'lqinlarning interferensiyasi asosida buyumlarning hajmiy tasvirini olish usuli.

-I-

IDEAL OPTIK TIZIM-buyumlar fazosida tekislikning har bir nuqtasini tasvir fazosidagi tekislik nuqtasi tarzida tasvirlovchi optik tizim.

IKKILAMCHI NURLANISH-tushayotgan elektromagnit nurlanish ta'sirida dipol elektrik momentlari majburiy tebranishlarni bajarayotgan atomlar yoki molekulalar chiqadigan elektromagnit nurlanish.

IKKI FOTONLI NURLANISH-nurlanuvchi tizimning bitta kvant o'tishida ikki fotonning nurlanish jarayoni.

IMPULS GOLOGRAFIYA-jadal lazer impulsar vositasida gologrammalar yozib olish.

IMPULS FOTOMETRIYA-impulsning yorug'lik oqimlarini va ular yordamida jismlarning optik tavsiflari (qaytarish ko'effitsiyenti, o'tkazish ko'effitsiyenti va boshq.)ni o'rganuvchi fotometriya yo'nalishi.

INTEGRAL OPTIKA-yorug'lik oqimlarini boshqarishga mo'ljallangan optik va optoelektron elementlarni yaratish va birlashtirish usullarini o'rganuvchi optika bo'limi.

INTERFERENSIYA-lotincha *inter*-o'zaro va *fer*-urilish aralasish-to'lqinlar (tovush, yorug'lik, elektr va h.k.)ning ustma-ust tushib, bir-birini kuchaytirishi yoki susaytirishi.

INTERFERENSIYA ZARRABINI (MIKROSKOP)-shaffof buyumlarni interferensiyaviy zidma-zidlik usuli bilan kuzatishga asoslangan optik asbob.

INTERFERENSION ZIDMA-ZIDLIK USULI-mikroskopda buyumlar tasvirini hosil qilishning buyumdan o'tgan va buyumdan o'tmagan yorug'lik to'lqinlari interferensiyasiga asoslangan usuli.

INTERFERENSIYA YO'LLARI-yorug'lik interferensiyasida kuzatiladigan yorug' va qorong'u yo'llar tizimi.

INTERFERENSIYA MANZARASI-kogerent yorug'lik dastalarining qo'shilishi natijasida hosil bo'luvchi va past jadallikli yorug'lik sohalarining muntazam navbatlashuvi

INTERFERENSIYA TARTIBI - muayyan nuqgada interferensiyalashuvchi nurlar yo'llari farqining shu nurlarniig vakuumdagi to'lqin uzunligiga nisbati

INTERFEROGRAMMA -tekshirilayotgan elektromagnit nurlanish jadalligi modulyatsiyasining qaydi; interferometrda nurning yo'l farqini tekis o'zgartirish orqali amalga oshiriladi

INTERFEROMETR-to'lqinlarning interferensiyasi hodisasi asosida ishlaydigan o'lchash asbobi

INFRAQIZIL NURLANISH -to'lqin uzunliklari $1\text{--}2\text{mm--}0,74\text{mkm}$ oraliqda bo'lgan, oddiy ko'zga ko'rinmaydigan elektromagnit nurlanish

INFRAQIZIL SPEKTROSKOPIYA - spektr infraqizil sohasidagi spektrning chiqishini, yutilishini va sochilishini hosil qilishni, tadqiq qilshi va qo'llashni o'z ichiga oluvchi optik spektroskopiya bo'limi

ISSIQ LYUMINESSENSIYA-uyg'otilgan elektron holatdagi kvant tizim (molekula, qattiq jism) atrof muhit bilan issiqlik muvozanati o'rnatishi jarayonida (odatdagi lyuminessensiya tizimning atrof muhit bilan issiqlik muvozanati sharoitida yuz beradi) yorug'lik chiqishi.

ICHKI TO'LQINLAR-zichligi chuqurlik ortishi bilan o'sa boradigan qatlanmagan suyuqlik (gaz)dagi to'lqin harakatlar ko'rinishi.

-J-

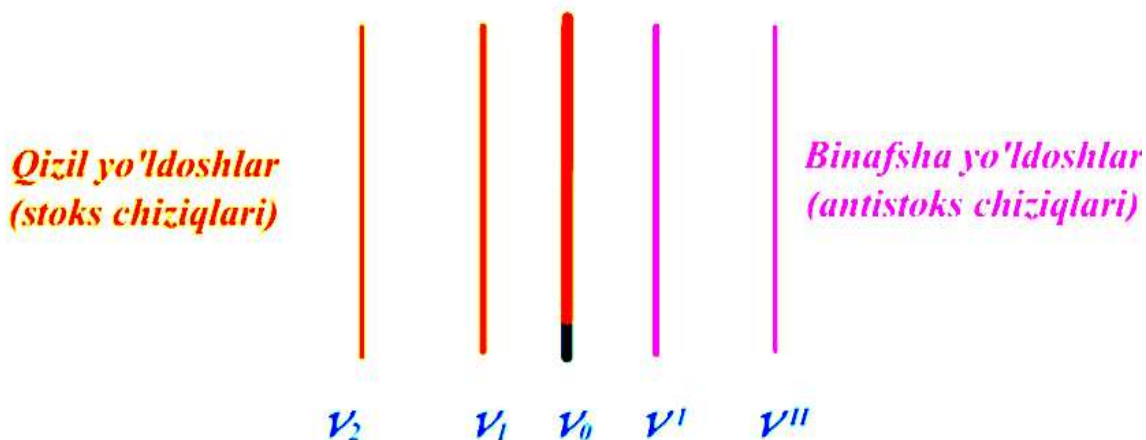
JADAL OPTIKA-qattiq jismlarning mexanik butunligi buzilishiga olib keluvchi jadal yorug'lik nurlanishining shu jismlarga ta'sirini o'rganuvchi optika bo'limi.

JAMEN INTERFEROMETRI-gaz va suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichini o'lchash uni qo'llaniladigan ikki nurli optik asbob.

JAMLANMA LINZA-lotincha *collektivus*-jamlovchi-qiya yorug'lik dastalarining aberratsiyasini kamaytirish uchun ishlatiladigan yig'uvchi yassi-qovariq optik linza.

-K-

KOMBINATSION SOCHILISH–tushayotgan nur bilan modda molekularining tebranish chastotalari kombinatsiyasi bo'lib namoyon bo'ladigan sochilish.[3]



KAMERA OBSKURA-lotincha *camera obscura*-qorong'u xona-buyumlar tasvirini hosil qilish uchun ishlatiluvchi oddiy optik moslama; u qorong'u qutidan iborat bo'lib, devorlaridan biri kuzatish ekrani vazifasini o'taydi, qarama-qarshi tomondagi devorda esa tirqish ochilib uning ro'parasiga buyum joylashtiriladi.

KANDELA-lotincha *candela*-sham (kg, cd)-SI da yorug'lik kuchi birligi (candela)[4]

KAUSTIKA-yunoncha *kaustikos*-issiq, lovillagan-yorug'lanuvchi nuqtadan chiqib, optik tizimdan o'tgan yorug'lik nurlarini majmuini o'lchovchi sirt.

KVADRUPOL NURLANISH-nurlanayotgan tizimning vaqt o'tishi bilan kvadrupol (elektrik, magnetik, akustik, gravitatsion) momentining o'zgarishi bilan bog'liq.

KVAZIOPTIKA-to'lqin optika va geometrik optika orasidagi oraliq holatni egallovchi keng to'lqinli takroriyliklar optikasi.

KVANT KOGERENTLIK-nurlanish maydoni kvant holatlari interferensiyasining tavsifi.

KVANT OPTIKA-yorug'lik bilan moddaning o'zaro ta'sirlarida yorug'lik va modda atomlarining kvant xossalari muhim o'rin tutadigan hodisalarni o'rganuvchi optika bo'limi.

KESKINLIK CHUQURLIGI-optik tizim keskin tasvirlagan nuqtalar orasidagi masofaning optik o'q bo'yicha hisoblangan eng katta qiymati.

KINOFORM-obyekt to'lqinining fazaviy tashkil etuvchisi haqida bir qiymatli axborot tashuvchi va tayanch to'lqin bilan yoritganda axborotni to'la tiklash imkonini beruvchi yupqa sintezlangan fazaviy *gologramma*.

KIRISH TIRQISHI-oldida optik tizimning qismlari yoki oldin joylashgan optik tizim qismlari hosil qilgan aperturaviy diafragma tasviri bo'lmagan holdagi aperturaviy diafragma.

KOGERENT YORUG'LIK TO'LQINLARI- yorug'lik tebranishlarida berilgan vaqt oraligida doimiy fazalar farqiga ega bo'luvchi yorug'lik to'lqinlari.

KOGERENT NURLANISH -tebranishlari vaqtga bog'liq bo'lmagan doimiy faza farqiga ega bo'lgan elektromagnitik nurlanish.

KOGERENT OPTIKA-tor yo'nalgan kogerent yorug'lik dastalarini hosil qilish va ularni boshqarish usullarini o'rganuvchi optika bo'limi.

KOGERENT SINXROTRON NURLANISH-quvvati dastadaga zarralar sonining kvadratiga mutanosib bo'lgan guruhlangan zarralar dastasining sinxrotron nurlanishi qismi.

KOGERENT SOCHILISH - tushuvchi to'lqinning fazasi sochilgan to'lqinning fazasini bir qiymatli aniqlab beradigan yorug'lik sochilishi.

KOGERENTLIK - bir nechta tebranma yoki to'lqin jarayonlarning ularning qo'shilishida namoyon bo'luvchi vaqt va fazoda uyg'un kechishi.

KOGERENTLIK UZUNLIGI – to'lqinning tarqalish yo'nalishida maydonning vaqt bo'yicha fazalar farqi saqlanadigan eng katta uzunligi

KOLLIMATOR - lot. *collineo* – to'g'ri chiziq bo'ylab yo'naltiraman - parallel nurlar dastasi hosil qilish optik qurilmasi

KOMA - yunon. *kome* - soch. kometa dumi - optik tizimlarning qiya dasta hosil qilgan nuqta tasviri nosimmetrik dog' ko'rinishiga ega bo'ladigan aberratsiyalaridan biri.

KONTAKT LINZA-ko'rinishni sozlashga mo'ljallangan, bevosita ko'z shox pardasiga kiydirilib, unda tutinish kuchlari hisobiga ushlanib turiladigan ko'zoynak linza.

KONTRAST-fransuzcha *contraste-qarama-qarshilik*-obyekt ravshanliklari farqining fon ravshanligiga nisbati.

KOOPERATIV LYUMINESSENSIYA-optik nurlanishni uyg'otuvchi kvantlar yutgan ikkita yoki undan ortiq markazlardan bitta lyuminesensiya markaziga energiya uzatilganda vujudga keluvchi lyuminessensiya.

KORPUSKULYAR OPTIKA-zaryadlangan zarralar (elektron va ionlar)ning elektrik va magnetik maydonlarda harakat qonunlarini o'rganuvchi fizika bo'limi.

KOSMIK NURLANISH-kosmik manbalardan chiquvchi nurlanish.

KOSMIK NURLAR-Yerga koinot fazosidan keluvchi nurlar, shuningdek u yer atmosferasida vujudga keltirilgan ikkilamcha zarralar yoki gamma nurlanishlar oqimi.

KO'Z - optik va fiziologik tizimlar to'plamini tashkil qiluvchi ko'rish a'zosi.



KO'Z ASTIGMATIZMI –ko'z optik tizimining turli yo'nalishlarida sindirish kuchi birday bo'lmasligidan iborat ko'z nuqsoni.

KO'Z KONVERGENSIYASI - yaqin joylashgan obyektlar qotirib qo'yilganda ikkala ko'zning ko'rish o'qlari ustma-ust tushishi.

KO'Z QORACHIG'I (QORACHIQ) – ko'zning ichiga yorug'lik o'tadigan rangdor pardadagi doiraviy tirqish.

KO'ZGU – yorug'lik nurlarini qaytarib optik tasvir hosil qilish qobiliyatiga ega sayqallangan sirtli jism.

KO'ZGU-LINZA TIZIMI-qaytaruvchi va sindiruvchi sirtlarga ega bo'lgan optik tizim.

KO'ZNING SPEKTRAL SEZGIRLIGI – ko'zning turlicha to'lqin uzunlikdagi monoxromatik nurlanishlarga sezgirliigi.

KO'NDALANG TO'LQIN-muhit holatining o'zgarishlarini ifodalovchi vektor kattaligi to'lqinning tarqalish yo'nalishiga tik bo'lgan tekislikda yotuvchi to'lqin.

KO'NDALANGIGA KATTALASHISH-optik o'qqa tik kesma tasviri uzunligining shu kesma uzunligiga nisbati.

KO'RINUVCHAN QILISH -manbaning ko'rinmaydigan nurlanish maydonini ko'rinadigai tasvirga aylantirish.

KO'RINUVCHAN KATTALASHTIRISH-optik tizim hosil qilgan tasvirning kuzatuvchi ko'zi ko'radigan burchak tangensi bilan buyumning qurollanmagan ko'zga ko'rinadigan burchagi tangensi orasidagi nisbat.

KO'RINUVCHAN NURLANISH-0,40 dan 0,76 mqm gacha oraliqdagi to'lqinlar uzunliklari bilan tavsiflanuvchi optik nurlanish.

KO'RISH - insonning turli buyumlardan ravshanlik, rang va shakl hislari tarzida keluvchi yorug'likni qabul qilish orqali atrof-muhit haqida turli-tuman ma'lumotlarni olish qobiliyati.

KO'RISH BURCHAGI - buyum yoki uning tasviri chekka nuqtalardan chiquvchi nurlarning kuch markazida uchrashuv burchagi.

KO'RISH INERTSIYASI – ko'zning yorug'lik sharoitlari o'zgarishlarini kechikib sezish xossasi

KO'RISH MAYDONI - fazoning optik tizim tomonidan tasvirlanayotgan qismi

KO'RISH NAYI - uzoqdagi buyumlarii vizual kuzatish optik asbobi (teleskop, durbin, periskop va b.)

KO'RISH SOHASI DIAFRAGMASI—ko'rish sohasini chegaralovchi diafragma.

KO'RISH O'TKIRLIGI—ko'zning qaralayotgan buyumlarning mayda qismlarini ajrata olish qobiliyati; u ko'z ikkita buyum oralig'ini ko'rishi mumkin bo'lgan eng kichik burchakka teskari kattalik bilan ifodalanadi.

KO'RISH O'QI - qaralayotgan buyumlar ko'z bilan qayd qilinadigan ko'z pardasi markaziy chiziqlichasi o'rtasidan o'tuvchi chiziq.

KO'RISHGA MOSLASHUV-ko'zning yorug'likka sezgirliigi o'zgarishi bilan ifodalanuvchi, ta'sir qiluvchi yorug'lik jadalligiga moslashish

-L-

LAZER-inglizcha *laser-Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*-“majburiy nurlanish tufayli yorug'likning kuchayishi” so'zlarining bosh harflaridan-optik rezonatorida joylashgan faol muhitning majburiy nurlanishi natijasida kogerent elektromagnetik to'lqinlar chiqaruvchi kvant generator.

LAZER SPEKTROSKOPIYA-lazer nurlanish yordamida olingan yorug'likni chiqarish, yutilish va sochilish spektrlarini o'rganuvchi spektroskopiya bo'limi.

LAMBERT-(Lb)-ravshanlik (odatda, yorug'lik sochuvchi sirt ravshanligi)ning tizimdan tashqari birligi, $1 Lb \sim 3.18 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^2 \sim 0,308 \text{ stilb} \sim 10^4 \text{ apostilb}$.

LAMBERT QONUNI-yorug'lik sochuvchi (diffuz) sirtning ravshanligi barcha yo'nalishlarda birday bo'ladi, deb ta'kidlovchi qonun.

LAMPA-1) Yorug'lik manbai; 2) elektrik vakuum asbob.

LAUEGRAMMA-monokristallning uzluksiz spektrli rentgen nurlari yordamida olingan difraksion ta'siri.

LEVSHIN QOIDASI-yutilish va lyuminessensiya spektrlarining joylashuv qoidasi.

LINZAVIY ANTENNA-optik linza jarayonida ishlovchi, ya'ni elektromagnetik to'liqning fazaviy frontini o'zgartirib boruvchi antenna qurilmasi.

LINZANING BOSH OPTIK O'QI-linzani cheklovchi sirtlarning egrilik markazlaridan o'tuvchi to'g'ri chiziq.

LINZANING OPTIK KUCHI-linza fokus masofasiga teskari bo'lgan kattalik.

LOSHMIDT DOIMIYSI-normal sharoitda ($R \sim 101325$ Pa (1 atm.) bosim va $T \sim 273,75$ K (0°C haroratda) turgan ideal gazning 1 sm^3 dagi molekullari (atomar gaz holidagi atomlari) soni.

LUPA - frans. loupe - fokus masofasi uncha katta bo'lmagan bitta yoki bir necha sferik linzalar tizimi.

LEMB TO'LQINLARI - chegaralari erkin bo'lgan qattik plastinka (qatlam)da tarqaladigan va bu tarqalishda zarralarning tebranma siljishlari ham to'liqning tarqalish yo'nalishida, ham plastinka tekisligiga tik sodir bo'ladigan elastik to'liqlar.

LYUKS - lot. lux – yorug'lik (lk, lx) - SI da yoritilganlik birligi; 1 m^2 sirtning 1 lyumenga teng yorug'lik oqimi nurlanishi bilan yoritilganligiga teng.

LYUKSMETR-lot. lux–yorug'lik va yunon. metreo –o'lchayman-yoritilganlikni o'lchash asbobi.

LYUMEN-lot. lumen-yorug'lik (lm)-SI da yorug'lik oqimi birligi; yorug'lik kuchi 1 kandela bo'lgan nuqtaviy burchakda chiqarilgan yorug'lik oqimiga teng.

LYUMER-GERKE PLASTINKASI - yuqori darajada aniqlik bilan ishlangan shisha yoki kvars yassi-parallel plastiikadan iborat bo'lgan ko'p nurli optik interferometr.

LYUMINESSENT ZARRABIN – o'rganilayotgan mikrobuyumning lyuminessensiyasini kuzatish imkonini beruvchi zarrabin.

LYUMINESSENT LAMPA- spektral tarkibi elektrik gaz razryadida chiqarilayotgan yorug'lik ta'sirida lyuminoforming yorug'lanishi bilan belgilanuvchi nurlanish chiqaruvchi yorug'lik manbai.

LYUMINESSENSIYA - lot. *lumen* — yorug'lik va escent) zaif tasirni ifodachovchi suffiks jismlarning birday haroratda issiqlik nurlanishi ustiga qo'shilgan va yorug'lik tebranishlari davridan ancha ortiq vaqt davom etadigan yorug'lik nurlanishi.

LYUMINESSENSIYA MARKAZI - lyuminoforming yorug'lanishiga sabab bo'luvchi kristall panjara nuksoni.

LYUMINESSENSIYANING KVANT CHIQISHI - lyuminessensiyada nurlangan kvantlar sonining modda yutgan kvantlar soniga nisbati

LYUMINESSENSIYANING SO'NISH VAQTI - lyuminessensiyanish yorug'lanish jadalliga e marta kamayishiga ketadigan vaqt.

LYUMINESSENSIYANING CHIQUVI-kvant tizim lyuminessensiya energiyasining u yutgan uyg'onish energiyasiga nisbati.

-M-

MAVHUM TASVIR - obyektдан keluvchi nurlarning tarqalish yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalishda boruvchi nurlarning kesishishidan hosil bo'lgan optik tasvir.

MAGNITOPIKA-magnit maydon ta'sirida moddaning optik xossalari o'zgarishlarini o'rganuvchi optika bo'limi.

MAJBURIY NURLANISH-uyg'ongan holatdagi kvant tizimga tushuvchi tashqi nurlanish ta'sirida.

MAJBURIY SOCHILISH-modda tarkibiga kiruvchi mikrozarralarning katta jadallikli yorug'lik to'lqini ta'sirida harakati o'zgarishi natijasida yorug'likning moddada sochilishi.

MAYDON EGRILIGI-yassi buyumning tasviri egri sirtida joylashgan holdagi aberratsiya.

MAYKELSON INTERFEROMETRI-yorug'lik to'lqin uzunligini va uning spektral tarkibini o'lchash uchun qo'llaniladigan ikki nurli optik asbob.

MALYUS QONUNI-chiziqli qutblangan yorug'likning analizatoridan o'tgandan keying jadalligi tushuvchi yorug'lik qutblanish tekisligi bilan analizator tekisligi orasidagi α burchakka bog'liqligi.

MANDELSHTAM - BRILLYUEN SOCHILISHI - yorug'likning kondensatsiyalangan muhitning xususiy elastik tebranishlari bilan o'zaro ta'sirlashishi natijasida shu muhit tomonidan sochilishi.

MENISK-yunoncha *meniskos-yarimoy*- 1) suyuqlikning qattiq jismga tekkan joyi yaqinidagi egrilangan erkin sirt; 2) ikki sferik sirt bilan chegaralangan qovariq-botiq linza.

MENISK TIZIMLAR-optik ko'zgu-linza tizimlarning sferik ko'zgu oldida (yoki ko'zgu va linzalar tizimi oldiga) bitta yoki bir necha axromatik menisklar (sferik sirtlar bilan cheklangan qovariq-botiq linzalar) joylashtirilgan xillari.

MERIDIONAL TEKISLIK-tizimning optik o'qi joylashgan tekislik.

METALLOGRAFIK MIKROSKOP-turli sirtlarni qaytuvchi yorug'likda kuzatish optik asbobi.

METALLOPTIKA-optik sohadagi elektromagnetik to'lqinlarning metall bilan o'zaro ta'sirini o'rganuvchi optika bo'limi.

MIKROTO'LQIN SPEKTROSKOPIYA-santimetrli va millimetrli to'lqin uzunliklar diapazonlaridagi elektromagnetik to'lqinlar radiospektroskopiyasi.

MIKROTO'LQINLAR-millimetrli, santimetrli va detsimetrli diapazonlardagi elektromagnetik to'lqinlar.

MIKROFOTOMETR-oshkorlangan (ochiltirilgan) fotomateriallarning kichik qismlaridagi qorayishning optik zichligini o'lchash asbobi.

MODDANING ANOMAL DISPERSIYASI-moddaning musbat qiymatga ega bo'lgan sochilishi.

MODDANING DISPERSIYASI-lotincha *dispersio-sochilish*-sindirish koeffitsiyentining yorug'likning to'lqin uzunligiga bog'liqligini ifodalovchi hamda bu koeffitsiyentning to'lqin uzunlik bo'yicha hosilasiga teng bo'lgan kattalik.

MODDANING NORMAL DISPERSIYASI-moddaning manfiy qiymatga ega bo'lgan sochilishi.

MONOXROMATIK YORUG'LIK-inson ko'zi bevosita qabul qilishi mumkin bo'lgan takroriyliklar diapazonidagi monoxromatik nurlanish.

MONOXROMATIK YORUG'LIK TO'LQINI-aniq bir takroriylik bilan tebranadigan yorug'lik to'lqini.

MONOXROMATIK NURLANISH-yunoncha *monos-bitta va chroma-rang*-yorug'lik tebranishlarining aniq bir takroriyligi bilan ifodalanuvchi elektromagnetik nurlanish.

MONOXROMATOR-ko'rinuvchi, infraqizil yoki ultrabinafsha nurlanish to'lqin uzunliklarining tor intervallarini ajratish asbobi.

MONOENERGETIK NURLANISH-birday energiyali kvantlar yoki birday kinetik energiyali bir xil zarralardan tashkil topgan nurlanish.

MUVOZANAT-fizik tizimning o'zgarmas tashqi ta'sirlarda istalgancha uzoq muddat bo'la oladigan holati.

MUVOZANAT NURLANISH-termodinamik muvozanatda bo'lgan fizik tizimdan chiqariluvchi issiqlik nurlanish.

-N-

NIKOL PRIZMASI-island shpatidan yasalgan, ikki qismdan tashkil topgan, yassi qutblangan yorug'lik hosil qilishda qo'llaniladigan prizma.

NISBIY KO'RINUVCHANLIK-ko'zning nisbiy spektral sezgirligi.

NIT-(*nt*)-lotincha *niteo-yarqirayman*-kvadrat metrga to'g'ri keladigan qandil; ravshanlik birligining qadimiy nomi (q. *Kandela*).

NOBIRJINS MUHIT-muayyan fizik xossalari koordinatalarga bog'liq bo'lgan muhit.

NOBIRJINS MUHITLAR OPTIKASI-sindirish ko'rsatkichi doimiy bo'lmay, koordinataga bog'liq bo'lgan optik nobirjins muhitlarda nurlanishning tarqalishida vujudga keladigan hodisalar o'rganiladigan optika bo'limi.

NOMONOXROMATIK NURLANISH-yorug'lik to'lqinlarining takroriyliklari to'plami bilan ifodalanuvchi elektromagnetik nurlanish.

NOMONOENERGETIK NURLANISH-turli energiyali kvantlar yoki har xil kinetik energiyali bir xil zarralardan tashkil topgan nurlanish.

NOMODDIY NUR-shaffof kristalda yorug'likning sinish qonuniga bo'ysunmaydigan yorug'lik nuri.

NORMAL KATTALASHTIRISH-asbobning chiqish tirqishi diametri kuzatuvchining ko'zi diametriga teng bo'lgan holdagi optik tizim hosil qiladigan tuyulma kattalashtirish.

NORMAL TO'LQINLAR-energiyaning yutilishi yoki sochilishini nazarga olmasa bo'ladigan, doimiy parametrlili chiziqli dinamik tizimdagi yuguruvchi garmonik to'lqinlar.

NOSFERIK OPTIKA-sirtlari sferik shaklda bo'lmagan elementlarga ega optik tizim.

NOCHIZIQLI OPTIKA-kuchli yorug'lik dastalarining qattiq jismlarda, suyuqliklarda va gazlarda tarqalishini hamda ularning modda bilan o'zaro ta'sirini o'rganuvchi optika bo'limi.

NOCHIZIQLI SPEKTROSKOPIYA-modda tuzilishini tadqiq qilishning nochiziqli optik hodisalarga asoslangan usuli.

NOCHIZIQLI QUTBLANISH-muhit qutblanishining elektr maydon va muhitda tarqalayotgan elektromagnit to'lqin kuchlanganliklarining nochiziqli funksiyasi bo'lgan hamda elementar atom ossilyatorining jadal nurlanish ta'siriga nogarmonik javobi bilan bog'liq bo'lgan qismi.

NOELASTIK SOCHILISH- 1) yorug'lik fotonlari takroriyligining o'zgarib sochilishi; 2) mikrozarlar holatlarining o'zgarishi va yangi zarlar hosil bo'lishi bilan birga sodir bo'luvchi mikrozarlar sochilishi.

NUR- 1) har bir nuqtasiga urinma to'lqinning shu nuqtada tarqalish yo'nalishiga mos tushuvchi chiziqli; 2) q. Yorug'lik nuri.

NURLANGICH-nurlanish ishlab chiqarayotgan fizik tizim.

NURLANISH- 1) fazoda tarqalayotgan biror tabiatli to'lqinlar yoki qandaydir zarlar oqimi; 2) biror fizik tizimdan nurlanish chiqarish jarayoni.

NURLANISH DIFFUZIYASI-muhitda fotonlarning ko'p zarli yutilishi va so'ngra nokogerent chiqarilishida nurlanishning tarqalishi.

NURLANISH DOZASI-yunoncha *dosis-bo'lak*, *qabul*-nurlanayotgan modda yutgan va uning massa birligi uchun hisoblangan ionlovchi nurlanish energiyasi.

NURLANISH JADALLIGI-biror fazaviy burchakdan chiqarayotgan nurlanish energiyasi oqimi zichligi kattaligining shu burchak kattaligiga nisbati.

NURLANISH KOEFFITSIYENTI-birday haroratda muayyan manbalar energiyasi ravshanligi nisbatiga teng bo'lgan kattalik.

NURLANISH OQIMI-elektromagnit nurlanishning biror sirt orqali olib o'tadigan to'la quvvati.

NURLANISH TO'PI-nurning elektromagnit maydon mavjud bo'lgan bo'lagi.

NURLANISH ENERGIYASINING ZICHLIGI-hajm birligiga to'g'ri keladigan nurlanish energiyasi.

NURLANISH ENERGIYASINING YUTILISHI-ionlovchi nurlanish energiyasining nurlantirilayotgan muhitda energiyaning boshqa turlariga, shuningdek boshqa tur nurlanishlar energiyasiga aylanishi.

NURLANISH QOBILIYATI-jism sirti chiqargan elektromagnit nurlanish quvvatining shu sirt sathiga hamda shu nurlanish qamrab olgan takroriyliklar oralig'iga nisbati.

-O-

OBJEKTIV-lotincha *objectus-narsa*-optik tizimning buyumning haqiqiy tasvirini shakllantiruvchi buyumga qaragan qismo yoki mustaqil optik tizim.

ODDIY NUR-shaffof kristallarda yorug'likning sinish qonuniga bo'ysunuvchi yorug'lik nuri.

OKULYAR-lotincha *oculus*-ko'z-optik asbobning obyektiv hosil qilgan haqiqiy tasvirini qarashga xizmat qiluvchi, kuzatuvchi ko'ziga qaragan qismi.

OLDINGI FOKUS MASOFA-oldingi asosiy nuqtadan oldingi fokusgacha bo'lgan masofa.

OLIS TO'LQIN SOHASI-to'lqin maydonining Fraunhofer difraksiyasi kuzatiladigan sohasi.

OPTIK AYLANISH DISPERSIYASI-modda optik faolligining undan o'tayotgan chiziqli qutblangan yorug'likning to'lqin uzunligiga bog'liqligi.

OPTIK ANALIZATOR-yorug'likning qutblanish tabiatini tahlil qilish qurilmasi.

Поляризатор

A



ОПТИК АНИЗОТРОПИЯ-muhitda optik nurlanish (yorug'lik)ning tarqalish yo'nalishiga va qutblanishiga bog'liq tarzda muhit optik xossalarining turlicha bo'lishi.

ОПТИК АСБОБНИНГ АЈРАТА ОЛИШ ҚОБИЛИЯТИ-optik asbobning buyumning bir-biriga yaqin nuqtalari ayrim-ayrim tasvirlarini hosil qilish qobiliyati tavsifi.

ОПТИК БИР ЈІНСЛИ МУНІТ-sindirish koeffitsiyenti koordinataga bog'liq bo'lmagan muhit.

ОПТИК БОГ'ЛАНІШ-yorug'lik yordamida axborot uzatish.

ОПТИК ДАМЛАШ-optik diapazondagi elektromagnit nurlanish yordamida damlash.

-P-

РАРАКСІАЛ ДАСТА-optik tizimning optik o'qi yaqinida joylashgan yorug'lik nurlari.

РАРАКСІАЛ NUR-tizimning optik o'qiga yaqin masofada unga kichik burchak hosil qilib o'tuvchi nur.

РАРАСІАЛ ТО'ЛQIN-muayyan orbital momentga ega bo'lgan to'lqin.

-Q-

QAYISHQOQ PLASTIK TO'ЛQIN-deformatsiyalanuvchi qattiq jismdan to'lqin o'tayotganda deformatsiya amplitudasi moddaning qayishqoqlik chegarasidan o'tib, unda plastik deformatsiya boshlanishiga olib keladigan to'lqin.

QANDMETRIYA-optik faol moddalar eritmaları (shu jumladan qand) konsentratsiyasini aniqlash usuli; ishlashi yorug'lik qutblanish tekisligi burilishi burchagining eritma konsentratsiyasiga bog'liqligiga asoslangan.

QIZIL SILJISH-nurlanish manbai va nurlanish kuzatuvchisining o'zaro uzoqlashuvi yoki nurlanish qabul qilgich manbaiga nisbatan ancha zaif gravitatsion maydon sohasida joylashganligi tufayli etalon spektrga nisbatan manbaning elektromagnit nurlanishi spektrida to'lqin uzunliklarining uzayishi.

QISMAN QUTBLANGAN YORUG'LIK-yorug'lik tabiiy va qutblangan qismlaridan tashkil topgan yorug'lik.

QUTBLAGICH-tabiiy yorug'likni qutblangan yorug'likka aylantiruvchi qurilma.

QUTBLAGICH ASBOBLAR-qutblangan optik nurlanish (yorug'lik)ni oshkor qilish, tahlil qilish va o'zgartirish hamda yorug'lik qutblanishi hodisasiga asoslangan turli tashkilotlar va o'lchashlar uchun xizmat qiluvchi optik asboblار.

QUTBLAGICH PRIZMA-qo'sh nur sindirish xususiyatiga ega moddalardan tuzilgan hamda yassi qutblangan yorug'lik hosil qilishda qo'llaniladigan prizma.

QUTBLANGAN YORUG'LIK-elektr va magnit vektorlar yo'nalishlarida tartib mavjud bo'lgan yorug'lik.

QUTBLANGAN YORUG'LIK NURLARI INTERFERENSIYASI-kogerent qutblangan yorug'lik nurlarining ikkilanma nur sindirish xossasiga ega bo'lgan muhitdan o'tayotganda qo'shilishi natijasida interferensiya manzarasining vujudga kelishi.

QUTBO'LCHAGICH- 1) optik faol moddalarda monoxromatik yorug'lik qutblanish tekisligining burilish burchagini o'lchash asbobi; 2) qisman qutblangan yorug'likning qutblanganlik darajasini o'lchash asbobi.

-R-

RAVSHANLIK-yorug'lik manbaining berilgan yo'nalish uchun tavsifi; kattaligi yorug'lik kuchining yorug'lanayotgan sirtning tanlangan yo'nalishiga tik tekislikda proyeksiyasi sirtiga nisbatiga teng.

RAVSHANLIK O'LCHAGICH-ravshanlikni o'lchashda ishlatiladigan optik asbob.

RAD-(rad)-inglizcha *radiation absorbed dose*-yutilgan nurlanish dozasi tizimdan tashqari birligi; u massasi 1 kg bo'lgan moddaning 100 erg nurlanish energiyasini yutishiga mos keladi.

RADIOTO'LQINLAR-lotincha *radio-nur*layman-uzunliklari 10^5 dan 10^{10} m gacha bo'lgan elektromagnit to'lqin.

RADLYUKS-(rlks)-SI da yorituvchanlik birligi; 1 kvadrat metrdagi lyumenga teng (lm/m^2), 1 rlks= 10^4 radfot.

-S-

SINDIRISH KO'RSATKICHI-optik nurlanish ketma-ket o'tayotgan ikki muhitning mutloq (absolyut) sindirish ko'rsatkichlari nisbati.

SINDIRISH KOEFFITSIYENTI-vakuumda yorug'lik tezligining shu muhitdagi fazoviy tezligiga nisbatiga teng kattalik.

SINISH BURCHAGI-singan to'lqinning tarqalish yo'nalishi bilan ikki muhitning to'lqin sinayotgan bo'linish sirtiga tik chiqiz orasidagi burchak.

SINISH QONUNI-yorug'lik nurlari (to'lqinlar) turlicha xossalari bilan ikki shaffof muhitning keskin chegarasidan o'tayotganda yo'nalishlarining o'zgarishini aniqlovchi qonun.

SINISHNING MUTLAQ KO'RSATKICHI-vakuumda yorug'lik tezligining muhitdagi fazoviy tezligiga nisbatiga teng bo'lgan muhit optik tavsifi.

SOLITON-nochiziqli dispersiyalanuvchi muhitda turg'un shaklga ega bo'lgan, o'zini zarra kabi tutuvchi yakkalangan to'lqin.

SOCHUVCHI LINZA-yorug'likning parallel dastasini tarqaluvchi dastaga aylantirib beruvchi optik linza.

SPEKTR- 1) biror bir kattalikning qiymatlari majmui; 2) biror-bir nurlanishda mavjud bo'lgan to'lqin takroriyliklari majmui; 3) har bir yo'nalishda muayyan uzunlikli yoki takroriylikli monoxromatik to'lqin tarqaladigan qilib ajratilgan elektrimagnetik nurlanish; 4) spektr tekislik (ekran, fotoplastinka)dagi tasvir; 5) elektromagnetik nurlanish ko'rinadigan yorug'likdan iborat bo'lganda spektr hosil qiladigan rangli yo'l.

SPEKTR TARTIBI-monoxromatik yorug'lik manbainig nolinchi raqam beriladigan, spektrga ajralmaydigan tasviridan boshlab hisoblanadiga difraksion tasvirning tartib raqami.

SPEKTRAL ASBOBLAR-optik diapazonda (10^{-3} - 10^3 mkm) elektromagnit nurlanishlar spektral tarkibini to'lqin uzunliklari bo'yicha tadqiq qilish, nurlanish bilan o'zaro ta'sirlashayotgan nurlagich va obyektlarning spectral tavsiflarini toppish, shuningdek spectral tahlil o'tkazish asboblari.

SPEKTRAL ASBOBNING AJRATA OLISH QOBILIYATI-optik asbobning to'lqin uzunliklari bo'yicha ikki bir-biriga yaqin spektral chiziqlarning ayrim-ayrim tasvirlarini hosil qilish xususiyati.

SPEKTRAL ASBOBNING AJRATISH KUCHI-to'lqin uzunlikning muayyan spektral asbob ayrim-ayrim tasvirlab berishi mumkin bo'lgan ikki spektral chiziq minimal to'lqin uzunliklari ayirmasiga nisbati.

SPEKTRAL YO'LDOSHLAR-yorug'likning kombinatsion sochilishida hosil bo'luvchi qo'shimcha spektral chiziqlar.

SPEKTRAL TAQSIMOT-nurlanish spektridagi jadallikning to'lqin uzunligiga yoki takroriylikka bog'lanishi.

SPEKTRAL TAHLIL-moddaning kimyoviy yoki izotop tarkibini uning spektrini o'rganish orqali aniqlash.

SPEKTRAL CHIZIQ SHAKLI-nurlanish jadalligining spektral chiziq ichida takroriyliklar bo'yicha taqsimlanishi.

SPEKTRAL CHIZIQLARNING AJRALISHI-energiya sathlarining ajralishi natijasida spektral chiziqlar tashkil etuvchilari sonining ortishi.

SPEKTRAL CHIZIQLARNING KENGAYISHI-spektral chiziqlar kengligining o'zlarining tabiiy kengligiga nisbatan ortishi.

SPEKTRAL CHIZIQNING TABIIY KENGLIGI-kvant tizimdagi spontan o'tishda yuzaga keladigan spectral chiziq kengligi.

SPEKTROGRAFI-spektr va yunoncha *grapho*-yozaman-asbob optik tizimining fokal tekisligida yoyilgan barcha nurlanish spektrlarini bir vaqtda qayd qilish asbobi.

SPEKTROMETR-spektr va yunoncha *metreo*-o'lchayman- 1) biror fizik kattalikning qandaydir parametr bo'yicha taqsimot funksiyasini o'lchash asbobi; 2) optik spektrlarni nurlanishning fotoelektrik qabul qilgichlari yordamida o'lchash asbobi.

SPEKTROMETRIYA-spektrlarni o'lchash nazariyasi va ularning usullariga bag'ishlangan fizika bo'limi.

SPEKTROSKOPIYA-elektromagnit nurlanish spektrlarini o'rganishga bag'ishlangan fizika bo'limi.

SPEKTROFOTOMETR-o'lchanadigan nurlanish oqimini nurlanishning uzluksiz yoki uzlukli to'lqin uzunliklar qatori uchun etalon bilan taqqoslaydigan spektral asbob.

SPONTAN NURLANISH-uyg'otilgan holatdagi kvant tizimlarning bexosdan elektromagnit nurlanish chiqarishi.

SPONTAN O'TISH-kvant tizim (atom, molekula va boshq.)ning yuqoriroq energiya sathidan pastrog'iga o'z-o'zidan o'tishi.

STATISTIK OPTIKA-yorug'lik maydonlarining statistik xossalari hamda ularning modda bilan o'zaro ta'siri xususiyatlarini o'rganuvchi optika bo'limi.

STEREOSKOP-yunoncha *stereos-fazoviy, hajmiy va skopeo-ko'raman, kuzataman*-stereofotografiyani kuzatish uchun ikki okulyarli ko'rish asbobi.

STOKS TASHKIL QILUVCHI-sochilmagan yorug'lik chizig'ini to'liq uzunligidan katta to'liq uzunlikli yorug'likning kombinatsion sochilishidagi spektral yo'ldosh.

STOKS CHIZIQLARI-takroriylik monoxromatik yorug'lik manbai takroriylikdan kichik bo'lgan takroriylikli spektral chiziqlar.

SFERIK ABERRATSIYA-keng yorug'lik dastalaridan foydalanish natijasida optik tizimda vujudga keluvchi aberratsiya.

SFERIK YORUG'LIK TO'LIQINI-tarqalish fronti sferik sirtidan iborat yorug'lik to'liqini.

SFERIK LINZA-yorug'lik nurlarini sindiruvchi ikki sferik sirt bilan chegaralangan optik linza.

SFERIK TO'LIQIN-sferik to'liqin frontiga ega bo'lgan to'liqin.

-T-

TABIIY YORUG'LIK-qutblanish tekisliklari mumkin bo'lgan barcha vaziyatlarni egallovchi, shu bilan birga, bu tekisliklarning istalganida o'rtacha birday tebranish jadalligida bo'ladigan nokogerent yorug'lik to'liqlari majmui.

TAKRORIYLIKNING OPTIK O'ZGARTIRGICHI-ishlash tamoyili kuchli yorug'lik maydonida muhit qutblanishining noxizirliligiga asoslangan lazer nurlanish takroriylikni o'zgartirish qurilmasi.

TASVIR KO'LAM-tasvir chiziqli o'lchamlarining buyum chiziqli o'lchamlariga nisbati.

TASVIR MAYDONI EGRILIGI-optik tizimlarning yassi buyumlarning tasvir nuqtalari egrilangan sirtida joylashuvidan iborat aberratsiyalaridan biri.

TASVIRLAR FAZOSI-buyumlar fazosi nuqtalarining optik tizim hosil qilgan nuqta tasvirlari majmui.

TASVIRNING TIKLANISHI-golografiyada gologrammani tayanch to'liq nusxasini hosil qiluvchi yorug'lik manbai bilan yoritib, buyum to'liqini hosil qilish.

TAUTOXRONIZM-ikki nuqta orasidagi turlicha yorug'likning shu yo'llar bo'yicha birday vaqt oralig'ida tarqalishini ta'minlovchi optik uzunlik tengligi.

TAYANCH TO'LIQIN-golografiyada yorug'lik manбайдan bevosita qayd qiluvchi muhitga tushuvchi to'liqin.

TAQIQLANGAN CHIZIQLAR-tanlash qoidalari taqiqlangan kvant o'tishlarga mos kelgan spektral chiziqlar.

TELEBIN-(teleskop)-uzoqdagi obyektlarni kuzatishga imkon beradigan optik asbob.

TELEBIN TIZIM-(teleskop tizimi)-optik tizimga kiruvchi parallel nurlarni undan chiqishda ham parallel bo'ladigan qilib qayta o'zgartiruvchi optik tizim.

TENZOR-lotincha *tensus-kuchlangan, tarang-jadval* ko'rinishida joylashtirilgan son qiymatlar to'plami bilan belgilanuvchi va bir koordinatalar tizimidan boshqasiga o'tishda maxsus qoidalar bo'yicha o'zgartiriluvchi fizik kattalik.

TESKARI TO'LQIN LAMPASI-elektromagnit to'liqning guruh tezligi uning fazaviy tezligiga va elektrtonlar oqimiga qarama-qarshi tomonga yo'naladigan yuguruvchi to'liqin lampasi turlaridan biri.

TIZIMNING OPTIK QUTBI-optik tizimni tashkil qiluvchi sirtlarning umumiy aylanish o'qi.

TOLA OPTIKASI-yorug'lik va tasvirlarni yorug'lik o'tkazgich va egrilanuvchan optik tolalar dastasi bo'yicha uzatish hodisasi o'rganiladigan optika bo'limi.

TURG'UN TO'LQIN-muhit tebranishlari birday fazada yuz beruvchi, amplitudalarning qonuniy fazaviy taqsimlanishi-tugun va do'ngliklarning mavjudligi bilan tavsiflanuvchi tebranishlar.

TUTASH SPEKTR-energiyaning takroriyliklar bo'yicha taqsimlanishi uzlukli funktsiya bilan tavsiflanadigan elektromagnit nurlanish spektri.

TO'LA ICHKI QAYTISH-ikki shaffof muhitning bo'linish chegarasidan to'liqlar qaytganda singan to'liqin to'liq mavjud bo'lmasligi.

TO'LIQIN-fizik maydon xossasiga ega bo'lgan biror fizik kattalik o'zgarishlarining fazoda tarqalishi.

TO'LIQIN DAVRI-to'liqin tarzida tarqalayotgan fizik kattalikning shu to'liqin o'tayotgan fazoning biror nuqtasida sodir bo'layotgan tebranishlar davri.

TO'LIQIN OPTIKA-yorug'likning to'liqin tabiati namoyon bo'ladigan hodisalarni o'rganuvchi optika bo'limi.

TO'LIQIN PAKET-takroriyliklari va to'liqin vektorlari qiymatlari bir-biriga yaqin bo'lgan yassi monoxromatik to'liqlarning qo'shilishidan iborat bo'lgan, ixtiyoiy tabiatli tebranishlar to'liqin uyushmasi.

TO'LIQIN SON-to'liqin vektor moduli; to'liqin tarqalish yo'nalishidagi fazaviy to'liqin davri (λ) ni belgilaydi: $k=2\pi/\lambda=w/v_f$, bunda w -aylanma takroriylik, v_f -to'liqinning fazaviy tezligi.

TO'LIQIN UZUNLIGI-sinusoidal to'liqinning tarqalish yo'nalishida olingan fazoda to'liqlar birday fazada tebranadigan bir-biriga eng yaqin ikki nuqta orasidagi masofa.

TO'LIQIN FRONTI-to'liqin muayyan vaqt paytida barcha nuqtalarida birday fazaga ega bo'ladigan sirt.

TO'LIQLAR DISPERSIYASI-lotincha *dispersion-sochilish*-garmonik to'liqlarning moddada fazaviy tezligining uning takroriyliklariga bog'liqligi.

TO'LIQLAR DIFRAKSIYASI-to'liqlarning tarqalish yo'lidagi to'siqqa uchrab to'g'ri chiziqli tarqalish yo'nalishidan og'ish hodisasi.

TO'LIQLAR INTERFERENSIYASI-kogerent to'liqlarning qo'shilishi natijasida fazoning turli nuqtalarida natijaviy to'liqin amplitudasining kuchayishi yoki zaiflashishi.

TO'LIQLARNING SINISHI-to'liqin bir muhitdan boshqa muhitga o'tishida uning tarqalish yo'nalishi o'zgarishi.

TO'LIQLARNING SOCHILISHI-tushuvchi to'liqinning tarqalish yo'nalishiga mos tushmaydigan yo'nalishlarda ikkilamchi to'liqlarning vujudga kelish hodisasi; boshlang'ich to'liqin tarqalayotgan muhit xossalari nomuntazam mahalliy o'zgarishlari tufayli bu to'liqin boshlang'ich to'liqin bilan kogerent bo'lmaydi.

TO'LQINLARNING QAYTISHI-ikki muhitning bo'linish sirtiga tushuvchi to'lqin chegaradan boshda o'zi tarqalgan muhit tomonga tarqalish hodisasi.

-U-

ULTRABINAFSHA NURLANISH-to'lqin uzunliklari 400 dan 10 nm gacha oraliqda joylashgan elektromagnit nurlanish.

ULTRABINAFSHA SPEKTROSKOPIYA-spektrning ultrabinafsha sohasida chiqarish, yutish va qaytarish spektrlarini olish, tadqiq qilish va qo'llashni o'z ichiga oluvchi optik spektroskopiya bo'limi.

UMOV-POYTING VEKTORI-elektromagnit maydonning energiya oqimi zichligi vektori.

-V-

VAVILOV QONUNI-fotolyuminessensiya kvant chiqishining uyg'otuvchi yorug'lik to'lqini uzunligiga bog'liqligini ifodalovchi qonun.

VAVILOV-CHERENKOV NURLANISHI-zaryadlangan zarralarning yorug'likning muayyan muhitdagi fazaviy tezligidan katta tezliklar bilan harakatida yuzaga keluvchi elektromagnetik nurlanish.

-X-

XIRA MUHIT-yorug'likning sochilishi yuz beradigan optik nobirjins muhit.

XIRA SIRT-o'lchamlari ko'rinuvchi yorug'likning to'lqin uzunliklariga (380-760 nm yoki 3800-7600Å), mikroskopik notekisliklarga ega bo'lgan sirt.

XIRALLIK-yunoncha *cheir-qo'l*-buyumning ikkita ko'zgu-simmetrik ko'rinishlardan biriga oidligi.

XROMATIK ABERRATSIYA-yunoncha *chroma-rang*-nomonoxromatik yorug'likdan foydalanish natijasida optik tizimda vujudga keluvchi aberratsiya.

XROMATIK QUTBLANISH-qutblangich, qo'shsindiruvchi shaffof plastinka (muhit) va analizatordan iborat optik tizim orqali oq yorug'lik o'tayotganda qutblangan nurlar interferensiyasi tufayli rang hosil bo'ladi.

-Y-

YONAKI TASVIRLAR-optik asboblarda optik qismlar (linzalar, prizmalar, plastinkalar va h.k.)ni cheklovchi sirtlardan yorug'lik qaytishi natijasida asosiy tasvir maydonida buyumlarning ikkilamchi tasvirlari vujudga kelishi.

YORITILGANLIK-sirtga tushuvchi yorug'lik oqimining shu sirt sathiga nisbati

YORISHTIRILGAN OPTIKA - alohida qismlari sirtiga maxsus qoplama surtish orqali yorug'likning qaytish koeffitsiyentlari kichraytirilgan optik tizim

YORITILGAN SIRT -yupqa shaffof qatlamlar qonlash bilan qaytarish koeffitsiyenti kichraytirilgan sirt

YORUG' GARDISH -optik nurlarning manbai atrofidagi ko'z yoki yorug'lik qabul qilgichda qayd qilinuvchi yorug'lik foni

YORUG'LANISH - yorug'lik impulsi manbaining muayyan vaqt oraligidagi yig'indi yorug'lik kuchi

YORUG'LANISHLIK-yorug'lanayotgan yorug'lik oqiminng shu element sathiga nisbati

YORUG'LIK- inson ko'zi sezasigan takroriyliklar oralig'idagi elektromagnetik to'lqinlar

YORUG'LIK BERISH-manba nurlangan yorug'lik oqimining u iste'mol qilayotgan quvvatga nisbati

YORUG'LIK BIRLIKLARI-yorug'lik kuchi, yoritilganlik, ravshanlik, yorug'lik oqimi va hajmi, yorug'lik kattalıkları birlikları

YORUG'LIK BOSIMI -yorug'lik tomonidan uni qaytaruvchi va yutuvchi jismlarga, zarralarga, shuningdek, alohida atom va molekulalarga ko'rsatiladigan ta'sir

YORUG'LIK VEKTORI –yorug'lik energiyasining kattaligini va ko'chirilish yo'nalishini ifodalovchi yorug'lik oqimi zichligi vektori

YORUG'LIK DISPERSIYASI –

1) sinishda, difraksiya yoki interferensiyada yorug'likning spektrga ajralish; 2) modda sindirish ko'rsatkichining yorug'likning takroriyliğı yoki to'liqin uzunligiga bog'liqligi

YORUG'LIK JADALLIGI - 1) yorug'lik to'liqini jadalligi; 2) yorug'lik nurlanishi jadalligi

YORUG'LIK INTERFERENSIYASI-yorug'lik to'liqlarining qo'shilishi natijasida yorug'lik jadalligining yorug' va qora yo'llar tarzida fazoda navbatlashib joylashuvi

YORUG'LIK KATTALIKLARI – yorug'likning chiqarilishi, tarqalishi va o'zgarishi (qaytishi, tarqalishi va h.k.) jarayonlarida uni tavsiflovchi fotometrik kattalıklar tizimi

YORUG'UK KVANTI - foton energiyasi

YORUG'LIK KOGERENTLIGI - lot. cohaerens - aloqada bo'lishlik - yorug'lik tebranishlarining fazoning turli nuqtalarida vaqt davomida uyg'un tarzda sodir bo'lishi holi; yorug'lik nurlarining interferensiya qobiliyatini tavsiflaydi

YORUG'LIK KUCHI – ko'rinuvchi nurlanish manbainnng muayyan yo'nalishda yorug'lanishini ifodalaydigan yorug'lik kattaligi; manbadan muayyan yo'nalishda elementar fazoviy burchak ichida tarqalayotgan yorug'lik oqimining shu fazoviy burchak kattaligiga nisbatiga teng

YORUG'LIK LOKATSIYASI - uzoqlashgan obyektlarni oshkor qilish va holatini hamda shaklini ultrabinafshadan infraqizil nurlanishgacha diapazondagi elektromagnetik to'liqlar yordamida aniqlash usullari majmui

YORUG'LIK MAYDONI yorug'lik oqimi fazoviy taqsimlanadigan yorug'lik vektori maydoni

YORUG'LIK MANBAI -spektrning ko'rinuvchi ultrabinafsha va infraqizil sohalarida elektromagnetik energiya nurlanishi

YORUG'LIK NURI - yorug'lik energiyasi tarqaladigan chiziq

YORUG'LIK NURLANISHI - yorug'lik to'liqlarining paydo bo'lishiga sabab bo'ladigan jarayon

YORUG'LIK NURLARI DASTASI - chegaralangan fazoviy burchakda yig'ilgan yorug'lik nurlarining to'plami

YORUG'LIK OQIMI -yorug'lik jadalligining ko'rish hissi hosil qilish qobiliyatini hisobga oluvchi tavsifi

YORUG'LIK REFRAKSIYASI –yorug'lik nurlarining optik nobirjins muhitda sinishi natijasida ularning yo'nalishi o'zgarishi

YIG'UVCHI LINZA-parallel yorug'lik dastasini yig'iluvchi dastaga aylantirib beruvchi optik linza

YIG'UVCHI FOTOMETR-manbadan barcha yunalishlarda tarqalayotgan yig'indi yorug'lik oqimini o'lchashga mo'ljallangan fotometr.

YO'LLAR FARQI - umumiy bosh va oxirgi nuqtalarga ega bo'lgan ikki yorug'lik yo'llarining og'ishi uzunliklari ayirmasi.

YO'LNING ORTIK UZUNLIGI – yorug'lik shaffof muhitning ikki nuqtasi orasidagi masofani bosib o'tishiga ketadigan vaqt oralig'ida uning vakuumda o'tishi mumkin bo'lgan masofa uzunligi

YO'NALTIRILGAN NURLANISH -tanlangan yo'nalishda tarqalayotgan nurlanish

YURUGUVCHI YORUG'LIK TO'LQINI-yorug'lik to'lqinining tarqalish yo'nalishi bo'yicha bir nuqtadan keyingi nuqtagacha o'zgaruvchi bir xil fazali elektr va magnit maydon kuchlanganligiga ega yorug'lik to'lqini; yuguruvchi yorug'lik to'lqini muhitda elektromagnit maydon energiyasini ko'chiradi.

YUPQA LINZA-linza qalinligi uni chegaralovchi sirtlarning egrilik radiuslariga nisbatan kichik bo'lgan sferik linza.

YUPQA QATLAMLAR OPTIKASI-moddaning qalinligi yorug'lik to'lqin uzunligi bilan taqqoslanuvchi shaffof qatlamlardan yorug'lik o'tishini o'rganuvchi optika bo'limi.

YUTILISH SPEKTRAL CHIZIG'I-tor oraliqni egallovchi, kengligi yorug'lik to'lqinlarining shu oraliqdagi o'rtacha takroriylikidan ancha kichik bo'lgan yutilish spektri.

YUTILISH SPEKTRI-moddada yutilogan nurlanish spektri.

YALTIROQLIK-yorug'likni qaytaruvchi sirtning tavsifi.

YANSKI-elektromagnit nurlanish oqimi spektral zichligining tizimdan tashqari birligi; radioastromoniyada qo'llaniladi.

YARIMSOYA-noshaffof jismni katka burchak o'lchovli yorug'lik manbai bilan yoritilganda uning orqasida hosil bo'ladigan to'la qorong'ulik va to'la yorug'lik sohalari orasidagi fazo.

YARIMSOYA ASBOBLAR-polyarimetr turlaridan birining nomi; unda o'lchash qutblanish tekisligining buralish burchagini asbob ko'rish maydonining ikki yarmi ravshanligini ko'z bilan qarab tenglashitirish orqali amalga oshiriladi.

YASSI YORUG'LIK TO'LQINI-tarqalish fronti tekislikdan iborat yorug'lik to'lqini.

YASSI PARALLEL PLASTINKA-optik nurlanishning biror intervaldagi to'lqin uzunliklarida bir jinsli muhitning shaffof parallel tekisliklar bilan cheklangan qatlami.

YASSI TO'LQIN-tarqalish yo'nalishi fazoning hamma nuqtalarida bir xil bo'lgan to'lqin.

YASHASH VAQTI- 1) tizimning uyg'onga holatda mavjud bo'lishi o'rtacha davomiyligi; 2) nobarqaror (radiofaol) atom yadrolari va elementar zarralar yashashining o'rtacha davomiyligi.

YAQIN TO'LQIN SOHASI-to'lqin maydonining Frenel difraksiyasi kuzatiladigan sohasi.

YAQINDAN KO'RUVCHANLIK (MIOPIYA)-akkomodatsiya bo'lmaganda ko'zning orqa fokusi to'r pardadan oldinda yoritishidan iborat ko'zning kamchiligi.
YAQQOL KO'RISH MASOFASI-buyumni ko'zni zo'riqtirmay aniq ko'rsa bo'ladigan masofa.

-Z-

ZODIAKAL YORUG'LIK-tungi osmonda zodiakal yulduz to'dalari orqali ufqqa tomon kengayib boruvchi yo'llar tarzida kuzatishmumkin bo'lgan zaif diffuz yorug'lanish.

ZONAVIY PLASTINKA-Frenel sohasi joylashuviga mos tuzilgan shaffof va noshaffof konsentrik xalqalat tizimidan iborat shisha plastinka (oddiy hol uchun) (Difraksion panjara)

-O'-

O'GIRUVCHI TIZIM-tasvirni to'la o'girishga mo'ljallangan optic tizim.

O'Z-O'ZIDAN NURLANISH-tashqi elektromagnit maydonning ta'sirisiz yorug'lik chiqarilishi hodisasi.

O'TISH NURLANISHI-tekis va to'g'ri chiziqli harakatlanayotgan zaryadli zarralarning turlicha sindirish ko'rsatkichli ikki muhit chegarasini o'tayotganda vujudga keluvchi elektromagnit nurlanish.

-G'-

G'ADIR-BUDUR SIRT-sirt bo'ylab yorug'likning to'lqin uzunligicha masofaga o'tilganda uning egrilik radiusi to'lqin uzunlikka monand o'zgaradigan sirt.

G'AYRISTOKS CHIZIQLAR-berilgan haroratda havoda mavjud bo'lgan yorug'lik manbaidan kata bo'lgan yorug'likning kombinatsion sochilishida kuzatiladigan spektral chiziqlar.

-Sh-

SHAFFOFLIK-muhitda yo'nalishini o'zgartirmasdan birlik yo'lni o'tgan nurlanish oqimini shu muhitga parallel dasta tarzida kirgan oqimga nisbati.

-Ch-

CHASTOTA-takroriylik, chastota.

CHERENKOV NURLANISHI-muhitdagi yorug'lining fazaviy tezligidan kata tezlikdagi zaryadlangan zarra harakatidan paydo bo'ladigan optik nurlanish.

CHIZIQLI KATTALASHTIRISH-tasvir va buyum chiziqli o'lchamlari birligi.

CHIZIQLI SPEKTR-yutilishning spektral chiziqlaridan yoki chiqarishning spektral chiziqlaridan tashkil topgan spektr.

CHIZIQLI QUTBLANGAN YORUG'LIK-elektr va magnit vektorlari tebranishlarining yo'nalishlari fazoning har qanday nuqtasida vaqt o'tishi bilan o'zgarmay qoladigan kattalik.

CHIQISH TIRQISHI-ketida optik tizimning qismlari yoki keyin joylashgan bitta tizim qismlari hosil qilgan aperturaviy diafragma tasviri bo'lmagan holdagi aperturaviy diafragma.

CHORAK TO'LQIN PLASTINKA-qo'sh sindiruvchi kristalldan uning optik o'qiga parallel, qalinligi oddiy va nooddiy bo'lgan nurlar optik yo'l farqi chorak to'lqin uzunliklarining toq soniga karrali bo'ladigan qilib kesib olinga plastinka.

CHOG'LANMA LAMPA-yorug'lik elektrik tok qizdirayotgan o'tkazgich sim tomonidan chiqariladigan yorug'lik manbai.

Foydalaniladigan asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar ro'yhati

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar

1. Karimov I.A. Barkamol avlod-O'zbekiston taraqqiyotining poydevori, Toshkent, 1997
2. Karimov I.A. Eng asosiy mezon-hayot xaqiqatini aks ettirish, Toshkent, 2009
3. Karimov I.A. Yuksak ma'naviyat yengilmas kuch, Toshkent, 2008
4. Optika fanidan o'quv-uslubiy majmua, SamDU, 2017.
5. Landsberg G.S. "Optika" T 1981.
6. Kaliteyevskiy N.I. "Volnovaya optika" M.1971. M. 2006.
7. Matveyev A.P. «Optika» M.1985.
8. Savelyev I.V. «Umumiy fizika kursi» T.3. T.1976.
9. Zvelto O. «Prinsipo' lazerov» M. 1989.
10. Otajonov Sh. «Molekulyar optika» T.1994.
11. Tuxvatullin F.X., Jumabayev A., Fayzullayev Sh.F., Tashkenbayev U.N., Murodov G'. «Optika». I-qism. 2004y.
12. Saxarov D.M. «Sbornik zadach po fizike» M.1973.
13. Gribov L.A., Prokofyeva N.I. «Osnovo' fiziki» M.1998.
14. Irodov I.Ye. «Zadachi po obhyey fizike» M. 2003.
15. Parpiyev Q., Otajonov Sh., Mamatisoqov D., Ortiqov A. «Umumiy fizikadan praktikum» Andijon 2002.
16. Sedrik M.S. «Sbornik zadach po kursu obhyey fiziki» M. 1989.
17. Sivuxin D.V. «Optika» «Fizmat» M. 2005.
18. Savelyev I.V «Kurs obhyey fiziki». Volno'. Optika. M. 2002.
19. Korshunova L.N. «Opticheskiye yavleniya». M.2005.

Qo'shimcha adabiyotlar

20. Qo'yliyev B.T. "Optika" "Fan" T. 2009.
21. Nosenko B.M., Yaskolko V.Ya., Ayvazova A.A., «Optika» Interferensiya, difraktsiya. T. 1983.
22. Frish S.E., Timoreva A.P. "Umumiy fizika kursi" T-3. T. 1962.
23. Ditchbern R. «Fizicheskaya optika» M. 1965.
24. Pod redaksiy Chertova A.G. "Zadachnik po kursu obhyey fiziki" M. 1989.
25. Karimov R. "Optika» ma'ruza matni T. 2000.
26. Volkenshteyn V.S. "Umumiy fizika kursidan masalalar to'plami" T. 1969.
27. Krauford F. «Volno'» M. 1976.
28. Xabibullayev P.Q., Nazirov E.N., Otajonov Sh., Nazirov D. «Fizika izoxli lyg'ati» Uzbekiston Milliy Ensiklopediya nashiriyoti 2002.
29. Gvozdeva N.P., Kulyanova V.I., Leushina T.N. «Fizicheskaya optika» M.1991.
30. Butikov Ye.I. «Optika» Sankt-Peterburg 2003.

31. Volkenshteyn V.S. «Sbornik zadach po obhyemu kursu fiziki» Sankt-Peterburg 2004.
32. Ilmiy jurnallar WWW.infomag.ru.

