

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

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАЎБАР КАДРЛАРИНИ
ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРИНИГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ
ТАШКИЛ ЭТИШ БОШ ИЛМИЙ-МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ПЕДАГОГ КАДРЛАРИНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРИНИГ
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

**ЛАЗЕР ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ВА
ОПТОЕЛЕКТРОНИКА
йўналиши**

**“ЛАЗЕР НУРЛАНИШИНИГ МОДДАЛАР БИЛАН
ТАЪСИРИНИГ ЗАМОНАВИЙ ХОЛАТИ”
модули бўйича**

Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А

ТОШКЕНТ -2019

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАХБАР КАДРЛАРИНИ ҚАЙТА
ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ ТАШКИЛ
ЭТИШ БОШ ИЛМИЙ - МЕТОДИК МАРКАЗИ

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ

“ЛАЗЕР НУРЛАНИШИНИНГ МОДДАЛАР БИЛАН
ТАЪСИРИНИНГ ЗАМОНАВИЙ ХОЛАТИ” МОДУЛИ БЎЙИЧА
Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А

Тузувчи: ТДТУ, профессори Сапаев У.К
ЎзМУ доценти Косимов А.

ТОШКЕНТ -2019

Мазкур ўқув-услубий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2019 йил 2 ноябрдаги 1023-сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув режа ва дастур асосида тайёрланди.

Тузувчи: ТДТУ “Лазер технологияси ва оптоэлектроника”
кафедраси профессори Сапаев У.К
Ўз МУ физика факультети "Фатоника" кафедраси
доценти Косимов А

Тақризчи: Парпиев Олим академик

Ўқув -услубий мажмуа Тошкент давлат техника университети Кенгашининг 2019 йил 24 сентябрдаги 1-сонли қарори билан фойдаланилишга тавсия қилинган.

МУНДАРИЖА

I. Ишчи дастур.....	5
II. Модулни ўқитишда фойдаланиладиган интерфаол таълим методлари.....	10
III. Назарий материаллар.....	16
IV. Амалий машғулотлар материаллари.....	45
V. Кейслар банки.....	67
VI. Глоссарий.....	68
VII. Фойдаланилган адабиётлар	75

I. ИШЧИ ДАСТУР

Кириш

Дастур Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июндаги “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги ПФ-4732-сонли, 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ПФ-4947-сонли, 2019 йил 27 августдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сонли Фармонлари, шунингдек 2017 йил 20 апрелдаги “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ–2909-сонли Қарорида белгиланган устувор вазифалар мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у замонавий талаблар асосида қайта тайёрлаш ва малака ошириш жараёнларининг мазмунини такомиллаштириш ҳамда олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касбий компетентлигини мунтазам ошириб боришни мақсад қилади. Дастур мазмуни олий таълимнинг норматив-ҳуқуқий асослари ва қонунчилик нормалари, илғор таълим технологиялари ва педагогик маҳорат, таълим жараёнида ахборот-коммуникация технологияларини қўллаш, амалий хорижий тил, тизимли таҳлил ва қарор қабул қилиш асослари, махсус фанлар негизида илмий ва амалий тадқиқотлар, технологик тараққиёт ва ўқув жараёнини ташкил этишнинг замонавий услублари бўйича сўнгги ютуқлар, педагогнинг касбий компетентлиги ва креативлиги, глобал Интернет тармоғи, мультимедиа тизимлари ва масофадан ўқитиш усулларини ўзлаштириш бўйича янги билим, кўникма ва малакаларини шакллантиришни назарда тутди.

Ушбу ишчи ўқув дастурда “Лазер нурланишининг моддалар билан таъсирининг замонавий ҳолати” модулига кирувчи амалий оптика: спектроскопия, лазер физикаси ва фотоника фани замонавий оптик қурилмалар билан таништириш, уларни ишлаш принциплари ва асосий оптик характеристикаларини ўрганиш, нурланиш спектрларини оптик усуллар билан қайд қилиш, наноструктуралар спектроскопияси, квант оптикаси, ноклассик нурлар ва уларнинг қўлланилиши, лазерлар физикаси ва фотоника асослари, фотоник кристаллар ва уларнинг турлари, нуртолали, компьютер фотоникаси, оптоинформатика, оптик сигналлар, уларнинг фундаментал ва амалий жараёнлари асосида замонавий асбоблар яратиш муаммолари баён

этилган.

Модулнинг мақсади ва вазифалари

“Лазер нурланишининг моддалар билан таъсирининг замонавий холати” модулининг мақсади:

Замонавий оптик қурилмалар билан таништириш, уларни ишлаш принциплари ва асосий оптик характеристикаларини ўрганиш, оптик нурланишни қайд қилиш усуллари билан таништириш, электромагнит тулқинларни мухитларнинг атом ва молекулалари билан ўз-ара таъсирлашув жараёнларидаги физик ходисаларни ўрганиш, наноструктуралар спектроскопияси асослари билан танишиш. квант оптикаси ва ноклассик нурлар ҳақида маълумот бериш ва уларнинг қўлланилиши билан таништириш, фотоника асослари, фотоник кристаллар ва уларнинг хусусиятлари, фотон компьютерлар яратилиш тенденциялари билан таништириш ва олинган билимларини амалиётга қўллаш малакавий кўникмаларини шакллантириш.

Тингловчи:

- замонавий спектроскопик қурилмалар, уларни ишлаш принциплари ва асосий характеристикалари;
- квант оптикаси асослари ва квант оптикасидаги нозичикли жараёнлар;
- фотоника асослари, фотоник кристаллар ва ёруғлик нурини бошқариш;
- квант оптикаси ва лазер физикасининг замонавий ютуқларинидан фойдаланиш;
- лазер қурилмалари ёрдамида квант оптикасига доир масалаларни ҳал қилиш учун тажрибалар ўтказиш компетенцияларни эгаллаши лозим.

Модулнинг ўқув режадаги бошқа фанлар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

“Лазер нурланишининг моддалар билан таъсирининг замонавий холати” модули мазмуни ўқув режадаги “Замонавий лазер технологиялари” ва “Ёруғлик диод оптоэлектроникасининг ҳозирги замон муаммолари” ўқув модуллари билан узвий боғланган ҳолда педагогларнинг касбий педагогик тайёргарлик даражасини оширишга хизмат қилади.

Модулнинг олий таълимдаги ўрни

Модулни ўзлаштириш орқали тингловчилар электрон компонентлар, қурилмаларни ўрганиш, амалда қўллаш ва баҳолашга доир касбий компетентликка эга бўладилар

Модул бўйича соатлар тақсимоти

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юкلامаси, соат			
		Жами	Назарий	Амалий машғулот	Кўчма машғулот
1.	Лазер нурланишининг моддалар билан таъсирининг замонавий ҳолати	2	2		
2.	Когерент нурланишлар, уларни қайд қилиш усуллари, электромагнит тулқинларни мухитларнинг атом ва молекулалари билан ўзаро таъсирлашуви	2	2		
3.	Нанофизикани ривожланишида лазер нурланишининг ўрни	2		2	
4.	Квант оптикиси ва ночизиқли оптик жараёнлар	2		2	
5.	Фотоника асослари, ночизиқлий ва оддий фотоник кристаллар ва уларнинг хусусиятлари	6		2	4
	Жами:	14	4	6	4

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1- мавзу: Лазер нурланишининг моддалар билан таъсирининг замонавий ҳолати.

Электромагнит нурланишнинг моддалар таъсирини таҳлил қилиш. Спектрал қурилмаларни классификацияси. Асосий характеристикалари. Оптик схемалари ва ишлаш принциплари. Ажрата олиш қобиляти. Призмали спектрал қурилмалар. Призмали спектрал қурилмалар

хусусиятлари. Лазер нурланишининг оддий нурдан фарқи. Когерент нурларни пайдо қилиш ва уларнинг асосий харакетиситикалари. Нурланишнинг мухитларга таъсирида пайдо бўладиган асосий физик жараёнлар.

2 - мавзу: Когерент нурланишлар, уларни қайд қилиш усуллари, электромагнит тўлқинларни мухитларнинг атом ва молекулалари билан ўзаро таъсирлашуви.

Нурланиш манбаларини турлари. Оптик тадқиқотларда нурланиш манбаларига қўйиладиган талаблар. Оптик квант генераторлари. Чизиқли (узлукли) ва узлуксиз спектрлар тарқатувчи ёруғлик манбалари. Оптик нурланишни қайд қилувчи қурилмалар.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

1- амалий машғулот: Нанозификани ривожланишида лазер нурланишининг ўрни.

Нанозификларда нозизиқлий оптик жараёнлар. Нанозификтуралар спектроскопиясининг узига хос томонлари. Зееман ҳодисаси ва магнитавий резонанс (ЭПР, ЯМР). Пашен-Бак эффеќти. Штарк ҳодисасининг умумий таърифи. Лазер нурининг нанозификтуралар таҳлилида тутган ўрни.

2 - амалий машғулот: Квант оптикаси ва ноклассик нурлар, нозизиқли жараёнлар

Квант оптикаси асосий тушунчалари. Квант оптикаси ва лазер физикасининг замонавий ютуқларини Корпускуляр тўлқин дуализми. Фотон массаси ва импульси. Комптон эффеќти. Ноклассик нур ва унинг қўлланилиши. Браун-Твисс тажрибаси. Белл тенгсизлиги.

3-амалий машғулот: Фотоника асослари, нозизиқлий ва оддий фотоник кристаллар ва уларнинг хусусиятлари.

Бир ўлчамли фотон кристаллари, икки ва уч ўлчамли фотон кристаллари. Фотон кристаллари хусусиятларини матрицалар ёрдамида тавсифлаш. Периодик структурали мухитларда Фурье оптикаси элементларини қўллаш. Нозизиқлий фотон кристалларда фазовий синхронизмни ҳисоблаш усуллари.

КЎЧМА МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

Мавзу: Фотоника асослари, нозизиқлий ва оддий фотоник кристаллар ва уларнинг хусусиятлари.

Кўчма машғулотларда фотоника соҳасида Республикамизда олиб борилаётган илмий тадқиқотлар билан танишиш, шу соҳада изланаётган

олимлар билан учрашувлар ташкил этиш ва имконият доирасида экспериментал тадқиқотларда қатнашиш назарда тутилган.

Таълимни ташкил этиш шакллари

Таълимни ташкил этиш шакллари аниқ ўқув материали мазмуни устида ишлаётганда ўқитувчини тингловчилар билан ўзаро ҳаракатини тартиблаштиришни, йўлга қўйишни, тизимга келтиришни назарда тутлади.

Модулни ўқитиш жараёнида қуйидаги таълимнинг ташкил этиш шаклларидан фойдаланилади:

- маъруза;
- амалий машғулот;
- мустақил таълим.

Ўқув ишини ташкил этиш усулига кўра:

- жамоавий;
- гуруҳли (кичик гуруҳларда, жуфтликда);
- якка тартибда.

Жамоавий ишлаш – Бунда ўқитувчи гуруҳларнинг билиш фаолиятига раҳбарлик қилиб, ўқув мақсадига эришиш учун ўзи белгилайдиган дидактик ва тарбиявий вазифаларга эришиш учун хилма-хил методлардан фойдаланади.

Гуруҳларда ишлаш – бу ўқув топшириғини ҳамкорликда бажариш учун ташкил этилган, ўқув жараёнида кичик гуруҳларда ишлашда (2 тадан – 8 тагача иштирокчи) фаол роль ўйнайдиган иштирокчиларга қаратилган таълимни ташкил этиш шаклидир. Ўқитиш методига кўра гуруҳни кичик гуруҳларга, жуфтликларга ва гуруҳларора шаклга бўлиш мумкин. *Бир турдаги гуруҳли иш* ўқув гуруҳлари учун бир турдаги топшириқ бажаришни назарда тутлади. *Табақалашган гуруҳли иш* гуруҳларда турли топшириқларни бажаришни назарда тутлади.

Якка тартибдаги шаклда - ҳар бир таълим олувчига алоҳида-алоҳида мустақил вазифалар берилади, вазифанинг бажарилиши назорат қилинади.

II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТРЕФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ

Замонавий фан, техника ва технологияларни ривожлантириш асосида кадрлар тайёрлашнинг такомиллашган тизимини яратиш мамлакатни тараққий эттиришнинг энг муҳим шарти ҳисобланади. Юртимизда техник таълимда ўқитиш технологиялари юксак педагогик тамойилларга асослангандир. Шунинг учун ҳам таълим жараёнида қўлланилиши лозим бўлган педагогик технологияларни тингловчининг ўзига хос шахсий хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда, мустақил, фаол билим олиш фаолиятини ташкил этишга қаратиш асосий жиҳатлардан ҳисобланади. Шундан келиб чиққан ҳолда, модул фанларининг Ўқув-услугий мажмуаларини яратишда зарурий компонент ҳисобланган таълим технологияларини лойиҳалаштиришда ва унинг универсал кўринишини яратишда асосий эътибор қуйидагиларга қаратилади:

- ❖ Тармоқ марказида таҳсил олаётган тингловчиларнинг муқаддам амалий тажриба ва кўникмаларга эга эканлигини инобатга олиб, уларни ишлаб чиқаришга янада йўналтириш, мослаштириш мақсадида мутахассислик фанларидан чуқурроқ билимларни бериш, замонавий бошқарув кадрларига хос бўлган малака кўникмаларини шакллантириш;

- ❖ тингловчиларни илмий-тадқиқот фаолиятига тайёрлаш, сабабий боғлиқликда илмий хулосалар ясашга ўргатиш, ҳар қандай масалага танқидий, таҳлилий ва ижодий ёндашиш ва мушоҳада юритиш сирлари билан қуроллантириш, ўз мутахассисликлари бўйича ижтимоий-иқтисодий прогнозларни амалга ошириш билан боғлиқ бўлган замонавий билимларни етказиш; педагогик фаолиятга йўналтириш билан боғлиқ бўлган таълимнинг устувор усул ва воситаларини ўргатишдан иборат.

Тингловчиларга берилаётган замонавий назарий билимлар, уларнинг амалий орттирган кўникмаларини янада бойитишга хизмат қилиши лозим. Тингловчиларнинг иш ўринларини сақлаган ҳолда таълим олишлари ва иш жойларида уларни соҳа мутахассислари эканлигини эътиборга олиб, уларни асосан бошқарув билан боғлиқ, яъни жамоани ягона мақсад сари етаклаш, тезкор қарорларни қабул қилиш билан боғлиқ мажмуавий билимлар билан қуроллантириш лозим бўлади.

Юқорида айтилган жараёнларни мантиқий кетма-кетликда тақдим этиш учун модул фанларнинг ўқув-услугий мажмуаларини яратишда зарурий компонент бўлмиш, таълим технологиясининг қуйидаги концептуал ёндашувларига устуворлик қаратилади:

Шахсга йўналтирилган таълим. Бу таълим ўз моҳиятига кўра таълим жараёнининг барча иштирокчиларини тўлақонли ривожланишини кўзда тутди. Бу эса, таълимни лойиҳалаштирилаётганда, албатта, маълум бир таълим олувчининг шахсини эмас, аввало, келгусидаги раҳбар кадрлик фаолияти билан боғлиқ бўлган мақсадларидан келиб чиққан ҳолда ёндашишни назарда тутди.

Тизимли ёндашув. Таълим технологияси тизимнинг барча белгиларини ўзида мужассам этмоғи лозим: жараённинг мантиқийлиги, унинг барча бўғинларини ўзаро боғлиқлиги ва яхлитлигини.

Сухбатли ёндашув. Бу ёндашув ўқув жараёни иштирокчиларининг психологик бирлиги ва ўзаро муносабатларини яратиш заруриятини билдиради. Унинг натижасида шахснинг ўз-ўзини фаоллаштириши каби ижодий фаолияти кучаяди.

Ҳамкорликдаги таълимни ташкил этиш. Таълим берувчи ва таълим олувчи ўртасида демократик, тенглик, ҳамкорлик каби ўзаро субъектив муносабатларга, фаолият мақсади ва мазмунини биргаликда шакллантириш ва эришилган натижаларни баҳолашга эътиборни қаратиш зарурлигини билдиради.

Муаммоли таълим. Таълим мазмунини муаммоли тарзда тақдим қилиш асосида таълим олувчиларнинг ўзаро фаолиятини ташкил этиш усулларида биридир. Бу жараён илмий билимларни ҳаққоний қарама-қаршилиги ва уни ҳал этиш усуллари аниқлаш, диалектик тафаккурни ва уларни амалий фаолиятда ижодий қўллашни шакллантиришни таъминлайди.

Таълимни (ўқитишни) ташкил этиш шакллари: диалог, полилог, мулоқот, ҳамкорлик ва ўзаро ўқитишга асосланган оммавий, жамоавий ва гуруҳларда ўқитиш.

Бошқаришнинг усул ва воситалари: ўқув машғулотининг босқичлари, белгиланган мақсадга эришишда педагог ва тингловчининг

фаолияти нафақат аудитория ишини, балки мустақил ва аудиториядан ташқари бажарилган гуруҳ ишларининг назоратини белгилаб берувчи ўқув машғулотларини ташкил этиш.

Мониторинг ва баҳолаш: ўқув машғулоти жараёнида (ўқув вазифа ва топшириқларни бажаргани учун баҳолаш, таълим олувчининг ҳар бир ўқув машғулотидаги ўқув фаолиятини баҳолаш) ва бутун семестр давомида таълим натижаларини режали тарзда кузатиб боришни ўз ичига олади.

Муаммони жамоали тарзда ҳал этишнинг усуллари ва воситалари

Музокаралар

Музокаралар – аниқ ташкил этилган икки томон фикрларининг алмашинуви.

Музокараларни ўтказиш жараёнининг тузилиши



«Ақлий хужум»

Ақлий хужум (брейнсторминг – миялар бўрони) – амалий ёки илмий муаммоларни ҳал этиш фикрларни жамоали генерация қилиш усули.

Ақлий хужум вақтида иштирокчилар мураккаб муаммони биргаликда ҳал этишга интилишади: уларни ҳал этиш бўйича ўз фикрларини билдиради (генерация қилади) ва бу фикрлар танқид қилинмасдан улар орасидан энг мувофиқи, самаралиси, мақбули ва шу каби фикрлар танлаб олиниб, муҳокама қилинади, ривожлантирилади ва ушбу фикрларни асослаш ва рад этиш имкониятлари баҳоланади.

Ақлий хужумнинг асосий вазифаси – ўқиб-ўрганиш фаолиятини фаоллаштириш, муаммони мустақил тушуниш ва ҳал этишга мотивлаштиришни ривожлантириш, мулоқот маданияти, коммуникатив кўникмаларни шакллантириш, фикрлаш инерциясидан қутилиш ва ижодий масалани ҳал этишда фикрлашнинг оддий боришини енгил.

- **Тўғридан-тўғри жамоали ақлий хужум** – иложи борича кўпроқ фикрлар йиғилишини таъминлайди. Бутун ўқув гуруҳи (20 кишидан ортиқ бўлмаган) битта муаммони ҳал этади.

- **Оммавий ақлий хужум** – микро гуруҳларга бўлинган ва катта аудиторияда фикрлар генерацияси самарадорлигини кескин ошириш имконини беради.

- Ҳар бир гуруҳ ичида умумий муаммонинг бир жиҳати ҳал этилади.

Методнинг мавзуга қўлланилиши:

Ақлий хужум учун тингловчиларга бериладиган саволлар:

1. Лазер нурланишининг моддалар билан таъсири ўрганиш қандай фундаментла ва амалий ахамиятга эга ?
2. Фотон кристаллар нима?.
3. Нанозификада лазерлар қандай рол уйнайди

4. Фотон кристаллар қандай турларга бўлинади.

5. Фаннинг истиқболлари.

“Елпиғич” методи

“Елпиғич” методи - мураккаб, кўптармоқли, мумкин қадар, муаммо характеридаги мавзуларни ўрганишга қаратилган.

Методининг моҳияти шундан иборатки, бунда мавзунинг турли тармоқлари бўйича бир йўла ахборот берилади. Айни пайтда, уларнинг ҳар бири алоҳида нуқталардан муҳокама этилади. Масалан, ижобий ва салбий томонлари, афзаллик, фазилат ва камчиликлари, фойда ва зарарлари белгиланади.

Бу интерфаол методи танқидий, таҳлилий, аниқ мантиқий фикрлашни муваффақиятли ривожлантиришга ҳамда ўз ғоялари, фикрларини ёзма ва оғзаки шаклда ихчам баён этиш, ҳимоя қилишга имконият яратади.

“Елпиғич” методи умумий мавзунинг айрим тармоқларини муҳокама қилувчи кичик гуруҳларнинг, ҳар бир қатнашувчининг, гуруҳнинг фаол ишлашига қаратилган.

“Елпиғич” методи умумий мавзунинг турли босқичларда қўлланиши мумкин.

-бошида: ўз билимларини эркин фаолаштириш;

-мавзунинг ўрганиш жараёнида: унинг асосларини чуқур фаҳмлаш ва англаб етиш;

-яқунлаш босқичида: олинган билимларни тартибга солиш.

“Елпиғич” методининг афзалиги:

- ✓ кичик гуруҳларда ишлаш маҳорати ошади;
- ✓ муаммолар, вазиятларни турли нуқтаи назардан муҳокама қилиш маҳорати шаклланади;
- ✓ муросали қарорларни топа олиши;
- ✓ ўзгалар фикрини ҳурмат қилиш;
- ✓ хушмуомалалик;

- ✓ ишга ижодий ёндашиш;
- ✓ фаоллик;
- ✓ муаммога диққатини жамлай олиш маҳоратлари шаклланади.

“Елпиғич” методининг камчилиги:

- ✓ таълим олувчиларда юқори мотивация талаб этилади;
- ✓ кўп вақт талаб этилиши;
- ✓ шавқун сирон бўлиши;
- ✓ баҳолаш қийинчилик тўғдириши.

III. Назарий материаллар

1 – МАВЗУ. ЛАЗЕР НУРЛАНИШИНИНГ МОДДАЛАР БИЛАН ТАЪСИРИНИНГ ЗАМОНАВИЙ ҲОЛАТИ

РЕЖА

1.1. Электромагнит нурланишининг моддалар таъсирини тахлил қилиши.

1.2. Гармоникалар генерациясини ҳосил бўлиши

1.3. Спектрал қурилмаларни классификацияси. Асосий характеристикалари. Оптик схемалари ва ишлаш принциплари.

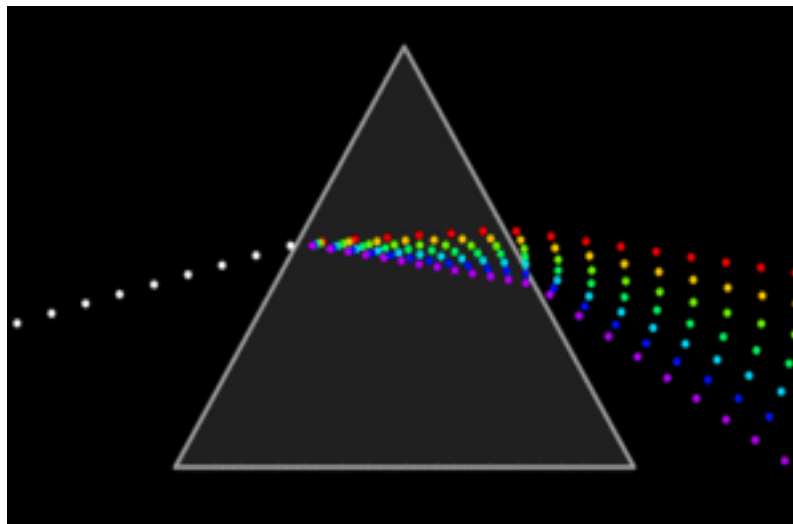
1.4. Ажрата олиш қобилияти. Призмали спектрал қурилмалар.

1.5. Призмали спектрал қурилмалар хусусиятлари.

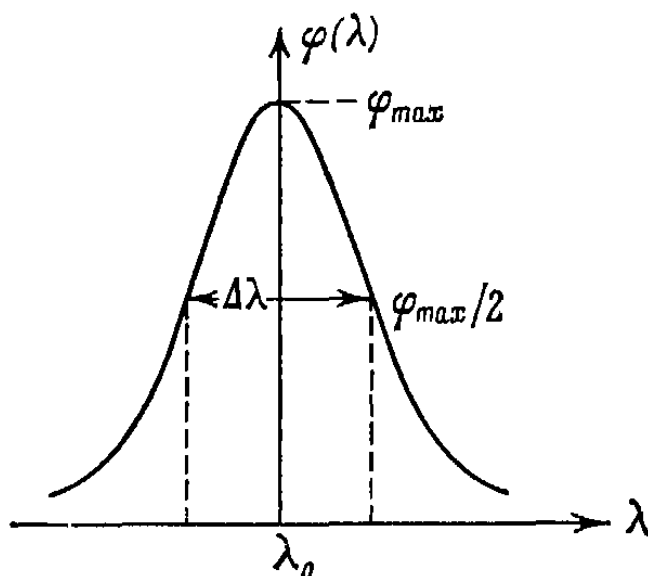
Таянч иборалар: *Спектрал чизик, дисперсия, кварц призма, ажрата олиш қобилияти, аппарат функция, линза фокус масофа.*

1.1. Спектрал қурилмаларни классификацияси. Асосий характеристикалари. Оптик схемалари ва ишлаш принциплари.

Маълумки инсон атроф муҳит ҳақидаги маълумотни 80 % ни кўриш орқали қабул қилади. 20 % бошқа тўртта сезиш органларига қолган. Шу сабабли ҳам инсонни кўриш қобилияти, имконийтларини жишириш учун минглаб турли хилдаги қурилмалар яратилди. Ана шу қурилмаларни барчасини ишлаб чиқиш ва қўллаш амалий оптикага доир вазифалар. Бизнинг вазифамиз ёруғликни спектрал анализ қилиш техникасини ўрганиш.



Спектр ўзи нима? Ёруғлк спектри бу ёруғлик интенсивлигини (нергиясини) частоталар (тўлқин узунлиги) бўйича тақсимоти.



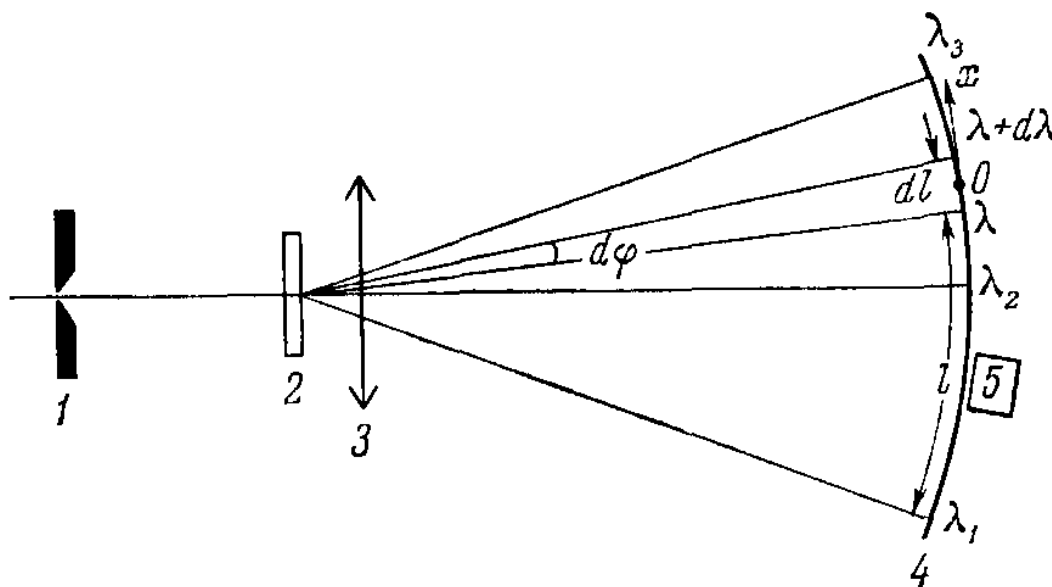
Бу турдаги боғланиш иссиқлик нурланиши учун биламиз¹. Иссиқли нурланиши учун

$$E_{\nu,T} = \frac{2\pi h\nu}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

Планк формуласи ўринли деган эдик. Мисол; метал кристалл шаклида, метал газ шаклида. Моддани ёруғликни ютиши ундаги атомлар энергетик

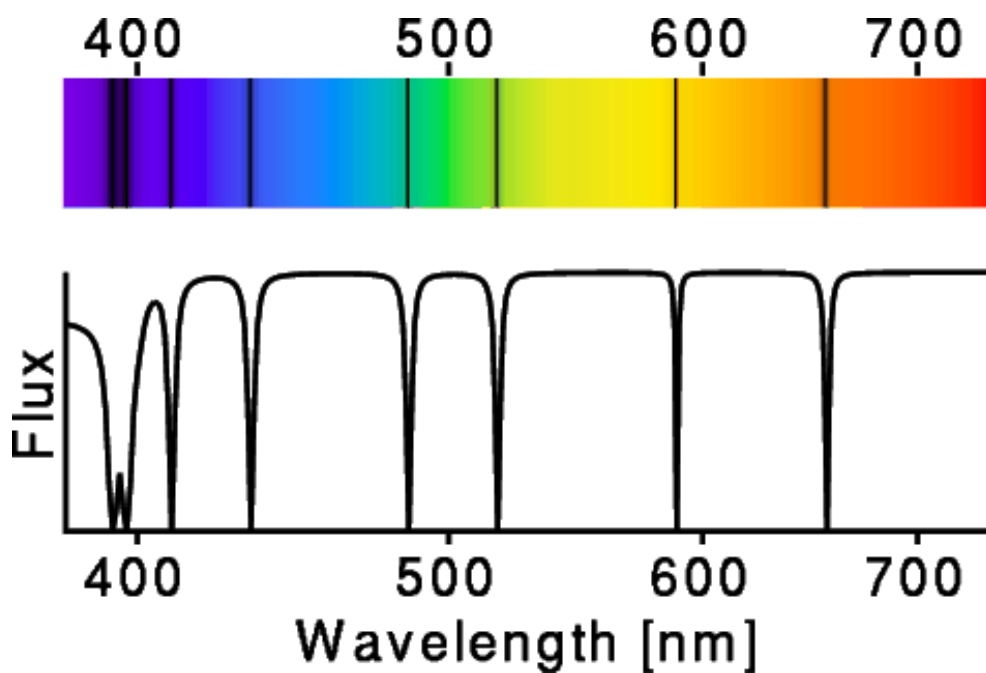
¹ Vittorio Degiorgio, Ilaria Cristian. Photonics. A Short Course. Springer International Publishing Switzerland, 2014

Ўтишларига боғлиқ. Ёруғлик спектри чизикли, полосали ва узликсиз бўлиши мумкин. Спектр модда атомини тузлишини тушинтиришда энг асосий қурол. Ёруғликни спектрга ёйиш усулининг энг сода ҳоли. Франгоуфер спектрометри. Бу усул дисперсия ҳодисасига асосланган яъни $n(\lambda)$. Шундай моддадан ясалган призма спектрометр асоси бўлади.



Спектрал қурималарни характерловчи катталиқлар

1-тирқиш, 2-дисперсия ҳосил қилувчи элемент, 3-линза, 4-фокал эқислик, 5-қабул қилғич



Агарда дисперсияловчи элементдан сўнг ингичка тирқиш қўйилса у ҳолда чиқишда фақат битта тўлқин узинлигидаги нур чиқади. Бу турдаги қурилмани монохраматор

Агарда бир нечта тирқиш қўйилиб бир нечта тўлқин узунлигини олсак у ҳолда полихраматор.

Спектрни қайд қилиш қилиш усулларига қараб:

Спектроскоп - агарда кузатиш визуал

Спектрограф - агарда спектр фотопластикага қайд қилинса

Спектрометр - агарда фотоқабул қилгич ишлатилса

Спектрал қурилмалар баъзи характеристикалари:

Бурчак дисперсияси

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

Чизиқли дисперсия

$$D_l = \frac{dl}{d\lambda}$$

Кўп ҳолда тескари дисперсия қўлланилади

$$\frac{1}{D_l} = \frac{d\lambda}{dl} \left[\frac{A^\circ}{mm} \right]$$

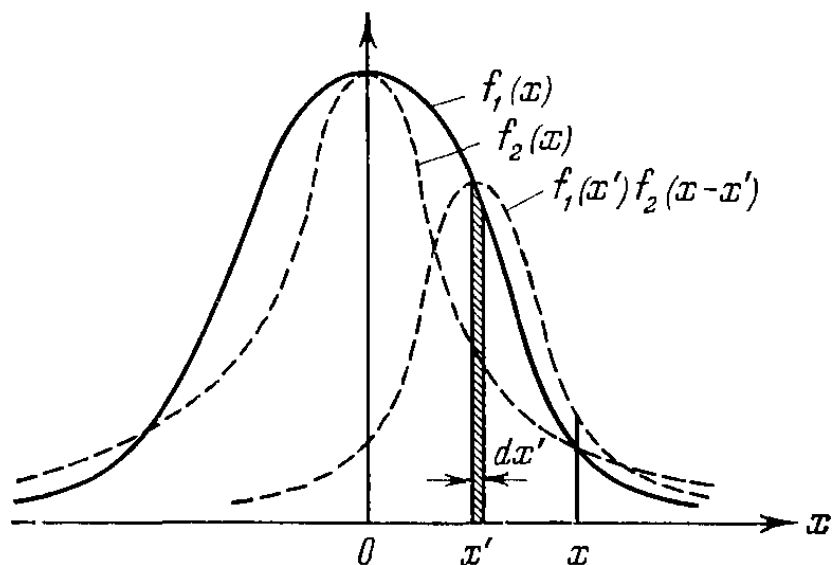
Чалқштириш керак эмас материал дисперсияси билан

Идеал қурилмада тирқиш тасвири фокал текисликда ингичка чизиқлар сифатида кўриниши керак эди. Лекин реал қурилмада бундай эмас. Бир қанча сабаблар борки тасвир бузилиб кўринади. Қурилмани таъсири:

1. Тирқиш кенглиги чекли қийматга эга.
2. Дифракцион ҳодисалар ҳисобига тасвир кенгайиши.
3. Оптик системасини дефектлари.

4. Регистратсия воситаси киритадиган кенгаиш.

Демак спектрал курилма монохроматик ёруғлик қайд қилганда битта чизик ўрнига қандайдир контурни регистратция қилади.



Ана шу контурдан кичик бир бўлақ олсак

$$\partial\Phi = \Phi f(\lambda) d\lambda$$

Бу еда Φ тўлқин оқимга мос интеграл сигнал. $f(\lambda)$ функция курилмани аппарат функцияси дейилади

Аппарат функция нормалланган бўлади

$$\int_0^{\infty} f(\lambda) d\lambda = 1$$

Аппарат функция қанақа бўлиши мумкин баъзи ҳолларини кўрамиз.

1-ҳол. Тирқиш чексиз кичик нур монохроматик бўлсин. У ҳолда фокал текисликдаги тасвир фақат дифраксия билан аниқланади.

$$E_{\varphi} = E_0 \frac{\sin^2 \varphi}{n^2} \text{бу ерда } n = \frac{\pi b}{\lambda} \sin \varphi$$

b -диафрагма ўлчами

φ — марказдан бошлаб ҳар икки томонга саналадиган бурчак

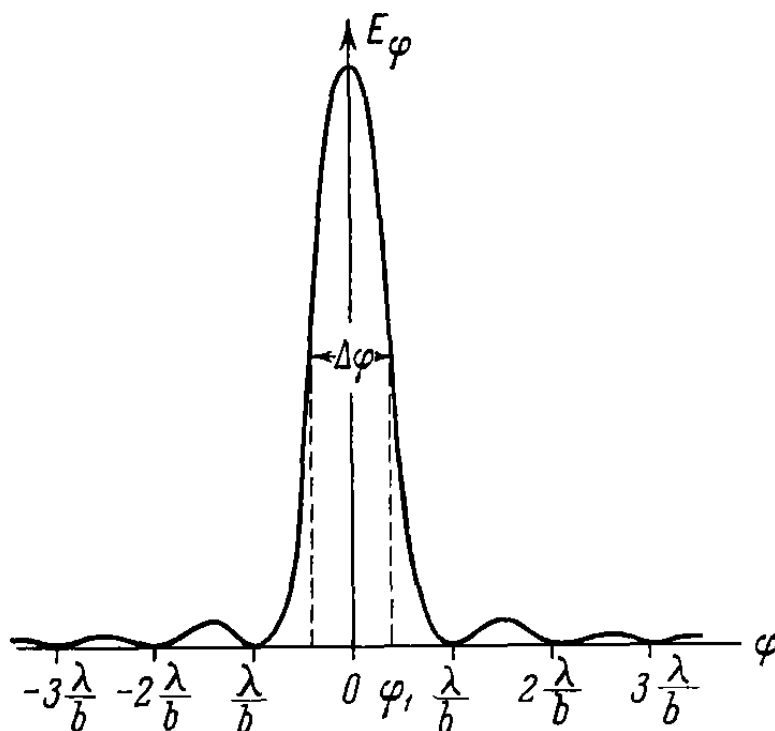
φ лар кичик бўлганда $\sin \varphi \approx \varphi$ деб олиш мумкин.

$$f(\varphi) = \frac{E_\varphi}{E_0} = \frac{\sin^2 \frac{\pi b}{\lambda} \varphi}{\left(\frac{\pi b}{\lambda} \varphi\right)^2}$$

Бу функциянинг кўриниши маълум. Бу боғланишни $f_1(x)$ – ёзиш мумкин

$\varphi = \frac{x}{r}$ – линзанинг фокус масофаси

$$f_1(x) = \frac{\sin^2\left(\frac{\pi b x}{\lambda r}\right)}{\left(\frac{\pi b x}{\lambda r}\right)^2}$$



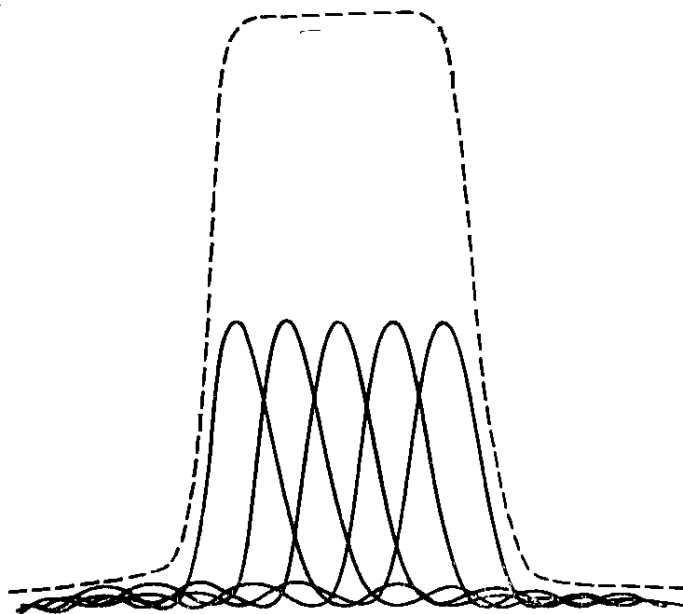
2-хол. Тирқиш кенг нурланиш монохроматик тирқиш нолинчи дифраксион максимумдан анча кенг уҳолда дифраксиани ҳисобга олмаса бўлади ва тасвир бир текис ёритилган деб ҳисоблаймиз.

$$f_2(x) = \begin{cases} \frac{1}{a_1}, & |x| \leq \frac{a_1}{2} \\ 0, & |x| \geq \frac{a_1}{2} \end{cases} \quad a_1 \text{ – тасвир кенглиги}$$

Демак хулоса қилиб айтиш мумкинки бошқа таъсирларни ҳисобга олмаганда аппарат функция бу системага монохроматик ёруғлик тушганда чиқишдаги ёритилганлик тақсимотини бердиган функция.

1.2. Ажрата олиш қобилияти. Призмали спектрал приборлар.

Тирқиш кенлиги етарлича ката лекин дисперсия мавжуд, яни дисперсияни ҳисобга олишга тўғри келади. У ҳолда тирқишни бир қатор чексиз кичик тирқишларга бўламиз. Тирқиш текислигини y -координата билан белгилаймиз у ҳолда элементар тирқиш кенлиги δy унинг координатаси y_1 деб оламиз. → У ҳолда ҳар бир элементар тирқиш фокал текислигида ифраксион тасвир ҳосил қилади. Ҳосил бўлган тасвир максимумлари x_1 нуктага тўғри келади, бу ёритилганлик (1) кўринишидаги функция билан аниқланади. Фақат аргументни x ($x - x_1$) ўзгартириш керак $y_1(x)f_1(x - x_1)$



Тирқишлар когерент эмас. У ҳолда умумий ёритилганликни аниқлаш учун $f_1(x - x_1)$ ни $-\frac{a_1}{2}$ дан $\frac{a_1}{2}$ гача интеграллаш керак. Демак

$$F(x) = \int_{-\frac{a_1}{2}}^{\frac{a_1}{2}} f_1(x - x_1) dx_1 = \int_{-\frac{a_1}{2}}^{\frac{a_1}{2}} \frac{\sin^2\left(\frac{\pi(x - x_1)}{\delta l}\right)}{\left(\frac{\pi(x - x_1)}{\delta l}\right)^2} dx_1$$

бу ерда $\delta l = \frac{\lambda r}{b}$. Агарда тирқишлар когерент бўлса у ҳолда

$$F(x) = \left[\int_{-\frac{a_1}{2}}^{\frac{a_1}{2}} \frac{\sin\left(\frac{\pi(x-x_1)}{\delta l}\right)}{\left(\frac{\pi(x-x_1)}{\delta l}\right)} dx_1 \right]^2$$

Енди чизиқли кенгайиш 2 та турли сабаблар ҳисобига келиб чиқади деб ҳисоблаймиз. У ҳолда

$f_1(x)$ - биринчи сабаб контури

$f_2(x)$ - иккинчи сабаб контури

Йиғинди контурни олиш учун яна интеграллаш керак бўлади. Яъни мисол учун $f_1(x)$ –ни майда интегралларга бўламиз бу элементлар координатаси x_1 , кенглиги dx_1

Ҳар бир $f_1(x)$ - ни элементи $f_2(x)$ -ни таъсири натижасида кенгайди ва кенгайган контур $f_2(x)$ билан аниқланади лекин координата x_1 га суриладива ёритилганлик $f_1(x_1)dx_1$ -га пропорционал бўлади. Демак шу элементнинг таъсири умумий контурга хуқтадаги таъсири

$$F(x) = f_1(x_1)f_2(x - x_1)dx_1$$

Умумий контур

$$F(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(x_1)f_2(x - x_1)dx_1 \quad (2)$$

Чап томонда турган интеграл свертка деб аталади. Кўп ҳолларда $f_1(x)$ ва $f_2(x)$ лар бирор $x_1 < x < x_2$ ораликда нолдан катта бўлади. У ҳолда

$$F(x) = \int_{x_1}^{x_2} f_1(x')f_2(x - x')dx$$

деб ёзиш мумкин.

Сверткада қайси функция қай бирига кўшилишини аҳамияти йўқ. Яъни

$$F(x) = \int_{x_1}^{x_2} f_1(x')f_2(x - x')dx = \int_{x_1}^{x_2} f_1(x - x')f_2(x')dx'$$

Свертканинг яна битта муҳим хусусияти, агарда учта тасвир бўлса у ҳолда

$$F_n(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f_3(x - x') \left[\int_{-\infty}^{\infty} f_1(x'')f_2(x - x'')dx'' \right] dx''$$

агарда n та функция таъсир этса

$$F_n(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f_n(x - x') F_{n-1}(x') dx'$$

2- интегралга қайтамиз бу интегралда $F(x)$ ва $f_2(x)$ маълум бўлса $f_1(x)$ аниқлаш мумкин (исботсиз). Бу тақидлаш оптика ва радиофизика ката ўрин эгаллайди.

Спектрал чизиқлар кенглиги шу пайтгача идеал ҳолатни кўриб спектрографга тушаётган ёруғлик монохроматик деб ҳисоблаш келдик. Лекин аслида ҳар қандай спектрал чизиқ кенгликка эга ва ундаги энергия тахминан

$$\varphi(\lambda) = \frac{d\Phi}{d\lambda}$$

Кўп ҳолларда $\varphi(\lambda)$ максимумдан иккала тарафда асимтотик равишда нолга интилади. Шунинг учун унинг кенглигини аниқ айтиб бўлмайди. Шу сабабли спектрал чизиқ кенглиги деб уни ярим баландликдаги кенглиги олинган.

Бу интервал чизиқ ярим кенглиги дейилади баъзи ҳолда $\frac{I_{max}}{e}$ га нисбати олинади

Худди шундай спектрал қурилманинг аппарат функцияси кенглиги ҳам аниқланади.

Мисол: дифраксион тасвир учун тўғри бурчакли контурда ярим кенглик

$$\Delta\varphi = 0,88 \frac{\lambda}{b}$$

Охирги натижамиз

$U(x)$ -тасвир, $\varphi(x)$ -спектр кенглиги, $F(x)$ -аппарат функция хисобга олиб

$$U(x) = \int_{-\infty}^{\infty} F(x') \varphi(x - x') dx'$$

деб ёзиш мумкин

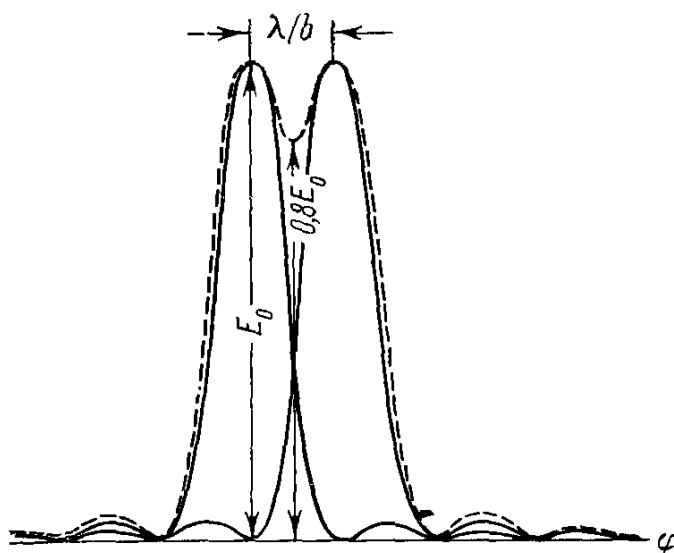
Демак спектрограф чиқишидаги тасвирни билсак спектрограф аппарат функциясини аниқласак, у ҳолда тушаётган спектрни аниқ айтиб бера оламиз.

$\varphi(x)$ -ни аналитик аниқлаш ҳамма вақт ҳам мумкин эмас. Шунинг учун интегралламасдан туриб баъзи хусусий ҳолларни кўрамиз.

1-ҳол. Спектр кенглиги аппарат функция кенглигидан кичкина ва $\varphi(x)$ нолдан $[x - \Delta x ; x + \Delta x]$ оралиғида фарқли. Демак

$$U(x) = \int_{x-\Delta x}^{x+\Delta x} F(x')\varphi(x-x')dx'$$

$F(x)$ -ни қиймати $[x - \Delta x ; x + \Delta x]$ интервалида кўп ўзгармайди



Шу сабабли ўртача қиймат теоремасига асосан функцияни бирор қиймат билан шу орлиқда алмаштира бўлади. $F(x) = F(\bar{x})$ бу ерда $\bar{x} \in [x - \Delta x ; x + \Delta x]$ у ҳода

$$U(x) = F(\bar{x}) \int_{x-\Delta x}^{x+\Delta x} \varphi(x-x')dx'$$

$$\int_{x-\Delta x}^{x+\Delta x} \varphi(x-x')dx' = 1$$

Демак $U(x)=F(x)$

Яна бир марта $F(x)$ ни берилган интервалда ҳам ўзгаришини ҳисобга олсак у ҳолда

$$U(x) = F(x)$$

Демак чиқиш контури аппарат функция билан мос келаяпти.

Хулоса. Агарда чиқиш контури аппарат функция билан мос тушса у ҳолда киришдаги нурланишни монохроматик деб ҳисобласа бўлади.

Тескари ҳам ўринли. Нурланишда энергияни тўлқин узунликлари бўйича тақсимотини аниқлаш учун (сектрни аниқлаш), спектрал қурилманинг аппарат функцияси спектр кенглигидан кичик бўлиши керак. Одатда аппарат функция кенглигини ангестрм ёки $\frac{1}{sm}$ да ўлчанади.

Ўлчаш хатоликлари таъсири, яъни асосий натижага қайтамыз.

$$U(x) = \int_{-\infty}^{\infty} F(x')\varphi(x - x')dx'$$

Агарда $F(x)$ маълум бўлса $U(x)$ ни ўлчаб олсак у ҳолда $\varphi(x)$ ни ихтиёрий аниқликда аниқлаш мумкин деган хулосага каламиз, яъни қурилманинг сифати ҳеч нарсани аниқламайди.

Бу ерда $U(x)$ ва $F(x)$ ларни аниқлашдаги хатолик ҳисобга олинмаган. Қурилманинг хатоликлар киритиши учун ажрата олиш қобилияти билан аниқланади. Ажрата олиш қобилиятини аниқлашдан олдин иккита чизиқни қайси ҳолда ажралган диймиз. Шунини аниқлаб оламиз. Чизиқларни ажралганини Релий критерийси билан фарқлаш қулай бўлади. Релий критерийси: энг кичик ажрата олиши мумкин бўлган интервал деб шу контурдаги бош максимум ва биринчи минимум орасидаги масофани айтамыз.

Бурган ўлчов бирликларида

$$\delta\varphi = \frac{\lambda}{b}$$

Демак икки монохроматик бир хил ёрқинликдаги чизиқлар ажралган бўлади.

Агарда биринчисини минимуми ккинчисини максимумига мос келса

Бу контурлар чизиклари кесишган жой $\varphi = \frac{b}{2\lambda}$ шу қийматни

$$\frac{E_{\varphi}}{E_0} = \frac{\sin^2 \frac{\pi b}{\lambda} \varphi}{\left(\frac{\pi b}{\lambda} \varphi\right)^2} = \frac{1}{\left(\frac{\pi}{2}\right)^2} = 0,4$$

У ҳолда ёритилганлик 0,8 ёритилганлик беради. Демак ёритилгандаги чуқурлик максимумдан 20 % ни ташкил қилади. Бу фарқни кўз илғай олади.

Шу сабабли икки чизик $\delta\varphi = \frac{\lambda}{b}$ масофада жойлашган бўлса, у ҳолда улар алиҳида кўринади. Энди бурчак дисперсияси формуласини эслаймиз.

$$\rightarrow D_{\varphi} = \frac{d\varphi}{d\lambda} d\lambda = \frac{d\varphi}{D_{\varphi}} \delta\lambda = \frac{\lambda}{bD_{\varphi}}$$

Энг кичик ажраладиган интервал, яъни қурилманинг ажратиш чегараси.

Ишлатишга бошқа катталиқ қулайроқ бўлади.

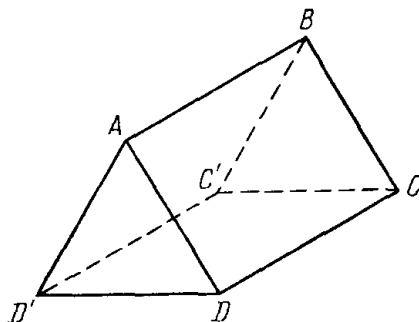
$R = \frac{\lambda}{\delta l} = bD_{\varphi}$ Релий критерийси бўйича ажрата олиш кучи, ёки назарий ажрата олиш кучи.

Бу критерий мукамал эмас.

Мисол: икки ёнма-ён чизик ёрқинликлари 10:1 муносабатда бўлсин ва улар орасидаги масофа $\frac{\lambda}{b}$ бўлсин у ҳолда уларни ажратиб бўлмайди.

Демак Релий критерийси икки чизик ажралиши ҳақида аниқ тасаввур бўлмайди, лекин қурилмаларни солиштиришда жуда қулай критерий.

Призмали спектрал қурилмалар спектрларни ўрганишдаги биринчи қурилма. Спектрал призма бу шаффоф материалдан тайёрланган, ката дисперсияга эга бўлган кўп қиррали жисм. ($\frac{dn}{d\lambda}$ -дисперсия) демак призма ясаладиган материалга бир қатор талаблар қўйилади.

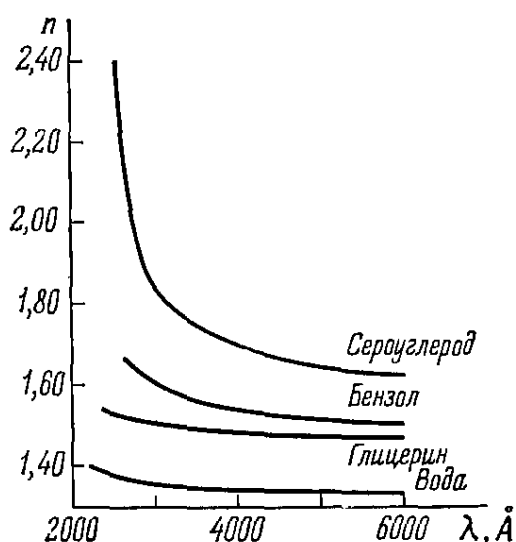


Яъни материал тадқиқот ўтказиладиган тўлқин узинликларида шаффоф ва юқори дисперсияга эга бўлиши керак. $\frac{dn}{d\lambda}$ яна у оптик жиҳатдан бир жинсли ва изотроп бўлиши керак. Қолаверса унга осон ишлов берилиши керак ва у арзон бўлиши керак.

Табиий кварс 2000÷4000 А° орасида яхши дисперсия эга. Лекин 4000 А° қийин дисперсия тез камаяди. Эритилган кварс ҳам шунга ўхшаш лекин дисперсияси камроқ ўзи арзонроқ. Табиатда ката кварс кристаллари кам учрайди у ҳам қиммат туради.

Шиша: 5000÷7000 А° орасида, дисперсияси яхши “(кварсда кам)

Ўтказиш спектри



Кварсда: ўтказиш қобилияти 2500 А° дан бошлаб бирга яқин баъзи табиий кристаллар 2000 А° да яхши ўтказиши мумкин.

Шиша: ~4200 А° лардан бошлаб ўтказиш бирга яқин.

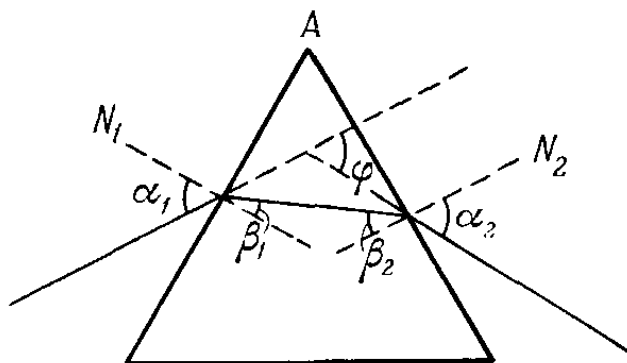
Хулоса: Ултирабинафша соҳада 2000 А° ката тўлқинларда табиий кварснинг алоҳида намуналари ишлаши мумкин. 2500А° узин тўлқинларда кварс призмалар ишлатишга қулай. 4200 А° лардан бошлаб шиша призмалар қулай бўлади.

Ўлчамлари:

Призмалар одатда 10 см дан кичик бўлади. Ундан ката пиризма ишлаб чиқиш қийин ва қиммат бўлади. Кенг деталлар билан ишлаш керак бўлганда, призма шаклидаги идишга дисперсияси катта суюқлик солинади. Баъзида эса бир канча призмаларни биргаликда ишлатилади. (мураккаб призмалар)

1.3. Призмали спектрал қурилмалар хусусиятлари.

Фараз қилайлик n ва $\frac{dn}{d\lambda}$ призманинг бутун ҳажми бўйича бир хил. Призмага тушаётган барча нурларни траекториясини аниқлаш қийин. Шунинг учун соддалаштирилган ҳол бўлган асосий кесимда ётувчи нурларни кўрамиз.



Асосий кесимда нурларни синиши

$$\begin{cases} \varphi = \alpha_1 + \alpha_2(\beta_1 - \beta_2) \\ A = \beta_1 + \beta_2 \\ \sin \alpha_1 = n \sin \beta_1 \\ \sin \alpha_2 = n \sin \beta_2 \end{cases}$$

Кўп ҳолларда A , n , α ларни олдиндан аниқлаш мумкин. Қолганларини юқоридаги спектрдан аниқласа бўлади.

Призмани характерловчи катталиклар.

1. Чегаравий бурчак. Чегаравий бурчакни аниқлаш учун $\alpha_1 = \alpha_2 = 90^\circ$ ($\sin \alpha_1 = \sin \alpha_2 = 1$) у ҳолда $\beta_1 = \beta_2 = \arcsin \frac{1}{n} A_{max} =$

$2 \arcsin \frac{1}{n}$ Агарда $A > A_{max}$ у ҳолда призмага тушган ихтиёрий нур иккинчи синдирувчи томонга тўла ички қайтиш бурчагидан ката бурчакда тушади ва призма асосидан чиқади.

Агарда $n = 1,5 \div 1,8$ ўртасида бўлади, у ҳолда $A_{max} = 84^\circ \div 64^\circ$ бўлади. Кўп ҳолда $A \approx 60^\circ$ олинади.

2. Енг ката оғиш бурчаги яна ўша тенгламалар системасидан аниқлаш мумкинки $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_0$ бўлганда $\varphi = \varphi_{min}$ Бу ҳолда тушувчи ва чиқувчи нурлар призмага нисбатан симметрик бўлади ва призма ичида асосига параллел бўлади.

Унинг қийматини аниқлаш учун

$A = 60^\circ$, $n = 1,6$ деб оламиз унда

$$\alpha_0 = n \sin \frac{A}{2} = \sin \frac{A+\varphi}{2} \text{ бу ерда } \varphi_{min} \approx 46^\circ$$

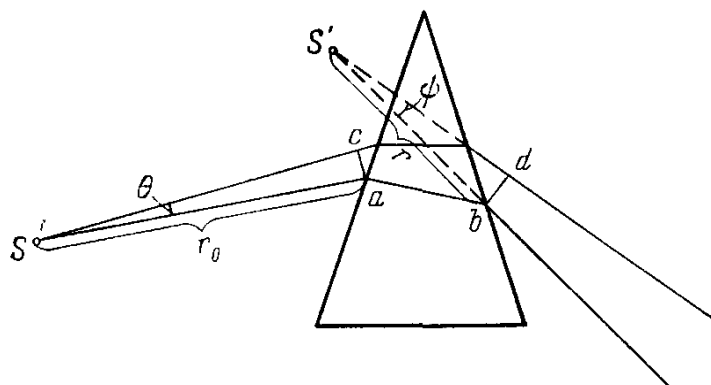
3. Призманинг бурчак катталаштириши

Бир икки катталикларда призмага битта нур тушаяпти деб фараз қилди. Аслида призмага гатосентрик нурлар дастаси тушади.

б ва д- лар тушувчи ва чиқувчи даста кесимлари.

$$\text{Бурчак кучайтириши деб } \square = \frac{\square}{\square} = \frac{\square}{\square}$$

Призманинг бурчак катталаштиришисон жиҳатдан тўлиқ фронтини призмадан ўтганда сиқилишига тенг.



Параллел дасталар ҳам сиқилиши ва кенгайиши мумкин.

Қурилманинг бурчак дисперсияси $\frac{dn}{d\lambda} = 0$ буни аниқлаш учун яна ўша асосий тенгламалар системасини дифференциаллаш керак бўлади ва $\frac{dn}{d\lambda} = 0$ тушириш бурчагини ўзгармас деб ҳисобласак у ҳолда призmani энг ката оғиш бурчагида ўрнатилган деб дисперсия учун оламиз.

$$\frac{dn}{d\lambda} = 2 \frac{\sin \theta}{\cos \theta} \frac{dn}{d\lambda} = \frac{2 \sin \frac{\theta}{2}}{\sqrt{1 - \sin^2 \frac{\theta}{2}}} \frac{dn}{d\lambda}$$

Баъзи белгилашлар киритайлик шу тасвирдан

$$\sin \theta = \frac{1}{2} \frac{dn}{d\lambda} \cos \theta = \frac{dn}{d\lambda}$$

Демак

$$\frac{dn}{d\lambda} = \frac{dn}{d\lambda} \quad (1)$$

А-бурчакни 60° эб олсак $\frac{dn}{d\lambda} = \frac{2}{\sqrt{4 - n^2}} \frac{dn}{d\lambda}$

Кўп ҳолларда призмалар энг кам оғиш бурчагига қўйилади ва уларни синдириш бурчаги $A=60^\circ$ бўлади. Бу иккала формула ҳам баъзи соддалаштириш эвазига олинган бўлса ҳам яхши натижалар беради.

Агарда бизда призмалар системаси берилган бўлса у ҳолда

$$\frac{dn}{d\lambda} = \frac{dn_1}{d\lambda} + \frac{dn_2}{d\lambda}$$

Агарда призмалар энг кам оғиш ҳолатида бўлса, агарда бус ҳарт бажарилмаса

$$\frac{dn}{d\lambda} = n_2 \frac{dn_1}{d\lambda} + \frac{dn_2}{d\lambda}$$

Агарда бизда ката призма бўлса у ҳолда

$$\frac{dn}{d\lambda} = \frac{dn_{\theta-1}}{d\lambda} n_{\theta} + \frac{dn_{\theta}}{d\lambda}$$

Аград синдириш бурчаклар тескари томонларга қараса у ҳолда йиғиндида ишора минус олинади.

Ажрата олиш қобилияти $\frac{dn}{d\lambda} = \frac{dn}{d\lambda} = \frac{dn}{d\lambda}$

Лекин ҳақиқий ажрата олиш қобилияти бу қийматдан анча кам бўлар экан.

Сабаби бу қиймат геометрис оптика яқинлашишида олинган ва унда призма киррқларидаги дифраксия ҳисобга олинмаган. Дифраксияни ҳисобга олиш энг кам оғиш ҳолати бажарилади ва қуйидагича аниқланади.

$$\Delta = (\Delta_1 - \Delta_2) \frac{\Delta \Delta}{\Delta \Delta}$$

Агарда даста призмани тўла қопласа у ҳолда $\Delta = \Delta \frac{\Delta \Delta}{\Delta \Delta} \Delta \Delta \Delta > \Delta \frac{\Delta \Delta}{\Delta \Delta}$

Шунинг учун $P = \Delta \Delta \Delta$ назарий ажрата олиш қобилияти дейилади. Шиша ва кварс призмаларнинг энг асосий камчиликларидан бири дисперсиянинг қиймати. Тўлқин узунлиги ошиши билан камаяди.

Мисол: ТФ-5 типдаги шиша учун спектрнинг ҳаво ранг қисми учун $\frac{\Delta \Delta}{\Delta \Delta} = 3200 \Delta \Delta^{-1}$, қизил қисми учун $\frac{\Delta \Delta}{\Delta \Delta} = 1170 \Delta \Delta^{-1}$. У ҳолда базаси 5 см бўлган призма учун $P=5000$, ҳаво ранг учун $P=15000$.

Демак спектрни қурилаётган диапозонога қараб тузатиш киритиш керак.

Олинган натижалардан фотдаланиб бизни қизиқтирган чизиқларни ажрата олиш учун қандай призма кераклигини аниқлаш мумкин.

Мисол: натрийнинг 6000 \AA° -даги дуплет чизиқлари орасида масофа 6 \AA° демак ажратиш учун $\Delta = \frac{6000}{6} = 1000$ қизил диапазонлигини ҳисобга олиб.

$\frac{\Delta \Delta}{\Delta \Delta} = 1170 \Delta \Delta^{-1} \Delta = \Delta \frac{\Delta \Delta}{\Delta \Delta} \quad T \approx 1 \Delta \Delta$. Агарда водорот изотопи дуплетини олсак у ҳам 6000 \AA° яқин ораси $2 \text{ \AA}^\circ P=3000$ ва $T=3$ см

Ажрата олиш қобилиятини ошириш учун k - та призмадан тузилган система ишлатиш мумкин. Бу ҳолда $\Delta \Delta \Delta = \sum_{\Delta=1}^{\Delta} \Delta \Delta$

Ажрата олиш қобилиятига турли факторлар манфий таъсир қилиш мумкин: ютилиш, призма ишлаб чиқаришдаги дефектлар қайтариш бу Δ_0 шунинг учун ҳам $\Delta \Delta \Delta \Delta \Delta \Delta \ll \Delta \Delta \Delta \Delta \Delta \Delta$ Призмаларнинг турли характеристикаларини яхшилаш учун призмаларнинг турли формадаги турлича кетма-кетлиги бирлашмалари ишлатилади. Бундай призмалар дейилади. Мисол: Резерфорд призмаси, Амичи призмаси, Аббе призмаси ва бошқалар.

Назорат саволлари

1. Ёруғлик спектри хақида тушунча. Спектрлар турлари, уларни қисқача характеристикалари, уларни ҳосил бўлиш сабаблари.
2. Энг содда спектрал қурилма блок схемаси. Спектрал қурилмалар асосий характеристикалари.
3. Монохроматор, полихроматор, спектроскоп, спектрограф ва спектрометр иборалар билан аталадиган қурилмаларнинг фарқи. Спектрал қурилма фокал текислигида ҳосил бўладиган тирқиш тасвирини кенгайтиш сабаблари.
4. Спектрал қурилма аппарат функцияси, уни хусусиятлари.
5. Спектрал қурилмада спектр чизиғи кенгайтишига сабаблар. Свертка хақида тушунча ва уни хоссалари.
6. Тирқиш кенлиги нолинчи дифракцион максимуми кенлигидан бир неча марта катта бўлган ҳол учун спектрал қурилма аппарат функцияси.
7. Аппарат функцияни аниқлашдаги ва фокал текисликдаги ёритилганлик тахсимотини ўлчашдаги хатоликларнинг хақиқий спектрни аниқлашдаги роли.
8. Спектрал чизик кенлиги хақида тушунча, спектрал чизик кенгайтиши сабаблари.
9. Ажратиладиган чизиклар орасидаги энг кичик интервални аниқлашда Релей критерийси. Релей критерийсига асосан ажрата олиш қобилияти.
10. Спектрал чизик кенлиги аппарат функция кенлигидан кўп марта кичик бўлган ҳолда спектрал қурилма фокал текислигида ёритилганлик тахсимоти.
11. Кварц ва шиша призмаларнинг солиштирма характеристикаси. Дисперсияловчи элемент сифатида ишлатиладиган призмаларга қўйиладиган талаблар.

12. Нурнинг призмадан ўтишини характерлайдиган асосий катталиклар. Бу катталикларни боғловчи тенгламалар. Синдириш бурчаги учун чегаравий киймат. Энг кам оғиш бурчаги.

13. Призманинг ажрата олиш қобилияти. Призмалар системасининг ажрата олиш қобилияти. Призма ажрата олиш қобилиятига таъсир этувчи омиллар.

14. Призманинг бурчак катталаштириши. Призма ва призмалар системасининг дисперсияси.

Фойданалинган адабиётлар

1. David L. Andrews. Fundamentals of Photonics and Physics. Published by John Wiley & Sons. Inc., Hoboken, New Jersey.

2. Б. Салех, М. Тейх. Оптика и фотоника. Принципы и применение. Пер с англ. Долгопрудный, Издательский дом «Интеллект», 2012

3. [.http://www.photonics.com](http://www.photonics.com)

4. www.optics.arizona.eduResearch

5. Specialties www.manchester.ac.uk

2 - МАВЗУ: КОГЕРЕНТНУРЛАНИШЛАР, УЛАРНИ ҚАЙД ҚИЛИШ УСУЛЛАРИ, ЭЛЕКТРОМАГНИТ ТУЛҚИНЛАРНИ МУХИТЛАРНИНГ АТОМ ВА МОЛЕКУЛАЛАРИ БИЛАН ЎЗARO ТАЪСИРЛАШУВИ

РЕЖА

- 1.1. Нурланиш манбаларини турлари. Оптик тадқиқотларда нурланиш манбаларига қўйиладиган талаблар.
- 1.2. Оптик квант генераторлари. Чизиқли (узлукли) ва узлуксиз спектрлар тарқатувчи ёруғлик манбалари.
- 1.3. Оптик нурланишни қайд қилувчи қурилмалар.

Таянч иборалар: *Интенсивликнинг спектрал тахсимоти, узлуксиз спектр, чизиқли спектр, монохроматик нурланиш, лазер, фотоэлектрон кучайтиргич*

2.1 Нурланиш манбаларини турлари. Оптик тадқиқотларда нурланиш манбаларига қўйиладиган талаблар.

Ёруғлик манбаларининг спектрларида спектраскопияда асосан иккита вазифа бажарилади.

- 1) Манба спектроскопик тадқиқот объекти вазифасини бажаради.
- 2) Ёруғлик манбаси ёрдамида бирор объект ҳақида спектраскопик малумот олинади.

Биринчи ҳолда ёруғлик манбаси чиқараётган нурланиш манба ҳақида маълумот олиб келади. Бу ҳолда спектроскопик анализ усуллари манба

холатига ҳеч қандай таъсир ўтказмайди. Иккинчи ҳолда ёруғлик манбаси ёрдамида текшириш объектига бирор таъсир ўтказмайди.

Иккинчи ҳолда ёруғлик манбаси ёрдамида текшириш объектига бирор таъсир ўтказилади ва натижада ҳосил бўлган нурланиш кузатилади. (Мисол фотоллюменсетсия ютиш спектри ва ҳо.зо)

Биринчи ҳолда манбага ҳар қандай таъсир олмаймиз, яъни манбани спектри ёки уни ёркинлигини ўзгартира олмаймиз.

Иккинчи ҳолда биз манбани характеристикаларини ўзимизга қулай қилиб танлашимиз мумкин.

Ёруғлик манбаси таъсир воситаси сифатида ишлатилганда уни асосан икки характеристикасига этибор берилади.

1. Ёруғлик манбаси қуввати ва уни (қувватини) вақтга интенсивликнинг боғлиқлиги.

2. Спектрал тақсимоти ва уни (тақсимотни) вақт бўйича ўзгариши.

Манба ўғармас дейилади агарда нурланиш қуввати вақт бўйича ўзгармаса. Бу характеристикани кўрсаткичи сифатида (стабиллик кўрсаткичи)

$$M = \sqrt{\frac{P^2}{S^2}} \quad \text{-катталиқ олинади. Бу ерда } P \text{ - ёруғлик}$$

$$V = \frac{P}{S} \cos \phi$$

$$I = \frac{P}{S} = \left[\frac{P \cos \phi}{S} \right] \text{-ёруғлик кучи}$$

S - манба юзаси ϕ — манба сиртига о'тказилган нормал билан кузатиш орасидаги бурчак $\phi = \frac{P}{S}$ -ёруғлик оқими w -нурланиш энергияси.

Идеал стабилланган нурланиш манбасида $M=0$ бўлади кўп ҳолда 3÷5% оғишлик спектрал интенсивликларни аниқлаш хатолигига таъсир кўрсатмайди. Бази ҳолда объектга қисқа муддат таъсир ўтказиб, уни реяксияси кузатилади. У ҳолда нурланиш импульс кўринишида бўлиши керак. У ҳолда стабил манбадан келаётган ёруғлик модулятцияланади, ёки газлардан ток импульси ўтказиб разряд олинади. Механик модулятсияларда олинadиган импульсларда

$$\tau = 10^{-4} \div 10^{-5} \text{сек}$$

Пезоелектрик дефпекторда $10^{-6} \div 10^{-7}$ гача олиш мумкин Лазерларда модулар фазасини синхронлаштириб $10^{-13} \div 10^{-14}$ сек олиш мумкин.

2.Спектрал характеристикалар

Манбалар спектрлари бўйича шартли равишда 3-та грухга бўлинади.

1. Узлуксиз спектрли
2. Полосали спектрли
3. Чизикли спектрли

1-чи турдаги одатда одатда чўғланиш лампалари ишлатилади. Кирхгоф конуни бўйича нурланиш қобилиятига нисбати вақт ва тўлқин узунлигига боғлиқ универсал ф-я

$$\frac{\epsilon_{\lambda, T}}{\lambda^5} = r(\lambda, T) \text{ . Кирхгоф универсал ф-я}$$

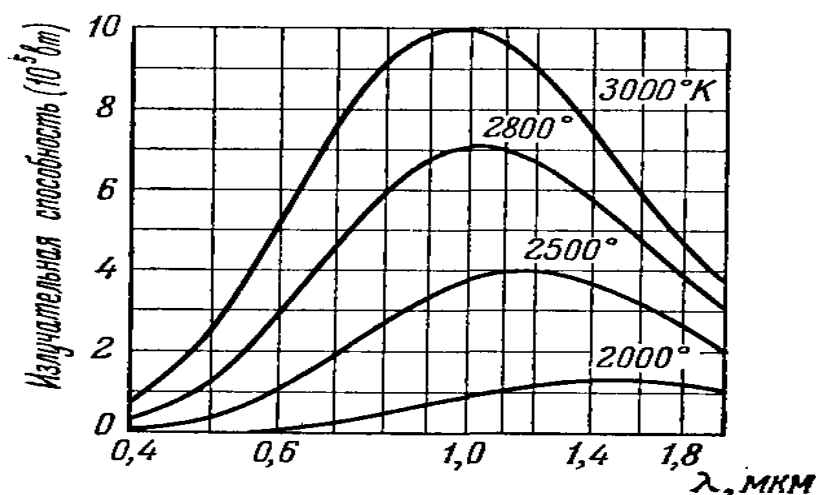
Барча частоталардаги нурланиш $P_T = 0 \int_0^{+\infty} r(\lambda, T) - \text{энергетик нурланиш}$

$$P = \sigma T^4 \text{ Стефан Болтсман конуни } \sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}^4}$$

$$\text{Виннинг силжиш конуни } \lambda_{\text{max}} = \frac{b}{T} \quad b = 2.9 \cdot 10^{-3} \text{ м.к}$$

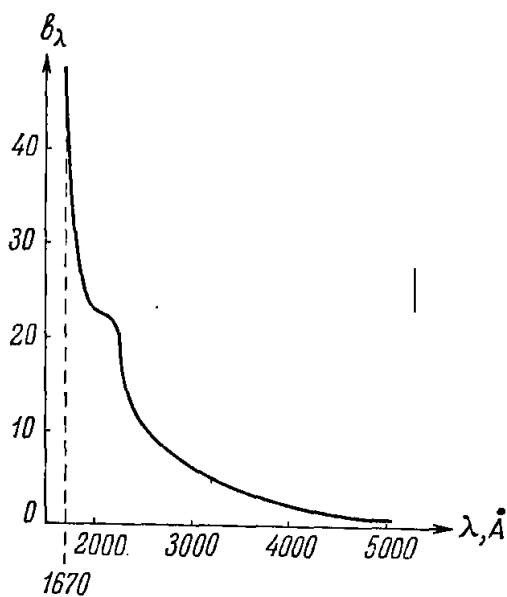
$$\text{1-чи формула } r(\lambda, T) \quad r_{\lambda, \lambda} = \frac{2\pi k T}{c^2} \lambda^{-2} \text{ Реней жинс формуласи}$$

$$r_{\lambda, \lambda} = \frac{2\pi h}{c^2} \lambda^{-3} * \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda k T}} - 1} \text{ Планк формуласи}$$



Камчилиги УБ сохада нурланиш интинсивлиги кам

Водород лампаси бу камчиликни тўлдиради. Тўлқин узунлиги 5000-дан то 1650Å⁰ узлуксиз спектрга эга. Водород юқори босмда



Яна битта УБ –соха учун узлуксиз манба ссссс

Бу электр ёйи камчилиги стабил эмас ва электродлар тез томом бўлади.

Юқори босимга эга бўлган бошқа газлардги разряд хисобига УБ сохада нурланиш олиш мумкин. (Мисол –юқори босимли инерт газлар билан тўлдирилган лампалар) .

Импульсли нурланиш болиш учун импульсли катта электр токи инерт газлардан ўтказилади.

2.2 Оптик квант генераторлари. Чизикли (узлукли) ва узлуксиз спектрлар тарқатувчи ёруғлик манбалари.

Чизикли спектр олиш учун кўп холларда паст босмдаги газларда ёки метан парларидан экетр токи ўтказилади. (газлардаги электр разряди)

Енг кам олиниши мумкин бўлган чизик кенглиги бу табиий кенглик билан аниқланади.

$$\Delta \lambda \geq \hbar$$

Кўриш диапозонида $\Delta \lambda \approx 10^{-8}$ сек

$$\Delta \lambda = 10^{-4} \text{Å}^0$$

Чизиқ кенглиги заррачалар орасидагинтўқнашиши хисобига ортиши мумкин (юқори босм) Тўқнашишидаги таъсир бир жинсли бўлмаган, ностационар Штарк эффекти билан тушунтирилади.

Босм 1-атм бўлганда кенгайиш асосан Штарк эффектига хисобига.

Паст босмда ≈ 10 мм.с.уст кенгайишига асосий сабаб Доплер эффекти Лазерлар хозирги кунда спектроскопияда энг асосий ёритгичга айланган.

Лазер спектроскопияси фани классик спектроскопиядан қўлланилиши бўйича ўзгариб кетди

Лазерларни спектроскопиячун ахамиятли хоссалари

1. Спектрал зичликнинг ўта катталиги. Лазерлар нурланишининг спектрал зичлиги оддий нурлатгичларни спектрал зичлигидан бир неча тартиб юқори бўлиши мумкин. Бу хоссаси лазерларда ғалаёнга келтирилганда шовқинларни камайтиришга имкон беради. Яна катта спектрал зичлик кўп фотонли ходисаларни кузатишга имкон беради.

2. Лазер нурларининг бурчак кенгайиши камчилиги.

3. Мисол учун ютилиш кам бўлганда узун мухитни текшириб ютилишни ўрганиш мумкин.

4. Спектрал кенгликнинг кичиклиги.

Бу ҳолат юқори ажрата олиш қобилиятини амалга оширишда қўл келади.

5. Частотани ўзгартириш имконияти.

6. Субпикосекунд импульслар генератсиялаш имконияти

Комбинатсион сочилишда лазерлар катта ахамиятга эга.

Лазерларни актив модда тузилишига қараб шартли равишда 3-та гуруҳга ажратса бўлади.

1. Газ лазерлари

2. Қаттиқ жисмли лазерлар

3. Ярим ўтказгичли лазерлар

1. Газ лазерларини энг ёрқин номоёндаси He-Ne лазер, унинг нурланиши ўта тор диапазонда бўлади, резанаторлар орасидаги масофа катталиги

хисобига, йўналтирилганлиги яхши (диф кенгайишга яқин келиш мумкин)

$$\alpha = \frac{\lambda^2}{\lambda}$$

$\lambda = 0.63 \mu\text{м}$ CO_2 — $\lambda = 10,6 \mu\text{м}$ интинсивлиги катта бўлмайди, газ бўлгани учун.

1. Каттик жисмли лазерлар номоёндаси $4\text{Ae}_5\text{O}_{12}:\text{Nd}^{3+}$ итрий алюминивий гранат допированний неодимом.

Спекрти газ лазерларига қараганда кенгрок. Катта интинсивлик олиш мумкин. Шу турдаги лазерларда субпемтасекундли импульслар олинади. Тез ўтувчи жараёнларни ўрганишда қўл келади.

6. Ярим ўтказгичли лазерлар. Спектрал диапозони каттик жисмларникидан ҳам кенг. Бурчак ёйилиши кенг .Ф.И.К-ти катта 20÷ 25% этади. Спектропияда кўп ишлатилмайди, лекин каттик жисмли лазерларни қувватлашда яхши имкон беради.

Хулоса: Нурлатгичлар кўп керагини танлаб олиш керак.

Оптик нурланишларини қайд қилувчи қурилмалар.

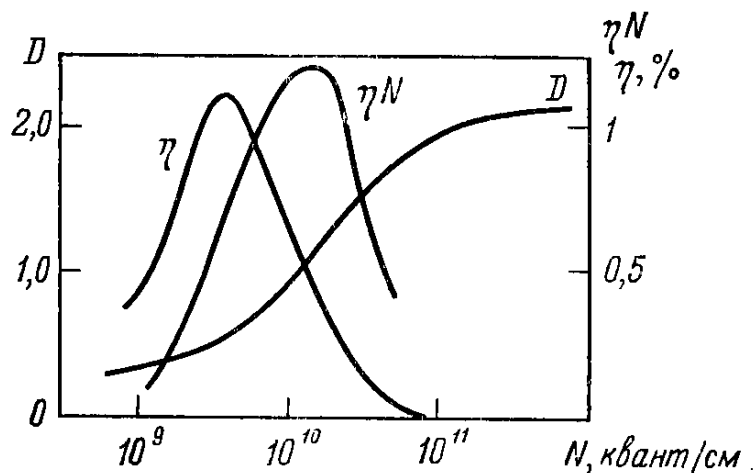
2.3 Оптик нурланишни қайд қилувчи қуриималар

Барча ёруғликни қайд қилиш манбаларини бир нечта гурухга бўлиш мумкин. Биз бу қабул қилгичларни ўганишда тарихий кетма кетлик бўйича юрамиз. Сабаби энг биринчи қабул қилиш мосламаси ҳам ўзини ахамиятини тўла йўқотгани йўқ.

1. Визуал методлар.

Қабул қилгич сифатида инсонни кўзи ишлайди. Кўз ёрдамида майдонларни солиштириш мумкин. Яни стандарт ва ўрганаётган интинсивликни фарқлашда солиштиришда ~4-5% бўлади.

Спектрал ажратиши яни икки бир бирига яқин чизикларни ажрата олиш қобилияти ~20%. Демак икки чизик орасида 20Å^0 фарқ бўлса ажратиш мумкин.



Фотографик методлар. Пластинка (ёки пленка) фотосезувчан қатлам суртилади. Фотопластинка қорайишига қараб тушган ёруғлик миқдори аниқланади. Қорайиш даражаси қуйдагича аниқланади.

$$D = \lg \frac{\phi_0}{\phi}$$

бу ерда ϕ_0 -қораймаган жойдан ўтган ёруғлик оқими

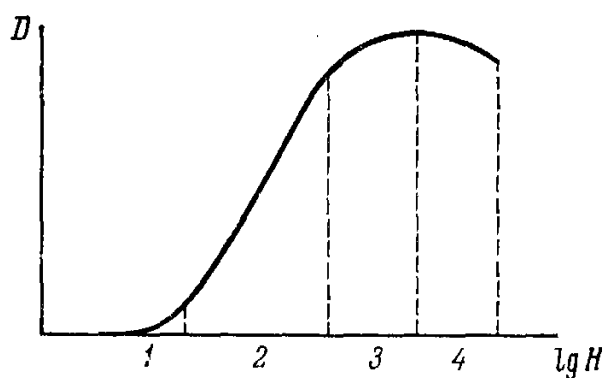
ϕ -қорйган жойдан ўтгани.

Қорайиш даражаси энг аввало экспозитсияга боғлиқ $D = E \cdot t$

E -ёритилганлик t -вақт

Лекин у яна ёритилиш характерли, плёнкани қайта ишлашга боғлиқ ва яна қорайиш даражасини ўлчаш усулига.

Қорайиш даражаси экспозитсиясига ночизикли ба ўта мураккаб боғланган шунинг учун эмперик эгри чизик билан ифодаланади-характеристик чизик.



1- кам ёритилган интервал.

2-нормал экспозиция

3-кўп ёритилган соҳа

4-соляризация сохаси

Сезувчанлик, уни характерлаш анча мураккаб, шунинг учун турли ГОСТ лар мавжуд. Шунинг учун эквивалент квант чиқиши тушунчали киритилади.

Фараз қиламиз бизда шундай қатлам борки у хар битта фотонни сезади унда эквивалент квант чиқиши $\eta = \frac{\square\square\square}{\square\square\square\square}$ кўпи билан $\eta=0.01$ тенг, яни сезгирлиги анча кам. (лекин вақтни ошириш мумкин)

Вакумли фотоэлементлар.

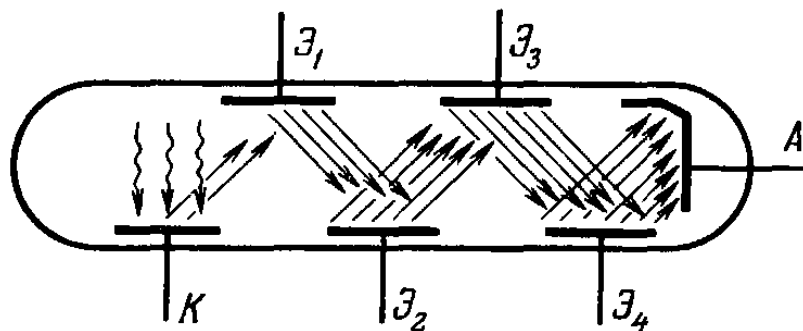
Одатда шиша колба бир қисмига фотоэфффе́кт ходисасига эга қатлам сурилади, қизил чегара $\square_0 = \frac{\square\square}{\square\phi} = \frac{1236}{\phi} \square^0$ ϕ —эв*В-даги чиқиш иши.

Спектрал сезгирлик

Турли фотокатодлар учун турлича, ярим баландлигида спектрал сезгирлик $200 \div 400 \text{Å}^0$ [м/вт] атрофида бўлади. Камчилиги - хусусий шоқивқини катта, шу сабабли, кичик ёритилганликни сезмайди. ИК диапазонда кўп холда интеграл ёритилганлик ўлчанади, унда балометрлар ишлатилади. УБ сохада ишлаш учун газ билан тўлдирилган фотоэлементга катта кучланиш берилади ва газда ионизация хосил қилинади ҳақижада ток кучаяди. Гейгер счётчикларига ўхшаш қурилмалар ёрдамида паст фотонлар оқими ўлчанади, улар фотонлар оқими $10 \div 100$ та/сек бўлганда ишлайди.

Фотоэлектрон кучайтиргичлар кучсиз сигналларни қабул қилишда ишлатилади. Уларни ишлаши иккиламчи эмиссияси ходисасига асосланган.

Кучайтириш коэффициенти $10^6 \div 10^8$ $\kappa \approx (\square\square)^4$ α -кенглиги эметтирга етиб борган фототоклар сони σ -уриб чиқарилган электронни тушган электронларга нисбати.



Назорат саволлари

1. Фотоэмульсион қатламларнинг спектрал сезгирлиги. Монохром ва гетерохром фотометрлаш.
2. Фотоэмульсион қатламнинг характеристик функцияси ва унинг асосий сохалари хақида маълумот.
3. Фотоэлектрон кучайтиргичлар ва уларни қўлланиши.
4. Ярим ўтказгичли фотодетекторлар. Фотоқабулқилгичларнинг сезувчанлик сохаси.
5. Ёруғлик манъбаларининг асосий характеристикалари. Узликсиз спектрли манъбалар хақида маълумот.
6. Иссиклик нурланиш манъбалари ёруғлигини спектрал тахсимот қонунлари.
7. Раст ва юқори босимли газли ламралар спектроскопияда ёритгич сифатида ишлатилиши.
8. Электр разряди спектроскопияда ёритгич сифатида ишлатилиши.
9. Оптик нурланишларни қайд қилувчи қурилмалар.
10. Электромагнит тўлқин нурланишларини фотогарфик усулда қайд қилиш.
11. Электромагнит нурланишларини фотоэлектрик усулда қайд қилиш.
12. фотодиодлар. Уларнинг асосий характеристикалари.
13. Фотоприёмникларнинг спектрал сезгирликлари.
14. Номаълум спектрларнинг тўлқин узунлигини аниқлаш.

15. Спектрларни интенсивлигини, спектрал таркибини аниқлаш.

Фойданалинган адабиётлар

1. David L. Andrews. Fundamentals of Photonics and Physics. Published by John Wiley & Sons. Inc., Hoboken, New Jersey.
2. Б. Салех, М. Тейх. Оптика и фотоника. Принципы и применение. Пер с англ. Долгопрудный, Издательский дом «Интеллект», 2012.
3. W. Lucke. Introduction to Photonics. Draft. Technical University of Clausthal. 2005
4. www.manchester.ac.uk.

IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

1–Амалий машғулот:

“НАНОФИЗИКАНИ РИВОЖЛАНИШИДА ЛАЗЕР НУРЛАНИШИНИНГ ЎРНИ”

Ишдан мақсад: Ярим ўтказгичли квант нуқталарда ўтказувчанлик зўнасидаги электронларни энергетик сатиҳларини дискрет ҳолатга келиши.

Масаланинг қўйилиши: сўнги йилларда нанофизиканинг ривожланиш истикболларини ярим ўтказгичларга қўллаш шу бн уни таҳлил қилиш. Шреденгер тенгламасини ечиш

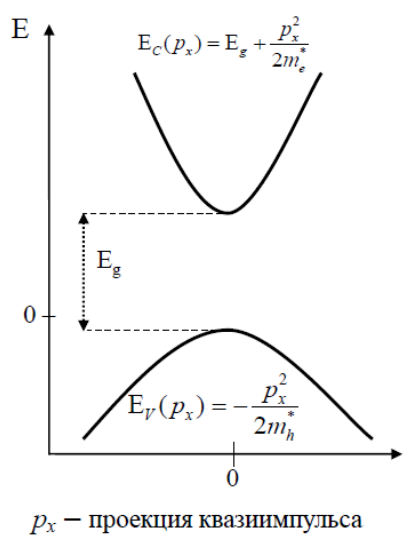
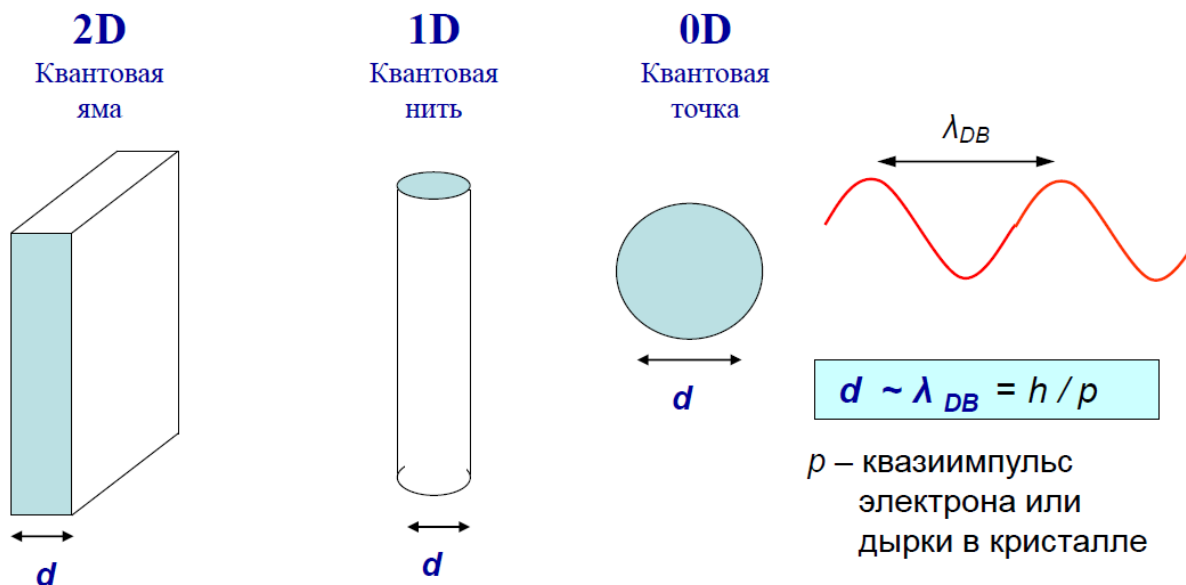
РЕЖА

- 3.1. *Наномуҳитларда ночизиқлий оптик жараёнлар.*
- 3.2. *Наноструктураларда ёруғлик ютилиши ва сочилишининг ўзига хос хусусиятлари.*
- 3.3. *Нанозаррачалар спектроскопияси.*

Таянч иборалар: *Нанозаррачалар, дисперс муҳит, коллоид эритмаси, дисперс тузилиши, метал пардалар, оптик ҳоссалар, резонанс ютилиши*

Yarimo'tkazgichli nanokristallar, ya'ni juda kichik (taxminan 10–20 nm) o'lchamdagi kristallarga adabiyotida kvant nuqta deyiladi. Albatta, qat'iy aytganda, ular ahamiyatli emas, ammo hozir "kvant nuqta" iborasi allaqachon atama bo'lib qoldi. Ular kvant deb nomlanishdi, chunki bunday kichik o'lchamlarda kvant, ya'ni diskret, ularda elektronlarning xususiyatlari paydo bo'ladi. Ultra kichik o'lchamdagi kristallarning fizik xususiyatlari massiv kristallardan tubdan farq qilishi mumkin, masalan, metall xususiyatlarga ega bo'lgan modda faqat hajmini kamaytirish orqali dielektrik holatga o'tishi mumkin. So'nggi yillarda ko'plab moddalarning nanokristallarini olish imkonini beradigan usullar ishlab chiqilganligi sababli, ularda nafaqat nazariy, balki amaliy ham qiziqish mavjud. Bundan tashqari, yaqinda nanokristallarga asoslangan qurilmalarni, masalan, lazerlar yoki nanoskalalarning xotira elementlarini hozirgi parametrlarga

qaraganda yaxshiroq bo'lgan parametrlarni yaratish imkoniyati namoyish etildi. Bularning barchasi ultra mayda kristallarga bo'lgan qiziqishni yanada oshirdi. Ushbu amaliy ishda sun'iy atomlar deb atash mumkin bo'lgan yarimo'tkazgichli kvant nuqtalarini amalda qo'llash imkoniyati muhokama qilinadi.



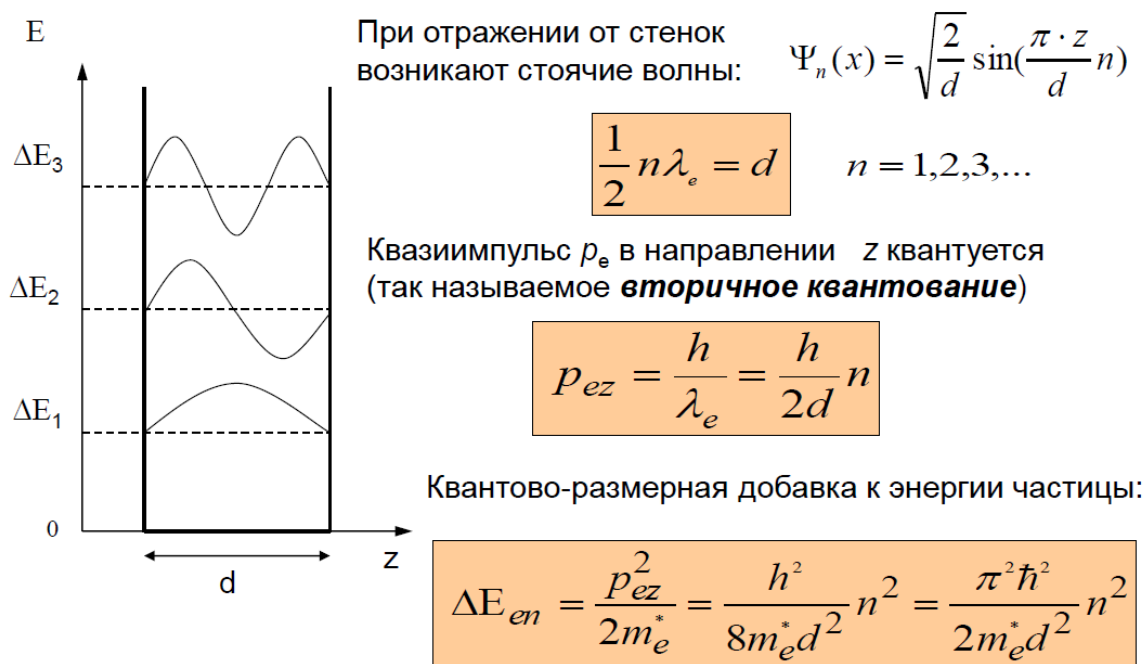
$$E_c(\vec{p}) = E_g + \frac{p^2}{2m_e^*} = E_g + \frac{\hbar^2 k^2}{2m_e^*}$$

$$E_v(\vec{p}) = -\frac{p^2}{2m_h^*} = -\frac{\hbar^2 k^2}{2m_h^*}$$

Квазиимпульс : $\vec{p} = \hbar \vec{k}$
 Квазиволновой вектор: \vec{k}
 $k = \frac{2\pi}{\lambda_e} \Rightarrow p = \hbar \frac{2\pi}{\lambda_e} = \frac{h}{2\pi} \cdot \frac{2\pi}{\lambda_e} = \frac{h}{\lambda_e}$

$$\Psi(\vec{r}) = e^{i\vec{k}\vec{r}} u(\vec{r})$$

$$\lambda_e \rightarrow \lambda_{DB}$$



Ilmiy izlanishlarning asosiy va muhim xulosalaridan biri bu kamaygan o'lchamdagi tuzilmalardagi elektronlarning xususiyatlarini aniqlashdir ularning qanday tarbiyalanganiga bog'liq bo'lmang. Tadqiqotchilar tuzilmalarni pasaytirishda davom etmoqdalar. Nanokristallardan foydalanish elektron qurilmalarning yangi sinflarini yaratishga olib keldi. Kelgusi yillarda nanokristall ishlab chiqarish texnologiyasining rivojlanishi energiya sarfini kam sarflaydigan tezkor qurilmalarning paydo bo'lishiga va barcha elektron qurilmalarning mikro-miniatizatsiyasiga olib keladi.

2–Амалий машғулот:

КВАНТ ОПТИКАСИ ВА НОЧИЗИҚЛИ ОПТИК ЖАРАЁНЛАР

Ишдан мақсад: Ярим ўтказгичли квант нуқталарда ўтказувчанлик зўнасидаги электронларни энергетик сатихларини дискрет ҳолатга келиши.

Масаланинг кўйилиши: сўнги йилларда нанофизиканинг ривожланиш истиқболларини ярим ўтказгичларга қўллаш шу бн уни тахлил қилиш.
Шреденгер тенгламасини ечиш

РЕЖА

2.1. Квант оптикиси асосий тушунчалари. Квант оптикиси ва лазер физикасининг замонавий ютуқлари.

2.2. *Корпускуляр тўлқин дуализми. Фотон массаси ва импульси. Комптон эффекти.*

2.3. *Ноклассик нур ва унинг қўлланилиши. Браун-Твисс тажрибаси. Белл тенгсизлиги.*

Таянч иборалар: *Квант ҳолати, квант системаси, ҳолат вектори, фотон, квант, матрица, Фабри Перо интерферометри,*

2.1 Квант оптикиси асосий тушунчалари. Квант оптикиси ва лазер физикасининг замонавий ютуқлари.

Квант оптикисига тегишли баъзи тушунчалар билан танишиб оламиз: Квант ҳолати – квант системаси бўлиши мумкин бўлган барча ҳолатлар Ҳолат вектори - квант системасини тўлиқ тавсиф қиладиган математик катталиклар йиғиндиси (координата, спин, импульс ...).

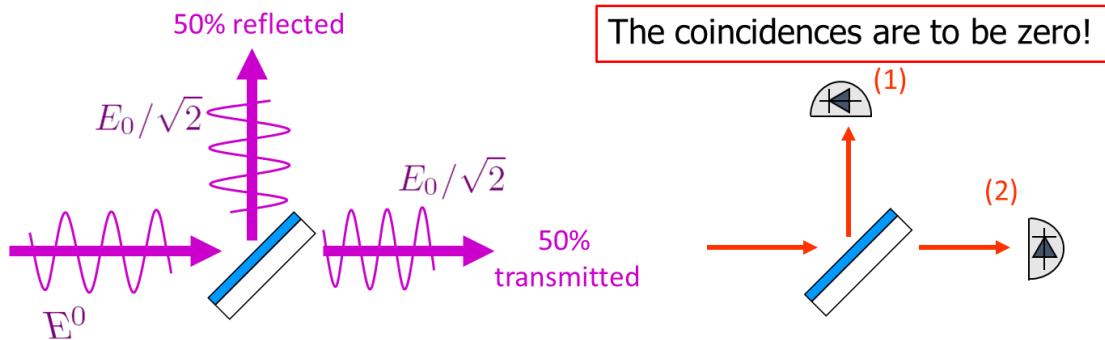
Тоza ҳолат – битта ҳолат вектори билан тавсиф қилиниши мумкин бўлган ҳолат (битта тўлқин функциясини топиш етарли).

Аралаш ҳолат – битта ҳолат вектори билан тавсиф қилиниши мумкин бўлмаган ва зичлик матрицасини талаб қиладиган ҳолат

Тоza ҳолат бўлиши учун система ёпиқ (ташқаридан изоляция қилинган) бўлиши шарт. Акс ҳолда ташқи ўров ҳолат векторлари билан таъсирлашувни ҳисобга олиш керак бўлади.

Тоza ҳолат бир қанча ўз ҳолат векторларига эга подсистемалардан ташкил топган бўлиши мумкин. Бу ҳолатда бутун система мустақил подсистемаларга ажратилиши мумкин. Бундай системанинг ҳолати ажратилувчи (separable) ҳолат дейилади.

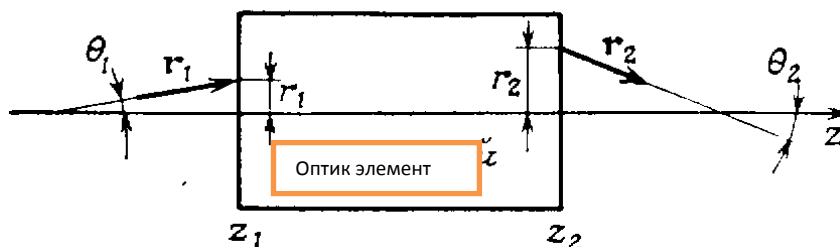
Ёруғликнинг корпускуляр тўлқин дуализми



Ёруғлик тўлқин - икки детектор бир вақтда қабул қилиши керак.

Ёруғлик зарра – ёки тўғридаги ёки тепадаги детекторга бориши керак

Кўп ҳолларда квант оптикисидаги жараёнларни геометрик оптикаусулларини матрицалар ишлатиш билан биргаликда тавсифласа бўлади². Бирор оптик элементга тушаётган нурни кураимиз. У ҳолда параксиал яқинлашишда нур векторини икки ўзгарувчи билан ифодаласа бўлади, $r(z)$ -радиал силжиш ва ϑ –бурчак силжиш. Параксиал яқинлашишда $\sin \theta \approx \text{tg } \theta \approx \theta$.



Қуйдагича белгилаш киритамиз $\theta_1 \approx (dr_1/dz)_{z_1} = r'_1$ и $\theta_2 \approx (dr_2/dz)_{z_2} = r'_2$, ва у ҳолда

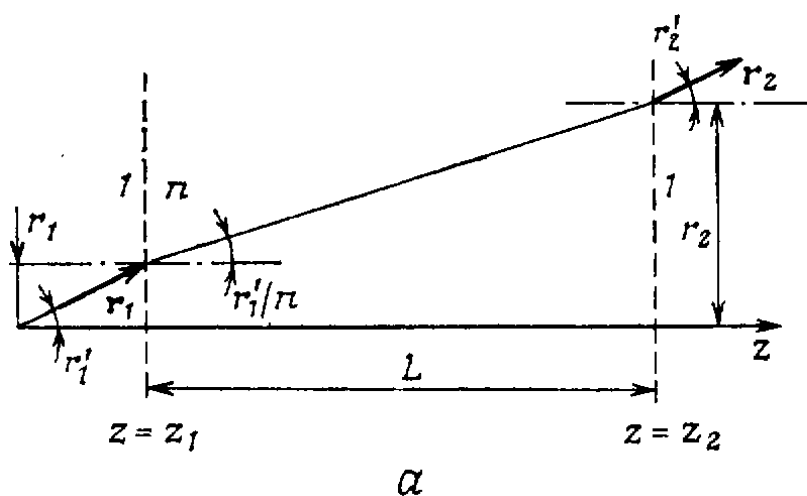
$$\begin{aligned} r_2 &= Ar_1 + Br'_1, \\ r'_2 &= Cr_1 + Dr'_1, \end{aligned}$$

² David L. Andrews. Fundamentals of Photonics and Physics. Published by John Wiley & Sons. Inc., Hoboken, New Jersey.

бу ерда A, B, C, D оптик қурилмани характерловчи катталиқлар. Олинган системани матрица кўринишида ёзамиз

$$\begin{vmatrix} r_2 \\ r_2' \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix} \begin{vmatrix} r_1 \\ r_1' \end{vmatrix},$$

Юқоридаги $ABCD$ - матрица оптик элементни параксиал яқинлашишда тулалигича ифодалайди. Мисол учун нурнинг бирор n синдириш кўрсаткичли мухитда z масофага тарқалишини кўрамиз.



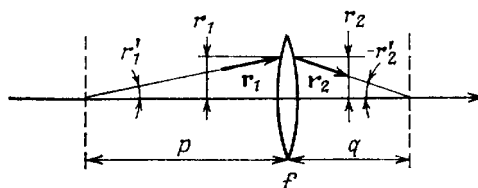
У ҳолда

$$\begin{aligned} r_2 &= r_1 + Lr_1'/n, \\ r_2' &= r_1' \end{aligned}$$

ва унга мос келувчи матрица кўриниши

$$\begin{vmatrix} 1 & L/n \\ 0 & 1 \end{vmatrix}.$$

Яна бир мисол еғувчи линза

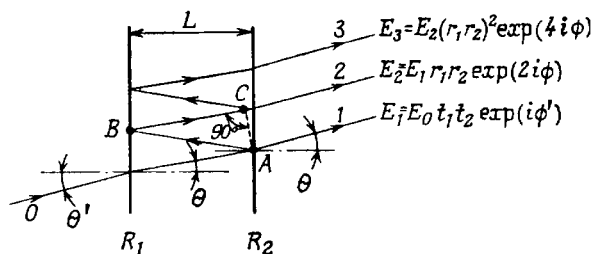


Линза учун нурнинг кучиш матрицаси қуйдагича ёзилади

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ -1/f & 1 \end{vmatrix}.$$

Исталган мураккабликдаги оптик системани элементар ташкил этувчиларга бўлиб ҳар бири учун алоҳида матрица тузиш мумкин ва бутун системанинг матрицаси шу матрицалар кўпайтмасидан иборат бўлади. Матрицалар ёрдамида нафақат нурнинг тарқалишини ифодалаш мумкин, балки сферик тўлқин тарқалишини ҳам ифодаласа бўлади.

Матриқ оптика аппаратини қулланишининг яна бир мисоли Фабри Перо интерферометри,



Фабри Перо интерферометри лазер қурилмаларида резонатор ролини бажаради. Кучайтириладиган ёруғлик кундаланг кесимидаги интенсивлик тақсимоти кўп ҳолларда Гаусс тақсимотига эга (гаусс дасталари). Гаусс дасталарини характерлаш учун комплекс q параметр киритамиз,

$$1/q = 1/R - i\lambda/\pi\omega^2.$$

Бу ерда, R – даста тўлқин fronti эгрилик радиуси, ω – интенсивлик тақсимоти зичлиги.

Бу параметр одатда комплекс эгрилик радиуси ҳам деб аталади.

Бирор $ABCD$ матрица билан ифодаланадиган оптик системанинг киришига q_1 комплекс параметрли гаусс дастаси тушса у ҳолда шу система чиқишидаги дастанинг q_2 комплекс параметри

$$q_2 = \frac{Aq_1 + B}{Cq_1 + D}.$$

Бу конун гаусс дастаси таркалишидаги $ABCD$ конуни деб аталади.

Корпускуляр тўлқин дуализми. Фотон массаси ва импульси. Комптон эффекти.

Эйнштейн формуласидан фотон массаси

$$E = mc^2$$

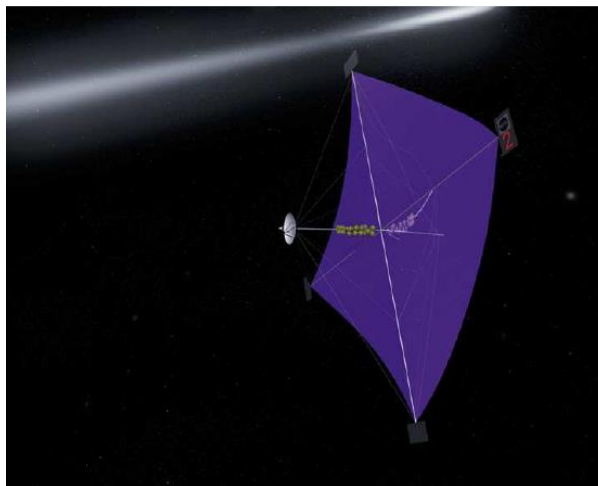
Фотон импульси

$$p_\gamma = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c}$$

Агарда нур қайтариш коэффиценти ρ бўлган жисм бирлик юзасига бирлик вақтда N та фотон тушса унинг юзасидан ρN фотон қайтиб, $(1-\rho)N$ та фотон ютилади. Ёруғликнинг сиртга таъсир этувчи босими сиртга бир секундда тушаётган N та фотон импульсига тенг

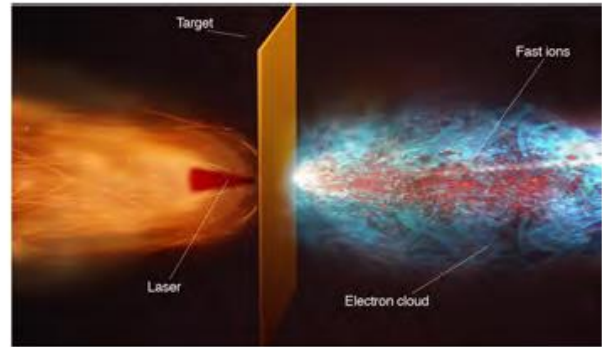
$$p = \frac{2h\nu}{c}\rho N + \frac{h\nu}{c}(1-\rho)N = (1+\rho)\frac{h\nu}{c}N.$$

Ёруғлик босими таъсирига асосланган космик кемалар проектлари



Laser-plasma acceleration of ions (2000–)

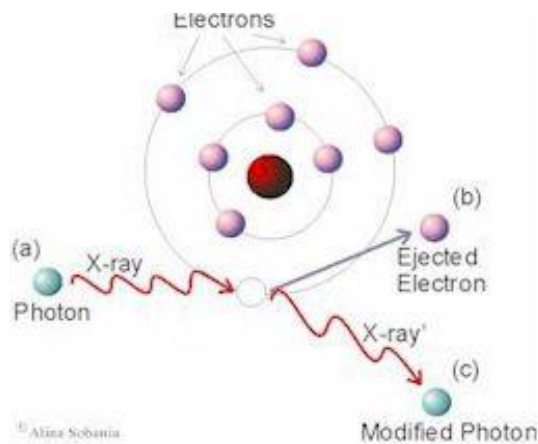
Clark et al, PRL **84** (2000) 670
Maksimchuk et al, *ibid.* 4108
Snavely et al, PRL **85** (2000) 2945



State of the art (2013):

- up to $\simeq 70$ MeV protons observed
- $> 10^{13}$ protons, $> 10^{11}$ C ions accelerated in single shots (as charge neutralized bunches)
- very low emittance measured ($< 0.1\pi$ mm mrad)
- proofs-of-principle of spectral manipulation and beam focusing

Комптон эффекти³: Қисқа тўлқин узунлигига эга электромагнит нурланишининг (рентгер ва γ -нурлари) модданинг эркин (ёки кучсиз боғланган) электронларида тўлқин узунлигининг ошиши билан кечадиган эластик сочилиши.



³ Б. Салех, М. Тейх. Оптика и фотоника. Принципы и применение. Пер с англ. Долгопрудный, Издательский дом «Интеллект», 2012.

Сочилган нур тўлқин узунлигининг ўзгариши ($\Delta\lambda$) фақат сочилиш бурчагига (θ) боғлиқ ва $\lambda' > \lambda$. $\Delta\lambda$ барча моддалар учун бир хил.

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}(1 - \cos \theta)$$

2.2. Ноклассик нур ва унинг қўлланилиши. Браун-Твисс тажрибаси.

Белл тенгсизлиги.

Квант назариясида система икки ва ундан кўп ҳолатлар суперпозиyasi ҳолатида бўлганда система икки ҳолатнинг ҳеч бирига хос характерли хусусиятга эга бўлмайди. Система бир вақтда икки ёки ундан кўп ҳолатларда.

Суперпозиция ҳолатида бўлган ҳолатлар система локаллашуви потенциал мумкин ҳолатлардир. Системанинг улардан бирида намоён бўлиши учун у билан контактга кириш лозим (м.у. ўлчаш) – декогеренция.

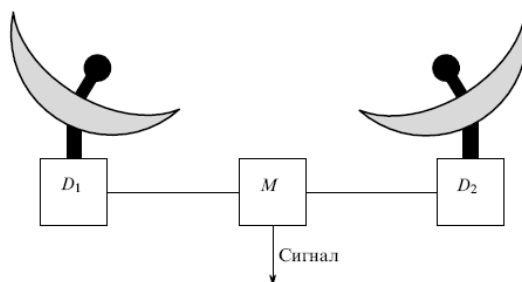
Икки турли фазовий нуқталарда кечаётган воқеаларнинг бир вақтда содир бўлиши **корреляция** деб аталади

Биринчи тартибли когерентлик (вақт корреляцион функцияси)

$$g^{(1)}(r_1, t_1; r_2, t_2) = \frac{\langle E^*(r_1, t_1)E(r_2, t_2) \rangle}{\left[\langle |E(r_1, t_1)|^2 \rangle \langle |E(r_2, t_2)|^2 \rangle \right]^{1/2}}$$

Иккинчи тартибли фазовий когерентлик (интенсивлик корреляцион функцияси)

$$g^{(2)}(r_1, t_1; r_2, t_2) = \frac{\langle E^*(r_1, t_1)E^*(r_2, t_2)E(r_1, t_1)E(r_2, t_2) \rangle}{\langle |E(r_1, t_1)|^2 \rangle \langle |E(r_2, t_2)|^2 \rangle}$$



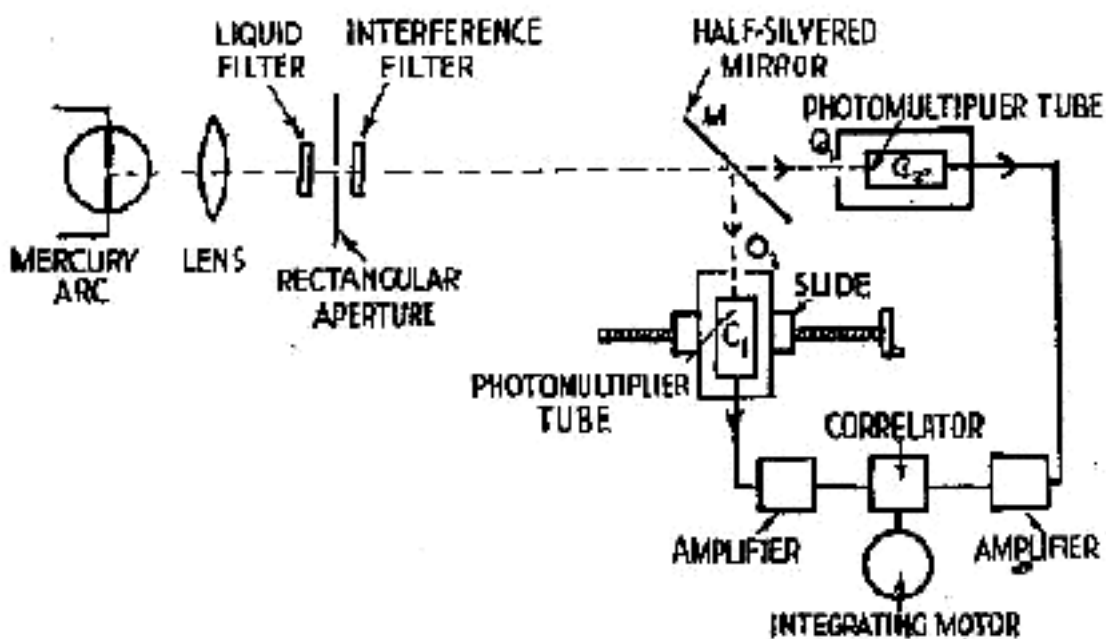
Ханбери Браун ва Твиссинг радиотўлқинлар билан тажрибаси схемаси

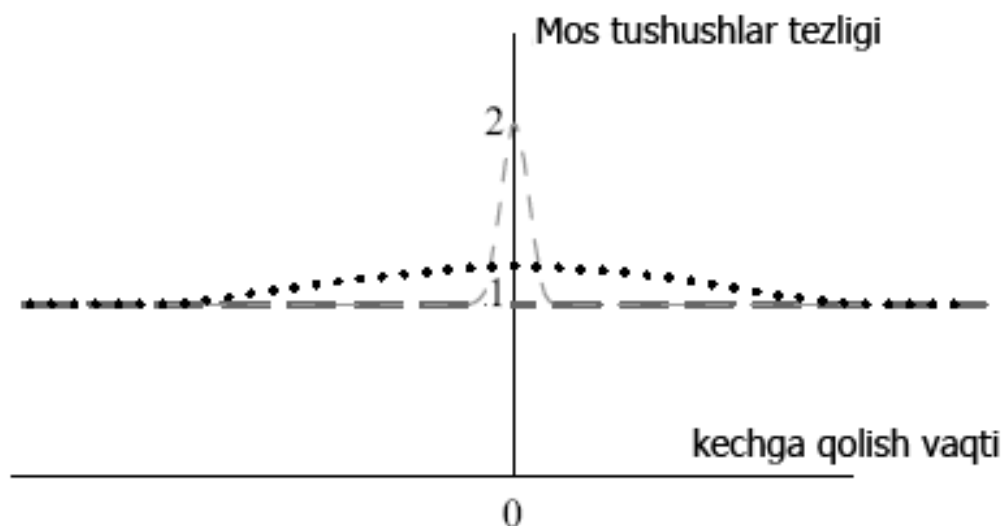
Бу тажрибада кабул қилгичдаги сигнал

$$C = \langle I(r_1)I(r_2) \rangle = I_0^2 g^{(2)}(r_1, r_2).$$

Қуйида Ханбери ва Твис 1956 йилда Nature журналида чоп этган мақоладан

баъзи натижалари келтирилган.





1 – эксперимент

2 – фотодетектор тезлиги етарлича катта бўлганда кузатиладиган натижа

Эксперимент хулосаси: икки когерент дастадаги фотонлар ўзаро корреляцияда бўлади ва бу корреляция фотоэлектрон эмиссия жараёнида ҳам сақланиб қолади

Фойданалинган адабиётлар

1. Vittorio Degiorgio, Ilaria Cristian. Photonics. A Short Course. Springer International Publishing Switzerland, 2014
2. David L. Andrews. Fundamentals of Photonics and Physics. Published by John Wiley & Sons. Inc., Hoboken, New Jersey.
3. Б. Салех, М. Тейх. Оптика и фотоника. Принципы и применение. Пер с англ. Долгопрудный, Издательский дом «Интеллект», 2012.
4. W. Lucke. Introduction to Photonics. Draft. Technical University of Clausthal. 2005
5. www.manchester.ac.uk.
6. www.photonics.com/

3–Амалий машғулот:

“Фотоника асослари, ночизиқлий ва оддий фотоник кристаллар ва уларнинг хусусиятлари”

Ишдан мақсад: Ярим ўтказгичли квант нуқталарда ўтказувчанлик зўнасидаги электронларни энергетик сатихларини дискрет ҳолатга келиши.

Масаланинг қўйилиши: сўнги йилларда нанофизиканинг ривожланиш истиқболларини ярим ўтказгичларга қўллаш шу бн уни тахлил қилиш. Шреденгер тенгламасини ечиш

РЕЖА

- 1. Фотоник кристаллар ва уларнинг хусусиятлари*
- 2. Фемтосекунд узунлигидаги лазер импульсларини генерациялаш. Ўз–ўзини фокуслаш.*
- 3. Ночиқлий фотон кристаллар яратилиш тарихи, амалий истиқболлари ва замонавий ҳолати. Лазер нурланишининг гармоникалари.*

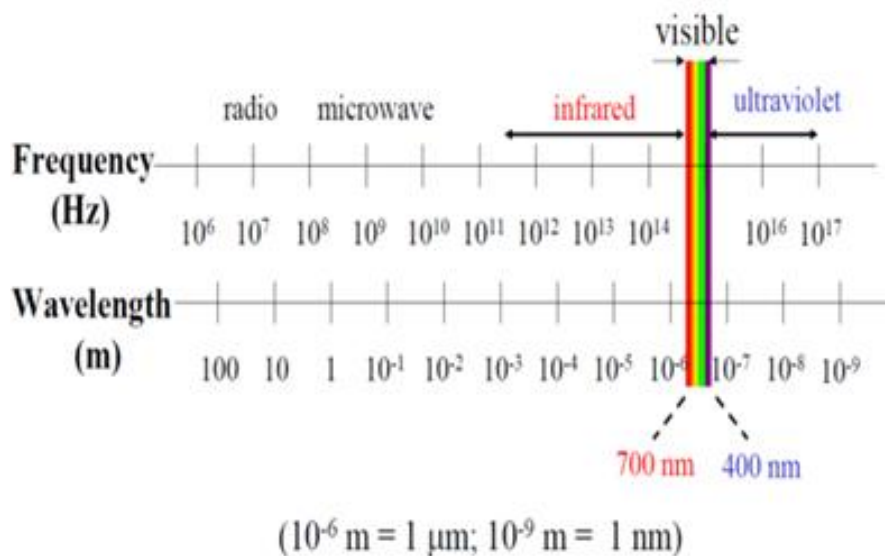
Таянч иборалар: *Фотоника, фотоник кристаллар, периодик структуралар*

1 Фотоника асослари, фотоник кристаллар ва уларнинг хусусиятлари.

Фотоника термини келиб чиқиши электроника терминига ўхшаш бўлиб, ёруғликнинг турли мухитларда тарқалиш ва модда билан ўзаро таъсирлашув хусусиятларини ўрганувчи фанни ифодалайди. Фотоника фани ёруғликни квант хусусиятларини ўрганади ва шу физик жараёнлар асосида ёруғликни генерациялаш, уни хусусиятларини бошқариш, ёруғликни узатиш, кайд қилиш ва бошқаларни уз ичига олади.

Ёруғлик электромагнит нурланишнинг Инфрақизил ($\lambda = 2$ мм ($\nu = 1,5 \times 10^{11}$ Гц)) соҳасидан то Ультрабинафша ($\lambda = 10^{-6}$ см ($\nu = 3 \times 10^{16}$ Гц) соҳасигача бўлган ораликни эгаллайди.

Кўринувчи соҳа $\lambda = 400 - 760$ нм, Ультрабинафша – $\lambda = 10 - 400$ нм, Инфрақизил - $\lambda = 760$ нм – 2 мм.

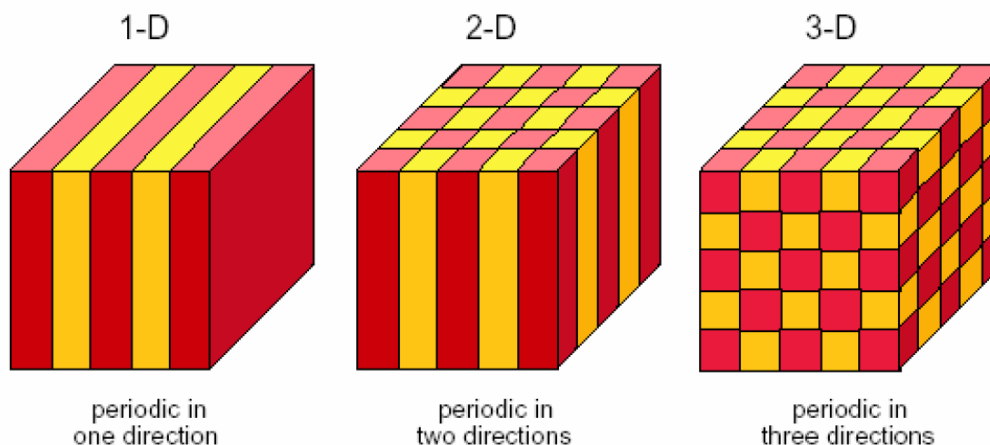


Фотон кристаллар умуман олганда уч турда бўлади:

- Бир ўлчамли фотон кристаллар
- Икки ўлчамли фотон кристаллар.
- Уч ўлчамли фотон кристаллар

Бир ўлчамли кристалларда мухит синдириш курсатгичи периодик жихатида бир йўналиш бўйлаб ўзгаради (1D). Бундай структуралар биринчи кулланиши спектрал филтрлар ишлаб чиқишга тўғри келди. Кейинчалик турли оптик элементларни шу турдаги пленкалар билан қоплаш бошланди ва бу турдаги элентлар ёритилган оптика номи билан аталди.

Қуйдаги расмда турли фотон кристаллари схематик тасвири келтирилган



Икки ўлчамли фотон кристаллар фазода икки йўналиш бўйича периодик структурага эга бўлади (2D).

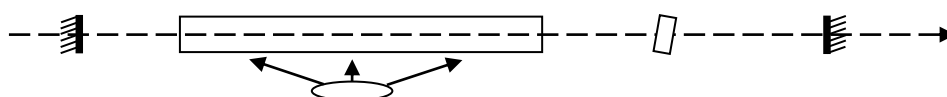
Уч ўлчамли фотон кристаллар фазода уч йўналиш бўйича периодик структурага эга бўлади (3D).

Фотон кристалларини ўрганиш тарихи.

- ❖ First studied by *Lord Rayleigh in 1887, in connection* with the peculiar reflective properties of a crystalline mineral with periodic “twinning” planes.
 - ❖ He identified a narrow band gap prohibiting light propagation through the planes
 - ❖ In **1987**, when Yablonovitch and John joined the tools of classical electromagnetism and solid-state physics, that the concepts of omnidirectional photonic band gaps in two and three dimensions was introduced
 - ❖ This generalization, inspired the name “*photonic crystal*”
2. Фемтосекунд узунлигидаги лазер импульсларини генерациялаш. Ўз – ўзини фокуслаш.

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

Лазернинг функционал схемаси

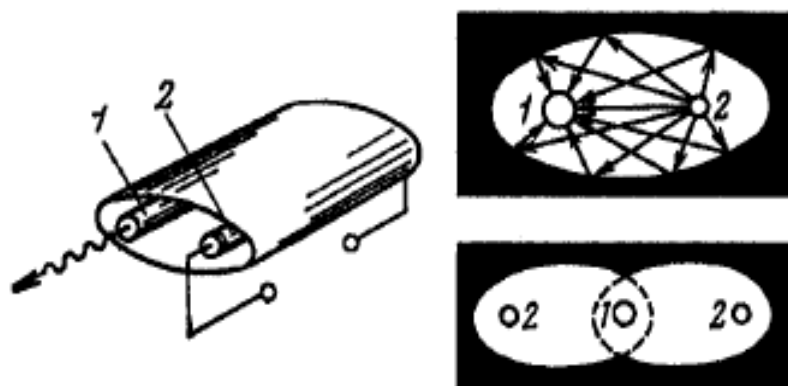


1-актив элемент, 2-оптик резонатор, 3-дамлаш (накачка, pumping) системаси, 4-резонатор ичига қўйилиши мумкин бўлган қўшимча элементлар. AA' ўқ лазернинг *оптик ўқи*

Оптик резонатор икки ясси, бири ясси ва иккинчи сферик ёки иккаласи сферик кўзгулардан иборат бўлиши мумкин. Кўзгулардан бирининг нури қайтариш коэффиценти 100 %, иккинчи кўзгу қисман ўтказади. **Оптик резонатор асосий вазифаси генерация шарти - мусбат тескари боғланишни юзага келтириш.**

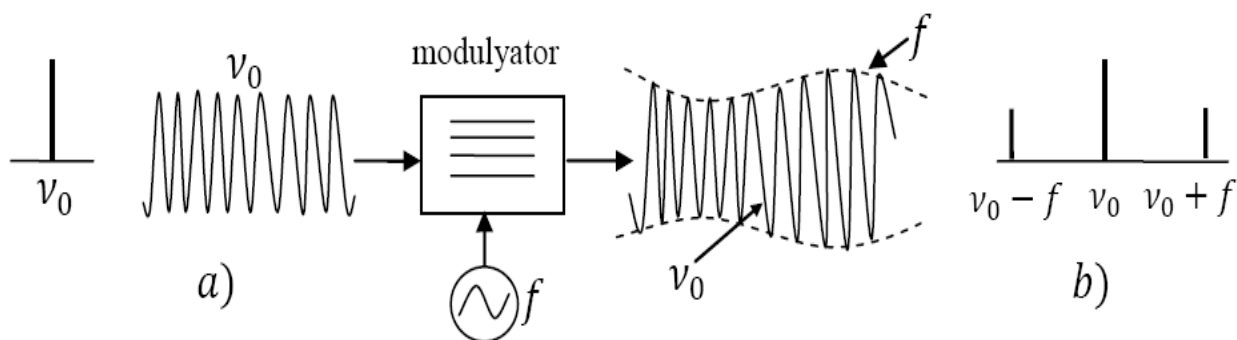
Дамлаш системаси актив марказларни қўзғатиш учун ишлатилади. Ёруғлик лампалари, электр разряд, кимёвий реакция, ярим ўтказгич ёруғлик диодлари ва х.к.

Оптик резонатор ичига қўшимча элементларни (пластинка, призма ва х.к..) ўрнатиш мумкин ва улар ҳар хил вазифаларни бажаради. Масалан, лазер нурини модуляция қилиш, ёруғлик спектрини торайтириш, лазерни керакли режимда ишлатиш ва х.к.



Модалар синхронизацияси, фемтосекунд импульслар генерациясилаш.

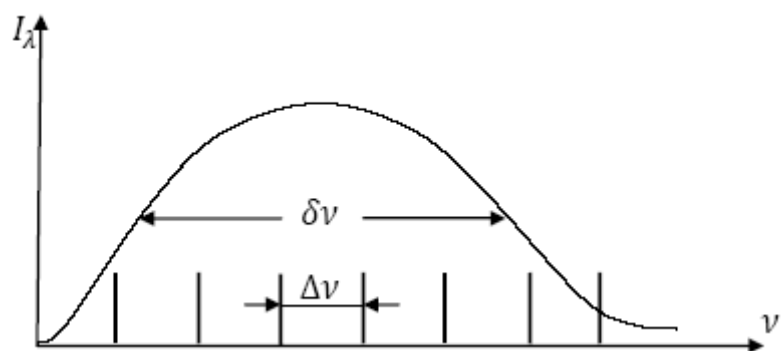
Лазер оддий режимда ишласа, генерация бўлган импульсларнинг давомийлиги миллисекундлар, гигант импульслар режимида эса наносекундлар бўлади.



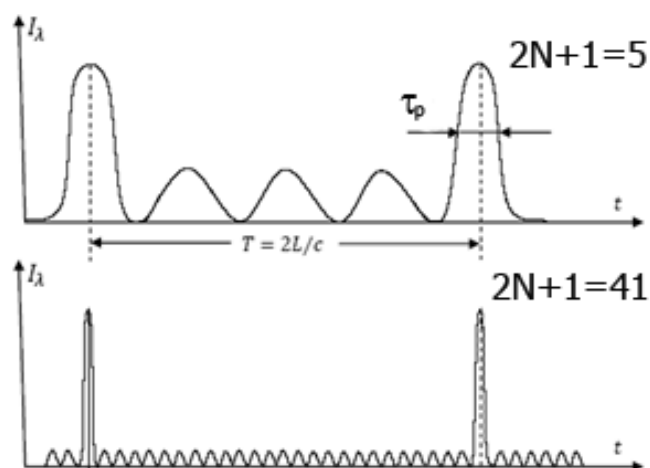
ν_0 частотали монохроматик тўлқин интенсивлигини f частота билан модуляция қилиш. а- модуляторга тушаётган монохроматик тўлқин спектри. б- модулятордан чиққан тўлқин спектри. ν_0 частотали монохроматик тўлқин интенсивлигини f частота билан модуляция қилиш. а- модуляторга тушаётган монохроматик тўлқин спектри. б- модулятордан чиққан тўлқин спектри.



Актив элемент люминесценцияси (кучайтириш) профили ва резонатор мўдаларининг бир-бирига нисбатан жойлашиши. Профильнинг dn – кенглигида 4 та мўда генерация бўлиши мумкин



5 ва 41 та ўзаро синхронизация қилинган аксиал мўдали лазер нури интенсивлигининг вақтга боғлиқлиги.

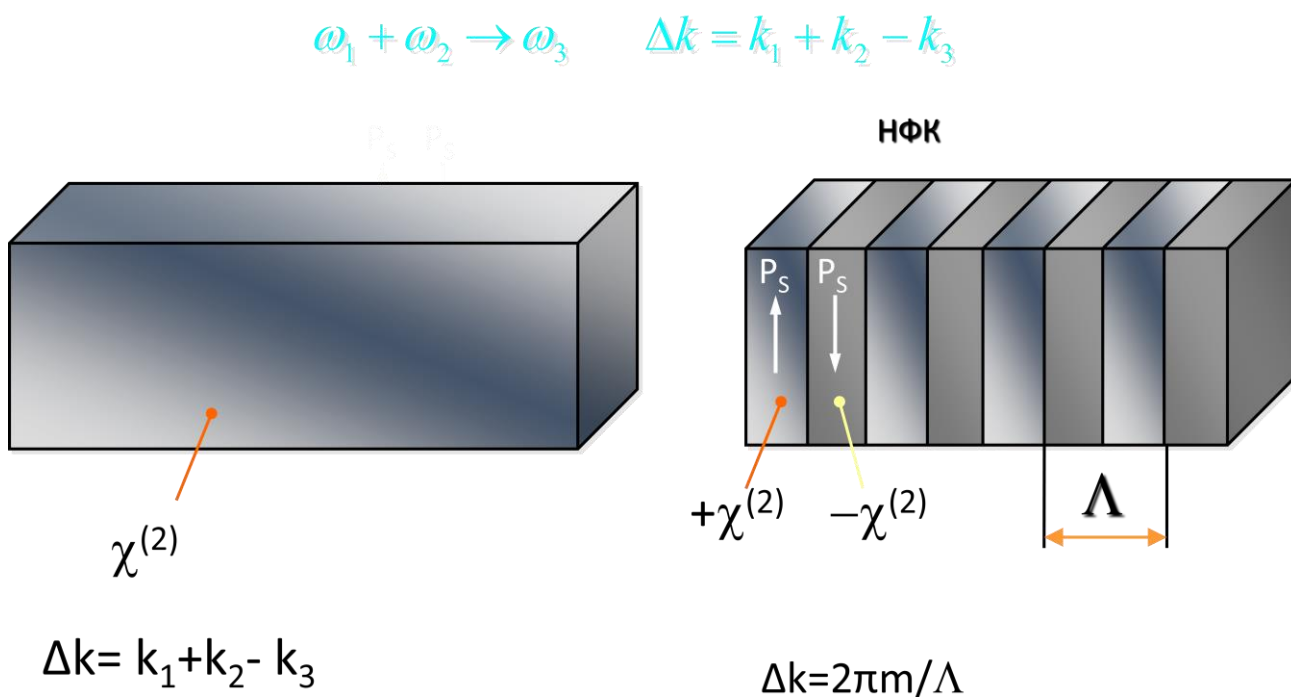


1. *Ночиқлий фотон кристаллар яратилиш тарихи, амалий истиқболлари ва замонавий ҳолати. Лазер нурланишининг гармоникалари.*

Биринчи марта НФК лазер нурланишининг частотасини алмаштиришда қўл келишини Н. Блонберган ўз мақоласида айтиб ўтган эди. Унга қўра синхронизм мавжуд бўлмаган кристалларда суний синхронизм яъни квази фаз синхронизм хозил бўлишини айтиб ўтган эди.

Квази- фаз синхронизм синхронизм бўлмаган оптикада қўлланиладиган усул бўлиб, у асосий лазер частотаси ва сигнал частоталари орасида самарали энергия оқимини таъминлайди. Квази- фаз синхронизмда ўзаро

таъсирлашувчи оптик нурланишлар орасида суний синхронизм хозил қилишга ёрдам беради. Энергия ҳар доим иккита оптик тўлқинлар орасидаги фаза 180 даражадан кам бўлса, асосий нурланиш ҳар доим сигнал узатилади. 180 градусдан ортиқ энергия сигналдан асосий нурланиш частотасига қайтади. Когерентлик узунлиги асосий нурланиш фазаси ва сигнал частоталари бир-биридан 180 даража бўлган муҳитнинг узунлиги тенг бўлиши керак. Ҳар бир когерентлик узунлигида кристалли оқсалар айланади, бу эса энергияни асосий лазердан узатиш ва бўшашиш частоталаригача давом этишига имкон беради расимга қаранг.



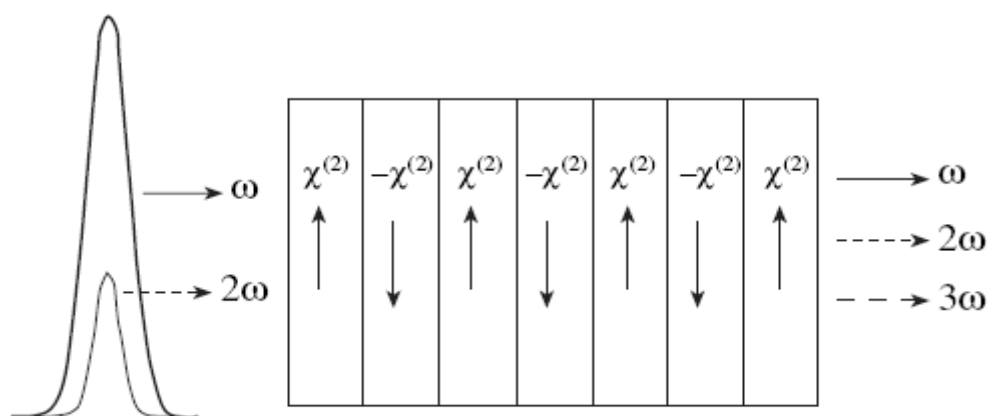
3

Расим 6.1. Ночиклий фотон кристаллар ва уларда синхроизм хосил қилиш.

Ушбу бўлимда бир жинсли ва аперодис НФҚ ларда лазер нурланишининг частота алмаштиришини кўриб чиқамиз. Бунда масалан бир вақтнинг ўзида бир нечтаа ўзаро бирлаштирилган уч частотали жараёнларнинг бир вақтнинг ўзида пайдо бўлишини кўриб чиқамиз. Бундан

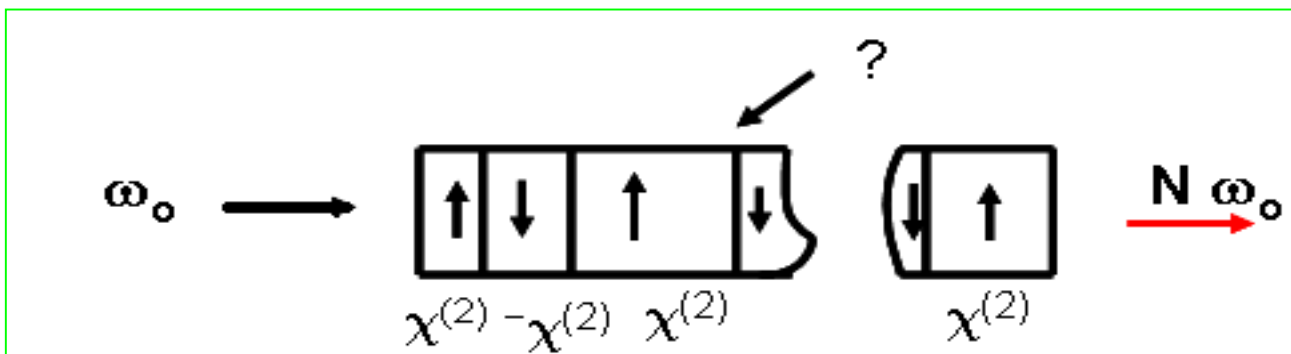
ташқари узликсиз лазер нурланишини қўллашда НФКдаги танланган хармоник тартибни оптималлаштириш натижаларини тасвирлаб берамиз.

НФК авзаллик томонлари шундан иборатки бир вақтинг ўзид абир нечта 3 частотали ўзаро таъсирлашувлар оқими мавжуд бўлиши мумкин. Бунинг учун бу холатлар квази синхронизми бир вақтда бажарилиши керак. Бу холат оддий ночизиклий кристалларда кузатилмайди. Масалан пастда бир вақтнинг ўзида 2 чи ва 3 чи гармоникалар оқими пайдо бўлиши кўрсатилган.



Расим 6.2. 3 чи гармоника оптималлаштириш схемаси, бунда асосий гармоника ва иккинчи гармоника энергиялари нисбати айнан берилган нисбатда кристаллга тушишиш керак.

Юқорида айтиб утилгандек НФК айнан олдиндан танланган гармоникани олишга имкон яратиш мумкин. Яъни бунда НФК даврийлигини тартиби бузилади ва натижалар олишга қараб даврийлик ўз мослигини олади. Масалан 6.3 расимда келтирилгандек НФК исталган гармоника олиш тасвири келтирилган.



Расим 6.3 НФК ёрдамида исталган гармоника (олдиндан танлаган) олиш схемаси.

Назорат саволлари

1. Оптик Фурье-алмаштириши.
2. Тарқалишда майдоннинг ўзгариши, дифракция интегралли.
3. Френель дифракцияси интегралли.
4. Фраунгофер дифракцияси интегралли.
5. Тирқишдаги Фраунгофер дифракцияси.
6. Линзада тўлқин фронтини алмаштириши.
7. Оптик системада функционал алмаштиришлар
8. Линзали системада Фурье-алмаштириши
9. Линзали системанинг акс функцияси.
10. Алмаштиришнинг хоссалари.
11. Оптик тасвирни ҳосил қилиш.
12. Иккинчи тартибли когерентликнинг классик баёни.
13. Иккинчи тартибли когерентлик функциясининг тарқалиши: Ван Циттерт–Цернике теоремаси.
14. Нурланиш спектри ва когерентлик даражаси.
15. Фотосаноқлар статистикаси, Мандель формуласи.
16. Фотосаноқлар флуктуациялари
17. Иссиклик нурланишининг фотосаноқлар статистикаси.
18. Фотонлар гурухланиш эффекти.

19. Интенсивлик интерферометрияси, Хенбери Браун - Твисс эффекти.

Фойданалинган адабиётлар

1. David L. Andrews. Fundamentals of Photonics and Physics. Published by John Wiley & Sons. Inc., Hoboken, New Jersey.
2. Б. Салех, М. Тейх. Оптика и фотоника. Принципы и применение. Пер с англ. Долгопрудный, Издательский дом «Интеллект», 2012.
3. W. Lucke. Introduction to Photonics. Draft. Technical University of Clausthal. 2005
4. Nanoparticles – nanocomposites – nanomaterials: An Introduction for Beginner. First Edition. Dieter Vollath. Published 2013 by Wiley – VCH Verlag GmbH & KGaA
5. А.Д. Помагайло, А.С.Розенберг, И.Е. Уфлянд. Наночастицы металлов в полимерах, М., Химия, 2000 г.

V. КЕЙСЛАР БАНКИ

I. Мини кейс. Спектрал қурилмалар хусусиятлари

Спектроскопиянинг асоосий тенгламасининг кўриниши

$$U(x) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\lambda) \cos(\lambda x) d\lambda$$

Бу ерда $U(x)$ -тасвир, $F(\lambda)$ -спектр кенглиги, $F(x)$ -аппарат функция. У холда аппарат функция ва тасвирни улчаб, ўрта миёна спектрал қурилмада спектрни ихтиёрий аниқликда улчанса бўлади.

Натижа: Спектрал қурилманинг сифатининг ахамияти бўлмай қолди. У холда нега спектрал қурилмалар сифатини оширишга ҳаракат қилинади?

Изохлаб беринг.

II. Мини кейс. Фикрий эксперимент

Зарранинг бошланғич импульси P . Зарра иккига бўлинади: Хосил бўлган зарралар импульси P_1 ва P_2 . Импульс сақланиш қонунига кўра: $P = P_1 + P_2$.

Биринчи зарра импульси P_1 ни ўлчаб, $P_2 = P - P_1$, аниқ топиш мумкин.

Иккинчи зарра координатасини аниқ ўлчаш мумкин X_2 .

Натижа: бир вақтда иккинчи зарра импульси ва координатаси аниқланди.

Квант механикаси қонунларига зид!

Изохлаб беринг.

III. Мини кейс. Эксперимент натижалари

Шиша призмали спектрал қурилмада кенг спектр улчанди. Спектрнинг бинафша томонида интенсивлик тахминан 0.4 мкм тўлқин узунлигига эга тўлқинлардан бошлаб тўлқин узунлиги камайиши билан интенсивлик камайиб кетган.

Олинган натижани изохлаб беринг.

VI. ГЛОССАРИЙ

Термин	Таърифи	Definition
Квант механикаси	Физиканинг алоҳида атом ва элементар (субатом) зарралар каби микроскопик жисмлар (объектлар) табиатини ўрганувчи бўлими	Quantum mechanics is a fundamental branch of physics concerned the nature of atoms and subatomic particles.
Эркинлик даражалари сони	Нуқтанинг фазодаги вазиятини тўлиқ аниқловчи ўзаро боғлиқ бўлмаган координаталари сони	The number of degrees of freedom can be defined as the minimum number of independent coordinates that can specify the position of the system completely.
Тебранишлар	Маълум бир қонуниятга мувофиқ даврий равишда такрорланиб турувчи жараёнлар	Oscillations are a repeating process which submits to the certain law
Гармоник тебранишлар	Тебранаётган жисмнинг кўчиши синус ёки косинус қонунига мувофиқ юз берадиган даврий жараён	Harmonious oscillations are a periodic process in which changes of some physical magnitude occur under the law of sine or cosine
Гармоник осциллятор	Гармоник тебранишлар юзага келиши мумкин бўлган система	Harmonious oscillator is system in which harmonious oscillation are possible
Тебраниш-	Тебранаётган физикавий	Amplitude of fluctuations is

лар ампли- тудаси	катталиқнинг мувозанат ҳолатидан энг катта оғиши	the greatest deviation of a oscillating magnitude from a condition of balance
Хусусий частота	Қаршилик кучлари бўлмаганида содир бўладиган эркин тебранишлар частотаси	Self-resonant frequency is a frequency with which a free fluctuations occur in system in absence extraneous forces
Мажбурий тебраниш- лар	Ташқи куч таъсирида содир бўладиган тебранишлар	The compelled fluctuations are a fluctuations which appear under influence of external forces
Резонанс	Мажбурий тебранишлар частотасининг система эркин тебранишлари частотасига яқинлашганида тебранишлар амплитуда-сининг кескин ортиб кетиши ҳодисаси	Resonance - fast increasing a amplitude of oscillating at approach of frequency of the compelled oscillation to a frequency of self-resonant frequency
Тўлқин	Тебранишларнинг фазода тарқалишида юзага келадиган объект	Wave - a object arising at propagation of oscillations in a space
Тўлқин узунлиги	Тебранишлар даврига тенг бўлган вақт оралиғи мобайнида тўлқин тарқаладиган масофа	The length of a wave - a distance which is propagated a wave in a time which equal to one period of oscillations
Тўлқинлар сони	2π сонининг тўлқин узунлигига нисбатига тенг бўлган физикавий катталиқ	Wavenumber - a physical magnitude which amount to the ratio of constant 2π to

		length of a wave
Когерент тўлқинлар	Фазалар фарқи ўзгармасдан сақланадиган тўлқинлар	Coherent waves - waves with a constant difference of phases
Интерференция	Когерент тўлқинлар қўшилиши туфайли юзага келган натижавий тўлқиннинг энергияси фазода қайта тахсимланиши	Interference - redistribution of energy of oscillations in a space in consequence of addition of coherent waves
Ёруғликнинг тўғри чизиқ бўйлаб тарқалиш қонуни	Оптик жиҳатдан бир жинсли бўлган муҳитда ёруғлик нури тўғри чизиқ бўйлаб тарқалишини исботловчи илмий хулоса.	The law confirmatory about rectilinear propagation of a light beam in optically homogeneous medium.
Тушиш бурчаги	Икки муҳит чегарасида ёруғлик нури тушиш нуқтасида сиртга туширилган нормал ва тушган нур орасидаги бурчак.	Light angle - a angle in a point of falling of a beam on mediums boundary formed by normal to boundary and by the falling beam
Қайтиш бурчаги	Икки муҳит чегарасида ёруғлик нури тушиш нуқтасида сиртга туширилган нормал ва қайтган нур орасидаги бурчак	Angle of incidence - an angle on boundary of two mediums forming in a falling point by normal to boundary and by the reflected beam
Синиш бурчаги	Икки муҳит чегарасида ёруғлик нури тушиш нуқтасида сиртга туширилган нормал ва синган нур орасидаги бурчак	Angle of refraction - an angle on boundary of two mediums forming in a falling point by normal to boundary and by the

		refracted beam
Дифрак- цион панжара	Кўп миқдордаги бир хил бўлган ва бир-биридан бир хил масофада жойлашган тирқишлар тўплами	A grating is any regularly spaced collection of essentially identical, parallel, elongated elements.
Ёруғлик дисперсияси	Модда синдириш кўрсаткичининг ёруғлик тўлкини узунлигига боғлиқлиги туфайли содир бўладиган ҳодиса	Dispersion -the dependence of wave velocity on frequency or wavelength
Қутбланган ёруғлик	Тебранишлар йўналиши маълум бир қоидага кўра тартибланган ёруғлик нури.	polarized ligh - radiation in which oscillation are ordered somehow
Қутблагич	Табиий (қутбланмаган) нурни ясси қутбланган нурга айлантириб берувчи прибор	A polariser is an optical filter that passes light of a specific polarization and blocks waves of other polarizations
Квант	Модда томонидан нурланаётган ёки ютилаётган энергиянинг чекли порцияси.	Quantum -the minimal portion radiation absorbed or radiated by substance
Ташқи фотоэффект	Ёруғлик нури таъсирида моддадан электронларнинг узилиб чиқиши ҳодисаси	Extrinsic photoeffect is the production of electrons or other free carriers when light shines upon a material
Фотон	Электромагнит нурланиш кванти;	Photon is a quantum of all forms of electromagnetic

		radiation including light
Де-Бройль тўлқини	<p>Материянинг универсал зарра-тўлқин дуализмининг намоён бўлиши: ҳар қандай энергия ва импульсга эга заррага тўлқин узунлиги h/p ва частотаси $\nu = E/h$ га тенг де-Бройль тўлқини деб аталувчи тўлқин мос келади. Бу ерда h —Планк доимийси. Де-Бройль тўлқинлари эҳтимоллик тўлқинлари деб изоҳланади; уларнинг мавжудлиги ҳақида 1924 йилда Л. де Бройль фикр билдирган. Бу фикр хусусан электронлар дифракциясини кузатиш орқали тасдиқланган.</p>	<p>Wave–particle duality is the concept that every elementary particle or quantic entity may be partly described in terms not only of particles, but also of waves. It expresses the inability of the classical concepts "particle" or "wave" to fully describe the behavior of quantum-scale objects</p> <p><i>All</i> matter, not just light, has a wave-like nature; he related wavelength and momentum : $\lambda = h/p$ $\nu = E/h$</p>
Тўлқин функцияси (пси–функция)	<p>Ҳолат вектори. Квант механикасида система ҳолатини ифодаловчи ва эҳтимолликни ва уни тавсифловчи физикавий катталиқлар ўртача қийматларини топишга имкон берувчи асосий катталиқ. Тўлқин функцияси модулининг квадрати берилган ҳолат эҳтимоллигига тенг, шунинг учун тўлқин функциясини эҳтимоллик амплитудаси деб ҳам аташади.</p>	<p>A wave function in quantum mechanics is a description of the quantum state of a system.</p> <p>The wave function is a complex-valued probability amplitude, and the probabilities for the possible results of measurements made on the system can be derived from it. The most common symbols for a wave function are the Greek letters ψ</p>
Гейзенбергн	Микрозаррани бир вақтнинг ўзида	Heisenberg's uncertainty

<p>инг ноаниқлик принципи</p>	<p>маълум бир координата (x, y, z) ва унга мос импульсни (p_x, p_y, p_z) исталган аниқликда улчаб булмайди.</p>	<p>principle, is any of a variety of mathematical inequalities asserting a fundamental limit to the precision with which certain pairs of physical properties of a particle, known as complementary variables, such as position x and momentum p, can be known simultaneously.</p>
<p>Орбитал квант сони l</p>	<p>Берилган бош квант сони n учун $l=0, 1, \dots, (n-1)$ қийматларни қабул қилувчи ва атомдаги импульс моментини аниқловчи бутун сон</p>	<p>The orbital quantum number describes the subshell, and gives the magnitude of the orbital angular momentum. The value of l ranges from 0 to $n - 1$,</p>
<p>Магнит квант сони m_l</p>	<p>Берилган l сони учун $m_l = -l, -l+1, \dots, 0, 1, \dots, l$ қийматларни қабул қилувчи ва электроннинг маълум йўналишга импульс momenti проекциясини аниқловчи бутун сон</p>	<p>The magnetic quantum number describes the specific orbital within that subshell, and yields the <i>projection</i> of the orbital angular momentum <i>along a specified axis</i>: The values of m_l range from $-l$ to l, with integer steps between them</p>
<p>Спин</p>	<p>Микрозарранинг квант табиатига эга ва зарранинг бутунлигича ҳаракати билан боғлиқ бўлмаган</p>	<p>The spin projection quantum number (m_s) describes the spin of the electron within that</p>

	<p>хусусий ҳаракат миқдори моменти; Планк доимийсига қаррали қийматларда бутун (0, 1, 2,...) ёки ярим бутун бўлиш мумкин ($1/2, 3/2, \dots$).</p>	<p>orbital, and gives the projection of the spin angular momentum S along the specified axis.</p> <p>In general, the values of m_s range from $-s$ to s, where s is the spin quantum number, an intrinsic property of particles:</p>
<p>Паули принципи</p>	<p>Табиатнинг фундаментал қонуни. Унга кўра квант системасида иккита (ёки ундан кўп) ярим бутун спинга эга бўлган айнан бир хил зарралар бир хил ҳолатда жойлаша олмайдилар.</p>	<p>The Pauli exclusion principle is the quantum mechanical principle that states that two identical fermions (particle s with half-integer spin) cannot occupy the same quantum state simultaneously.</p>

VII. ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

I. Ўзбекистон Республикаси Президентининг асарлари

1. Каримов И.А. Ўзбекистон мустақилликка эришиш остонасида. - Т.:“Ўзбекистон”, 2011.

2. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қураимиз. – Т.: “Ўзбекистон”. 2017. – 488 б.

3. Мирзиёев Ш.М. Миллий тараққиёт йўлимизни қатъият билан давом эттириб, янги босқичга кўтарамиз – Т.: “Ўзбекистон”. 2017. – 592 б.

II. Норматив-ҳуқуқий ҳужжатлар

4. Ўзбекистон Республикасининг Конституцияси. – Т.: Ўзбекистон, 2019.

5. Ўзбекистон Республикасининг “Таълим тўғрисида”ги Қонуни.

6. Ўзбекистон Республикасининг “Коррупцияга қарши курашиш тўғрисида”ги Қонуни.

7. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июндаги “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги ПФ-4732-сонли Фармони.

8. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги 4947-сонли Фармони.

9. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 3 февралдаги “Хотин-қизларни қўллаб-қувватлаш ва оила институтини мустаҳкамлаш соҳасидаги фаолиятни тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5325-сонли Фармони.

10. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 июндаги “2019-2023 йилларда Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетида талаб юқори бўлган малакали кадрлар тайёрлаш тизимини тубдан такомиллаштириш ва илмий салоҳиятини ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4358-сонли Қарори.

11. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 11 июлдаги «Олий ва ўрта махсус таълим тизимида бошқарувнинг янги тамойилларини жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПҚ-4391- сонли Қарори.

12. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 11 июлдаги «Олий ва ўрта махсус таълим соҳасида бошқарувни ислоҳ қилиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги ПФ-5763-сон фармони.

13. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 августдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги

ПФ-5789-сонли фармони.

14. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “2019-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини инновацион ривожлантириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида”ги 2018 йил 21 сентябрдаги ПФ-5544-сонли Фармони.

15. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 майдаги “Ўзбекистон Республикасида коррупцияга қарши курашиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5729-сон Фармони.

16. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 2 февралдаги “Коррупцияга қарши курашиш тўғрисида”ги Ўзбекистон Республикаси Қонунининг қоидаларини амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-2752-сонли қарори.

17. Ўзбекистон Республикаси Президентининг "Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 20 апрелдаги ПҚ-2909-сонли қарори.

18. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий маълумотли мутахассислар тайёрлаш сифатини оширишда иқтисодиёт соҳалари ва тармоқларининг иштирокини янада кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 27 июлдаги ПҚ-3151-сонли қарори.

19. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Нодавлат таълим хизматлари кўрсатиш фаолиятини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 15 сентябрдаги ПҚ-3276-сонли қарори.

20. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий таълим муассасаларида таълим сифатини ошириш ва уларнинг мамлакатда амалга оширилаётган кенг қамровли ислохотларда фаол иштирокини таъминлаш бўйича кўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 2018 йил 5 июндаги ПҚ-3775-сонли қарори.

21. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2012 йил 26 сентябрдаги “Олий таълим муассасалари педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 278-сонли Қарори.

Махсус адабиётлар:

1. Vittirio Degiorgio, Ilaria Cristian. Photonics. A Short Course. Springer International Publishing Switzerland, 2014

2. David L. Andrews. Fundamentals of Photonics and Physics. Published by John Wiley & Sons. Inc., Hoboken, New Jersey.

3. Б. Салех, М. Тейх. Оптика и фотоника. Принципы и применение. Пер с англ. Долгопрудный, Издательский дом «Интеллект», 2012.
4. W. Lucke. Introduction to Photonics. Draft. Technical University of Clausthal. 2005
5. Nanoparticles – nanocomposites – nanomaterials: An Introduction for Beginner. First Edition. Dieter Vollath. Published 2013 by Wiley – VCH Verlag GmbH & KGaA
6. Цаплин А.И. Фотоника и оптоэлектроника. Введение в специальность. Пермь, Издательство Пермского Национального университета, 2012.

Интернет ресурсы:

1. <http://www.photonics.com>
2. www.optics.arizona.edu › Research › Specialties
3. www.manchester.ac.uk.
4. www.photonics.com/
5. www.photonics21.org/
6. www.phys.soton.ac.uk/module/PHYS1004
7. photonics.cusat.edu/
8. www.britannica.com/science/nanoparticle