

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ХАЛҚ ТАЪЛИМИ ВАЗИРЛИГИ**

**АБДУЛЛА ҚОДИРИЙ НОМЛИ ЖИЗЗАХ
ДАВЛАТ ПЕДАГОГИКА ИНСТИТУТИ**

«ТАСДИҚЛАНДИ»
А.Қодирий номли ЖДПИ
ўқув ишлари проректори
Б. Мамажонов_____
«__» _____ 2007 йил

Физика-математика факультети
Физика-астрономия йуналиши

ОПТИКА ФАНИДАН

МАЪРУЗА МАТНИ

ЖИЗЗАХ - 2007

Аннотация

Ушбу маъруза матни давлат стандартига, таълим дастури мазмунига қўйиладиган талабларга мувофиқ “физика-астрономия” бакалавр йўналишига мўлжалланган.

Оптика фанини ўзлаштиришда қўйиладиган талаблар ва кўникмалар: мактабда, касб-хунар коллежларида ва академик лицейларда олган билимларини амалиётда кенгайтириб билим даражасини кўрсатиш. Кўникмалар асосида содда лаборатория ишларини мустақил йиғиш, кузатилган натижаларни компьютерда ҳисоблаш, таҳлил қилиш. Мустақил керакли адабиётларни топиш ва улардан фойдаланиш.

Фанни ўқитишдан мақсад ва вазифалари: Физиканинг оптика бўлимини ўқитиш академик лицей ва касб –хунар коллежларига мўлжалланган оптика дастурининг кенгайтирилган ва узликсиз давоми бўлиши лозим. Касб –хунар коллежлари ва академик лицейлар ўқитишнинг иккинчи ўқитиш босқичига ўтган. Самарадорлик асосий мезон. Шунинг учун талабаларнинг оптикадан олган билими пухта, академик лицей ва касб –хунар коллежларига мўлжалланган, оптика дастурига нисбатан чуқур ва кенг бўлиши зарур. Талабаларнинг коллеждаги иш фаолиятларида амалий аҳамият касб этувчи оптика тушунча, билим, кўникма ва малакаларини шакллантириш ва ривожлантиришдан иборат.

“Умумий физика” кафедраси йиғилиши мажлисида муҳокама қилинган ва тавсия этилган (мажлиснинг I сонли 2007 йил 29 августдаги баённомаси).

Мазкур маъруза матни Жиззах Давлат педагогика институти Илмий Кенгашида кўриб чиқилган ва тасдиқланган.

Тузувчилар:

**доц. Р.Ахмедов,
доц. Ш.Дониёров
доц. Д.Расулов**

Такризчилар:

**Жиззах ПИ доц. Раббимов
ЖДПИ доц. И. Муминов**

1-Маъруза

КИРИШ

Дарс режаси:

1. Оптика булимани уқитишдан мақсад
2. Оптиканинг асосий масаласи
3. Электромагнит тулкин шкаласи
4. Оптик ҳодисаларни тушунириш усуллари
5. Қучли ва қучсиз ёруғлик майдони

1. Педагогика университети ва институтларида физиканинг оптика булимани уқитиш академик лицейлари ва касб ҳунари коллежларига мўлжалланган оптика дастурининг кенгайтирилган узлуксиз давоми бўлиши лозим. Сабаби шундаки бакалавриятни тугатган талабалар асосан юқорида келтирилган жойларда ишлайди. Шунинг учун талабаларнинг оптикадан олган билими пухта, академик лицей ва касб ҳунари коллежларига мўлжалланган, оптикага оид дастурга нисбатан чуқур ва кенг бўлиши зарур. Ҳозирги вақтда бу соҳада баъзи бир қийинчиликлар бор: биринчидан академик лицей ва касб ҳунари коллежлари учун ўқув дастури яратилган, лекин уни ҳали мукамал деб бўлмади, иккинчидан миллий тилда дарсликлар йўқ. Шу сабабдан бакалавриятда оптика дарсини ташкил этиш маълум қийинчиликларга олиб келади. Масалан, ёруғлиkning тарқалишини, қайтишини ва икки муҳит чегарасида синишини Гюгенс ва Ферма (тамоийллари) ва Френель ифодалари асосида тушунириш мумкин. Лекин уларда келтирилган ҳолатларнинг тушунириш мураккаблиги ҳар хил. Шу сабабдан юқорида келтирилган фикрларни ёритишда қуйидагиларни амалга ошириш керак деган фикрдаман. Масалан: Гюгенс тамойили академик лицей ва касб ҳунари коллежларида, Ферма тамойили бакалавриятда ва Френель ифодалари магистратурада ёритилса, поғонама-поғона фикр ва тушунча ривожланиб боради.

Оптика булимани уқитишдан асосий мақсад:

1. Ёруғлик энергиянинг бир турига тааллуқли.
2. Ёруғлик туфайли ташқи оламни қурамыз ва урганамиз.
3. Ташқи олам қурилиши, ёруғлик қонунлари қушимизнинг хусусиятига боғлиқлиги.
4. Табиат қонунларини чуқур ва кенг ўрганишда қузнинг қамчиликларида ҳоли бўлган асбоблардан фойдаланиш.
5. Ёруғлиkning техника ва мода тузилишини ўрганишдаги аҳамияти.
6. Ёруғлик манбаси турлари билан танишиш. (табиий ва сунъий ёруғлик манбалари).

7. Ёруглик усимлик ва тирик мавжудот яшашининг асосий шарти эканлиги хакида тушунчалар бериш.

2. Оптика кенг тармокланган Фан уни батафсил 40-50 соат вақт ичида тулик урганиш мумкин эмас. Оптикага ажратилган соатда умумий тушунчалар билан танишишлари учун куйидаги масалалар куйилиши керак:

1. Ёруглик энергиянинг бир тури хисобланиши.
2. Ёруглик манбалари.
3. Ёругликнинг бир жинсли мухитда манбадан тугри чизик буйлаб таркалиши.
4. Икки мухит чегарасида ёругликда кузатиладиган ходисалар.
5. Кузнинг куриш асоси.
6. Кузнинг куриш кобилятини ошириш мақсадида ишлатиладиган асбоблар.
7. Ёругликнинг табиати.
8. Юкоридан нур таркатмайдиган жисмларни куриниш шартлари.
9. Жисмларда хосил буладиган ранглар.
10. Ёруглик таъсирида моддаларнинг тузилишини урганиш.

3. Юкорида келтирилган масалаларни тула урганиш учун оптикада урта усулдан фойдаланилади. Биринчиси, ёругликни нур шаклида, иккинчиси, тулкин шаклида, учинчиси квантланган зарра ёки фотон шаклида тавсия қилинади. Бу урта усуллар бир-бирини тулдиради, урганилаётган ходиса тугрисида тула маълумотга эга буламиз. Уларнинг қайси биридан фойдаланиш урганилаётган ходиса ёки тажрибага боғлиқ. Мақсад ходисани сода ва осон тушунтириш.

4. Ёруглик манбаларининг нурланишда оптик табиатини уларнинг таркалиш қонунларини жисмлар билан таъсирлашганда кузатиладиган жараёнларни урганувчи физиканинг бу булимига **оптика** дейилади. Ёругликнинг нурланиши юкори частотали, тез узгарувчан, электромагнит тулкин табиатига эга. Шу сабабдан оптикани электромагнит майдоннинг бир қисмини урганувчи физиканинг булими деб қараш мумкин. Хар қандай тулкиннинг (механик, акустик, электромагнит ва бошқалар) частотаси, ν -тебраниш даври, T -тулкин узунлиги λ ва унинг маълум бир мухитда таркалиш тезлиги узаро куйидагича боғланган.

$$\lambda = \frac{\nu}{\nu} = S \cdot T$$

Вакуумда ёруглик тезлиги $c = 3 \cdot 10^{18} \text{ м/с}$ тенг. Куз курадиган электромагнит тулкин шкаласи жуда кичик спектрал соха ёки куйидаги тулкин тармогига эга.

$A = (3800:7800) \text{ нм}$. Мухитда ёруглик тезлиги $S = c/n$ қонуни билан таркалади. n мухитнинг синдриш қурсаткичи ҳаво учун $n = 1$. шу сабабли бинафша тулкин частотаси

$$\nu_0 = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{38 \cdot 10^{-8} \text{ м}} \approx 7,89 \cdot 10^4 \text{ Гц}$$

Кизил тулкин частотаси

$$\nu_k = \frac{c}{\lambda_k} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{38 \cdot 10^{-8} \text{ м}} \approx 3,85 \cdot 10^{14} \text{ Гц га тенг.}$$

Бирор мухитда электромагнит тулкин таркалишида унинг частотаси ν узгармай, тулкин узунлиги λ узгаради. Масалан сувда кизил тулкин узунлиги таркалса у тулкиннинг узгаришини курайлик.

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{n}{\nu} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с} : 1,33}{3,85 \cdot 10^{14} \text{ Гц}} = \frac{2,25 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{3,85 \cdot 10^{14}} = 5860 \text{ Å}^0$$

Умумий электромагнит тулкин шкаласида ёруғлик тулкинининг куриниш сохаси мос келувчи спектрал соха 1-расмда елтирилган. Улар хар хил усуллар билан хосил килиниб тегишлича кайд килиниши билан 1-расмда келтирилган электромагнит тулкинларнинг таркалишини бир хил дифференциал тенгламаларга мос келади.

	3*10 ⁶		3*10 ¹⁰	3*10 ¹⁴			3*10 ¹⁸	
<i>Узун</i>	<i>Урта</i>	<i>Киска</i>	<i>Ультра киска</i>	<i>Инфра кизил</i>	<i>Куриниш соха</i>	<i>Ультра бинафша</i>	<i>Рентген</i>	<i>γ- нурлар</i>
Радио тулкин				Молекуляр, атом тулкин.				

1-расм.

Анъана буйича оптика куйидаги булимлардан иборат: геометрик, физик ва физиологик оптика.

Геометрик оптика – ёруғлик нурлари ёрдамида буюм тасвирининг хосил килишини урганади. Бунда ёруғликнинг табиати эътиборга олинмайди. Шу сабабли интерференция ва дифракция ходисаларини хисобга олинмайди.

Физик оптикада – ёруғликнинг табиати ёки унинг тулкин ва квант хусусияти, изотроп ва анизотроп мухитларда таркалиши ва жисмлар билан узаро таъсирини урганади.

Физиологик оптика – ёруғликнинг сезги органларига таъсири (биофизика ва психология), кузнинг ёруғликни кайд килишини урганади. Биз бу масалага тухталамиз.

$$4. \text{ Ёруғлик интенсивлиги} - I = \frac{c n}{4\pi} E^2 \text{ ифода билан аникланади.}$$

c – ёруғликнинг вакуумдаги тезлиги,

n – мухитнинг синдириш курсаткичи,

E – ёруғликнинг электр майдон кучланганлиги.

Оддий ёруғлик манбаларининг (лазерлардан ташкари) интенсивликлари 10 Вт/см² гача булиши мумкин. Уларнинг майдон кучланганлиги (0,1÷10) В/см дан ортмайди. Бу эса атомни ташкил этувчи зарралар хосил килувчи E_A электромайдон кучланганлигидан жуда кичик, хакикатдан:

$$E_a = \frac{e}{r^2} = \frac{4,8 \cdot 10^{-10} \text{ СГГС}}{(1,10^{-8})^2} = 3 \cdot 10^4 = 4,48 \cdot 10^6 \frac{\text{СГСЕ}}{\text{см}^2} \cdot 3 \cdot 10^4 \approx 14,4 \cdot 10^{10} \frac{\text{В}}{\text{см}}$$

Энергияси 10^3 Ж га тенг лазер манбалари ҳосил килувчи интенсивлик 10^{10} Вт/см² тенг. Бундай интенсивликдаги ёруғлик майдон кучланганлик киймати 10^9 В/см булади. Натижада валент электронлар ҳосил килувчи электр майдон кучланганлигига тахминан тенг. Таҷрибалар шуни курсатадики, ёруғлик нурунинг интенсивлиги 10^8 Вт/см² га тенг бўлганда ёруғлик нури ва жисм узаро таъсирлашганда кузатиладиган ҳодисалар тушувчи нурунинг интенсивлигига боғлиқ бўлганда чизикли бўлмаган оптика соҳасига утилади. Бундай ҳолни магистратурада урганиш макбулдир.

Ёруғлик майдон кучланганлик киймати $E < 10^9$ В/см кичик бўлганда **чизикли оптика** дейилади. Чизикли оптикада суперпозиция тамойили сақланади. Бундай ҳолни баколавриятда қурағиз.

Текшириш саволлари:

1. Оптика бўлимини уқитишда қандай изчиллик сақланиши керак?
2. Оптика бўлимини уқитишдан мақсад нима?
3. Оптика бўлимида қандай масалалар қурилади?
4. Кузатилган ҳодисаларни тушунтиришда қандай тушунчалардан фойдаланамиз?
5. Тарқалувчи электромагнит тулқиннинг қандай параметрларидан фойдаланамиз?
6. Электромагнит тулқин шкаласи нима?
7. Оптиканинг қандай бўлимлар бор?
8. Чизикли ва чизикли бўлмаган оптиканинг фарқи нимада?

Таянч тушунчалар

1. Оптика ёруғлиқнинг табиатини, унинг тарқалишини ва ёруғлиқнинг жисмлар билан таъсирлашганда кузатиладиган ҳодисаларни урганувчи физиканинг бўлими.
2. Ёруғлиқнинг интенсивлиги – электр майдон кучланганлиги квадратига тугри пропорционал катталиқ.
3. Суперпозиция тамойили – вектор катталиқларнинг (масалан электр майдон кучланганлик векторининг) йиғиндиси.

Адабиётлар:

1. Н.И.Калитевский «Волновая оптика» Москва. «Высшая школа». 1978 г. 6-10 б.
2. Е.И.Бутиков «Оптика» Москва. «Высшая школа». 1986 г. 7-10 б.

2-Маъруза

ФОТОМЕТРИЯ АСОСЛАРИ

РЕЖА:

1. Ёругликнинг табиати
2. Ёруглик тулкинининг куриниш соҳасидаги энергияси
3. Ёруглик манба турлари
4. Ёруглик энергиясини кайд килувчи асбоблар.

Энергия окими каби ёруглик окими тушунчаси киритилади. Шундай килиб берилган юзадан бирлик вақтда утувчи ёруглик энергияси ёруглик окими булади. Ёруглик окими ваттда улчанади. Купчилик холда махсус бирликдан фойдаланилади. Оптиканинг ёруглик окимини улчаш усуллари урганувчи булим **фотометрия** дейилади.

Ёруглик тулкинининг куриниш соҳаси. Тулкин манбалари.ёруглик тулкинларини кайд килувчи асбоблар.

Максад: Электромагнит (ёруглик) тулкинининг куриниш соҳасини аниклаш. Ёруглик тулкин манба турлари ва улардан таркалаётган тулкинларни кайд килувчи асбоблар хақида тушунчага эга булиш.

Максвелл назариясига асосан ёруглик юкори частотада узгарувчан уярмавий турдаги электромагнит майдонлардан иборат. Электромагнит тулкин частоталари 0 дан чексизликкача узгариши мумкин. Тулкин частотаси ва тулкин узунлиги узаро куйидагича боғланган.

$$\nu \cdot \lambda = c \quad (1)$$

Бу ифода ваакум учун уринли. ν -электромагнит тулкин частотаси, λ -электромагнит тулкин узунлиги, c -ёругликнинг ваакумдаги (бушлик) тезлиги.

(1) ифодадан ёругликнинг тулкин узунлигини топиш мумкин.

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \quad (2)$$

Инсон кузи кабул килувчи тулкин узунликлари оралиги чекланган булиб, у инсон кузининг куриш кобилиятига боғлиқ. Уларнинг сон сон кийматлари тахминан

$$\lambda = (0,38; 0,76) \text{ мкм ораликка тенг.}$$

$C = 3 \cdot 10^8$ м/с тенглигидан куриниш соҳасига мос келувчи хаводаги ёруглик частоталари оралиги.

$$\nu = (4 \div 8) \cdot 10^{14} \text{ Гц ёки } \omega = (2,5 \div 50) \cdot 10^{15} \text{ С}^{-1} \quad (3)$$

Планк ва Эйнштейн назарияларига асосан ёруглик квазизарра хусусиятига эга. Нурланиш квант энергияси ифодаси

$$E = h\nu = h \cdot \nu$$

Планк доимийси $h=6,62 \cdot 10^{-34}$ ж/с ёки $h = h/2\pi = 1,05 \cdot 10^{-24}$ ж*с

(3) ва (4) ифодадан фойдаланиб

$$E=(2,6 \div 5,2) \cdot 10^{-19} \text{ Ж} = (1,6 \div 3,2) \text{ эВ} \quad (5)$$

Ёругликнинг куриши соҳасига мос келувчи сон киймати топилди. Куёш спекторининг максимум интенсивлиги $\lambda=0,56$ мкм тулкин узунлигига мос келади. Куёшдан таркалувчи тулкинлар ҳаво катламида ютилиши ва сочилиши туфайли Ерга етиб келувчи тулкин узунлиги $\lambda=0,38$ мкмга тенг бўлади. Ер атрофида уртача ҳарорат $T_{\text{ер}}=300$ К у вақтда W частотага мос келувчи фотон концентрацияси

(3) ва (4) ифодадан фойдаланиб

$$E=(2,6 \div 5,2) \cdot 10^{-19} \text{ Ж} = (1,6 \div 3,2) \text{ эВ} \quad (5)$$

Ёругликнинг куриши соҳасига мос келувчи сон киймати топилди. Куёш спектрининг максимум интенсивлиги $\lambda=0,56$ мкм тулкин узунлигига мос келади. Куёшдан таркалувчи тулкинлар ҳаво катламида ютилиши ва сочилиши туфайли Ерга етиб келувчи тулин узунлиги $\lambda=0,38$ мкм га тенг бўлади. Ер атрофида уртача ҳарорат $T_{\text{ер}}=300$ К у вақтда w частотага мос келувчи фотон концентрацияси

$$\langle n_{\text{ep}} \rangle = 1 / (\exp(hw / (kT_{\text{ер}}))) - 1 \quad (6)$$

Куёш сиртида ҳарорат тахминан $T=6000$ К. Ундан ерга келаётган уртача фотонлар концентрацияси:

$$\langle n_k \rangle = (rk / R_{\text{ep}})^2 \cdot 1 / (\exp(hw / (kTk))) - 1 \quad (7)$$

Бу ерда rk -куёш радиуси, R_{ep} -Ер орбитаси радиуси, (6) ва (7) ифодалардан фойдаланиб куйидаги сон кийматини ҳосил қилиш мумкин:

$$\langle n_{\text{ep}} \rangle / \langle n_k \rangle \approx 10^{-5}$$

Асосан буюмлардан кайтган фотонлар катта аҳамиятга эга. Улардан келувчи фотонларнинг уртача киймати 10^{-5} дан катта. Нормал шароитда жисмларнинг ҳарорати узгариши унча катта эмас. Шу сабабдан фотонлар концентрацияси катта узгармайди. Оқибатда бизнинг ёругликни куриш оралигимиз чекланган.

Ёруглик манба турлари: табиий ёруглик манбалари-куёш юлдузлар. Сунъий ёруглик манбалари-ой, электр ва электр газ лампалари, прожекторлар, олов т.б. Табиий ёругликлар жуда узок муддат давомида узларидан нур таркатади. Сунъий ёруглик манбаларининг нур таркатиши муддати чекланган. Табиий ва сунъий ёруглик манбалари узларидан узлуксиз ва чекли спектрлар чиқаради. Ёруглик оқимини қабул қилувчи асбоблар: куз, фотоэлементлар, болометрлар, фотокаршиликлар, фотокучайтиргичлар, люксометр ва т.б.

Тегишириш саволлари:

1. Ёругликнинг куриш тулкин узунликлари қандай ораликда жойлашган?
2. Куриш соҳасига мос келувчи ёруглик энергиясининг сон киймати нечага тенг?

3. Куёш спектрининг энг катта киймати нимага тенг?
4. Куёшдан ерга келаётган фотонлар концентрациясининг ифодаси кандай?
5. Ёруглик манбаи турлари кандай?
6. Ёруглик окимини қабул қилувчи асбоблар тури.

Таянч тушунчалар:

1. Тулкин узунлиги – синусоидал тулкиннинг бир-бирига яқин фазалари бир хил бўлган координаталар орасидаги масофа.
2. Частота такрорланувчи ходисаларнинг Тула даврини шу ходисага кетган вақтга нисбати.
3. Электроно-волт микрозарра энергиясини улчайдиган бирлик.
4. Фотоэлемент-фотоэффект ходисаси асосида ишлайдиган асбоб.
5. Фотокаришлик-ёруглик таъсирида электр утказувчанлигини узгарувчи ярим утказгичли фотоэлемент
6. Балометр-электр каршилигининг хароратга боглик равишда электромагнит нурланишини улчовчи асбоб.

Адабиётлар:

- А.Н.Матвеев «Оптика» - Высшая школа 1985 г. Москва. 12-17 б.
Н.М. Годжаев «Оптика» - Высшая школа 1977 г. Москва. 3-9 б.

3 – Маъруза

ФОТОМЕТРИК КАТТАЛИКЛАР

Р Е Ж А :

1. Ёруглик окими
2. Ёруглик кучи
3. Равшанлик
4. Ёртилиганлик

1. Ёруглик окими Φ жуда кичик тулкин узунлиги оралиги $d\lambda$ мос келувчи спектрал зичликни $\phi\lambda$ куруниш функциясига $v\lambda$ купайтмасига тенг. Бирлиги Люмен – лм.

$$\Phi = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} v\lambda \phi\lambda d\lambda \quad (8)$$

Ёруглик энергияси бирлик вақт оралигида берилган юзадан утувчи ёруглик окимига тенг. Бирлиги жоуль.

Ёруглик кучи кичик фазовий бурчак оралигидаги ёруглик окимининг шу фазовий бурчакка нисбати. Ифодаси

$$I = \frac{d\Phi}{d\lambda} \quad (9)$$

$d\lambda$ – кичик фазовий бурчак, $d\Phi$ – фазовий бурчак ичида таркалувчи ёруглик окими, J – ёруглик кучи бирлиги кендел. Равшанлик R бирлик юзадан чикувчи ёки таркалувчи ёруглик окими ифодаси:

$$R = \frac{d\Phi}{dS} \quad (10)$$

dS – ёруглик таркатувчи кичик юза.

$d\Phi$ – кичик юзадан таркалаётган оким

R - ёруглик манбасининг равшанлиги, бирлиги люмен/м²=лм/м²

Ёритилганлик E бирлик юзага тушаётган ёруглик окими ифодаси

$$E = \frac{d\Phi}{dS} \quad (11)$$

dS – ёруглик окими тушаётган кичик юза

$d\Phi$ – кичик юзага тушаётган ёруглик окими

E – ёритилганлик.

Ёритилганлик ва ёруглик кучи бир бири билан боғланган фотометрик катталиқдир. (9) ифодадан ёруглик оқимини

$$d\Phi = I d\Omega \quad (12)$$

ифода ёрдамида топамиз.

$d\lambda$ – фазовий бурчак

$d\Omega = dS/r^2$ ёки умумий ҳолда

$$d\Omega = dS/r^2 \cos\alpha \quad (13)$$

ифода билан аниқланади. (13) ифодани (12) ифодага қўйсак

$$d\Phi = I \cdot dS/r^2 \cos\alpha \quad (14)$$

ифода ҳосил бўлади. (13) ва (14) ифодаларда r^2 – ёруглик манбасида ёритилувчи сиртгача бўлган масофа квадрати (11) ифодадан ёруглик оқими

$$d\Phi = E dS \quad (15)$$

ёритилганлик ва кичик юза қўпайтмасига тенг. (14) ва (15) ифодаларни тенглаштириб қуйидаги ифодани ҳосил қиламиз.

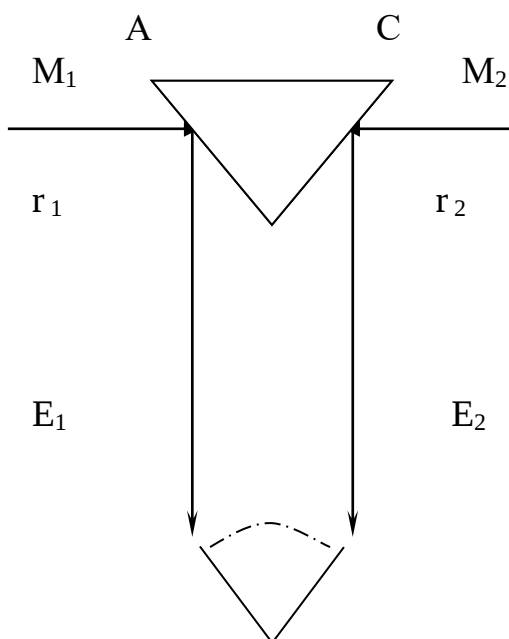
$$E \cdot dS = I dS / r^2 \cos\alpha$$

Бундан $E = I / r^2 \cos\alpha$ (16) фотометриянинг асосий ифодаси бўлади.

Амалда бу ифодадан қўп фойдаланилади.

Ёруглик катталиқларини ўлчаш

Ёруглик кучи ва ёритилганликни ўлчайдиган асбобларни **фотометрлар** дейилади. Уларнинг ишлашлари икки хил бўлади. **Субъектив** (куз билан кузатиш) ва **объектив** (фотопластинка, фотоэлемент, фотокаршилиқ, фотоқўчайтиргич ва бошқалар). Фотометрларнинг ишлаш тамойили (16) ифодага асосланган. Бунда ёруглик кучлари I_1 ва I_2 га тенг бўлган манбалар ёритувчи сиртлар АВ ва ВС дан (2-расм) r_1 ва r_2 масофага жойлаштирилади.



M_1 ва M_2 – ёруглик манбалари. Ёритилувчи АВ ва ВС сиртлар бир хил бурчак билан ёритилади. У ҳолда $E_1 = J/r_1^2 \cos\alpha$ ва $E_2 = J_2/r_2^2 \cos\alpha$ ифода уринли r_1 ва r_2 масофаларни ўзгартириб $E_1 = E_2$ тенгликни ҳосил қилинади. Натижада $J_1/r_1^2 = J_2/r_2^2$ бундан

$$J_1 = J_2/r_1^2 \quad (17)$$

(17) ифодада r_1 ва r_2 ларни улчаш мумкин. J_2 – ёруглик кучи маълум. Натижада номаълум манбанинг ёруглик кучини аниклаш мумкин.

Текшириш саволлари:

1. Ёруглик оқим ифодаси
2. Ёруглик кучи-таърифи ва бирлиги
3. Равшанлик-таърифи ва бирлиги
4. Ёритилганлик таърифи ва бирлиги
- ёритилганлик ва ёруглик кучини боғловчи ифода
5. Номаълум манбанинг ёруглик кучини кандай ифодаланади:

Таянч тушунчалар

1. Фазовий бурчак-чуккиси манбадан бошланувчи конус асоси билан чекланган юзани, манбадан юзагача булган радиус кфвадратига нисбати
2. Ланберга манбаси ҳамма йуналишларга бир хил равшанликда нур таркатувчи ёруглик манбаси
3. Фотометр ёруглик майдон катталигини улчовчи асбоб

Адабиётлар

1. Г.А Зисмон, О.М. Тодес. Курс общий физики Т.3. Изд. Наука Москва 1972. 20-30 б
2. Н.М.Годжаев «Оптика» Москва Высшая школа 1977. 10-20 б.

ГЕОМЕТРИК ОПТИКА АСОСЛАРИ.

Дарснинг максоди: Талабаларга кундалик ҳаётда ёруғлик нури ёрдамида буюм тасвирини ҳосил қилишни (ёруғлик техникаси) оптик тасвир ҳосил қилишни физик асосларини оптотехника) ёруғликни нури асосида ургатиш.

Р Е Ж А:

1. Геометрик оптика қоидалари
2. Ферма тамойили
3. Геометрик оптиканинг асосий тушунчалари.

Геометрик оптика қизикли оптикага таълуқли унинг асосида қуйидаги қоидалар бор:

А) Бир жинсли муҳитда ёруғлик тугри қизик бўйлаб тарқалади. Бунда ёруғликнинг интерференцияси ва дифракцияси ҳисобга олинмайди. Ёруғликнинг тугри қизик бўйлаб тарқалишини-нур дейилади.

Б) Ёруғлик нурлари бир-бирлари билан таъсирлашмайди. Суперпозиция тамойили уринли. Улар мустакил тарқалади.

В) Ёруғликнинг қайтиш қонуни

Г) Икки шаффоф муҳит чегарасида ёруғликнинг синиши:

Бу ҳодисалар билан академик лицей ва касб-хунар коллежларида танишилган.

Қайтиш ва синиш қонуни Гюгенс тамойили асосида батафсил таништирилса мақсадга мувофиқ булар эди.

Чунки Ферма тамойилини тула ёритишга касб-хунар коллежларида ажратилган етарли эмас.

Геометрик оптика тулқин ёки физик оптиканинг чегравий ҳоли бўлиб, у факат $\lambda \rightarrow 0$ тулқин узунлиги нолга интилган ва уринли булар эди. Бу масалани Заммарьфелд Максвелл тенгламаларининг тулқин векторларини сколяр қуринишида ўқишида, уринли эканини қурсатади. Шундай қилиб, нур ўлчамга эга бўлмаган тугри қизик, яъни абстракт тушунча. Лекин ёруғликнинг ва синиш қонунларини осон тушунтиради.

Ферма тамойили асосида ёруғликнинг муҳитда тарқалишини тушунтиришда у муҳитда энг қулай вақтда ўтади ёки энг қулай масофани босиб ўтади деб қаралади. Гюгенс тамойилида нурнинг қанча вақтда ёки қандай масофани ўтиши ҳақида аниқ фикр билдирилган. Унда факат йўналиши ҳақида фикр билдирилган. Ферма тамойилининг математик ифодасини чиқариш учун оптик йўл тушунчасини қиритамиз. Муҳит синдириш қўрсаткичининг n , ёруғлик нурининг ўтган масофаси X қўпайтмаси оптик йўл $l=nX$ дейилади. Агарда нур А нуктадан В нуктагача ўтганда муҳит бир жинсли бўлмаса, уни бир жинсли булақларга бўлиб кейин йиғиш керак:

$$l=n_1 \Delta x_1 + n_2 \Delta x_2 + n_3 \Delta x_3 + \dots + n_k \Delta x_k = \sum_{i=1}^k n_i \Delta x_i \quad (18)$$

Ёки $\Delta X \rightarrow 0$ (18) ифодадан интегралга утилади.

$$L = \int_A^B n dx / c \quad (19)$$

dx масофани нур dt вақтда утади. Натижада dt вақтни топиш учун

ифодадан фойдаланамиз.

$$Dt = \frac{dx}{v} \quad (20)$$

V -мухитдаги ёруғлик нурининг тарқалиши тезлиги AB масофани утишдаги нурнинг тула вақт ифодаси:

$$t = \int n dx / c \quad (21)$$

(21) Ифодадаги интегралнинг узгариши (вариацияси) нолга тенг бўлиши керак яъни

$$\delta t = \delta \int_A^B n dx / c \quad (21)$$

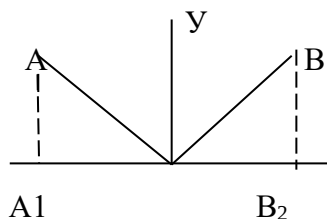
(22) ифода Ферма тамойилининг математик ифодаси.

(22) ифода вақтнинг экстремумини аниқлайди.

- а) AB масофани нурининг утилиши вақти кичик бўлиши
- б) AB масофани нурнинг утиш вақти катта бўлиши
- в) масофани нурнинг утиши вақти ҳар хил йулар билан бир хил бўлиши мумкин.

КАЙТИШ КОНУНИ

A .Нуктадан горизантал тексликда ётган O нуктада утказилган нормага нисбатан a -бурчак остида нур туширамыз. Кузгидан кайтган нур B нуктагача келсин



Тушиши ва кайтиш бурчакларининг OY уқка (нормалга) нисбатан улчанади OX уқини кузгу сирти буйлаб жойлаштирмиз. Ферма тамойилига асосан нурнинг A нуктадан B нуктага қисқа вақтда етиб келишини курайлик. Унинг учун B ва A нукталаридан OX уқига AA_1 ва BB_1 тиклар туширамыз.

Куйидагича белгилашлар киритамиз. $A_1O = x$, $A_1AB_1 = C$: $AA_1 = y_1$ $BB_1 = y_2$

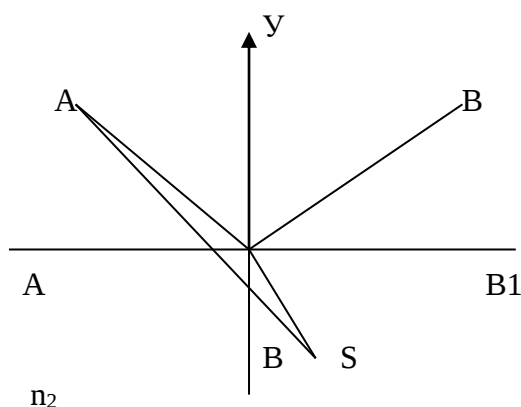
A нуктадан кузгуга тушган нур B нукта t вақтда етиб келади. Агарлда мухитда нурнинг тарқалиши тезлиги V бўлса, y вақтда:

(23) ифодадан нурнинг муҳитда тарқалиши унинг тушиш нуқтасига О га боғлиқ эмас (23) ифодадан Ферма тамойилига асосан тенгликнинг чап ва унг тамойилларидан дифференциялаймиз.

$$d t = \frac{1}{V} + \frac{X}{Y_1 + X_2} = \frac{1}{V} - \frac{c-x}{Y + (c-x)^2} = \frac{1}{V} - \frac{X}{AO} + \frac{1}{V} - \frac{c-x}{OB} = \frac{1}{V}$$

Бундан $\sin a + \sin a^1 = 0$ ва $a = -a^1$ Манфий ишора a ва a^1 бурчаклар кузгугача туширилган тикнинг симметрик икки томонида жойлашишини курсатади. Шундай қилиб кузгудан қайтган ва тушган нурлар бир таесда ётади. Нурнинг қайтиш бурчаги a_1 туши бурчагига тенг, яъни кузгунинг нур тушиши нуқтасига утказилган нормалга симметрик жойлашган

Нурнинг синиши қонуни: Масалан нур тавркалиш жараёнида чегарага эга булган икки мухитдан утади (хаво-шиша, хаво-сув, сув-шиша) тегишлиги уларнинг синдириш қурбатгичлари n_1 ва n_2 Фараз қиламиз икки мухит чегараси горизантал текисликда жойлашган нур синдириш қурбатгичи чегарасига тушиб О нуктада қисман қайтади ва қисман синиб синдириш қурбатгичи n_2 тенг мухитда С нуктадан ўтсин



4 расм

Бунда $n_2 > n_1$ синиш бурчаги В икки мухит чегарасида нурнинг тушиши нуктасидан утувчи Ава С нукталардан икки мухит чегарасига тик тушириб белгилашишлар киритамиз $A_1O = X$, $A_1C_1 = C_1$, $AA_1 = Y_1$ $CC_1 = Y_2$ Нурнинг А нуктадан чикиб С нуктадан ўтишига кетган вақти

$$t = \frac{\sqrt{y_1^2 + x^2}}{V_1} + \frac{\sqrt{y_2^2 + (c-x)^2}}{V_2} \quad (25)$$

Бу ерда V_1 ва v_2 ёруглик нурунинг биринчи ва иккинчи мухитларда таркалиши тезликлари (25) тенгламанинг чап ва унғ томонларини дифференциаласак:

$$dt = \frac{1}{V_1} \frac{X}{AO} - \frac{1}{V_2} \frac{C-X}{OC} = \frac{\sin a}{V_1} - \frac{\sin b}{V_2} = 0 \quad (26)$$

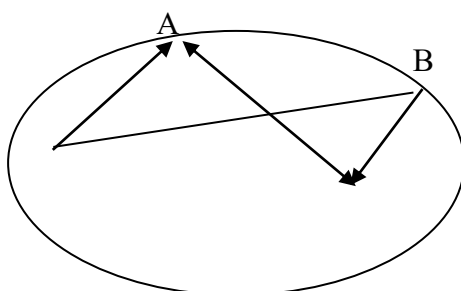
$$(26) \text{ Ифодадан } \frac{\sin a}{\sin b} = \frac{V_1}{V_2} \quad (27) \quad V_1 = \frac{C}{n_1} \text{ ва } V_2 = \frac{C}{n_2}$$

Тенгликларни инобатга олсак гуйидаги ифода хосил килинади.

$$\sin a / \sin b = n_2 / n_1$$

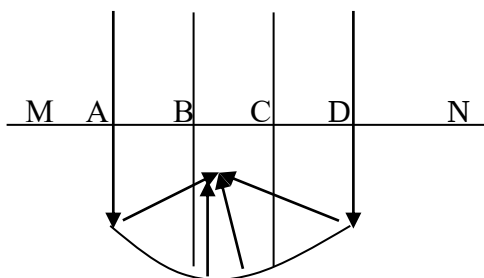
(28) ифода нурнинг синиши конунидир. Бу ҳолда АО ва ОС чизиклар АС чизикдан катта ёки купрок вақт сарфланади.

Ҳар хил масофани бирдай вақт ичида утишга мисол. Эллиптик к кузгунинг битта фокусига О нуктавий манба жойлаштирсак, эллиптик кузгулардан кайтган нурлар унинг иккинчи фокусига тупланади



Бунга сабаб аналитик геометриядан маълумки $r_1 + r_2 = 2a$. Натижада $AO + AO_1 = OB + BO_1$ ҳар хил масофани ёруғлик нури бирдай вақтда утади.

Шунга ўхшаш ҳодисани парабалик кузгуда ҳам кузатиш мумкин (6 расм)



Парабалик кузгуда параллел ёруғлик нур дасталари тушсин. Улар парабалик кузгудан кайтгандан сунг фокусига О нуктада тупланади. Параллел нур дасталарининг тулкин орронти уларга тик MN йуналган бўлади. Нур дасталари MN текислигига бир хил масофани утган.

Парабалик кузгу ҳавода жойлашганлиги учун AA_1O , BB_1O , CC_1O ва DD_1O оптик йулларини бирдай вақтда утади. Парабалик кузгуларнинг ёруғлик нурларини фокусловчи хусусиятидан оптик асбобларда куп фойдаланилади.

Геометрик оптиканинг асосий тушунчалари

Нуктавий манба улчами эътиборга олинмайдиган манба, Нуктавий манбадан таркалувчи турларини гомоцентрик (якка марказли) даста бўлиб улар кайтиш ва синиш натижасида яна битта нуктага тупланиши мумкин.

Агарда гомоцентрик нурлар оптик системалардан утганда нуктавий хосил килинса-сицигоматик тасвир дейилади.

Геометрик оптикада ёруклик нурлари учун айлантормок тамойили (принцип оборотимости) уринли Нуктавий манба ва унинг тасвир жойларини алмаштирганда ёруклик нурларининг йуллари узгармайди.

Бир жинсли ва изотоп мухит гомоцентрик нурларининг тулкин сирти-сферик сирт булади. Лекин мавжуд оптик системалардан гомоцентрик нурлар утганда тулкин сиртлари деформациаланиш туфайли гомоцентрик ҳолатларидан четлашганлиги натижасида степматик тасвир ҳосил бўлмайди. Бундай хосса нурларнинг астигомотизм дейилади.

Тегишириш саволлари:

1. Геометрик оптикада нечта конун бор?
2. Ёрукликнинг қайтиш конунини таърифланг.
3. Ёрукликнинг синиш конуни ифодаси қандай?
4. Оптик йул нима?
5. Ферма тамойилининг математик ифодасидан қандай хулосалар чиқариш мумкин?
6. Хаар хил масофани бир хил вақтда утишга оид мисоллар келтиринг.
7. Нуктавий манба қандай манба?
8. Айлантормок тамойили нимадан иборат?
9. Сферик сирт қандай ҳолда ҳосил булади?
10. Қандай ҳолда астигматизм кузатилади?

Таянч тушунчалар:

1. Оптик йул – геометрик йулни мухит синдириш курсаткичига қупайтмаси.
2. Гомоцентрик нурлар – бита нурдан тарқалувчи нурлар.
3. Стигматик нурлар – бита нуктага тупланувчи нурлар.
4. Астигматизм – тасвирнинг бита нуктадани четланиши.

Адабиётлар:

1. Е.И.Бутиков «Оптика» Москва. «Высшая школа». 1986 г. 329-337 б.
2. Н.М.Годжаев «Оптика». Москва. «Высшая школа» 1977. 166-172 б.

**МАВЗУ: ТУЛА ИЧКИ КАЙТИШ. ТОЛАЛИ ОПТИКА
РЕФРАКТОМЕТР**

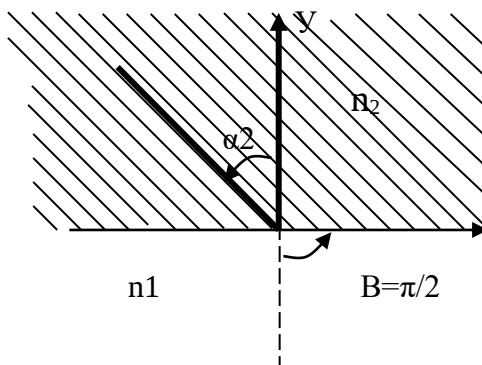
Р Е Ж А:

1. Тула ички кайтиш
2. Толали оптика
3. Рефрактометр

Дарснинг максоди: Ёругликнинг тула ички кайтишида чегаравий бурчак ахамияти ва тула ички кайтиш жараёнида техникада фойдаланиш, суюкликларнинг синдириш курсатишини улчаш усули билан танишиш. Ёругликнинг кайтиш конунида нур факат битта мухитда таркалади. Парда мухит бир жинсли ва изотроп булса. Унинг синдириш курсатгичи узгармайди яъни $n = \text{const}$

Ёругликнинг синиши конунида нур икки мухитда таркалади. Асосан синдириш курсатгичи катта мухитда синиб утади. Мухитнинг синдириш курсатгичини оптика зичлик хам дейилади. Агарда нур тескари йуналган булса яъни синдириш курсатгичи катта мухитдан синдириш курсатгичи кичик мухитга утса конунни узгарадими ёки йукми?

Оптик зичлиги катта мухитдан ёруглик оптик зичлиги кичик мухитга утганда, маълум бир бурчакдан бошлаб ёруглик оптик зичлиги кичик мухитга утмайди. Шу бурчак чегаравий бурчакдир. (7-расм) синиш конунидан фойдаланиб



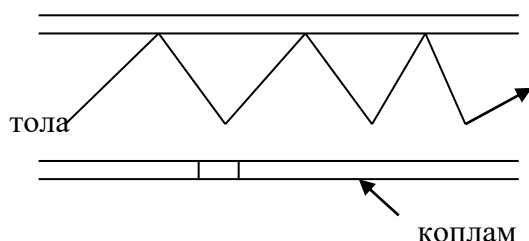
$$\sin \alpha / \sin \beta = n_1 / n_2 \quad (29)$$

ифодани ёзиш мумкин

Ёруглик нури сувдан хаваго ёки шишадан хаваго утаётган булса $n_1 = 1$ булади ва $\sin \beta = \sin 90^\circ = 1$ Натижада (29) ифода

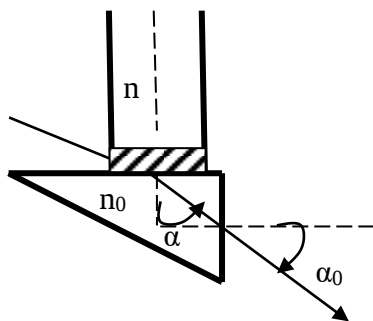
$$\left| \begin{array}{l} \sin \alpha = \frac{1}{n} \end{array} \right. \quad (30)$$

Курунишга эга булади. N- оптик зичлиги катта мухитнинг синдириш курсатгичи. Бундай ходисага ёрукликнинг тула ички кайтиш ходисаси дейилади. Хозирги вақтда ёрукликнинг тула ички кайтиш ходисасидан фан ва техникада чегараларга караб камайиб борувчи шаффоф эгилувчи шиша утказгичдан фойдаланилади. Бу утказгичга чегравий бурчак остида ёруклик киритсак у утказгич бўйлаб таркалади.



Тола оптик зичлиги катта шаффоф жим. Коплам-оптик зич лик кичик жисм. Хозирги вақтда тула ички кайтиш ходисасини тиббиётда рашхис куйишда, телефон, телевиденияда фойдаланилади.

Шаффоф жисмларнинг синдириш курсатгичини улчаш усулларига **рефрактометрия** дейилади. Суюк ва каттик жисмларнинг синдириш курсатгичини улчайдиган асбобга **рефрактометр** дейилади. Синдириш курсатгичини улчамларини бир неча усуллари бор. Шулардан бири ёрукликнинг тула кайтишига асосланган ускуна **Пульфрих рефрактометри**. Бу ускуна ёрдамида суюк ва каттик жисмларнинг $n=1.3$ дан $n=1.9$ гача синдириш курсатгичи 10^{-4} даражагача аниқлик билан улчаш мумкин. Пульфрих рефрактометрнинг ишлаш тартиби 9-расмда курсатилган.



9-расм

Монохроматик паралел ёруклик дастаси тугри бурчакли призманинг юкори киррасига сирпаниб тушади. Бунда призманинг синдириш курсатгичи n номаълум. Агарда $n < n_0$ булса у холда синиш конунига асосли сирпанувчи ёруклик дастасига тенглик уринли булар эди:

$$n = n_0 \sin \alpha \quad (31)$$

Тугри бурчакли призмадан чикувчи ёруклик дастасининг бурчабини Lo билан белгиласак у холда $n_0 \cos \alpha = \sin \alpha_0$ (32)

(31) ва (32) тенгликларни квадратга кутариб сунг хадма-хад кушсак, тубандаги тенглик чиқади:

$$n = \sqrt{n_0^2 - \sin^2 \alpha_0} \quad (33)$$

Шундай килиб призманинг синдириш курсатгичи маълум булса, номаълум эритма суюклик ва каттик жисмларнинг синдириш курсатгичларини аниқлаш мумкин.

Тегириши саволлари:

1. Оптик зичлик нима?
2. Кандай ходисалар ёругликнинг тула ички кайтиш ходисаси дейилади?
3. Чегаравий бурчак кандай аникланади?
4. Ёругликнинг тула ички кайтиш ифодасини ёзинг.
5. Тола оптика ходисаси.
6. Синдириш курсаткичини улчайдиган асбобнинг ишлаш принципи.
7. Синдириш курсаткичини улчаш аниклиги.

Таянч тушунчалар:

1. Синдириш курсаткичи – нур утувчи икки мухитнинг абсолют синдириш курсаткичлари нисбати.
2. Абсолют синдириш курсаткичи – мухитнинг оптик хусусиятини белгилайди ва ваакумдаги ёруглик тезлигини мухитдаги ёругликнинг фазовий тезлигига нисбати билан аникланади.
3. Оптик тола – марказига караб синдириш курсаткичи ошиб боровчи шиша труба. Тула ички кайтиш ходисасига асосан нур факат шиша труба марказида таркалади.
4. Рефрактометр – жисмларни синдириш курсаткичини улчайдиган асбоб.

Адабиётлар:

1. Г.А Зисман, О.М. Тодес. «Курс общей физики» Т.3. Изд. «Наука». Москва 1972. 30-38 б.
2. А.Н.Матвеев «Оптика». Москва. «Высшая школа». 1985 г. 104-107 б.

6- Маъруза

МАВЗУ: КУЗГУЛАР ВА КУЗГУЛАР ЁРДАМИДА БУЮМ ТАСВИРИНИ ХОСИЛ КИЛИШ.

Р Е Ж А:

1. Кузгуларнинг турлари
2. Кузгулар ёрдамида буюм тасвирини хосил килиш
3. Ботик ва коварик кузгуларнинг параметрлари
4. Ботик ва коварик кузгулар ифодаси.
5. Ботик кузгу ёрдамида буюм тасвирини хосил килиш.

Кузгуларнинг турлари: Ясси, паралел, сферкс, ботик, сферик коварик порабалик ва т.б курунишда булади.

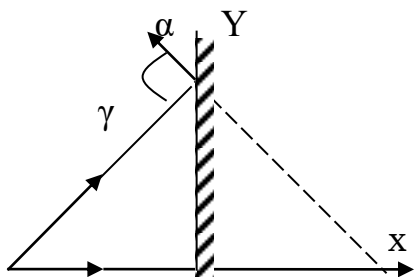
Улардан фойдаланиш максади:

- А) Нурларнинг йуналишларини узгартириш.
- Б) Нурларни бир нуктага туплаш.
- В) нурларни сочиш
- Г) Буюм тавсирини хосил килиш учун кулланилади.

Оптик системаларда фойдаланиладиган кузгуларни катта кунт билан тайёрланади. Биринчидан кузгу сифатида фойдаланиладиган шиша бир жинсли ва хар кандай нуксонлардан холи булишини таъмтинланади. Иккинчидан уларнинг шартлари сифатили аникланади. Кандай максадда ишлатилишига караб уларга керакли шакл берилади.

Сунг сиртларининг бирор томонга бирдай калинликда альюминий шакли копланади. Баъзи бир холда кумуш копланади.

Ясси паралле кузгу ёрдамида манба ва буюм тасвирини хосил килиш. Кузгуларда ёруглик нурлари ёрдамида буюм тасвирини хосил килишда, ёругликнинг тугри чизик буйлаб таркалиши, ёруглик нурларининг бир-бирига таъсир этмаслиги ва кайтиши конунларидан фойдаланамиз.



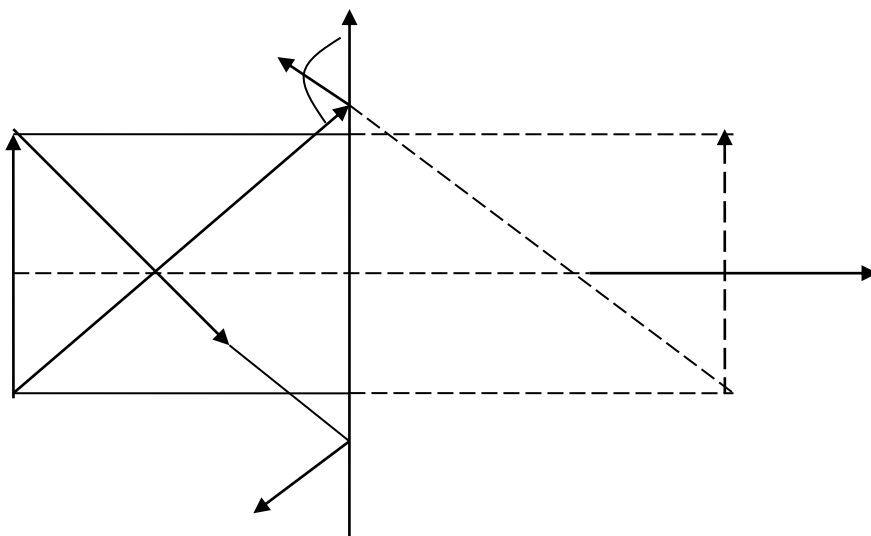
10-расм

Копланган томонига калта чизиклар (штрихлар) куйилади. Кузгудан X масофада A нуктавий манба жойлаштирилади. Унинг кузгудаги тасвирини аниклаш учун A нуктавий манбадан кузгуга караб таркалувчи иккита ёки учта нурларнинг йуналиши етарли (10-расм).

Биринчи нур A нуктадан K кузгуга тик тушсин. Y кузгунинг O нуктасидан кайтиш конунига асосан тик кайтади. Иккинчи нур кузгуга α бурчак билан O_1 нуктага тушсин. Тушиш бурчагини аниклаш учун кузгунинг O_1 нуктасига тик утказамиз ва α бурчак йуналишини

аниклаймиз. У соат мили йуналишига Карши йуналган (9-расм). Расмдан куриладиган биринчи ва иккинчи нурлар тугри чизик буйлаб йуналган. Улар бир-бири билан таъсирлашмайди ёки мустикил таркалади. Кайтиш конунига асосан иккинчи нур кузгунинг O_1 нуктасидан α_1 бурчак билан кайтади. Кайтиш бурчак йуналиши соат милининг харакат йуналиши билан мос келади. Кайтган биринчи ва иккинчи нурларни кузгунинг иккинчи томонига фикран давом эттирамыз (6-расмда). Бу пункт чизиклар ёрдамида курсатилган. Улар A_1 нуктада кесишади. Шундай килиб стигматик тасвир хосил килинади. Нуктавий манбанинг мавхум тасвири хосил килинади. Шундай килиб кузгуда хосил булган тасвир мавхум булади. Манба кузгудан кандай масофада турган булса, тасвир хам шундай масофада содир булади, яъни $AO=OA_1$.

Ясси кузгу ёрдамида бирор улчамга эга булган буюм тасвирини хосил килишда нуктавий манба тасвирини хосил килиш каби булади. Факат бунда чизмалар чалкашиб кетмаслиги учун буюмнинг учларида таркалувчи нурлар ёрдамида уларнинг тасвири хосил килиниб бир-бири билан тугри чизма билан туташтирилади (11-расм). Буюмнинг A чуққисидан таркалувчи иккита нурлар ёрдамида унинг A^1 тасвири хосил килинади. Буюмнинг B чуққисидан таркалувчи иккита нурлар ёрдамида унинг B_1 тасвири хосил килинади.



4-36-59

11-расм.

A_1 нуктани B_1 нукта билан тугри чизик ёрдамида туташтирсак A_1B_1 буюм тасвири хосил булади. Биринчидан AB буюм тасвири мавхум, иккинчидан тасвирнинг баландлиги буюм баландлигига тенг, нурлар $A^1B^1=AB_1$, учинчидан яси кузгудан кайтган нурлар A_1A ва A_2A_3 бир-бирларидан узоклашади, яъни таркалувчи нурлар булади.

Агарда таркалувчи нурлар ясси кузгуга тушса, хакикий тасвир хосил килинади. Бу вақтда манба мавхум булади.

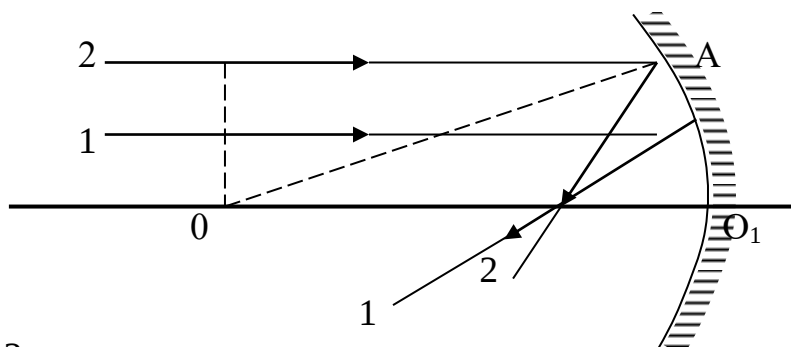
Геометрик оптиканинг айлантирувчи тамойили уринли булади. Шундай килиб ясси кузгулар ёрдамида ёруглик нурларининг йуналишини узгартириш

мумкин. Ясси кузгу ёрдамида ёруглик интенсивлигини ошириш мумкин эмас.

Ботик ва каварик кузгуларни сферик сиртлар ёрдамида хосил килинади. Маълумки, ҳар қандай сферани сферик маркази мавжуд. У эгрилик маркази деб номланади. Шар сегментининг O_1 чуққисини сферик кузгунинг кутби булади.

Эгирилиқ маркази O ва кузгунинг кутбини туташтирувчи тугри чизиклар кузгунинг бош уқи булади. Кузгунинг эгирилиқ марказидан утувчи бошка тугри чизиклар кушимча ёки ёрдамчи уқлар булади. Агарда параллел нур дасталари бош уқи йуналишда кузгуга тушса кузгудан қайтиб, унинг фокусидан тупланилади.

Кузгунинг кутби O_1 дан F фокусигача булган масофа кузгунинг фокус масофаси дейилади. Фокусдан утувчи ва бош уқка тик йуналган текислик фокал текислик булади. Фокусда тупланувчи нурлар дастаси бош оптик уқка яқин булишлари керак. Бундай нурлар **параллел нурлар** дейилади. Сферик сирт радиуси R ва унинг фокус оралиғи боғланишини курайлик .



12-расм.

12-расмда қуйидаги белгилашларни киритайлик. $O_1F=f$, $OF=x_1$, $OO_1=Qy$ у вақтда $f=R-x$ тенг. Учбурчак OFA тенг томонли булганлиги туфайли $R=2x\cos\alpha$. OCA учбурчак тугри бурчакли учбурчак, ундан $\sin\alpha=a/R$ оқибатда қуйидаги ифода хосил килинади:

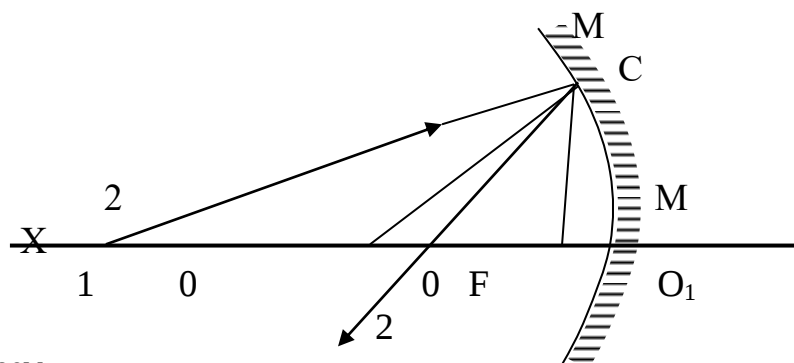
$$f = R \frac{R}{2\cos\alpha} = R \left(1 - \frac{1}{2\sqrt{1-\left(\frac{a}{R}\right)^2}} \right) \quad (34)$$

Параксиал нурлар учун $a/R \ll 1$ муносабат уринли булганлиги учун (34) ифодада a/R катталиқни инобатга олмасак булади.

Натижада:

$$f = R \left(1 - \frac{1}{2} \right) = \frac{R}{2} \quad (35)$$

Кузгу ифодасини келтириб чиқариш. Кузгу ёрдамида буюм тасвирини хосил қилишда, буюм тасвири қаерда, унинг катталиғи қандай, тасвир хақиқий ёки мавҳум ват угри ёки тунқарилганлиги хақидаги саволларга жавоб олиш лозим. Чизма сода ҳолда булиши учун бош оптик уқда жойлашган A нуқтавий манбанинг тасвирини курамиз (13-расм).



13-расм

А нуктавий манбадан таркалувчи 1 ва 2 нурлар тасвир хосил килиш учун етарли-1-нур кузгунинг O_1 кутбида кайтиб 1^1 йуналишда давом этади. А нуктадан чиккан 2-нур кузгунинг С нуктасига тушади. Кайтган 2^1 нурнинг йуналишини аниклаш учун С нуктага MN уринма уткзамиз ва уринманинг С нуктасига тик тушириш керак. 12-расмда у сфера радиуси $OC=R$ билан устма-уст тушади. Тушиш бурчаги α соат милининг йуналишига мос келади. Кайтиш бурчаги α^1 соат милининг йуналишига тескари йуналган. Кайтган 2^1 нур 1^1 нур билан Д нуктада кесишади. Шундай килиб Д нукта А нуктавий манбанинг тасвири булади. Бу ерда биринчи нур AO_1+O_1D масофани, иккинчи нур $AC+CD$ масофани бирдай вақтда утади. Белгилашлар киритамиз $AC=d$, $CD=t$, $AO_1=a$, $O_1D=b$. Натижада $d+t=a+b$ тенглик хосил килинади.

$V_1 ABCV_2 OCB$ ва $V_3 DCD$ учбурчаклардан ва $OC=OO_1=R_1$ $BO_1=C$, $CB=h$ белгилашлар асосида куйидаги тенгламалар системаси хосил килинади:

$$\begin{aligned} h^2 &= d^2 - (a-c)^2 = (d-a+c) \cdot 2a \\ h^2 &= R^2 - (R-c)^2 = 2RC \\ h^2 &= t^2 - (b-c)^2 \approx (1-b+c) \cdot 2b \end{aligned} \quad (36)$$

(36) тенгламалар системасидан биргаликда ечиб

$$d + t = a + b + \frac{c^2}{2} \left(\frac{1}{b} + \frac{1}{a} - \frac{2}{R} \right) \quad (37)$$

Тенглик хосил килинади ва ундан

$$\frac{1}{b} + \frac{1}{a} = \frac{2}{R} \quad (38)$$

Кузгу ифодасига келамиз (36) ифода ва (38) ифодани биргаликда куйидагича ёзиш мумкин:

$$\frac{1}{b} + \frac{1}{a} = \frac{1}{f} \quad (39)$$

Шундай килиб учта катталиклар узаро боғланган. Буюм ва унинг тасвир вазиятлари, фокус масофалар (39) ифода асосида узвий боғланган а ва b кийматларни мусбатлиги тасвирнинг хакикийлигидан далолат беради.

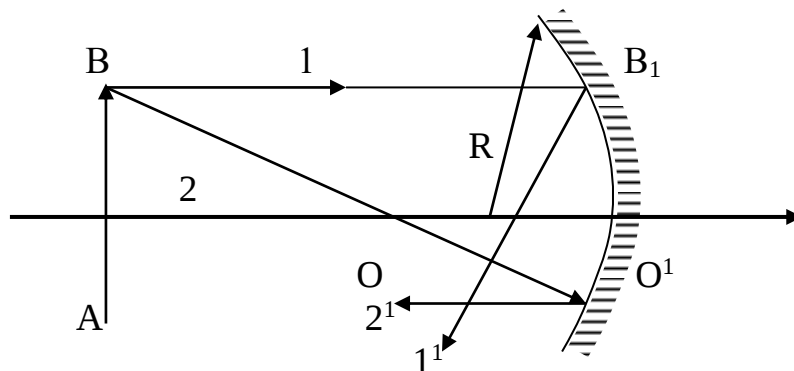
Каварик кузгу учун ифода куйидагича ифодаланади:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \quad (40)$$

Буюм тасвирининг катталигини буюм катталигига нисбати катталаштиришни аниқлайди. Унинг ифодаси

$$\Gamma = \frac{b}{a} \quad (41)$$

Ботик кузгу нур дасталарини йигади, каварик кузгу эса сочади. Ботик кузгу ёрдамида буюм тасвирини ҳосил қилиш АВ буюмнинг ботик кузгу ёрдамида ҳосил қилиш учун буюмнинг А ва В чуққиларидан таркалувчи иккита нурлар етарли (14-расм).



В чуққисидан чикувчи 1 нур OO_1 бош оптик уққа параллел йуналган, у кузгунинг B_1 нуктасидан қайтиб F фокусдан утади. Иккинчи нур В чуққидан чиқиб кузгунинг F фокусидан утиб кузгудан қайтганда қайтган 2^1 нур OO_1 бош оптик уққа параллел йуналади ва B_1 нуктада 1^1 нур билан кесишиб В чуққининг тасвирини ҳосил қилади. Худи шундлай чизмани А чуққидан чикувчи иккита нурлар учун бажариб, унинг A^1 тасвири топишади. A^1 ва B^1 нукталарни тугри чизик билан туташтириб тасвир катталигини аниқлаймиз.

Тегишириш саволлари:

1. Кузгуларнинг қандай турлари бор?
2. Кузгулардан қандай мақсадларда фойдаланилади?
3. Ясси кузгу ёрдамида манба тасвирини қизинг.
4. Ясси кузгу ёрдамида буюм тасвирини қизингда нечта нурлардан фойдаланилади?
5. Ботик кузгунинг қандай параметрлари бор?
6. Ботик кузгунинг эгрилик радиус ива фокус оралиги қандай боғланган?
7. Ботик кузгу ифодасини ҳосил қилишда нечта учбурчаклардан фойдаланилади?
8. Ботик кузгу ифодасида қандай физик катталиклар узаро боғланган?
9. Ботик ва каварик кузгу ифодалари бир-бирларидан нима билан фарқ қилади?
10. Кузгунинг катталаштириш ифодасини ёзинг.
11. Ботик кузгу ёрдамида буюм тасвирини ҳосил қилиш учун нечта нурнинг йуналишини билиш етарли?

Таянч тушунчалар:

1. Сферик кузгунинг кутби – унинг энг баланд нуктаси.
2. Бош оптик ук – сфера маркази ва кутбидан утувчи тугри чизик.
3. Параксиал нурлар – оптик бош укнинг ёнидан йуналган нур дасталари.
4. Фокакус – сферик кузгудан кайтган нур дасталарининг тупланадиган нуктаси.
5. Фокал текислик – сферик кузгунинг фокусиди ва бош оптик укида тик жойлашган текислик.

Адабиётлар:

1. Е.И.Бутиков «Оптика» Москва. «Высшая школа». 1986 г. 329-337 б.
2. Г.С.Ландсберг «Оптика». Москва. «Наука». 1978 г.

7- Маъруза

МАВЗУ: ЛИНЗАЛАР ВА ЛИНЗАЛАР ЁРДАМИДА БУЮМ ТАСВИРИНИ ХОСИЛ КИЛИШ.

РЕЖА:

1. Линза турлари ва улардан фойдаланиш асослари.
2. Линзаларнинг параметрлари
3. Линза ёрдамида буюм тасвирини ҳосил қилиш

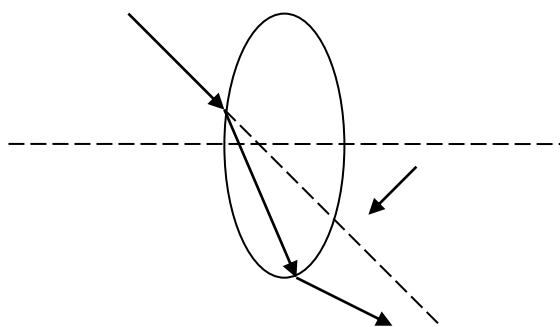
Хамма оптик асбобларда асосий қисмлардан бири линза ҳисобланади. Линзани шаффоф бир жинсли сферик сиртлар билан чекланган шиша ёки пластмассадан тайёрланади. Ҳар қандай линзадан ёруғлик нури ўтганда у икки марта синади. Шу сабабдан линза ёрдамида буюм тасвирини ҳосил қилишда ёруғликнинг синиш қонунидан фойдаланамиз. Линзалар 2 хил бўлади:

А) **Йигувчи линза:** ясси қаварик, ботик қаварик, икки томони қаварик. Йигувчи линзаларнинг ўртаси четларига нисбатан қалин бўлади.

Б) **Сочувчи линза:** ясси ботик, икки томони ботик. Сочувчи линзаларнинг ўртаси четларига нисбатан юпка бўлади.

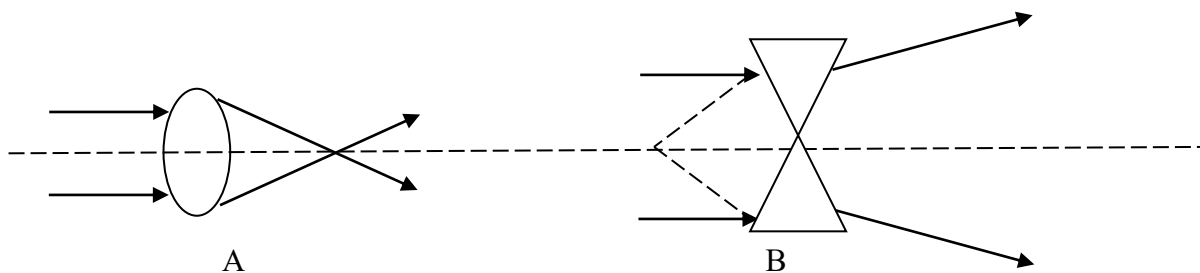
Линзалар ёрдамида нурлар дастасини қеракли мақсадга қараб ўзгартирамиз

Линзаларнинг параметрлари. Бунда асосан юпка линзаларни ўрганамиз. Линзаларнинг қалилиги унинг эгрилик радиусидан кичик бўлса, юпка линза ҳисобланади. юпка линзаларда унинг марказидан ўтувчи нурларнинг силжиши d ҳисобга олинмайди (15-расм).



15-расм.

юпка линзаларда сферик сирт қутблари бир-бирига жуда яқин ёки ўстма-ўст тушади деб қараб қилинади ва у нуқтани линзанинг оптик маркази дейилади. Оптик марказ ва сфера марказларидан ўтувчи тугри қизик бош оптик ўқи бўлади. Линзанинг марказидан ўтувчи бошқа тугри қизиклар қушимча ўқларни ташкил этади. Йигувчи ва сочувчи линзаларга параллел нур дасталари туширилса (16 а ва в расм)

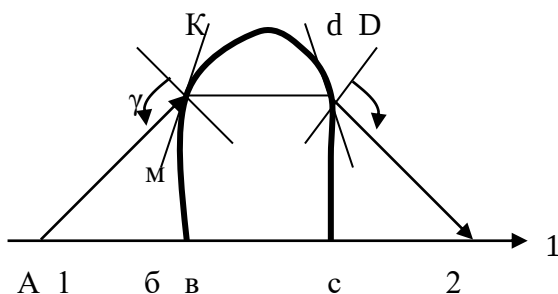


Йигувчи линзадан синиб утгандан кейин улар F нуктадан кесилиб утади. Сочувчи линзада синган нурларнинг узлари эмас уларнинг давоми F нуктадан кесишади.

F нукта линзанинг фокуси. Йигувчи линзада фокуси хакикий сочувчи линзада мавхум. Геомтерик оптиканинг айланиши тамойилига асосан линзанинг иккинчи томонида ҳам фокуси мавжуд иккита фокуслар линхага нисбатан симметрик бир хил масофада жойлашади.

Фокусдан утувчи ва бош оптик укка тик жойлашган текслик фокал текслик булади. Линза марказидан унинг Фокусигача масофа фокус масофа дейилади. Линзанинг оптик кучи унинг фокус масофасига тескари катталиқ. Йигувчи линза узидан синиб утган нур дасталарини кичик майдонга туплангани учун ёруғлик энергиясини оширади. Сочувчи линза ёруғлик дасталарини таркатганлиги учун ёруғлик энергиясинини камайтиради.

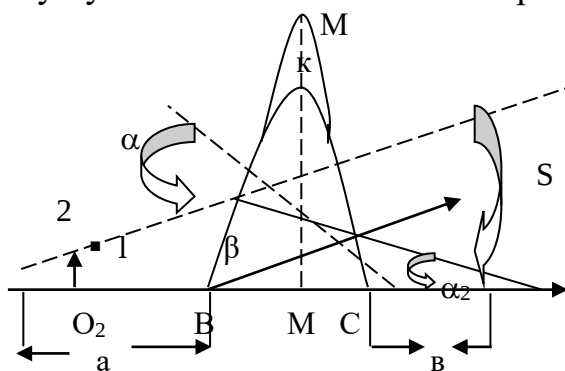
Линза ифодасини келтириб чиқариш (17 расм)



Радиуслар R_1 ва R_2 га тенг, сфера марказларни O_1 ва O_2 булган икки томонлама коварик линза ёрдамида A нуктавий манбанинг тасвирини хосил қилишини кураимиз. Линзанинг синдириш курсаткичи n_1 линза жойлашган мухитнинг синдириш курсаткичи n_2

A Нуктавий манбадан чиккан 1 нур линзанинг бош оптик уки буйича йуналган, у линзадан синмасдан утиб 1_1 йуналишда давом этади. A нуктавий манбадан чиккан иккинчи 2 нур линзанинг K нуктасига тушган. Тушиш бурчагини аниқлаш учун K нуктага MN уринма утказамиз ва уринманинг K нуктасига тик тушираимиз. Натижада тушиши бурчаги B саот миллининг йуналишига карама-карши йуналганю Агарда $n_1 > n_2$ булса ёруғликнинг синиши конунига линза ичкарасига туган 2 нур тикка караб кичик бурчакка синади. Синиш бурчаги B ҳам саот миллининг йуналишига тескари булади. Линза ичкарасидаги нур 2 йуналишини давом эттириб унинг D нуктасига келади. Нурнинг D нуктадан кандай бурчак билан чиқишни аниқлаш учун у нуктага TP уринма утказамиз ва уринманинг D нуктасига тик тушираимиз. Ёруғликнинг синиши конунига асосан D нуктасидан линза марказига караб катта бурчакда чиқиб 2^1 йуналишда давом этади ва 1^1 нур билан A^1 нуктадан кесишади.

Бу нукта A^1 А манбанинг тасвири булади. (18 расм)



18-расм

Чизмада бурчак $\bar{b} = a_1 + a_2 - \beta - \beta^1$

$$a = B + B^1 \quad n_2 a_1 = n_1 \beta \quad \text{ва} \quad n_1 \beta^1 = n_2 \alpha_1$$

Натижада $\bar{b} = \left(\frac{n_1}{n_2} - 1 \right) \alpha$ Чизмадан

$$\bar{b} = \varphi_1 + \varphi_2 \quad a = \gamma_1 + \gamma_2$$

(Y₂)

$$\varphi_1 + \varphi_2 = \left(\frac{n_1}{n_2} - 1 \right) (\gamma_1 + \gamma_2) \quad (42)$$

Юпка линза булгани учун к нукта линзанинг икки тамонида бир хил баландликда булиб уни h билан белгилаймиз φ ва γ бурчаклар кичик булгани туфайли

$$\frac{h}{a} = \lg \varphi_1 = \varphi \quad \text{ва} \quad \varphi_2 = \frac{h}{b} : \quad \gamma_1 = \frac{h}{R} \quad \gamma_2 = \frac{h}{R_2} \quad (43)$$

(43) ифодаларни (42) ифодага куйсак тубандаги ифода хосил булади

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{n_1 - n_2}{n_2} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (44)$$

(44) тенгликнинг унг тамони линза шаклини хосил килишда кулланилади ва уни $\frac{1}{F}$ билан тенглаштирамиз яни

$$\frac{1}{F} = \frac{n_1}{n_2} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (45)$$

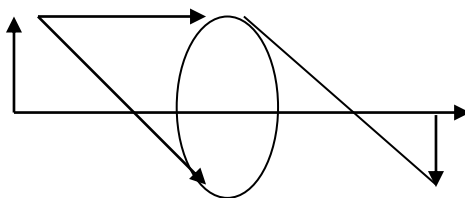
Шундай килиб линзанинг фокус масофаси эгрилик сиртлар радиуси, шишанининг синдириш курсаткичи n_1 мухитнинг синдириш курсаткичи n_2 га боглик ифодани к-гига ёзамиз.

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \quad (46)$$

(46) ифодадан тасвирнинг вазияти в булан вазияти а ва линзанинг рокус масофасига боглик.

Линза ёрдамида булом тасвирини хосил килиш учун камида 3 та нурларнинг йуналишини билиш етарли (19-расм) Биринчи нур 1 буюмнинг А чуққисидан чиқиб бош оптик ук йуналишида булиб линзадан синмасдан утади 1¹ нур Иккинчи нур 2 в чуққидан чиқиб бош оптик укка параллел йуналсин, линзадан синиб утиб унинг иккинчи тамонидан фокусини кесиб утади. 2 нур учунчи нур 3 линзага фокусдан утиб тушади. У линзадан бош оптик укка параллел курунишда 3¹ нур шаклида таркалади.

У 2¹ нур билан кесишган нуктасида В чуққининг тасвирини В¹ хосил килади. В1 нуктадан бош оптик укка тик тушурсак А чуққининг тасвири А1 нинг вазияти аникланади.



Буюм тасвири хақиқий ва тункарилган. Тасвир катталигини А 1В 1 буюм катталиги АВ га нисбатан линзанинг катталаштиришни билдиради. Унинг ифодаси куйидагича:

$$\Gamma = \frac{A^1B^1}{AB} = \frac{b}{a}$$

Текшириш учун саволлар:

1. Линзанинг кандай шакллари бор?
2. Линзалардан кандай мақсадларда фойдаланилади?
3. Йигувчи ва сочувчи линзаларнинг фарқи нимада?
4. Линза ифодасини келтириб чиқаришда ёругликнинг қайси қонунидан фойдаланилади?
5. Линза ифодасини ёзинг.
6. Линзанинг фокуси кандай катталикларга боглик?
7. Линза ёрдамида буюм тасвирини хосил қилишда кандай нурлардан фойдаланилади?
8. Линзаларнинг катталаштириш ифодасини ёзинг.
9. Линзанинг бош оптик уқи кандай аникланади?
10. Линза учун геометрик оптикадаги айланиш тамойили уринлими?

Адабиётлар:

1. Н.М.Годжаев «Оптика». Москва. «Высшая школа» 1977. 176-179 б.
2. Г.А Зисман, О.М. Тодес. «Курс общей физики» Т.3. Изд. «Наука». Москва 1972. 50-56 б.

8- Маъруза

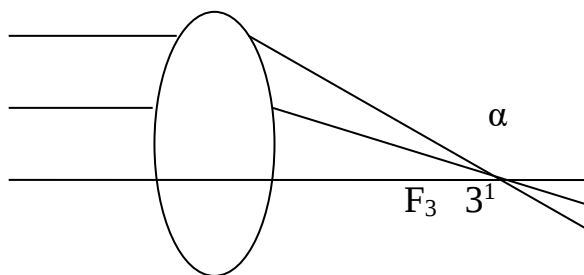
МАВЗУ: ЛИНЗАНИНГ КАМЧИЛИКЛАРИ

Дарсдан мақсад: Биринчидан кундалик ҳаётимизда нуқтавий манба ҳосил қилиш мураккаб иш. Иккинчидан ҳар қандай оптик линзаларни параксиал нурлар билан ёритиш мумкин эмас. Шу сабабдан линзаларда қузатиладиган асосий камчиликлар билан танишиш.

Р Е Ж А:

1. Сферик абберация
2. Хроматик абберация
3. Астигматизм
4. Кома дисторсия.

Параллел нур дасталари линзанинг бош оптик укига параллел ҳолда ёритилсин. (20-расм).



Бош оптик уққа яқин нурлар уни К нуктада қесиб утса линзанинг чеккасига тушган нурлар бош оптик уқни К2 нуктада қесиб утади. Натижада линза фокусида нуқтавий манзара қузатилмай, маълум улчамга эга булган доира шаклида ёруғ доғ ҳосил булади.

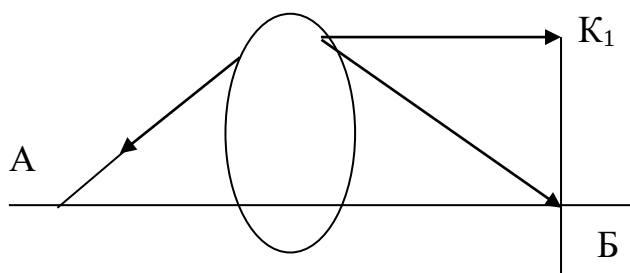
У маърузада линза ифодасини келтириб чиқаришда ёруғликнинг синиш қонунидан фойдаланганимизни эслайлик. Линзага тушаётгана нурлар унинг бош оптик уқидан қанча узок булса, уни синиш қонуни узгармаслиги керак. Лекин тушаётган нурлар қанча узок булса, уни синиш қонуни узгармаслиги керак. Лекин тушаётган нурлар қанчалик параксиаллик шартидан узоклашса шунчалик линзага тушиш бурчаги ошади. Натижада синиш бурчаги ҳам ошади. Шу сабабдан бош оптик уқдан узокрок жойлашган нурлар линзадан утгандан кейин қаттарок синиб унга яқинрок жойда оптик уқ билан қесишади. Оқибатда линзадан утган нурлар бош оптик уқининг К₁ ва К₂ нукталар оралигида ёрик доғ ҳосил иқлади. Бундай ҳодисага **сферик абберация** дейилади. Сферик абберация қатталиги $\delta = f_2 - f_1$ ифода билан аниқланади. f_2 чекка нурнинг фокус масофаси, f_1 марказий нурнинг фокус масофаси. Йигувчи линзалар учун $\delta > 0$ булади.

Сферик абберацияни қамайтириш мақсадида линзанинг олдига диаграмма қуйилади. Унинг вазифаси мумкин қадар линзадан параксиал нурларни утқизиш. Лекин бундай ҳолда линзадан утган ёруғлик интенсивлиги қамаяди. Баъзи бир ҳолларда сферик абберацияни қамайтириш мақсадида йигувчи ва сочувчи линзалардан биргаликда фойдаланилади.

Хроматик абберация. 7-маърузада линза ифодаси қуйидагича қуринишда берилган:

$$\frac{1}{F} = \frac{n_1}{n_2} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad \text{яъни линзанинг фокус масофаси унинг синдириш}$$

курсаткичига боғлиқ. Маълумки синдириш курсаткичининг катталиги линзага тушаётган тулкин узунлигига боғлиқ. Шу сабабдан линзани ок ёруглик билан ёритсак дисперсия ходисаси туфайли ёруглик рангларга ажралади. Хар бир рангли нурлар учун алохида фокус масофаси мавжуд. Натижада кузатилган тасвир хар хил ранглар курунишида кузатилади. (21-расм).



Расмда курунаётган кизил нурнинг линзада синиш катталиги кичик булганлиги сабабли унинг фокус масофаси линзага якинрок. Бу ходисага **хроматик абберация** дейилади. Хроматик абберация туфайли о кнур таркатувчи буюм тасвирининг чеккалари рангли курунади. Хроматик абберация кузатилмаслиги учун телескопларда эгри кузгулардан фойдаланилади.

Астигматизм. Нуктавий манбадан таркалувчи нурларнинг тулкин сирти сферик сиртдан иборат булади. Тулкин сирти шаклнинг бир жинсли ва изотроп мухитда узгартирмайди. Биринчидан биз таъкидлаганимиздек хаётда нуктавий манба йук, иккинчидан нур дасталари линзадан утиш жараёнида кушимча ходисалар руй беради. Натижада уларнинг тулкин сирти деформацияланади. Яъни стигматик шартдан четлашади. Линзаларда кузатилувчи бундай ходисани **астигматизм** дейилади.

Кома, дисторсия. Хама линзаларга оид бошка турдаги камчиликлар хам мавжуд. Линзанинг бош оптик укида жойлашмаган хар кандай манба тасвирида думли ёруг дог хосил булади. Бундай турдаги камчилик **кома** номига эга. Хар кандай линза радиуси буйлаб хар хил катталаштириш хусусиятига эга, яъни линза маркази катталаштиришига тенг эмас. Шу сабабдан буюм тасвирининг шакли бочка ёки ёстик курунишда булади. Линзанинг бундай камчилиги **дисторция** дейилади. Дисторцияни камайитириш учун оптик системаларда линзалар туркумидан фойдаланилади.

Текишириш учун саволлар:

1. Линзада кандай камчиликлар бор?
2. Сферик абберациянинг кузатилишига нима сабаб булади?
3. Сферик абберация нима?
4. Хроматик абберациянинг кузатилишига нима сабаб булади?
5. Хроматик абберация нима?
6. Линзаларда нима сабабдан астигматизм кузатилади?
7. Кома ва дисторция кандай камчиликлар?

Таянч тушунчалар:

1. Абберрация - оптик система хосил килувчи тасвир камчиликлари.
2. Сферик абберрация – оптик системаларда параксиал булмаган нурлардан фойдаланиш туфайли вужудга келади.
3. Хроматик абберрация – оптик системаларда монохроматик булмаган нурлардан фойдаланиш туфайли вужудга келади.
4. Дисторция – оптик система ёрдамида хосил килинган буюм тасвири ва буюм орасидаги геометрик ухшашликларнинг бузилиши.
5. Кома – оптик системаларда манбадан кия нурлар тушганда кузатиладиган носимметрик тасвир.

Адабиётлар:

1. Г.А Зисман, О.М. Тодес. «Курс общей физики» Т.3. Изд. «Наука». Москва 1972. 56-60 б
2. Н.М.Годжаев «Оптика». Москва. «Высшая школа» 1977. 186-198 б.

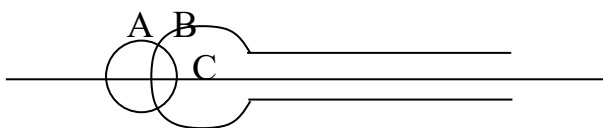
МАВЗУ: КУЗНИНГ ОПТИК СИСТЕМА СИФАТИДА ИШЛАШИ

Дарсдан мақсад: Инсон ташки оламни факат куз билан куради. Ёруғлик манбаларидан, жисмлардан таркалаётган ёруғлик нурларини қандай куради ва қуриш чегараси билан танишиш.

Р Е Ж А:

1. Кузнинг оптик система сифатида тузилиши.
2. Кузнинг аккомодацияси
3. Қуриш бурчаги
4. Кузнинг ажрата олиш қобилияти

Куз қосасининг шартли чизмаси 22-расмда келтирилган А бўлимда сувсимон намлик билан яъни оптик қосаси бўйича сувга яқин бўлган суюқлик. В куз гавҳари, унинг 1,4 дан бироз каттароқ С шишасимон жисм унинг синдириш қурсаткичи сув қабидир.



А, В, С, -лар кузнинг оптик системасини ташкил этади. Линзадан фарқли бу системаларнинг фокус масофалари ўзгариб туради. Куз мушакларининг таъсирида гавҳар сиртидаэгрилик радиуси ўзгаради.

Буюм тасвири кузнинг орқа томонида жойлашган тур пардада қосил бўлган. Бу ерда ёруғлик энергияси одамнинг сезгир асаб системасига таъсир этиб миёда буюм тасвири қосил бўлади. С-шишасимон жисмнинг синдириш қурсаткичи n -га тенг бўлганда куз учун фокус масофа ифодасини қуйидагича ёзиш мумкин:

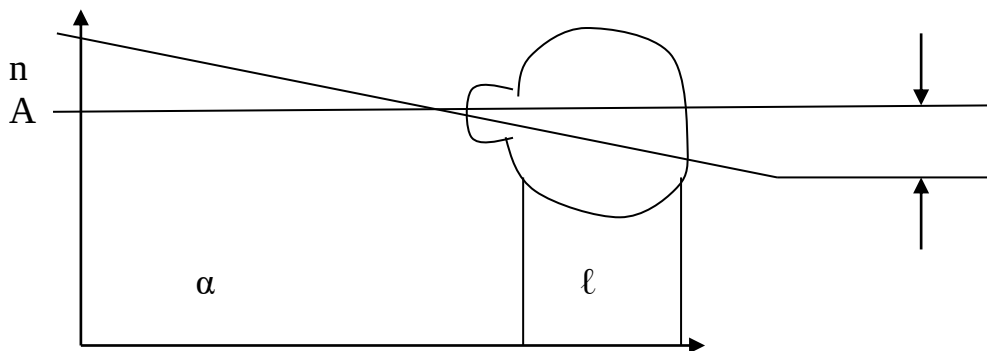
$$\frac{n}{b} - \frac{1}{a} = \frac{1}{f} \quad (48)$$

f гавҳарнинг фокус масофаси. Куз учун n ва v ўзгармас. Шу сабабли ҳар хил масофада a жойлашган буюм тасвири куз турида қосил бўлиши учун f -гавҳар фокус масофаси ўзгариши керак. Унинг учун алоҳида асаблар гавҳарни деформацияланиб, эгрилик радиусини ўзгартиради. Бундай ҳодисага кузнинг **аккомодацияси** дейилади. Аккомодация туфайли буюм вазияти бирор масофадан чексизликкача ўзгариши мумкин. Жисм чексизликкача жойлашган бўлса, унинг нормал куздаги тасвири тур пардада бўлади. Бу вақтда гавҳар чексизликкача аккомодацияланади ва унинг оптик қучи минимал бўлади.

Жисм кузга яқинлашадиган бўлса, у ҳолда гавҳарнинг эгрилиги катталашади. Жисм қанча яқин бўлса, унинг ўзгаришлари тахминан 60-0 диаметр чегарасида бўлади.

Тур пардадаги тасвирнинг катталиги факат буюм катталигига боғлиқ бўлмай, унинг куздан узоклигига, яъни жисмнинг қуриниш бурчагига ҳам боғлиқ. Шунга кура қуриш бурчаги тушунчаси киритилади. Бу буюмнинг четки нукталаридан чиқиб мос тугун нукталаридан утувчи орасидаги бурчакдир (23-расм).

В



23-расм

Расмдан қуринадики

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{\ell} \quad (49)$$

Қуриш бурчаги қирич бўлганлиги учун (49) ифодани қуйидагича ёзамиз:

$$\alpha = \frac{h}{\ell} \quad (50)$$

Кузнинг ажарата олиш қобилиятини тасвирлаш учун энг кичик қуриш бурчагидан фойдаланилади, бу бурчакда одим Кузи буюмнинг икки нуктасини ҳам ажарата олиш қобилиятига эга бўлади. Бу бурчак тахминан 1° га тенг. Бу энг яхши қуриш масофаси турган нукталарининг ораси 70 мкм га тенг.

Тегишириш саволлари:

1. Куз қанча қисмдан иборат?
2. Тур парданинг вазифаси.
3. Куз учун фокус масофа ифодасини ёзинг.
4. Аккомодация қандай ҳодиса?
5. Кузнинг қуриш бурчаги нима?
6. Энг кичик қуриш бурчаги нима?

Таянч тушунчалар:

1. Энг яхши қуриш масофаси соғлом одам учун 25 см га тенг.
2. Аккомодация – кузнинг ҳар хил узокликда жойлашган жисмларни равшан қуришга мослаша олиш.

Адабиётлар:

1. Г.А Зисман, О.М. Тодес. «Курс общей физики» Т.3. Изд. «Наука». Москва 1972. 61-63 б.
2. А.Н.Матвеев «Оптика». Москва. «Высшая школа». 1985 г. 141-142 б.

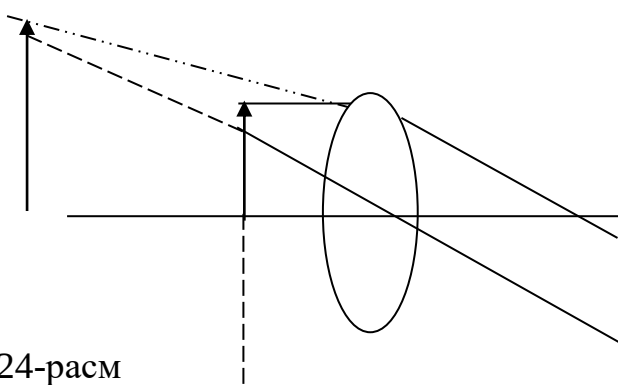
МАВЗУ: ОПТИК АСБОБЛАР

Дарсдан максад: Куз билан узокдаги ва кичик жисмларни куриш мумкин булмай колган вақтда кушимча асбоблардан фойдаланилади. Бундай асбобларнинг вазифаси куриш бурчагининг ошишидир. (Лупа, микроскоп, телескоп в.б.)

Р Е Ж А:

1. Лупа
2. Микроскоп
3. Телескоп
4. Фотоаппарат
5. Проекцион аппарат

Лупа – киска фокусли йигувчи линза ёки линзалар туркумидан иборат. Баландлиги y га тенг АВ буюмни линза ва фокус оралигида мумкин кадар фокусга якин жойлаштирилади.



24-расм

Йигувчи линза ёрдамида тасвир хосил килиш коидасига асосан учта нурнинг йуналиши етарли. Биринчи нур буюмнинг А чуккисидан чикиб лупага тушади. Ундан кисман кайтади, кисман синмасдан утади. Иккинчи нур 2В чуккисидан чикиб, лупанинг бош оптик укига параллел йуналган у лупадан синиб утади.

Синган 2^1 нурни буюм томонга тугри давом эттирамыз. Учинчи нур 3 буюмнинг В чуккисидан чикиб лупа марказидан синмасдан утади. Уни ҳам буюм томон давом эттирамыз. Сабаби В чуккисидан чиккан икки нурлар линзадан утгандан кейин таркалади, яъни узоклашади. 2^1 ва 3^1 нурлар нуктадан лупанинг бош оптик укига тик туширсак у A^1 нуктада кесишади ва буюм А чуккисидан мавхум тасвири хосил булади. $A^1 B^1$ буюмнинг тугри катталашган мавхум тасвири $A^1 B^1 = y^1$ ни куриш бурчаги α^1 куриш бурчак ифодаси:

$$\operatorname{tg} \alpha^1 = \frac{y}{f} \quad (51)$$

Куздан 25 см масофадаги АВ буюмга кузнинг узи билан караганимизда у α бурчак остида куринар экан. Унинг ифодаси:

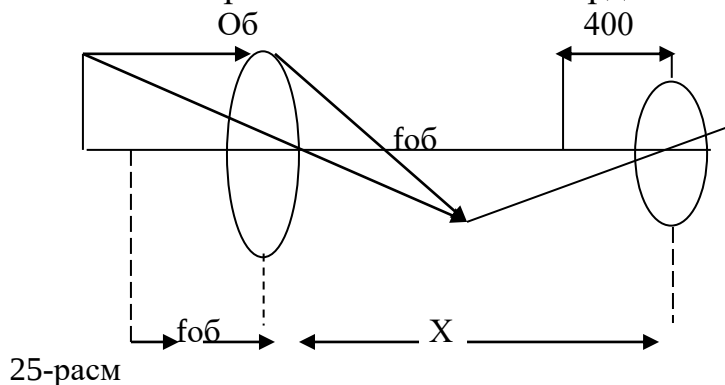
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y}{25} \quad (52)$$

25 см масофа соғлом одамнинг буюмни равшан куриш масофаси. Лупанинг бурчак катталаштириш ифодаси

$$A = \frac{\frac{y}{f}}{\frac{y}{25}} = \frac{25}{f} \quad (53)$$

Лупанинг фокус масофасини кичиклаштириш учун линзанинг эгрилик радиусини ҳам кичикрайтириш лозим.

Микроскоп у улчами жуда кичик жисмларни куришга мулжалланган оптик система. Микроскоп иккита линзалардан ташкил топган (25 расм).



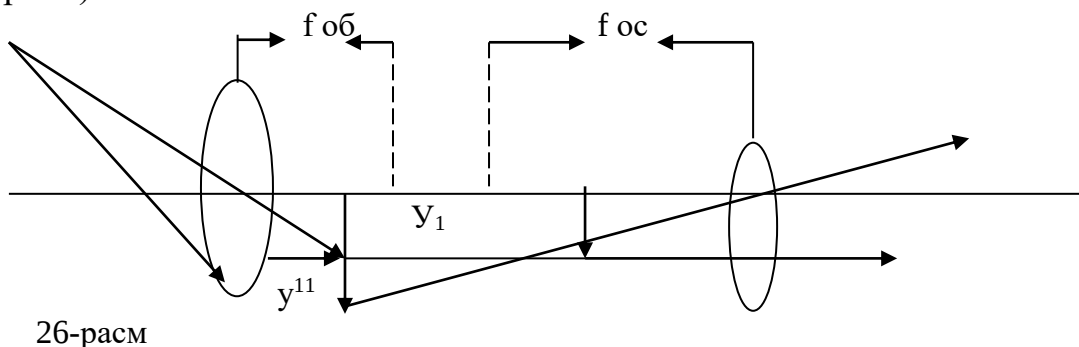
Расмга синчиклаб каралса у буюм объектив дейиладиган линзанинг фокусига якин жойлаштирилган буюмнинг **У 1** тасвири аввалги маърузаларда тула ёзилган. Тасвир буюмга нисбатан катлашган булади, унинг вазияти окуляр ва фокус оралигида фокус якин жойлашган. Окуляр лупа вазифасини бажаради.

Буюмга якин линза объектив сузга якин линза окуляр булади. Бу иккита линзалар бир бирига нисбатан ҳаракатланадиган труба (тубусга) маҳкамланган. Тубус узунлиги X-ни узгартириб, $X / f_{об}$ марта катталанганни окуляр орқали лупа сифатида кузатилади. Шундай қилиб микроскопнинг тула бурчак катталаштириш ифодаси қуйидагича аниқланади :

$$A = \frac{x}{f_{об}} * \frac{25}{f_{оо}} \quad (54)$$

$X / f_{об}$ нисбат ката булганда микроскоп 1500-2000 марта катталаштириш мумкин.

Телескоп узокда жойлашган катта жисмларни кузатиш учун фойдаланилади. Телескоп объектив ва қиска фокусли окулярдан тузилган (26 расм)



Объектив фокусидан ташкарида окулярга якин жойда у буюмнинг оралик тасвири $У_1$ хосил булади. Унинг окуляр ёрдамида катталашган мавхум $У_2$ тасвири хосил килинади.

Телескопнинг натижавий бурчак катталаштириш ифодаси

$$A = f_{ob} / f_{ok} \quad (55)$$

куринишда булади.

Фотоаппарат фотоаппаратда буюм тасвири йиғувчи линзалар системаси ёрдамида хосил килинади. Буюмга масофа икки фокус масофасидан ката булиши керак. $a \gg 2f$. Натижада тасвир кичиклашган ва тунтарилган холда хосил булади. Тасвирнинг аниклигини ошириш учун объектив шундай силжитиладиган $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ ифода уринли булганга қадар.

Проекцион аппарат проекцион аппаратда тасвир линзалар туркумидан ташкил топган объектив ёрдамида хосил килинади. Буюм объектив олдида бир фокус ва икки фокус оралигида жойлаштирилади, яъни $f < a < 2f$. Тасвир объективнинг иккинчи томонида икки фокус масофасидан ката жойлар хосил булади. $b > 2f$. Тасвир хақиқий катталашган ва тунтарилган куринишда булади. Тасвир аникланганини ошириш учун объектив силжитилади.

Тегишириш саволлари :

1. Лупа кандай линзадан иборат?
2. Лупа кандай мақсадда фойдаланилади ?
3. Лупа ёрдамида буюм тасвирини кандай хосил килинади?
4. Лупанинг куриш бурчаги ифодасини ёзинг ?
5. Лупанинг бурчак катталаштириш кандай аникланади?
6. Микроскоп кандай линзалардан ташкил топган.?
7. Микроскопда линзалар бир-бирига нисбатан кандай жойлашган?
8. Микроскоп ёрдамида буюм тасвири кандай катталаштирилади?
9. Микроскопнинг катталаштириш ифодасини ёзинг ?
- 10.Телескоп кандай линзалардан тузилган?
- 11.Телескопда линзалар бир-бирига нисбатан кандай жойлашган?
- 12.Телескопнинг катталаштириш ифодасини ёзинг?
- 13.Фотоаппаратда буюм кандай масофада жойлашиши лозим?
- 14.Фотоаппарат ёрдамида кандай тасвир хосил килинади?
- 15.Проекцион аппаратда буюм вазияти қаерда булиши керак?
- 16.Проекцион аппаратда тасвир кандай куринишда булади?

Таянч тушунчалар :

1. Лупа қиска фокусни бита ёки бир нечта сферик линзалар туркуми?

2. Микроскоп кузга куринмайдиган жисм тасвирини куп марта катталаштирувчи асбоб?
3. Телескоп узок масофадаги кузатувчи оптик асбоб.

Адабиётлар :

- 1) Г. А. Зимсан, О.М. Тодес «Курс общей физики». Т3 Изд «Наука» Москва 1972 С 63-66.
- 2) А.Н. Матвеев. «Оптика» Москва «Высшая школа» 1985 с 140-144.

**МАВЗУ: ФИЗИКАВИЙ ОПТИКА. МАКСВЕЛЛ ТЕНГЛАМАСИНИНГ
ДИФФЕРЕНЦИАЛ КУРИНИШИ. МУХИТДА
ЭЛЕКТРОМАГНИТ ТУЛКИНИНИНГ ТЕЗЛИГИ
ЭЛЕКТРОМАГНИТ ТУЛКИНИНГ КУНДАЛАНГЛИГИ.**

Максад: Диэлектрик мухит учун Максвелл тенгламаси уринли эканлигини курсатиш, Максвелл дифференциал тенгламаси ечими тулкин тенгламасини ҳосил қилишни исботлаш. Ёруғлик тулкин тенгламасини ҳосил қилишни исботлаш. Ёруғлик тулкин ва тез узгарувчан электр ва магнит майдонига эга. Кундаланг тулкин ва унинг мухтида тарқалиши мухитнинг электр ва магнит хусусиятларига боғлиқлигини курсатиш.

Р Е Ж А:

1. Максвеллнинг дифференциал тенгламаси.
2. Чегаравий шартлар.
3. Тулкин тенгламаси қуриниши.
4. Тулкиннинг мухитда тарқалиши.
5. Электромагнит тулкиннинг кундаланглиги.

Физиканинг электр бўлимидан маълумки, Максвеллнинг дифференциал тенгламаси қуйидаги қуринишда бўлади.

$\text{div } \mathbf{D} = 4\pi\rho$ (56) электр майдон манбаси учун.
 $\text{div } \mathbf{B} = 0$ (57) магнит майдон манбаси учун.

$$\text{rot} \mathbf{E} = (1/C) \mathbf{aB} / dt \quad (58)$$

электр ва магнит майдон узаро координата ва вақт бўйича боғлиқлиги

$$\text{rot } \mathbf{H} = (4\pi/C) \mathbf{j} + (1/C) d\mathbf{D} / dt \quad (59)$$

$$\mathbf{D} = \epsilon \mathbf{E}; \quad \mathbf{B} = \mu \mathbf{H}; \quad \mathbf{j} = \sigma \mathbf{E} \quad (60)$$

Модданинг электр ва магнит хусусиятини эътиборга олувчи тенглик.

2.Чегаравий шартлар.

а) бир жинсли мухит учун $\epsilon = \text{const}$ $\mu = \text{const}$

б) электр токини ўтказмайдиган мухит учун $\sigma = 0$ ёки $\rho = 0$.

Натижада $4\pi\rho = 0$ ва $(4\pi/c) \mathbf{j} = 0$ бўлади.

3.Тулкин тенгламасининг қуриниши .

(56), (57) ва (59) тенгламалардан чегаравий шартларни ҳисобга олиб қуйидаги тенгламани ҳосил қилиш мумкин.

$$\Delta E = \frac{\varepsilon \mu d^2 E}{c^2 dt^2} = 0 \quad (61)$$

$$\Delta H = \frac{\varepsilon \mu d^2 H}{c^2 dt^2} = 0 \quad (62)$$

(61) ва (62) тенгламалар тулкин тенгламасининг айнан узидир.

4. Тулкининг мухитда таркалиши.

Электромагнит бир жинисли диэлектрик мухитда таркалса, (шишада) $Y=1$ булади. $E \neq 1$ ва $M \neq 1$ булади. Шу сабабдан электромагнит тулкиннинг шишадан таркалиш тезлиги:

$$g = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon \mu}} = \frac{c}{n} \quad (63)$$

куринишда булади.

C- ёругликнинг бушликдаги таркалиш тезлиги п- шишанинг синдириш курсаткичи 63 ифодадан шаффоф жисимларни синдириш курсаткичи, шу жисимларнинг электр ва магнит хусусиятларига боғлиқ.

5. Электромагнит тулкиннинг кундаланглиги.

(61) ва (62) тенгламаларининг ечимини бирор УК буйича таркалувчи ясси кутланган ва монохроматик тулкин ифодаси курунишда ёзамиз яъни

$$E = E_0 e^{(on-kr)} \quad (64)$$

$$H = H_0 e^{(oN-kr)} \quad (65)$$

E_0 , H_0 -тулкин амплитудасининг максимал кийматлари w айлана частота, t = тулкин таркалиш вақти.

$|K| = \frac{2\pi}{\lambda}$ тулкин сон, яъни 2π узунликка мос келувчи тулкинлар сони g -

тулкиннинг таркалиш координатаси. Тулкин вектори k -нинг йуналиш тулкиннинг таркалиш тезлиги вектори v билан бир хил булади.

(64) ва (65) тенгламалар ва (56) ва (59) тенгламалардан фойдаланиб куйидаги тенгламаларни ҳосил қиламиз:

$$\text{div } E = -i(K E) = 0$$

$$\text{div } H = -i(K H) = 0$$

Натижада $\vec{K} \perp \vec{E}$ ва $\vec{K} \perp \vec{H}$ бўлса у ҳолда $\vec{K} \perp \vec{H}$ булади. Шундай қилиб $\vec{E}$ ва $\vec{H}$ векторлар тулкиннинг таркалиш йуналишига тик йуналган. Бундай тулкинлар **кундаланг тулкин** дейилади.

Физикавий оптика ёругликнинг табиатини мухитда таркалиш тезлигини, мухит, тиркиши ва тусиклардан утаётганда қандай ҳодисалар руй бериши урганилади.

Тегишириш саволлари :

1. Ёруглик кандай табиатга эга ?
2. Максвеллнинг дифференциал тенгламаларини ёзинг ?
3. Кандай чегаравий шартлар бажариш мумкин ?
4. Ёруглик тулкини мухитда кандай тезлик билан таркалади ?
5. Ёруглик кандай тулкидан иборат.

Таянч тушунчалар :

1. Монохроматик тулкин - якка рангли тулкин.
2. Кутубланган тулкин. Электр кучланганлик вектори E бита текисликда узгаради.
3. Изотроп мухит-хамма йуналишларининг хусусияти бир хил.
4. Ясси тулкин -тулкин fronti ясси куринишда булади.

Адабиётлар :

1. Г. А. Зимсан, О.М. Тодес «Курс общей физики». ТЗ Изд «Наука» Москва 1972 С 63-66.
2. Н. М. Годжаев «Оптика» Москва «Высшая школа» 1977 йил 10-20 бетлар.

12 Маъруза

МАВЗУ: Е ВА Н ВЕКТОРЛАР ОРАСИДАГИ МУНОСАБАТЛАР . ЁРУГЛИК ЭНЕРГИЯСИ.

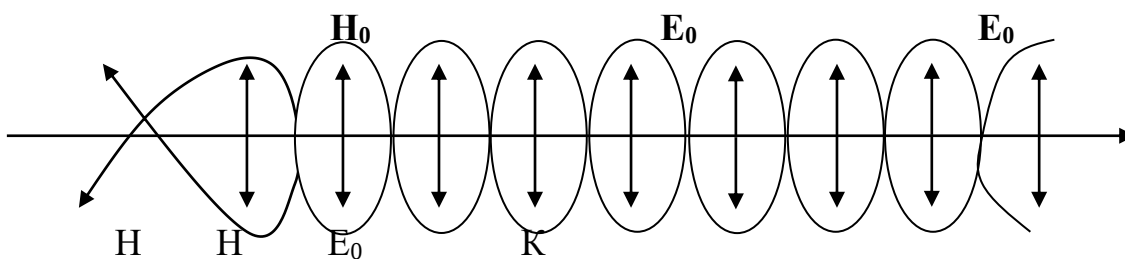
Мақсад . Е ва Н векторлари узаро тик йуналганлиги, уларнинг фазолари бир хил узгариши ва электр майдон кучланганлиги магнит майдондан ката эканлигини курсатиш. Умов-Пайтинг вектори электромагнит тулкиннинг энергетик оқимини курсатувчи катталик эканлигини курсатиш.

РЕЖА

1. $\vec{E}$ ва $\vec{H}$ узаро тенг йуналган векторлар.
2. $\vec{E}$ ва $\vec{H}$ векторлари фазода бир хил узгарувчи катталик
3. $\frac{E}{H} = 377$
4. Электромагнит тулкин энергияси.

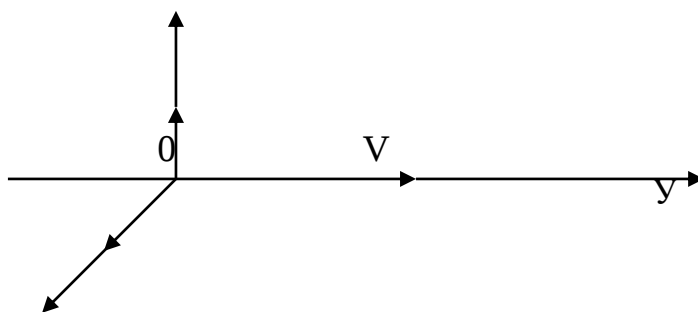
10- Маърузадаги (66) (67) ифодалардан шундай хулоса чикариш мумкин : тез узгарувчи электр майдон кучланганлик E вектор йуналиши уз навбатида тез узгарувчан магнит майдон H кучланганлиги тик йуналган.

Шундай қилиб $E \perp H \perp K // V$



27 расм.

2. У-уқи бўйича таркалаётган электромагнит тулкинни курамиз (27 расм)



28-расм

$$\text{Расмдан куринадики } E_y=E_x=0 \quad E_z=E_y(t) \quad H_y=H_z=0 \quad H_x=H(y,t) \quad (68)$$

(68) тенгликлар асосида электр векторнинг Z - ташкил этувчиси E_z у уки буйича t вақт утиши билан даври узгаради. Магнит векторининг x - ташкил этувчиси H_x у уки буйича t вақт утиши билан гармоник узгаради. Вақт утиши билан вектор E ва вектор H йуналиш узгармаса бундай тулкин ясси кутбланган булади. У уки буйича таркалаётган тулкин тенгламаларини куриши:

$$E_z(y,t)=E_0 \cos(\omega t - ky) \quad (69)$$

$$H_x(y,t)=H_0 \cos(\omega t - ky) \quad (70)$$

(69) ва (70) ифодаларини бир жинсли диэлектрик мухит учун Максвелл тенгламасига куйиб олинган натижани соддалаштирсак куйидаги тенгликни хосил киламиз.

$$\sqrt{\mu\mu_0} H_x(y,t) = \sqrt{\varepsilon\varepsilon_0} E_z(y,t) \quad (71)$$

формула ёзилади.

(71) тенгламадау шундай хулоса чиқадики **$E_z(y,t)$ ва $H_x(y,t)$** амплитудалар бир хил вақтда максимумга ва минимумга эришади. Шундай қилиб берилган текисликларда электр ва магнит майдон векторлари бир хил фазода узгаради.

3. (71) тенгламадан $E_z/H_x = \sqrt{\mu\mu_0/\varepsilon\varepsilon_0}$ (72) ифода хосил булади ҳаво учун

$$E=1 \quad M=1, \text{ у ҳолда } \frac{E}{H} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} = \sqrt{\frac{1,26 \cdot 10^{-6} \text{ ГнМ}}{8,85 \cdot 10^{-12} \text{ ф/м}}} = 377 \text{ яъни электр майдон}$$

амплитудаси магнит майдон амплитудасидан 377 марта ката. Шу сабабдан оптикада асосан электр майдон узгариш урганилади.

4. Электромагнит тулкин энергияси.

Электромагнит тулкин тарқалиш жараёнида энергия узатади. Электромагнит майдоннинг ҳажми изчил ифодаси :

$$\omega = \frac{\varepsilon}{8\pi} E^2 + \frac{\mu}{8\pi} H^2 \quad (73)$$

(71) тенгликни эътиборга олсак у ҳолда

$$\omega = \frac{\varepsilon}{4\pi} E^2 + \frac{\mu}{4\pi} H^2 \quad (74)$$

ифода хосил булади. Электромагнит тулкин тарқалиш йуналишига тик бўлган бирлик юзасидан бирлик вақтида утувчи тулкин оқимида электромагнит орқали вектор S тушунчаси киритилиб, унинг ифодаси куйидагича булади.

$$S = \frac{c}{4\pi} [EH] \quad (75)$$

S векторнинг йуналиши E ва H векторларига тик яъни тулкин вектори K ва тезлик вектори v билан бир хил йуналган. Агарда p бирлик вектор ёрдамида (75) ифодани ёзсак унинг қурилиши :

$$S = \frac{c}{4\pi} E H n = \frac{c}{4\pi} \sqrt{\varepsilon E^2} n \quad (76)$$

ёки модули : $S = |S| = \frac{c}{4\pi} \sqrt{\varepsilon \varepsilon^2} \quad (77) \text{ га тенг.}$

(74) ва (75) ифодани таккосласак $S = V \frac{\varepsilon E^2}{4\pi} = V \omega$ (78) ифода хосил булади.

V -энергиянинг таркалиш тезлиги шундай қилиб тулқиннинг зичлик оқими энергияси, энергиянинг ҳажмий зичлигини зичлик унинг муҳитдаги таркалиш тезлигига қупайтмасига тенг.

Текшириш саволлари :

1. E ва H лар бир-бирига нисбатан қандай йуналган ?
2. K ва V лар бир-бирига нисбатан қандай йуналган ?
3. Электр ва магнит тулқин тенгламасининг ифодасини ёзинг?
4. Электр майдон қучланганлигининг сон қиймати магнит майдон қучланмаганлигига тенгми ?
5. Электромагнит майдон тулқин энергиясининг вектор қурилиши қандай?
6. Тулқин энергиясининг скаляр қурилиши.

Таянч тушунчалар :

1. Қундаланг тулқин-тулқин тебраниши таркалиш йуналишига тик узгаради
2. Тебраниши фазоси -даврий функциянинг аргументи тебранма ёки тулқин жараёнига мос келади.

Адабиётлар :

1. Н. М. Годжаев «Оптика» Москва «Высшая школа» 1977 йил 21-27 бетлар.
2. Н. Матвеев. «Оптика» Москва «Высшая школа» 1985 с 17-33.

**МАВЗУ: ЁРУГЛИК ТУЛКИНИНИНГ ФАЗОВИЙ ВА ТУДАВИЙ
ТЕЗЛИГЛАРИ. СПЕКТРИАЛ ЧИЗИК КЕНГЛИГИ.**

Мақсад: Ёругликнинг таркалиши тезликлари хақида тула маълумот олиш. Ёруглик тезликлари бир-биридан қандай фарқ қилади ва уларнинг узаро боғликлиги спектриал чизик тушунчаси билан таништириш.

Р Е Ж А:

1. Ёругликнинг фазовий тезлиги.
2. Ёругликнинг тудавий тезлиги
3. Ёругликнинг тезликлари орасидаги боғланиш.
4. Спектриал чизикнинг ярим кенглиги.

1. Ёруглик тулкини мухитда V тезлик тулкин тенгламасининг қайси параметрига боғлиқ эканлигини курайлик. Яссимонохроматик тулкин тенгламаси қуриниши

$$E = E_0 \sin (\omega t - kx) \quad (79)$$

Бунда $\omega t - kx$ тулкин фазоси тулкин таркалиш тезлиги V тулкин сиртинининг ёки фазолар фарқи бир хил сиртнинг узғаришига боғлиқ. У вақтда (79) ифодадан

$$\omega t - kx = \text{const} \quad (80)$$

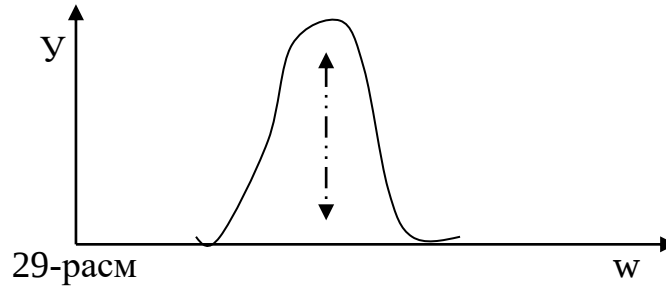
(80) ифодани V тулкин сиртини топиши учун вақт бўйича дифференциаллаш керак.

$$(\omega)v = \frac{dx}{dt} = \frac{\omega}{k} = \frac{\lambda}{T} \quad (81)$$

(81) ифодадан қуринадики монохроматик тулкин узунлигининг вақтига нисбати, фазолар фарқи бир хил сиртнинг узғариш тезлигига тенг. Шу сабабдан V ни фазовий тезлик дейилади.

2. Агарда кундалиқ ҳаётимизда монохроматик тулкин мавжуд бўлганда тулкин таркалишида фақат фазовий тезлик билан чекланган булар Эдик. Лекин ёруглик тулкинини: биринчидан битта атом таркатмайди иккинчидан битта атом таркатмайди. Иккинчидан битта атом узок вақт узлуксиз ёруглик таркатмайди. Натижада ёруглик импульси шаклида тарқалади. (29 расм). τ вақт оралигида атом ёруглик чиқаради ва τ вақт узилиш бўлади.

Бундай жараён даврий равишда тарқорланиб туради. Кейинги τ вақтда атомдан тарқалаётган тулкин амплитудаси фазоси ва йуналиш аввалгисидан фарқли бўлади.



Бундай хол ҳамма атмолар учун уринли N -та атомдан таркалаётган тулкин мураккаб шаклда булиб вақт утиши билан тулкин амплитудасининг куриниши узгайиб боради. Мисол тарикасида бир хил йуналишда таркалаётган иккита тулкин амплитуда узгайишини курайлик. (82) ва (83) тенгламалар :

$$E_1 = E_0 (\cos(w_1 t - k_1 x)) \quad (82)$$

$$E_2 = E_0 (\cos(w_2 t - k_1 x)) \quad (83)$$

(82) ва (83) тенгламаларни бир-бирига кушсак натижада тулкин амплитудаси куриниши :

$$E = E_1 + E_2 \pm 2E_0 \cos\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}t - \frac{k_1 - k_2}{2}x\right) \cos\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}t - \frac{k_1 + k_2}{2}x\right) \Delta\omega = \omega_1 - \omega_2 \ll \omega_1 \omega_2 \quad (84)$$

булганда (84) ифоданинг куриниши.

$$E = 2E_0 \cos\left(\frac{\Delta\omega}{2}t - \frac{\Delta k}{2}x\right) * \cos(\omega_1 * t - k_1 * x) \quad (85)$$

шаклда булади.

Бу ерда $\omega_1 \approx \frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$ ва $k_1 \approx \frac{k_1 + k_2}{2}$ (85) ифодани (82) ва (83) ифодалар билан солиштирсак E_0 тулкин амплитудасининг куриниши $2E_0 \cos\left(\frac{\Delta\omega}{2}t - \frac{\Delta k}{2}x\right)$ куринишга тенглиги куринади. Бундай тулкин амплитудавий модуляцияланган булади ва тулкин таркалиш тезлиги тудавий тезлик дейилади. У вақтда

$$\frac{\Delta\omega}{2}t - \frac{\Delta k}{2}x = m2\pi \quad (86)$$

шартидан тудавий тезлик катталигини аниклаш мумкин. У:

$$\mathcal{V}_r = \frac{dx}{dt} = \frac{\Delta\omega}{\Delta k} \quad (87) \text{ куринишда булади ёки}$$

$$\mathcal{V}_{r1} = \frac{d\omega}{dk} \quad (88)$$

(86) ифодада m -ихтиёрий бутун сон.

3. (84) ва (88) ифодалар ёрдамида тудавий ва фазовий тезликлар орасидаги боғланишни топиш мумкин. Унинг учун

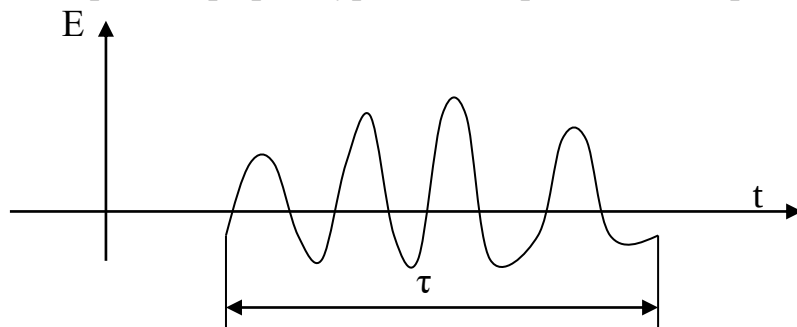
$$\mathcal{V}_r = \frac{d\omega}{dk} = \frac{d(\mathcal{V}k)}{d\alpha} = \mathcal{V} + k \frac{d\mathcal{V}}{dk} \quad (89)$$

тенглама хосил килиниб

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$ ва $dk = \frac{2\pi}{\lambda^2} d\lambda$ эканлигини эътиборга олсак (89) ифода куйидагича булади:

$$\mathcal{G}_r = \mathcal{G}_\phi - \lambda \frac{d\mathcal{V}\phi}{d\lambda} \quad (90)$$

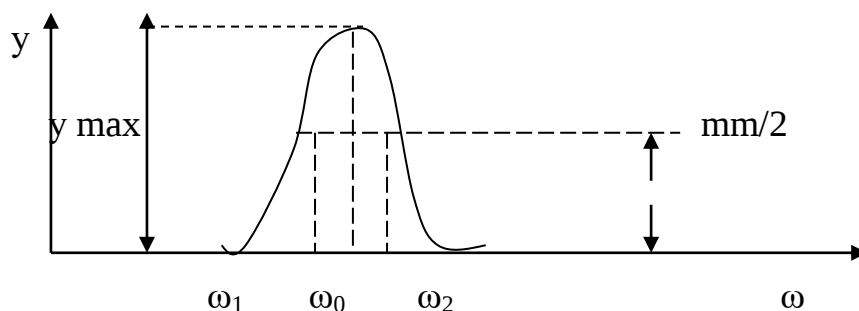
4. Оптикада спектр алохида-алохида частоталар ёки узлуксиз частоталар гурухи. Спектрнинг график куруниши 3-расмда келтирилган.



29-расм.

W_0 -мухитнинг хусусия частотаси. W -ташки кучнинг узгариш частотаси. γ – тулкиннинг суниш коэффиценти. I_0 -максимал интенсивлик.

Спектрал чизикнинг табиий кенглиги максимал интенсивликнинг ярмига тенг интенсивлик баландликка мос равишда келувчи спектрал таксимотга (контурга) айтилади. 31-расм. $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$ ёки ярим кенглик $I(\omega_2) - I(\omega_1)$ га тенг. (91) ифодада J_0 интенсивликнинг максимал киймати γ суниш коэффиценти, расмда I тах-максимал интенсивликнинг ярмига тенг булган интенсивлик ва ω_1 ва ω_2 частоталарга мос келади. Интенсивлик ва спектрал таксимот (контур) кенглиги оптик улчашларда кенг фойдаланилади.



31-расм.

Тегишириш саоллари:

1. Ёругликнинг фазовий тезлиги нима?
2. Фазовий тезлик ифодаси.
3. Атомлар узлуксиз ёруглик таркатадими?
4. Натижавий тулкин амплитуда ифодасини ёзинг.
5. Туда тезлик кандай аникланади?
6. Туда ва фазовий тезликлар орасида боғланиш кандай?
7. Спектр нима?

8. Ёруглик интенсивлигининг ифодаси кандай куринишда?
9. Спектрал чизикнинг ярим кенглиги кандай аникланади?

Таянч тушунчалар:

1. Фазовий тезлик – Тулкин фазасининг таркалиш тезлиги.
2. Туда тезлик – тулкин таркалишида ёруглик энергиясининг кучли тезлиги.
3. Спектр ёруглик нурланишда тулкин частоталар туркуми.
4. Тулкин интенсивлиги – таркалиш йуналишига тик булган юзадан утувчи ёруглик окимининг шу юзага нисбати.

Адабиётлар:

1. Н.М.Годжаев «Оптика». Москва. «Высшая школа» 1977. 21-27 б.
2. А.Н.Матвеев «Оптика». Москва. «Высшая школа». 1985 г. 17-33 б.

МАВЗУ: ОПТИКАДА АНИЗОТРОПИК МУХИТ ВА ЁРУГЛИКНИНГ КУТБЛАНИШИ. ТАБИЙ ВА КУТБЛАНГАН ЁРУГЛИК.

Максад: Ёруглик манбаларидан таркалувчи электромагнит тулкинлар шаффоф мухитлардан утади. Мухитларда тулкинлар йуналишини аниқлашда тулкин фронти маълум бўлса етарли. Тулкин фронтининг узгариши сабаби ва ёругликнинг кутбланиши билан танишиш.

Р Е Ж А:

1. Табиий ёруглик
2. Оптик анизатропия
3. Кутбланган тулкин хосил қилиш
4. Кристалларда оптик уқ
5. Молюс қонуни
6. Брюгер қонуни.

Табиий ёруглик. Табиий ва сунъий ёруглик манбалари электромагнит тулкинлар таркатади. Тулкинлар фазода ҳама йуналишда бир хил тарқалишига сабаб, манбаларни ташкил этувчи атомлар сони жуда қуп. Хар бир атом атрофида валент-электронлар мавжуд. Уз навбатида хар бир электронлар бир-бирига боғлиқ бўлмаган ҳолда ёруглик таркатади. Маълумки электрон узлуксиз ёруглик чиқариш вақти 10^{-8} С га тенг ва даврий такрорланиб туради. Максвелл назариясига асосан ёруглик қатта тезлик билан узгарувчан электр ва магнит майдонлардан иборат. Шу сабабдан вақт ўтиши билан тулкин фазолари ва E , H векторларнинг йуналишлари узгаради. Жуда қуп тоқлар бир хил частотали ёруглик чиқаргани билан уларнинг электр ва магнит майдон қучланганлик векторлари, бир-бирига нисбатан (векторлари) фазалари узғариб туради. Хаотик равишда E, H векторлари, частоталари ва фазалари узгарувчи ёруглик табиий ёругликка оид.

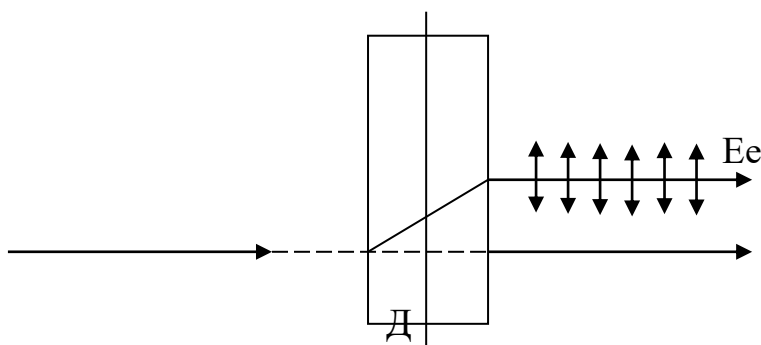
Оптик анизатропия. Оптик хусусияти (ёругликнинг тарқалиш тезлиги ёки синдириш қурсақкичи) ёругликнинг синдириш тарқалиш йуналишига боғлиқ бўлади. Агарда шаффоф кристалл (кварц, исланд, шпат ва б.) қиррасига бирор бурчак остида ёруглик туширсак, тушиш, синиш бурчаклари ва тушаётган мухитда ёруглик тезлигини билган ҳолда унинг кристалида тарқалиш тезлигини аниқлаш мумкин. Тажрибалар шуни қурсатадики, кристалларда ёругликнинг тарқалиш тезлиги, синиш бурчаги ва тушиш текислигига нисбатан E векторнинг узғаришига боғлиқ. Лекин кристалларда шундай йуналиш мавжудки, у йуналишда тарқалаётган ёруглик E векторнинг йуналишига боғлиқ бўлмайди. Бу йуналиш кристаллнинг оптик ўқини аниқлайди. Кристаллда оптик ўқ бита бўлмасдан ўнга параллел қизикларнинг ҳаммаси қиради. Бита оптик ўқи бор кристалл- бир оптик ўқли кристалл бўлади. Бир оптик ўқли кристаллда ёруглик тарқалганда электр майдон

кучланганлик E вектори шу уқка тик таркалади. Оптик уқ ва берилган нурдан утувчи текисликнинг бош текислиги дейилади.

Фараз қилайлик, анизотроп кристаллнинг ичида маълум вақтда нуктавий манба ёруғлик тарката бошласин. Ёруғликнинг E векторини 2 та ташкил этувчиларга ажратамиз. Бири оптик уқи тик булган E_0 , иккинчиси оптик уқ текислигида ётувчи E_e . Кристалл ичида бу икки векторлар ҳар хил тезликлар билан таркалади. E_0 векторга оид тулқин кристаллнинг ҳама йуналишида бир хил тезлик V_0 ва унинг тулқин фронти сферик шаклда булади. E_e векторига оид тулқин кристалл ичида E_0 вектор тезлиги каби таркалади. Лекин унинг тезлиги V_{ee} вектор ива оптик уқи орасидаги бурчакка боғлиқ. Бир оптик уқли кристалл учун E_0 векторнинг тулқин фронти эллипсоид шаклда булади. Кристаллнинг оптик уқи бўйича улар тенг яъни $V_0 = V_{ee}$ уларда энг катта фарқ оптик уқка тик йуналган текисликда булади. Агарда $V_{ee} < V_0$, булса эллипсоид сфера ичкарасида жойлашади. Бундай кристалл мусбат кристалл дейилади. Агарда $V_{ee} > V_0$, булса сферик сирт эллипсоид ичкарасида булади ва бу манфий кристалллар сафига киради.

Хаар қандай кристаллларга ёруғлик тулқини тушганда қисман қайтади, қисман ютилади ва қисман синиб утади. Қупчилик ҳолларда кристаллларни ёруғлик тулқинини ютилишини эътиборга оламиз. Текширишлар шуни курсатадики кристалллардан қайтган ва синиб утган ёруғлик тулқинлари қутбланган булади. Ёруғликнинг қутбланиши-электр майдон векторининг текисликда ёки фазода тартибли узгариши.

Юқорида келтирилганидек қупчилик ҳолларда кристаллларга тушган ёруғлик тулқини ундан иккита бўлиб чиқади (32-расм). Чиккан ёруғлик тулқинларининг интенсивликлари бир-бирига тенг. Бундай ҳодисани ёруғликнинг иккиланиб синиши дейилади.

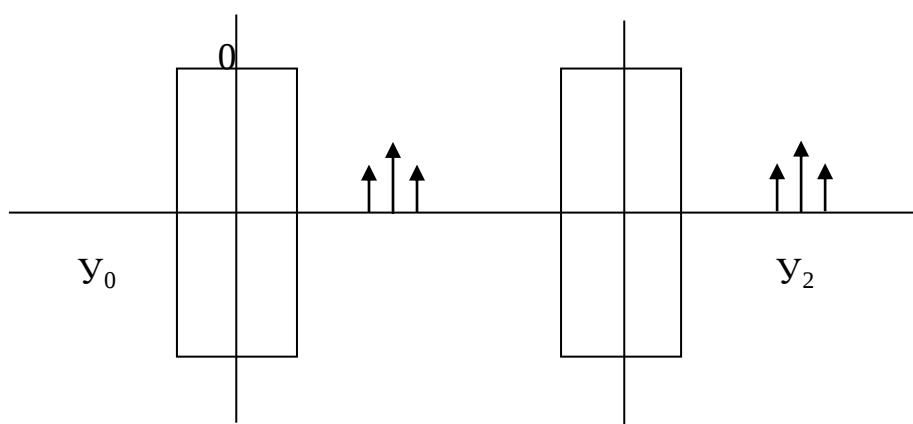


Кристаллларда шундай йуналиш топиш мумкин, шу йуналиш бўйича ёруғлик тулқини тарқалганда кристаллдан иккиланиб синмасдан утади. Бу йуналишни берилган кристаллнинг оптик уқи дейилади. Агарда шундай йуналиш кристалл учун бита булса бир оптик уқли, иккит булса икки оптик уқли кристалл булади. Оддий ва оддий булмаган тулқинлар 32-расмда кристаллаг тушаётган табиий тулқин, ундан иккита бўлиб чиқади.

Бири аввалги йуналишни давом эттиради, иккинчиси унга нисбатан маълум масофага силжиган. Биринчи тулқин синиш қонунига бўйсунмагани учун оддий булмаган тулқин дейилади. Бу ҳодисалар фақат кристалл ичкарасида руй беради. Унинг ташқарисида улар бир-биридан қутбланишлари билангина фарқ қилади. Агарда кристаллнинг маълум бир

йуналишда айлантисак оддий булмаган тулкин оддий тулкин атрофида цилиндрик сирт хосил килади. Тажрибалар шуни курсатадики оддий тулкин электр вектори кристалл оптик укига тик йуналган. Оддий булмаган параллел йуналган-расм оддий ва оддий булмаган тулкинлар йулига кристаллар куйиш яна хар бири у кристаллардан иккиланиб синиб утади.

Молюс конуни. Табiiй ёруглик кристаллардан синиб утганда кутбланганлигини билиб булмайди. Шу сабабдан иккита бир хил кристаллардан оптик уқларга параллел булган параллелопипед тайёрланади. Улардан бири кутблантиргич, иккинчиси анализатор деб номланади. Табiiй ёруглик тулкини кутблантиргичдан утганда ундан электр утиб текисликда тартибли жойлашган булади (33-расм). Агарда электр майдон кучланганлиги анализаторларнинг оптик укига параллел булса кутблантиргичдан утган тулкинларнинг хаммаси анализаторлардан утади. Натижада $I_1 = I_2 = J_0/2$ булади. Анализаторни кутблантиргичга нисбатан айлантисак, ёруглик интенсивлигининг камайиб ва ошишини кураимиз.



33-расм

Тегишириш саволлари:

1. Табiiй ёруглик кандай хосил булади?
2. Оптик анизатропия нима?
3. Оптик уқ таърифи.
4. E_0 ва E_e векторларнинг тезликлари бир хилми?
5. Оптик жихатдан кристаллар кандай турларга эга?
6. Кандай тулкин оддий дейилади?
7. Оддий ва оддий булмаган тулкинларнинг фарқи.
8. Кристаллардан тулкин узунлиги нимага тенг?
9. Молюс конуни ифодаси.
10. Молюс конуни таърифи.
11. Брюстер бурчаги нима?
12. Кайтган тулкин кандай холда Тула кутбланади?
13. Брюстер бурчак ифодаси.

Таянч тушунчалар:

1. Анизатропия – жисмларнинг ёки майдонларнинг физик хусусиятлари йуналишларига боғлиқ.
2. Тулкин сирт – берилган вақтда тулкинларнинг тебраниш фазолари бир хил.
3. Оддий тулкин – геометрик оптикада конунларга буйисунувчи тулкин.
4. Оддий булмаган тулкин – геометрик оптика конунларига буйисунмайдиган тулкин.
5. Кристалланиш бош текислиги оптик уқ ва берилган нуктадан утувчи текислик.
6. Брюстер бурчаги – кайтган ва синиб утган тулкинлар орасидаги бурчак.

Адабиётлар:

1. Г.А Зисман, О.М. Тодес. «Курс общей физики» Т.3. Изд. «Наука». Москва 1972. 108-125 б.
2. Н.М.Годжаев «Оптика». Москва. «Высшая школа» 1977. 226-231 б.

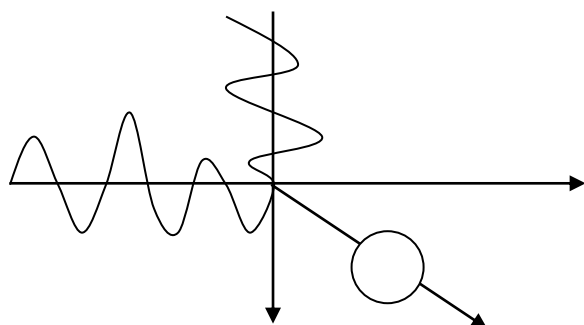
МАВЗУ: ЭЛЛИПТИК КУТБЛАНГАН ТУЛКИН ХОСИЛ КИЛИШ. КУТБЛАНТИРГИЧЛАР. КОМПЕНСАТОРЛАР.

Дарсдан мақсад: Эллиптик кутбланган тулқинни ҳосил қилиш, эллиптик айлана ва чизикли кутбланган тулқинларни таҳлил қилиш усуллари билан танишиш.

Р Е Ж А:

1. Эллиптик кутбланган тулқинни ҳосил қилиш.
2. Кутблантиргичлар.
3. Компенсаторлар.

1. Эллиптик кутбланган тулқинни ҳосил қилиш. Бир хил йуналишда тарқалаётган бир-бирига тик иккита тулқинлар қушилиши натижасида эллиптик кутбланган тулқин ҳосил бўлади (34-расм).



$$E_1 = E_{01} \sin \alpha \quad (92)$$

$$E_2 = E_{02} \cos \alpha \quad (93)$$

Бу тулқинларнинг фазалар фарқи оптик йулар фарқига боғлиқ ва ифодаси

$$\Delta \varphi = 2\pi * \lambda [(n_1 - n_2)x] \quad (94)$$

n_1 - биринчи тулқин тарқалаётган муҳит синдириш кўрсаткичи.

n_2 -иккинчи тулқин тарқалаётган муҳит синдириш кўрсаткичи.

x -уларнинг ўтган йули.

Тулқин тенгламасини ёзсак:

$$E_3 = E_2 \cos \omega t = E \cos \alpha * \cos \omega t \quad (95)$$

$$E_4 = E_1 \cos (\omega t \Delta \varphi) = E \sin \alpha \cos (\omega t - \Delta \varphi)$$

(95) тенгламалар системаси ечими:

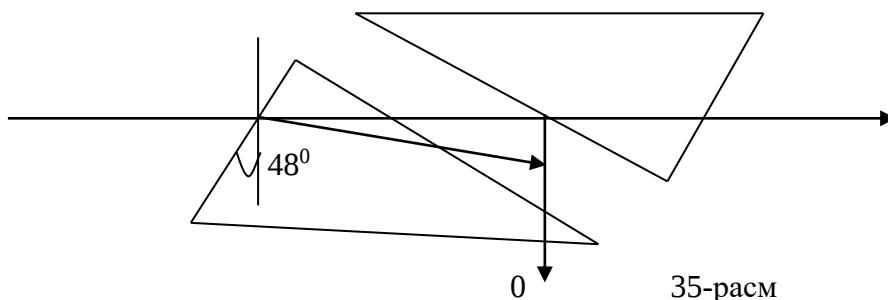
$$\frac{E_3^2}{E_2^2} + \frac{E_4^2}{E_1^2} + 2 \frac{E_3 E_4}{E_2 E_1} \cos \Delta \varphi = \sin^2 \varphi \quad (96)$$

(96) ифода эллипс тенгламаси. Битта йуналишда тарқалаётган бир-бирига тик икки тулқинлар қушилиши натижасида эллиптик кутбланган тулқин ҳосил бўлади. Ёқларга нисбатан йуналиш ва эллипснинг шакли α бурчак ва φ фазалар фарқига боғлиқ.

2. Кутблантиргичлар. Фан ва техникада кутбланган тулқинлардан кўп фойдаланилади. Шу сабабдан табиий тулқинлардан кутбланган тулқин ҳосил қилиш усуллари билишимиз керак. Кўпчилик ҳолларда оптик кристалларнинг физик хусусиятларидан фойдаланилади. Биринчиси оптик кристаллардан қайтган ва синиб ўтган тулқинларнинг кутбланиши. Иккинчи оптик кристалларда тулқинларнинг иккиланиб синиб ўтишидан. Бу

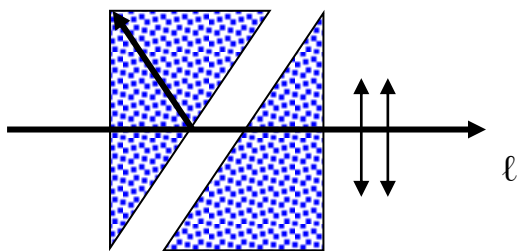
ходисаларга асосланиб ишлайдиган асбобларни кутблантиргичлар дейилади. Уларнинг тузилиш хилма-хил.

I. Никол призмаси (35-расм).



Призмани АВ диогналини синдириш курсаткичи $n=1,550$ га тенг Канада бальзами билан етиштирилади. Призмага тушган 48° остида кириб иккиланиб синиш натижасида, ундан кутбланган оддий булмаган тулкин утади. Оддий тулкин АВ диогналидан кайтиб призманинг ён сиртидан чиқади. Никол призмаси Никол номи билан аталади.

II. Глан Уко призмаси исланд шпатидан тайёрланган иккита тик учбурчакли призмалар оптик уклари коғоз текислигига тик йуналган, гипотенузалари орасида ҳаво бушлигидан иборат (36-расм).



Оддий тулкин биринчи призма гипотенузасидан кайтади, оддий булмаган тулкин иккинчи призмадан оптик укка параллел йуналишда кутбланган ҳолда утади. Оддий булмаган тулкин исланд шпатидан икки марта утиш жараёнида интенсивлиги анча камаяди.

36-расм

III. Волостон призмаси. Аввалги призмалардан фаркли призмаларда оптик укларнинг йуналиши бир-бирига тик булади. Шу сабабли оддий ва оддий булмаган тулкинлар орасидаги бурчак бошқа призмаларга нисбатан анча катта булади.

IV. Сунгги вақтларда кутблантиргич сифатида поляроидлардан кенг фойдаланилади. Поляроид герпатет кристаллчалардан ташкил топган. Ундан юпка плёнка, калинлиги 0,1 мм тайёрланади. Поляроидлар технологияси кутблантиргичларга нисбатан осон булганлиги учун кенг тарқалган.

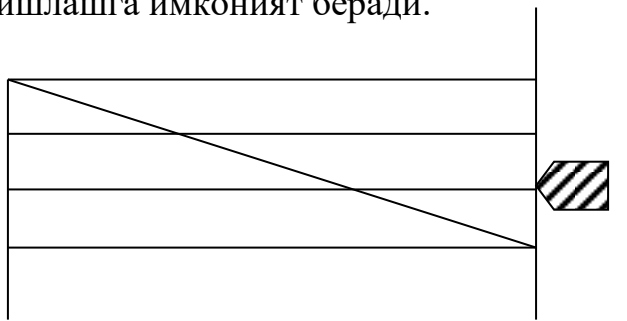
2. Компенсаторлар. Кутблантирувчи асбоблар ёрдамида чизикли, айлана, эллиптик кутбланган тулкинларни бир-бирларидан ажратиб булмайди. Эллиптик кутбланиш назариясидан таҳлил килинганда, асосан кутбланиш турлари тулкинларнинг утган оптик йулар фаркига боғлиқ. Эллиптик ва айлана буйлаб кутбланган тулкин йулига чорак тулкин узунлиги пластинка қуйилиши керак. Бунда анча кийинчиликка дуч келинади. Ҳамма вақт оптик уқ йуналиши маълум булиши керак. Бундай кийинчиликларни бартараф қилишда компенсаторлардан фойдаланилади. Уларнинг турлари куп.

Бабиис компенсатори. Бабиис компенсатори оптик уклари бир-бирига тик йуналган (37-расм). Икки кварц поносидан иборат. Умумий оптик йул $p_x = n(x_1 + x_2)$ тенг x_1 ва x_2 геометрик йулларнинг нисбатлари узгариши билан биринчидан кутбланиш йуналиши, иккинчидан кутбланиш турлари узгаради. Геометрик йуллар фарки туфайли кушимча фазалар фарки вужудга келади. Ифодаси:

$$\Delta\varphi_1 = \frac{2\pi}{\lambda}(n_0 - n_{0\sigma})(x_1 - x_2) \quad (97)$$

Бабиис компенсаторлари (97) ифодага асосан кичик бурчакли тулкинлар дастасида ишлайди. Бу унинг камчилиги.

Солейл компенсатори: оптик уклари бир-бирига параллел икки кварц понали ва ясси шиша пластинкадан иборат. Юкоридаги пона микрометрли винт ёрдамида пастки понага нисбатан ҳаракатга келтирилиб p_{x1} оптик йул катталигини узгартириши мумкин. Солейл компенсатори кенг тулкинлар дастаси ишлашга имконият беради.



Текириш саволлари:

1. Оптик йуллар ва фазалар фарки кандай боғланишда?
2. Эллипс тенгламасини ёзинг.
3. Кутблантиргичлар вазифаси.
4. Никол призмаси кандай тузилган?
5. Волостон призмаси кандай тузилган?
6. Компенсаторларнинг вазифаси нимадан иборат?
7. Солейл компенсаторининг тузилиши кандай?

Таянч тушунчалар:

1. Никол призмаси – исланд шпатидан тайёрланган икки кисмдан ясси кутбланган ёруғлик ҳосил қилишда фойдаланилади.
2. Кутблантирувчи призма – нурларнинг иккиланиб синишига асосланган призма кисми, ясси кутбланган ёруғлик ҳосил қилади.
3. Компенсатор – иккита тулкинларга маълум оптик йуллар фаркини ҳосил қилувчи мослама.

Адабиётлар:

1. Г.А Зисман, О.М. Тодес. «Курс общей физики» Т.3. Изд. «Наука». Москва 1972. 126-132 б.
2. Н.М.Годжаев «Оптика». Москва. «Высшая школа» 1977. 231-240 б.

МАВЗУ: ЁРУГЛИК ИНТЕРФЕРЕНСИЯСИ.

Кундалик ҳаётимизда баъзи бир ходисаларни тулкин амплитудалари куриш натижасида тушунтриш мумкин. Лекин энергетик нуктаи назардан худди шу ходисани тушунтриш имкони булмайди. Ёруглик тулкинлари бир бирига якин тиркишлардан утганда кузатиладиган ходиса камалак, юпка ёг доғларида кузатиладиган ранглар шулар жумласига киради. Ёруглик тулкин хусусияти, кутбланиш интерференсия, дифраксия ва т.б ходисаларда номоён булади.

Чизикли оптикада суперпозиция принципи. Бир хил йуналишдаги тулкинларни кушиш. Натижавий тулкин интенсивлиги.

МАКСАД: Ёругликнинг тулкин табиатини тасдиқловчи физик ходисалардан бири ёруглик интерференсияси. Интерференция ходисасини тушунтришда бир хил йуналишдаги икки тулкин кушилиши тахлил килинади. Тулкинлар кушилганда ҳамма (ходисалар) холларда интенсивликлари суперпозиция тамойилига бўйсунмайдиган холи кучли электр майдон кучланганлигида кузатилади. Шу ходисаларни ёритиш.

Р Е Ж А :

1. Чизикли позицияда суперпозиция тамойили.
2. Бир хил йуналишдаги тулкинларни кушиш.
3. Натижавий тулкин интенсивлиги.
4. Когерент ва некогерент тулкилар.
5. Фазалар фаркини йуллар фарки ёрдамида топиш.

Чизикли оптикада ёруглик тулкинлари ва бошқа ёруглик манбаларидан таркаладиган ёруглик тулкуинларининг электр майдон кучланганликка эга булган тулкинлар бир бирлари билан таъсрлашмайди. Яъни улар мустакил ҳаракат килади. Шу сабабдан оддий ёруглик манбаларидан таркалаётган ёруглик амплитудалари бир бири билан кушилиб ёритилганликни оширади. Ифодаси куйдагича булади:

$$E=E_1+E_2+E_3+\dots +E_n \quad (98)$$

Оддий ёруглик манбаларида узларидан ёруглик чиқарувчи атомлар биринчидан киска муддатда ёруглик чиқаради. Иккинчидан уларнинг фазалари бетартиб булади. Учинчидан уларнинг кутубланиш йуналишлари ҳар хил. Туртинчидан атомлардан чиқаётган ёруглик фазалари аввалги фазалардан фаркли. Ифодаси :

$$J=J_1+J_2+\dots +J_n \quad (99)$$

Бундай ҳолда ёруглик тулкинларининг суперпозиция тамойили уринли булади.

Бир хил йуналишдаги тулкинларни кушиш ҳар хил фазали ва амплитудалари бир хил йуналишда таркалаётган тулкинлар фазанинг бирор нуктасида учрашсин. Уларнинг ифодаси куйдагича булади:

$$E_1 = E_{01} \cos(\omega t + \alpha_1) \quad E_2 = E_{02} \cos(\omega t + \alpha_2) \quad (100)$$

фараз килайлик $E_{02} > E_{01}$ ва $\alpha_2 > \alpha_1$ булсин. Бу иккита тулкин кушилиши натижасида яна кутбланган ва монохраматик тулкин хосил булади. Унинг ифодаси:

$$E = E_1 + E_2 = E_{01} \cos(\omega t + \alpha_1) + E_{02} \cos(\omega t + \alpha_2) = E_0 \cos(\omega t + \alpha) \quad (101)$$

Натижавий тулкин частотаси кушилувчи тулкинлар частотасига тенг, лекин унинг амплитудаси ва фазаси тубандаги ифодалар ёрдамида аникланади:

$$E_0^2 = E_{01}^2 + E_{02}^2 + 2E_{01}E_{02} \cos(\alpha_1 - \alpha_2) \quad (102)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{E_{01} \sin \alpha_1 + E_{02} \sin \alpha_2}{E_{01} \cos \alpha_1 + E_{02} \cos \alpha} \quad (103)$$

Шундай қилиб натижавий амплитудани аниклаш косинуслар теоремасига асосланган. Умов-Паитнинг теоремасига асосан ёруглик тулкининг интенсивлиги амплитуда квадратига тугри пропорсионал у вақтда ифодани қисқача ёзамиз:

$$J = J_1 + J_2 + 2\sqrt{J_1 J_2} \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \quad (104)$$

Бунда $J_1 = E_{01}^2$, $J_2 = E_{02}^2$ J-натижавий интенсивлик.

3. Натижавий тулкин интенсивлиги ҳар қандай ёруглик манбалари куп атомлардан ташкил топган ҳар бир атом бошқа атомларга боглик булмаган ҳолда узининг муозанат атрофида тебраниш жараёнида атрофга ёруглик таркатади. Улар бир бирига боглик булмаганлиги туфайли хосил булган тулкинларнинг фазалари ҳам боглик булмай бир –бирига нисбатан тасодифий узгаради. Оқибатда натижавий тулкин интенсивлигини кузатишда (104) ифодани вақт бўйича уртача қийматини қабул қилами зёки (104) тубандагича ёзсак аниқроқ булади:

$$J = J_1 + J_2 + 2\sqrt{J_1 J_2} \cos(\alpha_2 - \alpha_1) = J_1 + J_2 + \leq 2\sqrt{J_1 J_2} \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \quad (105)$$

ифодани тепасидаги чизик ёки $< >$ белгилар вақт бўйича уртача қиймат олишни билдиради.

Тулкин амплитудаси вақтга боглик булмайди. Шунинг учун $E_{02}^2 = E_{02}^2$.

Натижада (105) ифодани ихчам ёзиш мумкин:

$$J = J_1 + J_2 + 2\sqrt{J_1 J_2} \leq \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \quad (106)$$

натижада ёруглик интенсивлигининг уртача қийматини аниқлашда фазалар фарқи учун косинуснинг вақт бўйича уртача қийматини аниқлаш етарли. Ифодаси:

$$\cos(\alpha_2 - \alpha_1) = \frac{1}{\tau_0} \int \cos(\alpha_2 - \alpha_1) dt \quad (107)$$

4. Когерент ва некогерент тулкинлар (107) ифоданинг хусусий ҳолда икки хил ечимини курамиз.

1-ҳол $\alpha_2 - \alpha_1 = \text{const}$ булсин у вақтда (107) ифодадан

$$< \cos(\alpha_2 - \alpha_1) > = \frac{1}{\tau} \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \int dt = \cos(\alpha_2 - \alpha_1) = \text{const}$$

натижада натижавий интенсивлик

$$J = J_1 + J_2 + 2\sqrt{J_1 J_2} \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \quad (108)$$

(108) ифода натижавий интенсивлик $J \neq J_1 + J_2$ (109)

олганда тулкинлар интенсивликларининг йигиндисига тенг булмайди. Фазалар фаркининг катта ёки кичик кийматларига боғлиқ равишда нтижавий интенсивликнинг киймати ҳам узгаради. Бундай ходисани ходисани ёруклик интерференсияси дилади. Вакт утиши билан фазалар фарки узгармайдиган тулкинлар когерент тулкинлар булади. Интерференсия ходисаси (108) ифоданинг $2\sqrt{J_1 J_2} \cos(\alpha_2 - \alpha_1)$ га боғлиқ.

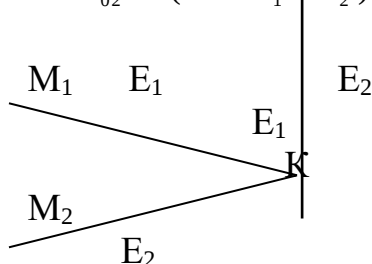
2- хол кушилувчи тулкинларнинг фазалар фарки ва утиш билан ихтиёрий равишда узгарса фазалар фарки бирдай мусбат ва мнфий ишорага эга булиш эхтимоли бор. Натижада кузатиш вақтида $\langle \cos(\alpha_2 - \alpha_1) \rangle$ уртача киймат нолга тенг. Окибатда натижавий интенсивлик :

$$J = J_1 + J_2 \quad (110)$$

интенсивликлар йигиндисига тенг. Бу холда ёруклик интерференсияси кузатилмайди. Бундай тулкинларни некогерент тулкинлар дилади.

5. фазалар фаркини йуллар фарки ёрдамида топиш M_1 ва M_2 манбалардан бир хил йуналишда иккита тулкилар таркалаяпти улар уз навбатида x_1 ва x_2 геометрик йуллардан утиб К кузтиш нуктасида учрашади. 39-расм. К-кузтиш нуктасида хар бир манбадан келган тулкин ифодаси:

$$\begin{aligned} E_1 &= E_{01} \cos(\omega t - kx_1 + \alpha_1) \\ E &= E_{02} \cos(\omega t - kx_1 + \alpha_2) \end{aligned} \quad (111)$$



E_{01} ва E_{02} К нуктадаги тулкин амплитудалари когерент манбаларнинг амплитудалари ва частоталари бир хил булади. К нуктада E_1 ва E_2 когерент тулкинлар кушилиб натижавий тулкин амплитудаси E ва унинг ифодаси,

$$E = E_1 + E_2 = 2E_{01} \cos\left[\frac{\pi}{\lambda}(x_2 - x_1) - \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}\right] \cos\left[\omega t - \frac{\pi}{\lambda}(x_1 + x_2) + \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}\right] = E_0 \cos\left[\omega t - \frac{\pi}{\lambda}(x_1 + x_2) + \frac{\alpha}{2}\right]$$

$$\text{Бу ерда } E_0 = 2E_{01} \cos\left[\frac{\pi}{\lambda}(x_2 - x_1) - \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}\right] \text{ ва } \alpha = \alpha_1 + \alpha_2 \quad (113)$$

Натижада К- кузатиш нуктасида натижаланувчи тулкин интенсивлигининг ифодаси:

$$J = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\epsilon E_{01}^2} \cos^2\left[\frac{\pi}{\lambda}(x_2 - x_1) - \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}\right] \quad (114)$$

Бу ерда ϵ -бушликдаги ёруклик тезлиги ϵ -кузатиш нуктасининг мухитдаги диэлектрик сингдарувчанлиги когерент тулкинлар $\alpha_2 - \alpha_1 = \text{const}$. Шу сабабдан кузатиш текислигида интерференсион манзаранинг интенсивлик таксимоти йуллар фаркига боғлиқ. Соддалаштириш учун

$\alpha_1 = 0$ ва $\alpha_2 = 0$ бўлсин. Манзара узгармай фақат M_1 ва M_2 манбаларга нисбатан маълум масофага силжийди. У вақтда (114) ифодани қуйидаги қурилишда ёзамиз:

$$J = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\epsilon} E_{01}^2 \cos^2 \frac{\pi}{\lambda} (x_2 - x_1) \quad (115)$$

Шундай қилиб натижавий тулқин интенсивлиги узгармас фазалар фарқи учун геометрик йуллар фарқига боғлиқ бўлади.

Тегириш саволлари:

1. Ҳамма вақт суперпозиция тамойили сақланади.
2. қандай йуналишдаги тулқинлар қушилганда интерференция ҳодисаси кузатилади.
3. интерференция кузатилганда ёруғлиқ интенсивлик ифодаси.
4. интерференция ҳодисасини қурилиши.
5. қандай ҳолда интерференцион манзара кузтилмайди.
6. интерференцион манзарага қандай тариф берасиз.
7. когерентлик нима.
8. натижавий тулқин амплитуда ифодасини ёзинг.

Таянч тушунчалар:

1. интерференция -когерент тулқинларнинг қушилиши натижасида фазанинг маълум бир нуқталарида натижавий амплитудавий қучайиши ёки сустайиши.
2. Фазалар фарқи- қушилувчи тулқинларнинг даврий равишда узғариб турадиган тебранишнинг аргументлар фарқи.
3. интерференцион ҳад- қушилувчи қушилувчи тулқинлар амплитудаларини улар орасидаги косинус бурчак қупайтмасининг иккиланганлиги.
4. Когерент тулқинлар- фазанинг бирор нуқтасида маълум вақт давомида қушилувчи тулқин фазаларининг узгармаслиги.

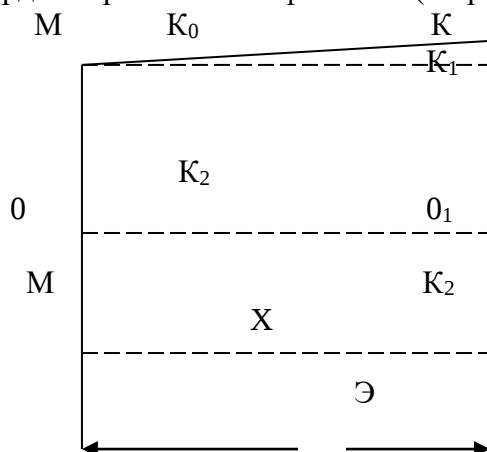
**МАВЗУ: ИНТЕРФЕРЕНЦИОН ПОЛОСНИНГ КЕНГЛИГИ. ВАКТИЙ
КОГЕРЕНЛИК. КУРИНИШ ФУНКЦИЯСИ. ФАЗОВИЙ
КОГЕРЕНЛИК.**

МАКСАД: Интерференцион манзара кандай физик катталикларга боглик. Поласанинг кенглиги кандай ,у нималарга боглик вактий ва фазовий когоренликни урганиш жараёнида манбадан таркалаётган тулкинларнинг хусусиятларини ва манба улчами ахамиятини ,интерференцион манзарани аник куришда кандай шарт бажарилиши билан танишиш.

РЕЖА:

1. Интерференцион полосанинг кенглиги.
2. Вактий когерентлик.
3. Куруниш функцияси.
4. Фазовий когерентлик.

1.Интерференцион полосанинг кенглиги. Когерент манбалар орасидаги масофа J манбалардан экрангача масофа x тенг (40-расм).



1<<X шарт бажарилиши керак. К кузатиш нуктасигача M1 манбадан чиқкан тулкин X1 масофани, M2 манбадан чиқкан тулкин X2 масофани утади. Кузатиш нуктасидаги интерференцион манзара интенсивлиги $\Delta x = x_2 - x_1$ тулкинларнинг утган йулар фаркига боғлиқ. Йулар фаркини топиш учун расмдаги иккита учбурчаклардан фойдаланилади. Белгилашлар $OM_1 = OM_2 = 1/2\ell$ $O_1K = y$.

Биринчи учбурчак $\Delta M_1K_1K_{дан}$ $X_1^2 = X^2 + (y-1/2)^2$, иккинчи учбурчак $\Delta M_2K_2K_{дан}$ $X_2^2 = X^2 + (y-1/2)^2$, у холда M_1 ва M_2 манбалардан K кузатиш нуктасигача бўлган йуллар фаркини топиш учун

$$x_2^2 - x_1^2 = x^2 + \left(y + \frac{1}{2}\right)^2 - \left[x^2 + \left(y - \frac{1}{2}\right)^2\right] = x^2 + y^2 + y\ell + \frac{\ell^2}{4} - x^2 - y^2 + y\ell - \frac{\ell^2}{4} = 2y\ell$$

<<X шартдан фойдаланиб $x_1+x_2=2x$ ва $x_2-x_1=\Delta x$, $2x\Delta x=2y\ell$ бундан йўллар фарки

$$\Delta X = y \cdot 1/x \quad (116)$$

Интерференция манзарасининг максимум шarti унинг интенсивлик ифодасидан аникланади.

$$J = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\varepsilon E_{01}^2 \cos^2 \frac{\pi}{\lambda} (x_2 - x_1)} \quad (117)$$

Бу ифода максимумга эришиш учун $\cos \pi/\lambda (x_2-x_1)=1$ тенг булиши учун $\pi/\lambda(x_2-x_1) = 2\pi$ бундан $\pi(x_2-x_1) = 2\pi$ натижада $x_2-x_1 = \Delta x = 2\lambda$ ёки функциянинг монотон узгармас соҳасини эътиборга олсак $\Delta x = \pm m$ яъни йуллар фарки каррали тулкин узунлигига тугри муносабат (116) ифодани эътиборга олсак

$$\frac{y\ell}{x} = \pm m\lambda \quad (118)$$

Экранда интерференцион манзара ок ва кора йулларда ташкил топган. Экраннинг кандай координаталарида ок йул хосил булишни (118)ифода ёрдамида хисоблаш мумкин. Шу сабабдан уни интерференцион манзаранинг максимум шарти дейилади ва ифодаси куидагича

$$ym = \pm m \frac{x}{J} \lambda \quad (119)$$

Каралган йулларнинг вазиятини аниклаш учун (117)ифодада $\cos \pi/\lambda (x_2-x_1)=0$ булиши керак .У холда $\pi/2 (x_2-x_1)= \pi/2$ ёки $x_2-x_1=\lambda/2$ (120)

Шундай килиб интерференцион минимумини кузатиш учун йуллар фаркли ярим тулкин узунлигига тенг булиши керак .(116) ифодани эътиборга олсак $\frac{y\ell}{x} = \pm(2m + \ell) \frac{\lambda}{2}$

Бундан экранда интерференцион манзаранинг минимумлар координатаси

$$ym = \pm(2m + 1) \frac{x\lambda}{\ell 2} \quad (121)$$

Ифода ёрдамида аникланади. (119) ва (120) ифодалар ёрдамида интерференцион йулнинг (полоса) кенглигини аниклаш мумкин. Унинг учун кушни максимумлар ёки минимумлар координаларини бир-биридан айирамиз яъни

$$ym + \ell - ym = \Delta y = (m + 1) \frac{x}{\ell} \lambda - m \frac{x}{\ell} \lambda = \frac{x}{\ell} \lambda \quad (122)$$

Полосанинг кенглиги ёруглик манбаининг табиати ва улчамига боглик булмайди.

2.Вактий когерентлик. Кундалик ишларда фойдаланиладиган ёруглик манбалари узларидан когерент булмаган тулкин таркатади.Манбалардан маълум бир улчамга эга ва улар Н атомлардан ташкил топган .Ёруглик таркатиш жараёнида хар бир атом бетартиб ёруглик таркатиши билан бирга бошка атомлар хам бир-бирига боглик булмаган холда ёруглик таркатади. Бетартиб тулкинлар , фазалар ва амплитудалар фаркида намаён булади.

Оптикада нуктавий манба тушунчасидан фойдаланилади. Нуктавий манбадан таркалаётган тулкинларнинг фазалари ва амплитудалари узгармас. Манбанинг тулкин чикариш вакти спектрал паласанинг кенглигига боглик ифодаси.

$$\Delta t = \frac{l}{\Delta V}$$

Δt -атомнинг тулкин чикариш вакти ΔV -спектрал полосанинг кенглиги. Агарда атомлар 10^{-8} с вакт ичида тулкин сикарадиган булса шу вактларда хосил булган тулкин имьпулси фазалар фаркининг узгариши шу кадар кичик уни мавжуд асбоблар ёрдамида улчаб булмайди. Шу сабабдан тулкин таркалиш вактида фазали узгармас вакт оралигида вактий когерентлик дилади. Когерентлик вакти маълум булса тулкин нинг когерентлик узунлигини аниклаш мумкин. ифодаси:

$$l_{ког} = c \tau_{ког} \quad (124)$$

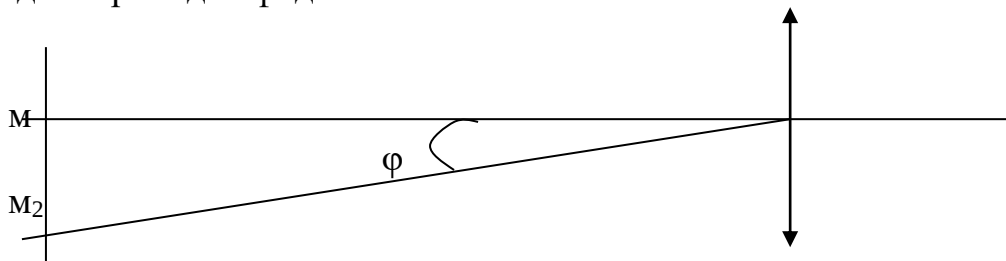
Фазанинг $l_{ког}$ оралигида тулкинларнинг фазалари ва амплитудалари узгармайди (123) ва (124) ифодалардан:

$$l_{\text{коз}} = c \tau_{\text{коз}} = \frac{c}{\Delta \nu} = \frac{\lambda_0^2}{\Delta \lambda} \text{ ва } \tau_{\text{коз}} = \lambda \frac{\lambda_0^2}{c \Delta \lambda} \quad (125)$$

ифодани ҳосил қилиш мумкин. λ -уртача тулқин узунлиги. Битта атом тулқиннинг когерентлик узунлиги $l_{\text{коз}} = 3 \cdot 10^{+8} \frac{M}{c} 10^{-8} c = 3M$ тенг. Кундалик ҳаётимизда фойдаланиладиган ёруғлик манбалари жуда куп атомлардан ташкил топганлиги учун уларнинг когерентлик узунлиги сантиметрлар ва ундан кичик улчамларга тенг. Лазер манбалар учун когерентлик узунлиги 1000м ва ундан катта бўлади.

3. Фазовий когерентлик. Иккита тушунча бор. Биринчиси манба улчамига боғлиқ яъни манбанинг улчами қандай катталиққа тенг бўлганда ундан когерент тулқинлар тарқалади. Иккинчиси тарқалаётган тулқин фронтлари бир-биридан қандай масофага фарқ қилса, тулқин нинг когерентлик хусусияти сақланади.

1-ҳолда: когерент тулқин ҳосил қилишда манба улчамининг аҳамиятини аниқлашда 41-расмдан фойдаланамиз.



41-расм

ММ₁-ёруғлик улчами λ -йигувчи линза. Манбанинг О ва М₁ нуқталаридан тарқалаётган тулқинлар λ линзага Δx йуллар билан келади. Манба линза фокусидида жойлашгани учун, ундан ясси тулқинлар тарқалади. Улардан ҳосил бўлган тулқин интенсивлиги

$$J = J_1 + J_2 + 2\sqrt{J_1 J_2} \cos \frac{2\pi}{\lambda} \Delta x \quad (126)$$

Манбадан тарқалган тулқинлар йуллар фарқи ΔX_1 ва интерференцион манзара кузатишдаги йуллар фарқи ΔX қуйидагича боғланган:

$$\Delta X_1 = 2\Delta X \cos \varphi \quad (127)$$

Текшириш саволлари:

1. Интерференсия ходисасини қандай схема ёрдамида урганамиз.
2. Интерференцион манзаранинг максимум шарти қандай аниқланади.
3. Интерференцион манзаранинг минимум шарти қандай аниқланади.
4. Интерференцион полоса кенглик ифодасини ёзиниг.
5. Интерференцион полоса ва унинг кенглиги нима.
6. Когерентлик узунлиги нима.
7. Вактйй когоретлик таърифи.

8. Фазовий когерентликни тушунтринг.

Таянч тушунчалар:

1. Интерференсион манзаранинг максимум ва минимум фазанинг маълум жойларида рангларёки ёруглик кузатилса унинг ёнида коронгулик кузатилиши керак.
2. Интерференсион полоса кузатилган рангни ёки коронгулик кенглиги.
3. фазовий когерентлик фазанинг маълум бир нукталарида кузатиш давомида тулкин фазаларининг узгармаслиги.

Адабиётлар:

1. Г.А Зисман О.М Тодес «Курс общей физики» Т.3 Изд Наука. Москва 1972 с 67 –71.
2. Н.М Годжаев «Оптика». Москва «Высшая школа» 1977 с 73-84.

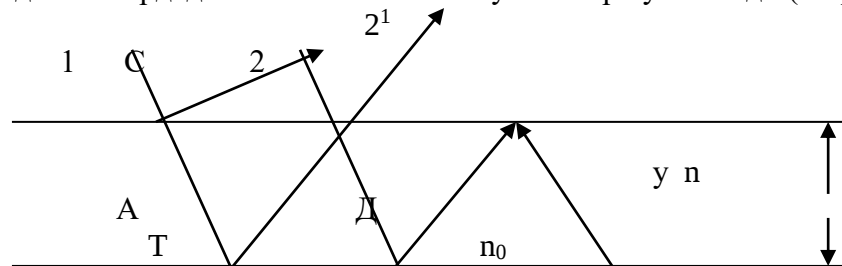
МАВЗУ: ОПТИКАДА ТУЛКИН АМПЛИТУДАСИНИНГ БУЛИШ УСУЛИ БИЛАН КОГЕРЕНТ ТУЛКИНЛАРНИ ХОСИЛ КИЛИШ.

Дарсдан мақсад: Интерференцион манзарани икки усули билан ҳосил қилиш мумкин. Биринчиси тулкин фронтини иккига бўлиб уларни қушиш. Асосан классик тажрибалар Юнг, Френел бикузгу ва бипризма Бие ва т.б. Улардан қупрок қулланадиган Юнг тажрибаси. Иккинчиси Бита тулкин амплитудасининг иккига ажратиб, уларни қушиш. Юпка пардаларда калинлиги узгарувчи юпка пардаларда ҳосил буладиган интерференцион ходисалар билан танишиш.

Р Е Ж А:

5. Юпка пардада ҳосил буладиган интерференция
6. Нютон ҳалқаси
7. Узгарувчан калинликда ҳосил булувчи интерференция.
8. Интерференцион ходисадан фойдаланиш.

Юпка катламда ҳосил буладиган интерференция. Интерференция ходисасида юпка ва шаффоф катламда ёки пардада қайтган ва синган тулкинлар қузатилади (42-расм)



Бунда манба улчами катта бўлиши ёки узокда жойлашиши керак. Синдириш курсаткичи n калинлиги y га тенг шаффоф шиша пластинкага ясси тулкин, яъни 1 ва 2 тулкинда тушсин. Маълум бир вақтда кесим тулкин фронти ОС вазиятни эгалласин. 1 тулкин пластинка ичида ОА ва АВ=2у cosβ масофани $\vartheta = \frac{c}{n}$ тезлик билан $\Delta t = \left(\frac{2yn}{c} \right) \cos \beta$.

Иккинчи 2 тулкин шу вақт давомида СВ+ВЕ масофани С тезлик билан утади. Бу ерда СВ=ОВ sinα; JD=2у tgβ тенгликлардан фойдаланиб уларнинг йуллар фаркини аниқлаймиз:

$$\Leftarrow BE = c\Delta t - CB = \frac{2yn}{\cos \beta} - 2y \sin \alpha \operatorname{tg} \beta = \frac{2yn}{\cos \beta} - \frac{2yn \sin^2 \beta}{\cos \beta} = 2yn \frac{1 - \sin^2 \beta}{\cos \beta} = 2yn \cos \beta \quad (128)$$

(128) ифодадан қайтган тулкинлар учун йуллар фарки пластинка калинлиги y , синдириш курсаткичига n ва синиш бурчагига боглик. Оптик зичлиги кичик мухитда таркалаётган тулкин оптик зичлиги катта мухитдан қайтганда y ярим тулкин узунлигини йукотади. Шу сабабдан 2 тулкин В нуктада $\lambda/2$ қийматини йукотади. У ҳолда (127) ифодани қуйидагича ёзиш лозим.

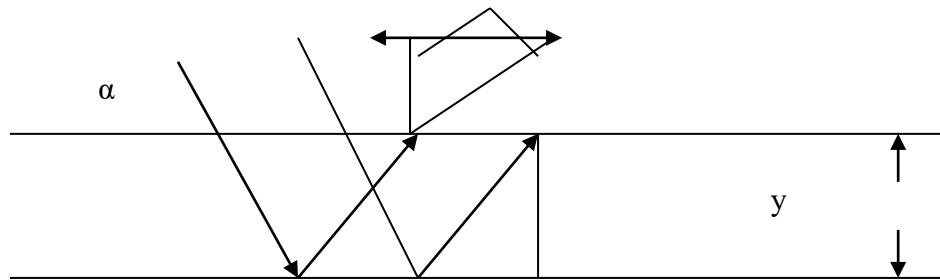
$$\Leftarrow 2yn \cos \beta - \frac{\lambda}{2} = \pm m\lambda \quad (128)$$

Агарда йуллар фарки Δ ярим тулкин узунлигига фарк қилса интерференцион манзаранинг минимуми шарти бажарилади. Яъни:

$$2yn \cos \beta - \frac{\lambda}{2} = (2m-1) \frac{\lambda}{2} \quad (129)$$

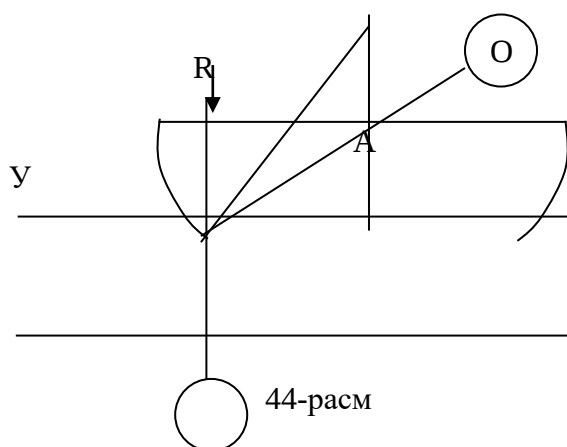
(42) расмдан куринадики интерференцион манзара утган тулкинлар учун ҳам кузатилади. Бунда кайтган тулкиндан фаркли йулар фаркида ҳеч қандай узғариш бўлмайди. Сабаби ОА ва ВД тулкинлар оптик зичлиги катта муҳитдан оптик зичлиги кичик муҳитга синиб утади. Бундай ҳолда ОА ва АТ тулкинларнинг фазалари узгармайди. Шу сабабдан АТ ва ДЛ тулкинларнинг йулар фарки $\Leftarrow 2yn \cos \beta$ (130) ифода билан аниқланади.

Бир хил қияликдан ҳосил бўлувчи интерференция. Ясси параллел пластинкани ($y=\text{const}$, $n=\text{const}$) α_1 ва α_2 бурчак остида ёруғлик тулкинлари ёритади (43-расм).



Чизмани мураккаблаштирмаслик учун бита нукта учун келтирамиз. Колган нукталарни чизмаси шундан фарк қилмайди. У вақтда пластинканинг ҳар бир нуктасидан иккита кайтган тулкинлар чиқади. Бир 1-дан, иккинчиси 2-дан интерференцияланувчи тулкинларнинг А нуктасидаги 1-тулкин учун йулар фарки (129) ифодага асосан Δ_1 , 2-тулкинлар учун Δ_2 . Фараз қилайлик Δ_1 йулар фарки максимум шартига мос келсин.

Пластинка қалинлиги y α_1 ва α_2 бурчаклар узгармас бўлганлиги туфайли А; А₁ ва бошқа нукталардан бирдай тулкинлар тарқалади. Шу сабабдан пластинка сиртида интерференцион манзара кузатилмайди. Агарда кайтган тулкинларнинг йулига λ йигувчи линза қуйсак 1 ва Г тулкинлардан ҳосил бўлган ёруғ доғлар экраннинг маълум жойда 2 ва 2¹ тулкинлардан ҳосил бўлган қоронги манзара бошқа жойда ҳосил бўлади. Агарда пластинка ҳар хил йуналишдаги тулкинлар тушса маълум α бурчакка мос келувчи тулкин йуналишида интерференцион муҳит кузатилади. Бундай ҳодисани **бир хил қияликдаги интерференция** дейилади. Бир хил қалинликдаги интерференция ёки Ньютон ҳалқаси. Эгрилик радиуси катта бўлган ясси қаварик линза қаварик томони билан ясси параллел пластинкага сиқилади. (44-расм). Интерференцион манзара кайтган ва утган тулкинлар учун кузатилади.



Кайтган тулкинларда марказ ёруғ доғ утган тулкинларда қоронги доғ ҳосил бўлади. Бу ҳолда кузатиладиган физик ҳодисаси ясси параллел пластинкадаги каби бўлади. Фарқи шиша қалинлиги бу ускунада линза ва пластинка оралигидаги ҳаво қатлами. Берилган В нукта учун ҳаво қатлами қалинлигини ҳисоблаймиз. Белгилашлар У-ҳаво қатлам қалинлиги, R-линзанинг эгрилик радиуси.

AB-г ҳалқа радиуси. ΔBAO учбурчагидан линзанинг эгрилик радиуси

$$r^2 = R^2 - (R - Y)^2 = 2RY - Y^2 = 2RY \quad (131)$$

Бундан: $y = \frac{r^2}{2R} \quad (132)$

(132) ифодага (128) ифодани қйсак

$$2 = \frac{r^2}{2R} n \cos \beta - \frac{\lambda}{2} = m\lambda \quad (133)$$

ифода ҳосил булади. Линзага параллел тулкинлар тик тушганлиги учун $\beta=0$ ва қияликдаги тенглик уринли булади.

$$\frac{r^2}{R} n - \frac{\lambda}{2} = m\lambda \rightarrow r^2 = \left(m\lambda + \frac{\lambda}{2} R \rightarrow r = \sqrt{\lambda(m+1)R} \right) \quad (134)$$

Қайтган тулкинлар учун ёруғ халкалар учун радиус ифодаси (132) ифодани (129) қуйсак қоронги халка радиус ифодасини аниқлаш мумкин.

Интерференция ҳодисасидан амалиётда фойдаланиш:

1. Тулкин узунлигини қатта аниқликда улчаш мумкин, қомпораторлардан қатта аниқликда ҳар қил тулкин узунликларини таққослаш мумкин.
2. Қузғу ва оптик асқобларнинг сирт силлиқлик даражасини қатта аниқликда назорат қилиш мумкин.
3. Жисмларни назорат қили шва оптик асқоблар сифатини аниқлашда.
4. Қаттиқ жисмларни қенгайиш қоэффиқиентини синдириш қурсатқичини қатта аниқликда улчаш.
5. Хаар қил жисмларнинг спектрларини урганиш.
6. Ёруғлик тезлигини қатта аниқликда аниқлашда.

Теқшириш саволлари:

1. Ясси параллел пластинқадаги тулкин йуллар фарқи ифодаси.
2. Қайтган тулкинлар учун максимум шарти қандай?
3. Утқан тулкинлар учун минимум шарти қандай ёзилади?
4. Қия текисликда интерференция қандай ҳосил булади?
5. Њьютон халқасини қузатувчи усқунани қизиш.
6. Њьютон халқасининг радиус ифодасини ёзинг.
7. Қоронги халка радиус ифодасини ёзинг.

Таянч тушунчалар:

1. Ясси параллел пластинка – иққи томони бир-бириги параллел ва юқори даражада силлиқлашқан шиша пластинка.
2. Қайтган тулкин интерференцияси қайтиш тулқинларида 1^1 ва 2^1 тулқинлар устма-уст тушиши ёқи бир-бирига параллел булиши мумкин.
3. Йуллар фарқи $\lambda/2$ узғариши тулқин оптик зичлиги қатта мухитдан қайтғанда қузатилади.
4. Қия текисликда интерференция қузатилиши учун шиша пластинқага ҳар қил бурчак остида тулқинлар тушиши қерак.
5. Њьютон халқаси қилиш-ясси қаварик, линза ва ясси параллел пластинка ёрдамида.

Адабиётлар:

1. Г.А Зисман, О.М. Тодес. «Қурс оқей физики» Т.3. Изд. «Њауқа». Москва 1972. 74-78 б
2. Њ.М.Годжаев «Оптика». Москва. «Высшая школа» 1977. 85-90 93-95 б.

МАВЗУ: ДИФРАКЦИОН МАСАЛА. ФРЕНЕЛЬ ЗОНАСИ. ЁРУГЛИКНИНГ ДИФРАКЦИЯСИ.

Р Е Ж А:

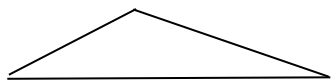
1. Гюйгенс-Френель тамойили.
2. Сферик тулкиннинг таркалиши.
3. Тулкин ифодаси.
4. Дифракцион масалани ечишда Френель усули.

Хаётда дифракция ходисаси куп учрайди. Ёруглик манбаларидан таркалаётган тулкинлар албатта бирор тусикка учрайди. Уларнинг улчамига караб хар хил ходиса юз беради. Масалан, дарахтлар ва биноларнинг соялари. Синчковлик билан соя буюм шаклини акс эттиради. Бундай ходиса маълумки, тулкин тугри чизик буйлаб ёки нур шаклида таркалганда руй беради. Тусикнинг улчами кичик булган холда дераза ромлари ёки панжарада кузатиладиган, кузимизни кисинкираб ёруглик манбасига караганда рангларнинг курунишини ёругликнинг тугри чизик буйича таркалиши билан тушунтириш мумкин эмас. Ёругликнинг тусик ва тиркичдан тугри чизикдан четлаб утиши **дифракция** дейилади.

Гюйгенс-Френель тамойили. Дифракцион ходисани тушунтиришда тулкин тенгламасини ечиб уни тахлил килиш жуда мураккаб дифракциянинг конун-қоидаларини содда иккита тамойил асосида тушунтирса булади.

Биринчиси. Гюйгенс тамойили. Тулкин фронтининг хар бир нуктаси иккиламчи манба булиб, ундан чикувчи тулкинлар булиб мухит хусусиятига боглик тезлик билан таркалади.

Иккинчиси. Тулкин фронтининг хар бир нукталари бир хил частота ва фазалар билан тебранади. Натижада иккиламчи манбалардан таркалувчи тулкинлар бир-бири билан учрашган сохаларда интерференция ходисаси юз беради. Тулкин fronti таркалувчи томоннинг ихтиёрий Р нуктасига иккиламчи манбалардан етиб келувчи тулкинлар хар хил геометрик йуларни утиш мумкин. Бу холни Гюйгенс-Френель тамойили дейилади. Бир жинсли изотроп мухитда жойлашган нуктавий манбадан атроф-мухитга сферик тулкин таркалади. Тулкинлар етиб келган геометрик сирт тулкин fronti булиб, унинг хар бир нукталарини иккиламчи манбалар вазифасини бажаради. М - нуктавий манбадан К – кузатиш нуктасига ёруглик тулкинларининг кандай келишини курайлик (45 расм).



Маълум вақтдан кейин манбанинг тулкин fronti S – шаклида булсин. У вақтда Гюйгенс-Френель тамойилига асосан Li нукта атрофидаги ΔS юзадан таркалиб, К – кузатиш нуктасига келувчи иккиламчи ифодасини куйидагича ёзиш мумкин.

$$E_i = f(a_i) \frac{E_0}{r_i} \Delta S \cos(wt - kr - \varphi_0) = E_0 \cos(wt - kr - \varphi_0) \quad (135)$$

$$E_{oi} = f(a_i) \frac{E_0}{r} \Delta S_i - \Delta S_i \text{ юзадан чикиб К нуктага етиб келган тулкин амплитудаси, } E_0$$

- ΔS юзадан бирлик масофада хосил килган амплитуда, φ₀ – бошлангич фаза, r_i - ΔS юзадан К кузатиш нуктасигача булган масофа, α_i - ΔS юзага утказилган тик билан тулкин таркалиши орасидаги бурчак, f(α_i) – киялик коэффициенти, иккиламчи тулкин амплитудасининг таркалиш йуналишига боглик. ΔS_i юза шундай танланадики, унинг

атрофида α_i ва r_i нинг сон кийматлари узгармасин. $f(\alpha_i)$ – энг катта кийматидан ($\alpha=0$) нолга ($\alpha = \frac{\pi}{2}$) узгаради.

(135) тенгламани ечиш анча мушкул. Бу тенгламани жуда осон ечиш усулини Френель кўрсатган.

Френелнинг зоналар усули расмда келтирилган каби иккиламчи тулкин сиртни S ни бир неча зоналарга ажратамиз. Бунинг учун маркази K – нуктада жойлашган L_0 – нуктадан бошлаб бир неча концентрик доираларни иккиламчи тулкин сирти билан кесишгунга қадар чизсак бир неча сегмент ΔS сиртлар ҳосил бўлади. Уларнинг юзалари тахминан $\Delta S \approx S_1 + 1$ бир бирларига тенг. Концентрик доиралар чизиш ихтиёрий эмас, улар маълум қонунга бўйсунуши керак, яъни $r_1 = r_0 + i \frac{\alpha}{2}$.

Уларнинг радиуслари бир-бирларидан $r_2 - r_1 = \frac{\alpha}{2}$ ярим тулкин узунликка фарк қилиши керак. Шундай қилиб иккиламчи тулкин сиртни бир неча зонавий ҳалқаларга бўламиз. S сиртдан тарқалувчи тулкинлар қушни зоналарда қарама-қарши фазаларда тарқалади. S сиртдан келувчи K нуктага келувчи тулкин амплитудаларини қушиш керак. Бунда фаза ўзгаришини ҳисобга олиш шарт.

$$E = E_0 - E_1 + E_2 - E_3 + E_4 - \dots \pm E_1 \quad (137)$$

(137) ифодада жуфт зоналар мусбат ишорада, тоқ зоналар эса манфий ишорада. K – қузатиш нуктасидан иккиламчи S сиртдан тарқалувчи тулкинлар орасидаги бурчак зона сони ортган сари ошади. Шу сабабдан қушни зона амплитудалари монотон қамаяди, яъни $E_0 > E_1 > E_2 > E_3 > \dots$.

Бу қонуният i – зона амплитудаси қушни зоналар амплитудаларининг арифметик ўртачаси каби аниқлашга имконият беради. Яъни

$$E_1 = \frac{E_{i-1} + E}{2} \quad (138)$$

(138) муносабатни инобатга олган ҳолда (137) ифодани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$E = \frac{E_0}{2} + \frac{E_0}{2} E_1 + \frac{E_2}{2} + \frac{E_2}{2} - E_3 + \frac{E_4}{2} + \dots \approx \frac{E_0}{2} \quad (138)$$

Шундай қилиб S – сиртли K нуктага етиб келувчи амплитудаларнинг йигиндиси нолинчи зона амплитудасининг ярмига тенг. Бу дегани бошқа зоналардан қузатиш нуктасига ёруғлик келмайди деган фикрга бориш керак эмас. Улардан келаётган тулкинлар қарама-қарши фазада бўлганликлари учун уларнинг натижавий амплитудалари нолга тенг бўлади.

45-расмда зоналар ва K қузатиш оралиғига кичик тусик қуйсак қузатиш нуктасида аввалгидаги ҳолдан интенсивлиги кичик ёруғ доғ ҳосил бўлади. Бунга сабаб тусик чаккасидан S – тулкин факат чеккаларига қадар яна тегишли амплитудаларни қушамиз. Энди нолинчи зона вазифасини тусик чеккаларидаги биринчи зона бажаради. Худди шу усул билан думалок тусик ва тиркишдан ўтган тулкин дифракциясини тушунтириш мумкин. Бунга Френель дифракцияси дейилади.

Текшириш саволлари:

1. Ёруғлик дифракцияси қандай ҳосил бўлади.
2. Гюйгенс-Френель тамойили нимадан иборат?
3. Дифракция масаласини ифодасини ёзинг.
4. Зоналар қандай ҳосил қилинади?
5. Зоналар радиуслари бир-биридан нима билан фарқ қилади?
6. Қузатиш нуктасида тулкин амплитудаси нимага тенг?
7. Тулкин фронти ва қузатиш оралиғига тусик қуйилса нима ўзгаради?
8. Френель дифракцияси нима?

Таянч тушунчалар:

1. Тулкин дифракцияси тусик ва тиркишдан тулкин утганда турли чизик буйлаб таркалишдан четлашиши.
2. Тулкин зонаси. Френель дифракцияси кузатилувчи тулкин майдони.
3. Дифракцион масала тусик ва тиркишдан утган тулкин майдони кандайдир фазаси катталикларга боғликлиги.
4. Натижавий амплитуда кузатиш нуктасига иккиламчи манбалардан келаётган тулкин амплитудаларини йигиндиси.

Адабиётлар:

1. Г.А.Зисман, О.М.Тодес. Курс Общей физики. Т. 3 Изд. Наука, Москва, 1972 с 82-92.
2. Н.М.Годжаев. Оптика. Москва. Высшая школа. 1977 с 118-128.

МАВЗУ: ПАРАЛЛЕЛ ТУЛКИНЛАР ДИФРАКЦИЯСИ.

Максад: Кундалик ҳаётда куп учрайдиган, фан ва техникада куп фойдаланиладиган параллел тулкин дифракция ходисаси асослари билан танишиш.

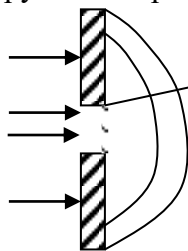
Р Е Ж А:

1. Оптик спектрлар ва спектрал таҳлил.
2. Битта тиркишда ҳосил буладиган дифракция.
3. Дифракцион панжара турлари.
4. Дифракцион полосанинг кенглиги ва сони.
5. Дифракцион панжара.
6. Дифракцион панжаранинг ажрата олиш қобилияти.

Оптик спекторлар ва спектрал таҳлил. Интерференция ва дифракция ходисалари ажойиб хусусиятга эга. Улар ёрдамида оқ ёруғликни призма каби рангларга ажратиш мумкин.

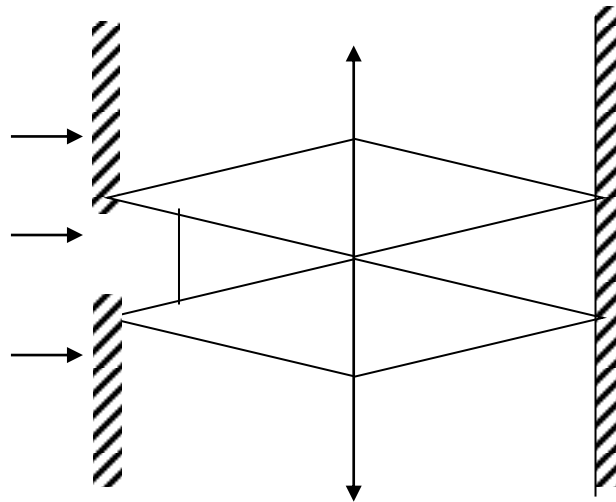
Призма асосида ҳосил килинган спектрлардан афзаллиги, спектрлар экран ва тиркишнинг моддаларига боғлиқ бўлмай, манбадан чикувчи тулкин узунликларига боғлиқ бўлади ва оптик ускуналарнинг тузилишига боғлиқ. Моддаларнинг спектрларини кузатиш ва уни таҳлил қилиш амалий ва назарий оптикада катта аҳамиятга эга. Нурланиш ва ютилиш спектрларни урганиш химиявий бирикмалар, моддаларнинг агрегат ҳолат тузилиши ва узоқда жойлашган осмон jismlарининг таркибини урганишда қулай келади. Спектрлар асосида моддаларнинг таркибини, тузилишни урганувчи оптика бўлими спектрал таҳлил дейилади. Битта тиркиш ёрдамида ҳосил буладиган дифракция манзарани кузатишда оптик ускуналарда дифракцион панжарадан фойдаланилади.

Дифракцион панжалар бир-бирига параллел бўлган 1 мм кенгликда жойлашган жуда куп тиркиш ва тусиклар туркумидан иборат. Дифракцион панжара шаффоф жуда сифатли бир jisмли шаффоф jisмдан ёки нотекис сиртлардан (зинапоясимон, дунглик ва чуқурлардан, яъни синусоидал даврий тузилишга эга бўлган) ёруғликнинг қайтишига асосланган бўлади. Дифракцион панжарада рўй берадиган ходисани тушуниш осон бўлиши учун битта тиркиш ёрдамида дифракциянинг рўй беришини урганиш лозим. Ясси чексиз параллел тиркишдан расм узлуксиз ясси монохроматик ёруғлик тулкини утсин. Ёруғлик энергияси тулкин fronti бўйлаб текис таксимланган (46-расм).



Т – тиркиш, Э – экран λ – ясси тиркиш кенглиги.
 A_1A_4 – ясси тиркиш текислигидаги иккиламчи нуктавий манбалар. В нуктада A_1 ва A_4 нуктавий манбалардан чиққан тулкинлар учрашиш жойи.

Гюйгенс тамойилига асосан A_1-A_4 тиркиш кенглигида жойлашган ҳар бир нукта иккиламчи манбалар вазифасини бажаради. Улардан тарқалган тулкин фронтлари уринма утказсак, натижавий тулкин fronti тиркишнинг геометрик соясига утиши тушунарли бўлади. Тулкин энергиясининг канча қисми геометрик сояга утқанлигини билиш учун Френель усули билан В нуктага етиб келган иккиламчи тулкинларининг натижавий интерференцион манзарасини аниқлаш керак. Манзара аниқ қурилиши учун тиркишдан кейин Л линза қуйилади (47-расм). A_1-A_4 тиркишда тугри утадиган тулкинлар Э экранини К нуктасида тупланади. $A_1В$ ва унга параллел йуналишдаги тулкинлар Э экраннинг K_1 нуктасида тупланади.



47-расм

Шундай қилиб Э экран текислигидаги ёритилган таксимоти, тиркишдан утган тулқинларнинг ҳар хил йуналиш бўйича ёруғлик энергиясининг таксимотига айланади. Бундай ҳол учун Э экран Л линзанинг фокал текислигида жойлашган бўлиши керак. K_1 ва K нукталардаги натижавий интерференцияни аниқлашда иккиламчи тулқинларнинг фазаларини амплитудаларини ва электр майдон кучланганлик векторларининг йуналишларини билиш керак. Бундай масала жуда мураккаб, шу нуқтаи назардан Френель усулидан фойдаланилади. A_1 ва A_4 тиркишга тушаётган тулқин ясси монохроматик бўлганлиги учун унинг текислигида ҳосил бўлган иккиламчи манбалар бир хил фазада тебранади. Улар линзадан тик утиб Э экраннинг K нуктасида учрашганда тулқин амплитудалари қушилганлиги туфайли ёритилганлик ошади. Линза ундан утувчи тулқинларга қушимча йул киритмайди. Экраннинг K нуктасида учрашувчи иккиламчи тулқинларнинг ҳаммаси тиркиш текислигидан бир хил φ бурчак остида таркалади. Интерференция ходисаси натижаси бошқача бўлади. Сабаби буларнинг φ_1 бурчакка узгаради. Оқибатда тиркишга нисбатан φ бурчак остида таркалувчи тулқин фазалари MN текислигига тик бўлиб, бу текислик тиркиш текислиги билан φ бурчак ташкил қилиб фаза фарқини вужудга келтирувчи йуллар фарқи $\Delta = NA_4 - MA_1$ тенг. Агарда тиркиш кенглигини b билан белгиласак у вақтда K_1 нуктага етиб келувчи тулқинларнинг йуллар фарқи қуйидагича аниқланади:

$$\Leftarrow b \sin \varphi \quad (140)$$

φ бурчак остида қуринадиган тулқинлар дастасини яъни MN текислигини зоналарга бўламиз. Агарда у текислик иккита зона тугри келса у ҳолда $\Leftarrow 2 \frac{\pi}{2}$ йуллар фарқи иккита ярим тулқинлари тенг бўлиб, улар карама-карши фазада бўлганлиги учун K_1 нуктада ёруғлик интенсивлиги нолга тенг бўлади. Агарда тиркиш текислигига φ_2 бурчак остида таркалувчи тулқин дасталарига мос келувчи йуллар фарқи $\Leftarrow 3 \frac{\lambda}{2}$ тугри келса бу тулқин дастаси экраннинг K_2 нуктасида тупланганда маълум бир ёритганлик ҳосил қилади. K нуктадаги ёритганлик 3 марта кичик бўлади. Сабаби K_2 нуктага K нуктага нисбатан тулқин дасталарининг $1/3$ қисми етиб келади. Бу текисликка 3 та зона тугри келади. Шундай қилиб тулқин frontiга ток зоналар мос келувчи йуналишларида экранда қоронгулик қузатилади. Натижада фракцион манзаранинг максимум шарти қуйидагича ёзилади:

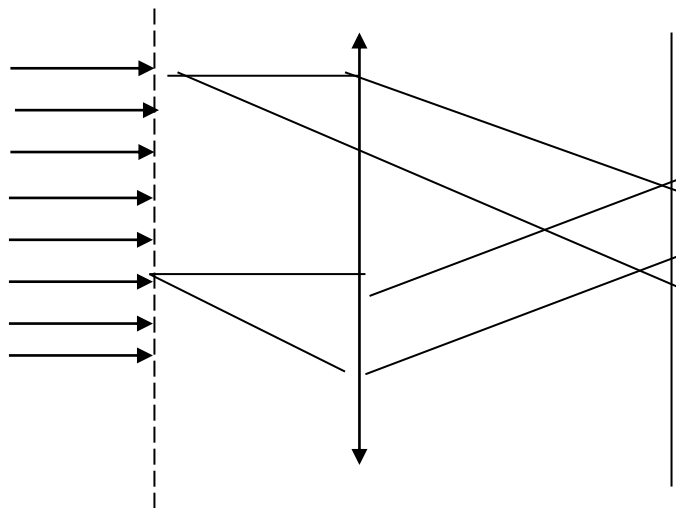
$$b \sin \varphi = \pm(2m+1) \frac{\lambda}{2} \quad (141)$$

$$\text{Минимум шартини эса} \quad b \sin \varphi = \pm x \lambda \quad (142)$$

Қушни дифракцион минимумлар орасидаги масофа дифракцион полосанинг кенглигини аниқлайди. Дифракцион панжара ёрдамида ҳосил бўладиган дифракцион манзара мураккаб ходиса. Биринчидан ҳар бир тиркишлардан таркалувчи иккиланувчи

тулкинлар интерференцияси, иккинчиси тиркишлардан таркалувчи тулкин дасталарини ҳосил килувчи интерференцияни ҳисобга олиш керак. Дифракцион панжаранинг ҳар бир тиркиши учун минимум шarti узгармайди.

Дифракцион панжара тиркиш кенглиги b , тусик кенглиги a бўлсин. Берилган дифракцион панжара учун катталиклар узгармас, уларнинг йигиндиси $\chi = b + a$ панжара доимийсини белгилайди. Дифракцион панжаранинг узунлиги бўйича панжара доимийси даврий равишда такрорланади (48-расм).

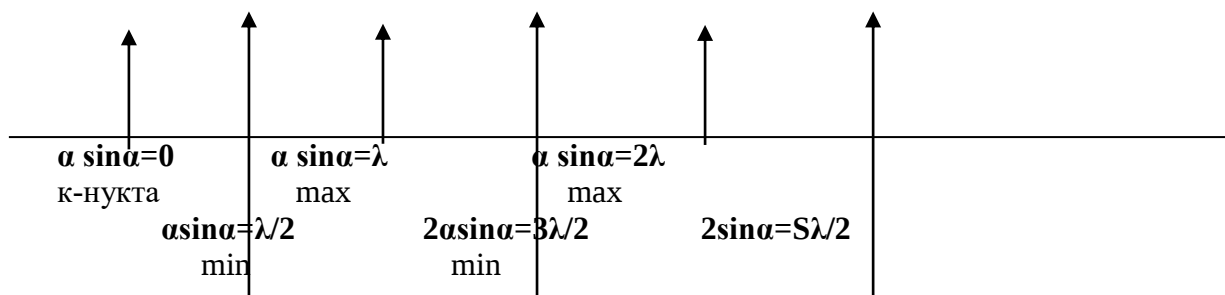


48-расм

Дп – дифракцион панжара А йигувчи линза, Э – экран. Ясси монохроматик χ тулкин дастаси дифракцион панжарага тик тушсин. Биринчидан тиркишлардан таркалган иккиламчи тулкин амплитудаси E_1 , иккинчи тиркишдан таркалган тулкин амплитудаси E_2 , учинчисидан эса E_3 ва таркалган бўлади. 48-расмда К нуктага ҳамма тиркишларидан таркалган тулкин амплитудалари келганлиги учун натижавий амплитуда $E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots$ амплитудалар йигиндисига тенг бўлади. Бу тулкин дасталарнинг фазалари фарқи нолга тенг. Шу сабабдан К нуктада ёритилганлик нолдан фаркли. Иккиламчи манбалардан таркалаётган тулкинлар тиркишдан тугри утган тулкинларга нисбатан α бурчак остида таркалса, икки ҳол бўлиши мумкин. Биринчиси K_1 нуктада келаётган тулкин амплитудаларининг йуналишлари бир хил бу ҳолда натижавий амплитуда катта кийматга эга бўлиши мумкин. Агарда уларнинг фазалар фарқи 2π ёки унга қаррали узгарса, бу вақтда қушни тиркишлар ҳосил килувчи йуллар фарқи Δ тулкин узунлигига ёки унга қаррали кийматларга тенг бўлади. Шу сабабдан дифракцион панжара учун максимум шarti қуйидагича ёзилади:

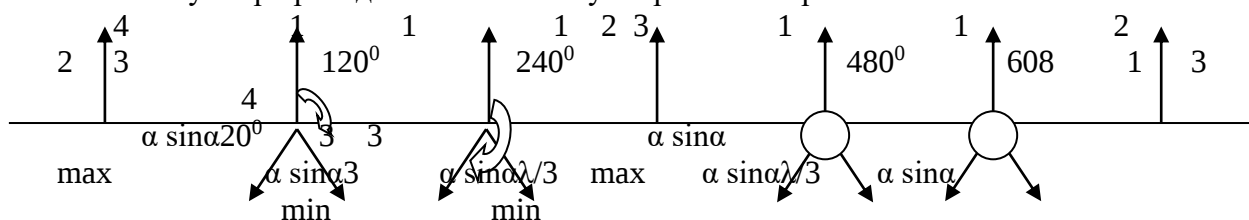
$$a \sin \alpha = \pm m \lambda \quad (143)$$

Одатда (143) ифода бош максимумларни аниқлайди. Иккинчиси K_1 нуктага етиб келган тулкин дасталарининг амплитудалар йигиндиси $E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots$ нолга тенг. Бошқа-бошқа тиркишлардан чиққан тулкин амплитудалари учрашганда интерференция ходисаси туфайли уларнинг натижавий амплитудаси нолга тенг бўлиши мумкин. Бундай ҳолни тушунтириш учун содда ҳол учун, яъни иккита тиркишли дифракцион панжара ҳосил килувчи дифракцион манзарани қурайлик. Қурғазмали бўлиши учун векторлар диаграммасидан фойдаланамиз.

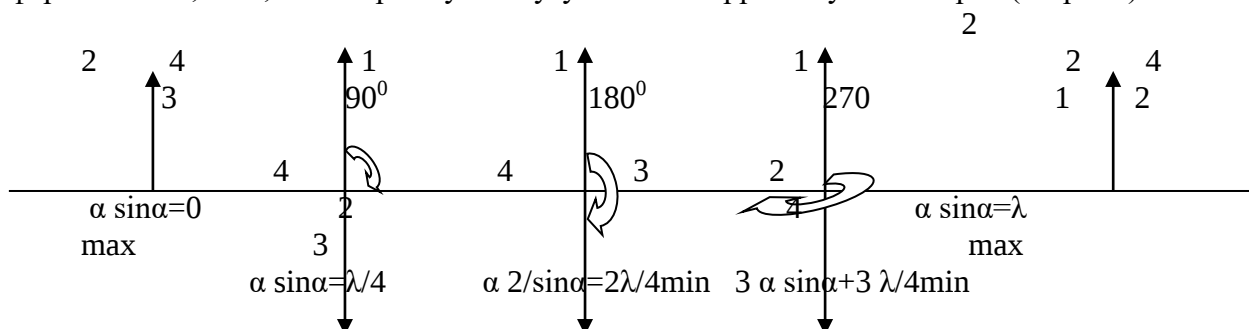


49-расмдан куринадики, E_1 ва E_2 карама-карши йуналган булса уларнинг фазалари π , 3π , 8π ва т.б. узгариб натижавий амплитуда $E=E_1+E_2=0$ тенглашади. Бу тулкинларнинг иккиламчи манбадан кузатиш нуктасигача йулар фарки ва т.б. тенг. Расмда иккита дифракцион тиркишдан хосил булувчи д.м.да тулкинларнинг амплитудалар таксимоти шартли белгиси келтирилган. Энди дифракцион панжара учта тиркишдан иборат булган холда дифракцион манзаранинг максимум шarti билан аникланади. Д манзаранинг шartидан натижавий амплитудаси $E=E_1+E_2+E_3+\dots$ амплитудалар йигиндисига тенг. Фазалар фарки нолга тенг булади. Д манзарада минимум кузатиши учун $E=E_1+E_2+E_3=0$ ва электр майдон кучланганлиги векторининг фазалари $2\pi/3$ (120°), $4\pi/3$ (240°) бурчакка ёки йулар фарки $\lambda/3$ ва $2\lambda/3$ тенг булиши шart (50-расм).

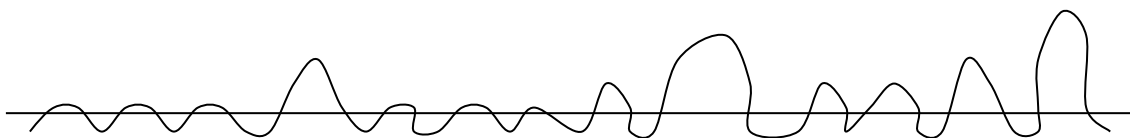
50-расмдан куринадики, дифракцион панжара учта тиркишдан иборат булганда иккита максимумлар орасида иккита минимумлар жойлашар экан.



Д панжара туртта тиркишдан иборат булганда, умумий максимум шarti узгармайди. Минимумларни кузатиш учун векторлар орасидаги фазалар фарки $\pi/2$, $\pi/2/2$, $3\pi/2$, йулар фарки эса $\lambda/4$, $2\lambda/4$, $3\lambda/4$ чорак тулкин узунлигига каррали булиши керак (51-расм).



Беш олти ва N та тиркишлар учун худди шундай фикр юритсак, куйидаги коида уринли булади. N та тиркишли панжара учун иккита кушни максимумлар орасида $N-1$ та минимумлар кузатилиши керак. Кушни тиркишлар орасидаги йулар фарки тулкин узунлигига λ тенг булганда максимумлар λ/N , $2\lambda/N$, $3\lambda/N \dots$ тенг булганда минимумлар кузатилади. Иккита бош максимумлар орасида хосил булган $N-2$ кушимча минимумлар экранда кучсиз ёритилганлик хосил килади. Яъни таркок ёруг (орон) хосил булади. Д панжарадан утган тулкин энергияси бош максимумларга таксимланган булиб, минимум шarti (143) ифода билан аникланади. У ерда $m=0,1,2,3$ кийматларни кабул килади ва дифракция тартиби дейилади. $N=10$ дифракция панжара учун дифракцион манзаранинг куруниши 52-расмда келтирилган.



52-расм

Дифракцион панжарада тиркишлар сони канча куп булса кушма бош максимумлар орасида шунча интенсивликлари жуда кичик максимумлар хосил булади. Шу сабабдан бош максимумлар ингичка ва интенсивлиги катта булади.

Д панжарани ажрата олиш кобилияти. Агарда дифракцион панжарага бир-бирига жуда якин булган иккита монохроматик χ_1 ва χ_2 тулкинлар тушса уларни алохида-алохида

куриш шартини курамиз. Унинг учун биринчи тулкин (143) ифодадан $d\sin\alpha = m\lambda$ ёзамиз. α бурчак остида λ_2 тулкинларини куриш учун юкоридаги фикрга асосан $m\lambda_2$ йул фаркига λ_2/N йулни кушиш лозим. Бу χ_2 тулкин учун минимум шартгина мос келади. Натижада куйидаги ифодани ёзиш уринли

$$m\lambda_1 = m\lambda_2 + \frac{\lambda_2}{N} \text{ бундан}$$

$$(144) \text{ ифодада } \frac{\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} \text{ нисбат тиркишлар сонини тартиблар сонига купайтмасидан}$$

яъни mN катта булса, λ_1 ва λ_2 тулкинларнинг максимумлари бир-биридан ажралмайди. Манзарада битта максимум кузатилади. (144) ифодадан дифракцион панжаранинг тиркишлар сони a , тартиби m канча катта булса, бир-бирига жуда якин жойлашган тулкинлар ажралиши лозим.

Текшириш учун саволлар:

1. Модда спектрларини урганиш нима учун керак?
2. Д панжара тузилиши қандай?
3. Д панжаранинг қандай турлари бор?
4. Д манзара қандай ҳосил бўлади?
5. Битта тиркишли дифракция минимум шarti.
6. Битта тиркишли дифракция максимум шarti.
7. Дифракцион полосининг кенглиги.
8. Иккита ва учта тиркишларда дифракция ҳодисаси қандай кузатилади?
9. Дифракцион панжара учун максимум шarti.
10. Дифракцияланувчи тулкинларнинг вектор диаграммалари.
11. Туртта тиркишлар учун тулкин вектор диаграммаси.
12. Дифракцион манзаранинг бош максимуми.
13. Кушимча максимумларнинг тиркишлар сонига боғликлиги.
14. Дифракцияланган тулкинлар ёруғлик энергиясини қандай тақсимлайди?
15. Дифракцион панжаранинг ажрата олиш қобилияти қандай катталикларга боғлиқ?

Таянч тушунчалар:

1. Ёруғлик дифракцияси – ёруғлик тулкинларининг тусик ва тиркиш чеккаларидан утган тугри чизикдан четлашиши.
2. Дифракцион панжара – жуда куп тиркиш ва тусиклардан даврий равишда тузилган ва дифракцион манзарани ҳосил қилувчи оптик ускуна.
3. Вектор диаграмма – электр майдон қучланганлик векторларнинг текисликда даврий жойлашиши.
4. Бош максимум – ёруғлик тулкинларининг асосий энергияси тупланадиган дифракцион манзара қисми.
5. Дифракцион панжаранинг ажрата олиш қобилияти монохроматик тулкинларнинг дифракцион манзарада бирининг максимумига иккинчисининг минимуми ва акс ҳолда содир бўлувчи ҳодиса.

Адабиётлар:

1. Г.А Зисман, О.М. Тодес. «Курс общей физики» Т.3. Изд. «Наука». Москва 1972. 88-89 б
2. Н.М.Годжаев «Оптика». Москва. «Высшая школа» 1977. 135-151 б.

**МАВЗУ: ЁРУГЛИК ДИСПЕРСИЯСИ ВА ТУЛКИН
УЗУНЛИГИ.НОРМАЛ ВА АНОМАЛ ДИСПЕРСИЯ.**

Р Е Ж А:

1. Ёруглик тезлиги ва тулкин узунлиги орасидаги боғланиш.
2. Нормал дисперсия.
3. Аномал дисперсия.
4. Коши ифодаси.

Шиша синдириш курсатгичининг тушаётган тушаётган тулкин узунлигига боғлиқлигига ёруглик дисперсияси дейилади. Ёруглик дисперсиясини биринчи Ньютон кузатган. Унинг тажрибасида синдириш кинжаллари бир-бирига тик жойлаштирилишга иккита призмадан фойдаланишган. Дисперсия ҳодисасини ёругликнинг тулкин назарияси асосида тушунтиришда қийинчиликка дуч келамиз. Ёруглик дисперсиясининг электрон назариясини Г.Л.Лоренц тавсия қилган. Назария асосида ёруглик тулкини ва модда таркибидаги валентли электронлар орасидаги таъсирлар ётади ёруглик тезлиги ва тулкин узунлиги орасидаги боғланиш вакуумда ёруглик тезлиги чекланган катта ва узгармас бўлади. Ёруглик электромагнит тулкин табиатида эга. Бизга маълумки вакуумда тулкин тезлиги частотаси ва тулкин узунлиги ўзвий боғланган :

$$\lambda_0 = \frac{c}{\nu} \quad (145)$$

ифодада асосан ҳар бир частотага мос равишда маълум тулкин узунлиги бўлади. электромагнит тулкин бирор муҳитга тушганда муҳитни ташкил этган валент электронларга таъсир қилиб уни тушувчи тулкин частотасига тенг тебраниш ҳосил қилишга мажбур этади. Катта частотада тебранаётган валент электронлар иккиламчи тулкин манбалар вазифасини бажаради натижада муҳитда тарқалувчи электромагнит тулкин муҳитга тушувчи ва унда ҳосил бўлган иккиламчи тулкинлар йиғиндисига тенг. Уларнинг частоталари тенг, лекин амплитудалари фазалари ва тарқалиш тезликлари ўзгаради. Электронларнинг мажбурий тебранишидаги частотали унга таъсир этувчи электромагнит тулкин частотасига боғлиқ. Ҳар бир валент Электронни хусусий частотаси ν_0 га эга бўлади. Улардан ҳосил бўлган яъни мажбурий монохроматик тулкинлар амплитудаси ва фазаси тушаётган электромагнит тулкин частотасига боғлиқ. Шу сабабдан иккиламчи тулкинлар амплитудалари ва фазалари бир -бирига тенг бўлмайди. Натижада муҳитда ҳосил бўлган ҳар бир тулкиннинг тарқалиш тезлиги унинг частотасига боғлиқ:

$$V=f(\nu) \quad (146)$$

Муҳитнинг синдириш курсатгичи қуйдаги ифода ёрдамида аниқланади:

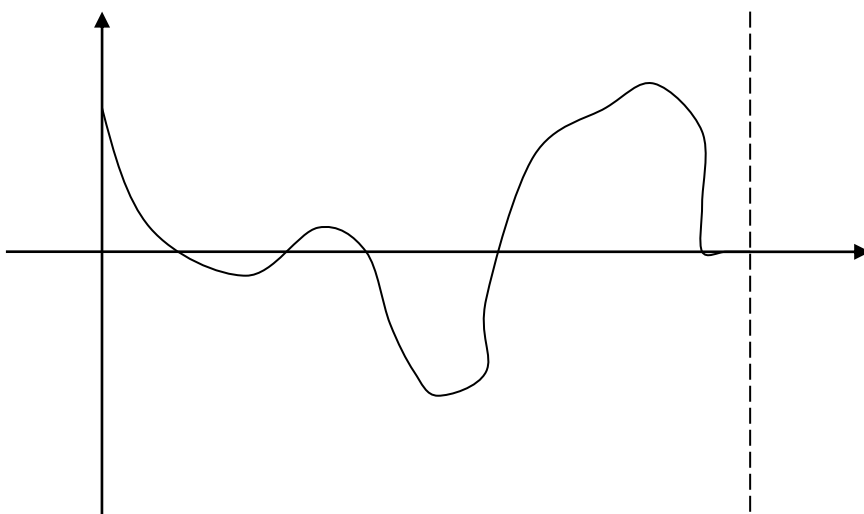
$$n = \frac{c}{v} = \frac{c}{f(\nu)} \quad (147)$$

Шундай килиб мухитнинг синдириш курсатгичи тушаётган тулкин частотаси ва мухитдаги тулкин узунлигига боғлиқ:

$$\lambda_m = \frac{v}{\nu} \quad (148)$$

54-расмдан куринадики $\frac{\Delta n}{\Delta \lambda}$ нисбат бинафша спектрал сохада кизил тулкин спектрал сохага нисбатан катта шу сабабдан призмали спектрографларда ёруғлик спектрлари бир хил масофада жойлашган. Тулкин узунлиги ошиши билан модданинг синдириш курсатгичи камайишига нормал **дисперсия** дейилади.

Аномал дисперсия юкоридаги курган ходиса ёруғликни куз билан куриш сохасига оид. Ультрабинафшадан кичик ва инфракизил тулкин сохаларда катта спектрал сохаларда $n=f(\lambda_0)$ функционал боғланиш тури сакланадими ёки йукми деган савол тугилади. Тажрибалар шуни курсатадики, у сохаларда нормал дисперсия сохаласи билан биргаликда баъзи бир спектрал сохаларда аномал дисперсия сохаси кузатилади (55-расм).



Аномал дисперсия сохасида тулкин узунлиги ошиши билан мухит синдириш курсатгичи ҳам ошади, яъни: $\frac{-\Delta n}{-\Delta \lambda} < 0$ тенгсизлик бажарилади.

Баъзи бир моддалар учун аномал дисперсия сохаси спектрнинг куриниш сохасида булади.

Аномал дисперсия ходисаси мухитга тушаётган тулкин частотаси валент электронлар хусусий частотасига тенг булган, яъни: $\nu = \nu_0$ холда кузатилади. Бундай холда резонанс ходисаси руй беради. Натижада электронинг мажбурй тебраниш амплитудаси кескин ортади ватушаётган тулкин энэргияси иётулиб ёруғлик таркатувчи электронлар сони камаяди. Шу сабабдан мухитда таркалаётган тулкиннинг уртача тезлиги камаяди, натижада синдириш курсатгичи ошади мухитга тушувчи тулкин частотани

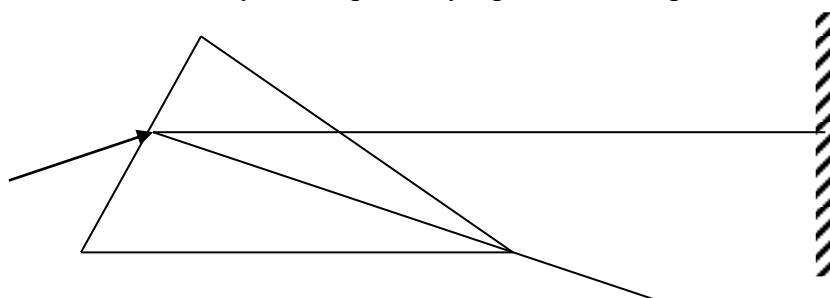
резонанс частотадан узоклашган сари элэктронларнинг тебраниш амплитудаси камайиши туфайли тушаётган тулкин энэргиясини ютиши хам камаяди. Окибатда тулкиннинг уртача тезлиги ошади ва мухит синдириш курсатгичи камаяди. Шундай килиб нормал дисперсия сохаига утади. 55-расмда **I** ва **III** спектрал сохалар нормал дисперсия кузатувчи **II** спектрал соха аномал дисперсия кузатувчи спектрал соха.

Коши ифодаси. Нормал дисперсиянинг элэктрон назариясини магистратурада утган максадга мувофик деган фикрдаман. Чунки мактаб дастурида элэктрон назарияси акс этади.

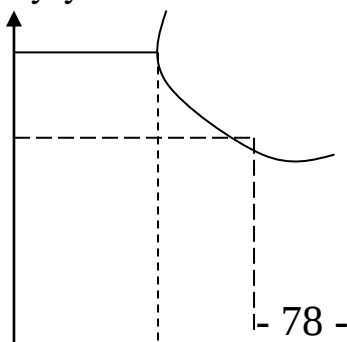
λ_m нинг мухитда хосил булган тулкин узунлиги **(148)** ифодага (145) ифодани куйсак куйдаги ифода хосил булади:

$$\lambda_m = \frac{V}{\nu} = \frac{V}{\frac{c}{\lambda_0}} = \frac{V}{c} \cdot \lambda_0 = \frac{\lambda_0}{n} \quad (149)$$

Мухитдаги ва вакуумдаги тулкин узунликари орасидаги муносабатни курсатувчи тенгликдир. **(145)** ва **(149)** ифодаларни таккосласак мухитдаги тулкин узунлик хар бир частото учун бирдай узгармайди. Мухит синдириш курсатгичининг мухитга тушаётган тулкин частотасига богликлиги ёруглик дисперсияси деилади. Ёруглик дисперсиясини шиша призма ёрдамида **II** призмага ок ёруглик тушганда унинг биринчи киррасидан **7** хил рангга ажралган холда призманинг иккинчи киррасидан синиб утади ва **Э** экранда рангли манзара хосил булади. Кизил тулкин кам, бинафша тулкин катта синиши чизмада курсатилган. Колган тулкинлар уларнинг оралигида жойлашади.



Синган тулкин частотаси призмага тушган тушгатулкин частотасига тенг лекин, мухит хусусиятига боглик равишда синган тулкин тезлиги **V** синдириш курсатгичи **n** ва тулкин узунлиги **λ** узгаради. Хар хил частотада тулкинлар (монохраматик тулкинлар туплами) вакуумда бир хил тезликдатаркалади. Улар бирор мухит ичида хар хил тезликлар билан таркалиб бир-бирларидан фаркли синиб хар хил йуналиш буйича таркалади. Тажриба шуни курсатадики кузатувчи ёруглик дисперсияси шиша призманинг навига боглик. Хар хил моддалар хар хил дисперсияга эга. Нармол дисперсияни узгаришида шиша **n** синдириш курсатгичининг вакуумдаги λ_0 тулкин узунлигига боглик графикдан фойдаланилади.



Дисперсия улчови сифатида Δh тулкин узунлик оралигига мос келувчи манфий ишорали - Δn синдириш курсатгичининг узгариши олинади. $\frac{-\Delta n}{\Delta \lambda}$ нисбат спектрал сохаларининг

хаммасида бир хил эмас. Магистрантлар билиши шарт.Шунга карамасдан нормал дисперсия чизигини акс эттирувчи математик ифодани билиш, физика ва математика фанларининг боғлиқлигини курсатишга мисол булади. Синдириш курсатгичининг тулкин узунлигига боғлиқлигини Коши тавсия этган. Унинг қурилиши қуйдагича:

$$n = n_0 + \frac{a}{\lambda^2} + \frac{b}{\lambda^4} \quad \text{ёки} \quad n = n \approx n_0 + \frac{a}{\lambda^2} \quad (150) \quad n_0, a \text{ ва } b \text{ берилган модда учун узгармас. } \lambda \rightarrow \infty$$

$n \rightarrow n_0$ бўлганда нормал дисперсия чизиги ҳосил қилинади.

$$\frac{dn}{d\lambda} \approx -\frac{2a}{\lambda^3} \quad (151)$$

Тегириш саволлари:

1. Вакумда ва мухитда ёруғлик тезлиги ва унинг частотаси кандай боғланган.
2. Вакумда ва мухитдаги таркалаётган тулкин узунликлари узаро кандай муносабатда.
3. Ёруғлик дисперсиясини кандай кузатиш мумкин.
4. Нормал дисперсия графиги.
5. Нормал дисперсия кандай тушунтриш мумкин.
6. Аномал дисперсия графиги.
7. Аномал дисперсия кандай тушунтриш мумкин.
8. Коши ифодасини ёзинг.

Таянч тушунчалар:

1. Тулкин дисперсияси-синусоидал тулкиннинг фазовий тезлиги частотага боғлиқлиги.
2. Ёруғлик дисперсияси-модда синдириш курсатгичининг тулкин частотага ёки узунлигига боғлиқлиги.
3. Нормал дисперсия- ёруғлик тулкин узунлиги ошиши билан модда синдириш курсатгичининг камайиши.
4. Аномал дисперсия - ёруғлик тулкин узунлиги камайиши билан синдириш курсатгичининг камайиши.

Адабиётлар:

1. Г.А.Зисман. О.М.Тодес «Курс общей физики».Т.3.Изд. «Наука» Москва. 1972 с 38-41.
2. Н.М.Годжаев «Оптика». Москва. «Высшая школа». 1977 с 264-274.

МАВЗУ: ЁРУГЛИКНИНГ ЮТИЛИШИ ВА СОЧИЛИШИ.

Р Е Ж А.

1. Ёругликнинг ютилиши.
2. Бугер конуни.
3. Ёругликнинг сочилиши.
4. Релей конуни.
5. Молекуляр сочилиши.

Ёругликнинг ютилиши. Атроф мухитда ҳар хил рангли жисмлар куп.Сабаби нимада Уларни куришда ёруглик манбасининг ахамияти катта. Манбадан таркалаётган тулкинлар жисмга тушганда қисман қайтади,қисман ютилади.жисмга ок ёруглик тушганда қайси рангли тулкин узулиги ютилса, жисмни шу рангда курамиз. Ҳар хил монохраматик ранглар жисмга кук рангли шиша билан карасак, жисм кора ранг куринишда булади Ёруглик тулкинининг ютилишга сабаб унинг частотаси модданинг хусусий частотасига тенг булганда,моддани ташкил этган валентэлектронлар амплитудаси кескин ошишига сарфланади. Натижада элэктронлар иккиламчи манба вазифасини бажаради. Шундай килиб моддаларнинг ёруглик тулкинини ютиши аномал дисперсия соҳасига мос келади.

Бугер конуни. Фараз килайлик кичик калинлиги dx дан тушаётган тулкин интенсивлиги I нинг dl қисми ютилсин. У вақтда dl катталиги тушаётган тушаётган тулкин интенсивлиги I ва мухитнинг калинлиги dx га тугри мутаносиб булсин. dl нинг сон киймати манфий булиши керак , чунки маълум микдордаги ёруглик интенсивлиги мухитда ютилади. Натижада:

$$-dl = kldx \quad (152)$$

ифодани ёзиш уринли k -мухитнинг ёруглик ютиш кобияти (152) ифодадан куйидаги муносабатни ҳосил килса булади:

$$\frac{dl}{J} = -dx \rightarrow \ln J = -kx + const \quad (153)$$

Агарда $x=0$ булса $I=I_0$ тенг яъни мухит сиртида ёруглик интенсивлиги тушаётган ёруглик интенсивлигига тенг. У вақтда $const=I_n I_0$ кабул килиниб (153) ифодани куидагича ёзиш мумкин:

$$J=J_0 e^{-kx} \quad (154)$$

(154) ифодани Бугер конуни дейилади. Бу ерда ютилиш коифсенти k модда тузилиши ва тулкин узунликларига боглик. Шу ранг-баранг жисмларни курамиз.

Ёругликнинг сочилиши. Жисмлардан ёруглик тулкинлари тулкинлари утганда уни ташкил этган молекулалар ва атомларнинг зарядлари мажбурий тебранма хосил килади. Шу сабабдан мухит зарядлари электромагнит тулкинни таркатувчи иккиламчи тулкин манбаси булади. Шундай қилиб мухитдан утаётган тулкиннинг бир қисми ютилиб, зарралар томонидан ёруглик таркатгани туфайли электромагнит тулкинлар ҳамма томонга таркалади, яъни сочилади. Мухитни ташкил этган майда зарралардан (чанг, томчи, пуфакча) ёруглик қайтганда ва синганда унинг сочилиши кузатилиши мумкин. Тиник ва шаффоф мухитларда ёруглик сочилмай утади. Сабаби уни ташкил этган зарралар хосил қилган тулкинлар интерференцияланиши туфайли сочилиши кузатилмайди. Бунда уларнинг интенсивликлари тенг булиши керак. Агарда иккиламчи тулкинларнинг интенсивликлари бир бирига тенг бўлмай улар бир бирини тула синдири олмаганлиги туфайли сочилиши кузатилади. Масалан лойка ёки хира мухитларда (туман, булут, тутун, сут ва т.б) ёруглик утганда қучли сочилиш кузатилади.

Релей конуни. Тажрибалар ва назарий ҳисоблар шуни тасдиқлайдики: сочилган тулкин интенсивлиги частотанинг туртинчи даражасига мутаносиб ёки тулкин узунлигининг туртинчисига тескари мутаносиб:

$$J = \text{const} \cdot V^4 = \text{const} / \lambda^4 \quad (155)$$

(155) ифодани Релей конуни дейлади. Шу сабабдан ок ёруглик ҳаво катлаидан сочилиб утиши сабабли зангори рангли, эрталаб ва кечкурун сочилмасдан утганда қизили куринади. Сочилган тулкин интенсивлиги ҳар хил йуналишда бир бирига тенг бўлмайди ва уни қискача ифодалаш мумкин:

$$J_{\alpha} = I / 2 I_R (1 + \cos^2 \alpha) \quad (156)$$

J_{α} - α бурчак йуналишидаги сочилган ёруглик интенсивлиги I_R иккиламчи тулкинларнинг максимал интенсивлиги.

Молекуляр сочилиш. Ёруглик бир жинсли мухитларда ҳам сочилиши кузатилади. Бунга сабаб бир жинсли мухитни ташкил этган молекулаларнинг иссиқ ҳаракатидир. Берилган ҳажимда тайинли вақтга молекулалар сони камайиб кетиши мумкин. Бундай ҳодисани мухит зичлигининг фауктуацияси (уртача қийматдан четлашиши) дейлади. Мухит зичлигининг узгариши, унинг синдириш қурбатгичига таъсир қилади оқибатда мухитнинг ҳажми бўйича бир жинслилиги бузилади. Мухит зичлиги фауктуациясида ёругликнинг сочилиши молекуляр сочилиш дейлади.

Тегириш саволлари:

1. Нима сабабдан ёруглик ютилади?
2. Ранглар қандай хосил булади ?
3. Бугер конуни ифодаси.
4. Бугер конуни таърифи.
5. Ёруглик нима сабабдан сочилади?
6. Релей конуни.
7. Молекуляр сочилиши қандай ҳодиса?

Таянч тушунчалар:

1. Ёруглик ютилиши бирорта мухитдан ёруглик утганда унинг интенсивлиги камайиши.
2. Ёругликнинг сочилиши иккиламчи тулкинлар тушаётган тулкин йуналишидан бошка йуналишда сочилиши.
3. Ёругликнинг молекуляр сочилиши мухитнинг иссиклик харакати туфайли мухитда кузатиладиган сочилиш.
4. Релей сочилиши лойка мухит зарраларида кузатиладиган ёруглик сочилиши.
5. Тиндал сочилиши лойка мухитларда оптик биржинслиликнинг улчами, тулкин узунлигидан кичик булган хол.

Адабиётлар:

1. Н.И.Калитевский «Волновая оптика». Москва Высшая школа. 1978 с. 113-125.
2. Н.М.Годжаев «Оптика». Москва Высшая школа. 1977 с.279-283. С. 306-314.