



## ОПТИКА-ФИЗИКАНИНГ ЁРУҒЛИК ТАБИАТИНИ ЎРГАНАДИГАН БЎЛИМИДИР

### Ёруғликнинг асосий қонунлари

#### Режа:

1. Ёруғликнинг асосий қонунлари.
2. Ёруғликнинг қайтиш ва синиш қонунлари.
3. Ёруғлик табиати тўғрисида Ньютон ва Гуйгенс назариялари.

Кўриш имконияти фавқулодда жуда муҳим, чунки кўриш орқали ташқи оламдан жуда кўп маълумотларни оламиз. Биз қандай кўрамиз? деган саволни кўямиз. Ёруғликдан бошқа ҳеч нарса, кўзимизга тушганида кўриш сезгисини ҳосил қилмайди. Ёруғлик ўзи нима? Кузатишларда кўриш сезгиси орқали қай йўсинда ҳаддан ташқари кўп ҳодисаларни коришга эришамиз. Қуйида қаралаётган бир неча мавзулар предмети ёруғлик бўлади.

Шундай қилиб ёруғлик –моддалардан чикувчи кўзга кўринадиган электромагнит тўлқиндир. Ёруғлик тўғрисида икки хил назария мавжуд бўлиб, булар Ньютоннинг “Корпускуляр” ва Гюгенснинг “Тўлқин” назарияларидир. Ньютон назариясига асосан ёруғлик зарралар оқимидан иборат. Гюгенс назариясига асосан ёруғлик тўлқин табиатига эга. Дастлаб , Ньютон назарияси, кейинчалик Гюгенс назарияси ёруғликни тушунтиришда устун келиб турди, лекин кейинчалик ёруғлик икки хил табиатга эга эканлиги маълум бўлди. Ёруғлик моддадан чиқаётганда ёки моддага ютилаётганида ўзини худди заррадек тутати, фазода тарқалаётганда эса ўзини тўлқиндек тутати [1].

Ёруғлик тўғрисида учта асосий қонуният мавжуд: ёруғликни бир жинсли муҳитда тарқалиши, ёруғликни қайтиши ва ёруғликни синиши. Бу қонуниятлар оптиканинг геометрис оптика қисмида ўрганилади.

**Геометрик оптикада**-ёруғликнинг табиати ҳақида сўз юритилмайди, унинг тўғри чизиқ бўйлаб тарқалиш, қайтиш ва синишқонунлари ўрганилади.Оддий кўзойнақдан тортиб, улкан астрономик қурилмалардаги мураккаб обективларгача бўлган барча оптик асбобларни яшашдаги ҳисоб-китоб геометрик оптика қонунлари асосида амалга оширилади.

**Физик оптикада**-ёруғликнинг табиати ва ёруғлик ходисаларига алоқадор муаммолар ўрганилади.

**Физиологик оптика**-еса ёруғликнинг ривожланувчи организмга таъсирини ўрганади.

**Ёруғлик манбалари.** Ёруғлик манбалари деганда, исталган турдаги энергияни ёруғлик энергиясига айлантирувчи, яъни ёруғлик чиқарувчи моддалар назарда тугилади. Улар табиий ва сунъий бўлиши мумкин. Табиий ёруғлик манбаларига Қуёш, юлдузлар ва бошқа турли хил разрядлар мисол бўлади. Сунъий ёруғлик манбаларига чўғланма электр лампалари, газли лампалар ва ҳ.к. мисол бўлади

**Нуқтавий манба..** *Хусусий ўлчамлари чиқараётган ёруғлигининг таъсири ўрганилаётган жойгача бўлган масофага нисбатан эътиборга олинмайдиган даражада кичик бўлган ёруғлик манбайи нуқтавий манба дейилади .*

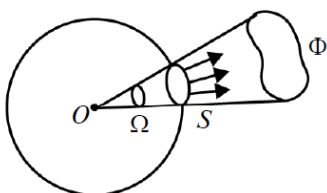
**Фотометрия.** Оптиканинг ёруғликнинг энергетик характеристикаларини ўрганувчи бўлими *фотометрия* дейилади. Фотометрияда қуйидаги катталиклардан фойдаланилади:

– энергетик катталиклар: бунда ёруғликнинг энергетик характеристикалари унинг қабул қилувчига таъсирини эътиборга олинмай қаралади;

– ёруғлик характеристикалари: бунда ёруғликнинг кўзга ёки бошқа қабул қилувчиларга физиологик таъсири эътиборга олиниб, унинг кучи айнан шу таъсирга асосан баҳоланади. Фотометриянинг асосий энергетик катталиги нурланиш оқимидир.

*Нурланиш оқими деб, нурланиш қувватига, яъни вақт бирлигидаги нурланиш энергиясига айтилади. Нуқтавий манбанинг исталган йўналишдаги, яъни исталган фазовий бурчак орқали нурланиш оқими бир хил бўлади.*

**1.  $\Phi$  ёруғлик оқими** – вақт бирлигида исталган юза орқали ўтадиган нурланиш энергияси. 1- расмда  $W$  фазовий бурчак қаршисидаги  $S$  юза орқали нуқтавий манба чиқараётган ёруғлик оқими кўрсатилган. Агар барча йўналишлардаги ёруғлик оқимлари қўшиб чиқилса, манбанинг тўла ёруғлик оқими ҳосил бўлади [1].



1-расм.

Ёруғлик оқимининг СИ даги бирлиги – лумен .

**2.  $I$  ёруғлик кучи** ёруғлик манбайидан фазовий бурчак бўйлаб тарқалаётган ёруғлик оқимининг шу фазовий бурчакка нисбати билан аниқланади:

$$I = \frac{\Phi}{\Omega} \quad (1)$$

Ёруғлик кучининг СИ даги бирлиги – кандела (сд).

Агар тўла фазовий бурчак  $4\pi$  ср га тенглигини назарда тутсак,  $I = \frac{\Phi}{4\pi}$  (2)

ни ҳосил қиламиз. Агар (1) дан ёруғлик оқимини аниқласак,

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

ни оламиз. Топилган ифода ёрдамида ёруғлик оқимининг СИ даги бирлиги луменни (лм) аниқлаш мумкин.

*Лумен – 1 ср бурчак бўйлаб 1 сд ёруғлик кучига тенг нурланиш чиқарадиган нуқтавий манбанинг ёруғлик оқими.*

3. **Ёритилганлик** –  $S$  юзали сиртга тушаётган  $\Phi$  ёруғлик оқимининг шу юзага нисбати билан аниқланади:

$$E = \frac{\Phi}{S} \quad (4)$$

Ёритилганликнинг бирлиги – лукс (лх).

*Лукс – 1 лм ёруғлик оқимининг 1 м<sup>2</sup> юзада текис тақсимланганда ҳосил қиладиган ёритилганлиги.*

*Демак, ёруғлик тушаётган сиртдаги ёритилганлик ёруғлик кучига тўғри, ёруғлик манбайидан ёритилаётган сиртгача бўлган масофанинг квадратига эса тескари пропорционал бўлар экан.*

**Геометрик оптика – оптиканинг ёруғлик нурлари ҳақидаги тасаввурлар асосида оптик нурланиш (ёруғлик)нинг тарқалиш қонуниятларини ўрганадиган бўлими.**

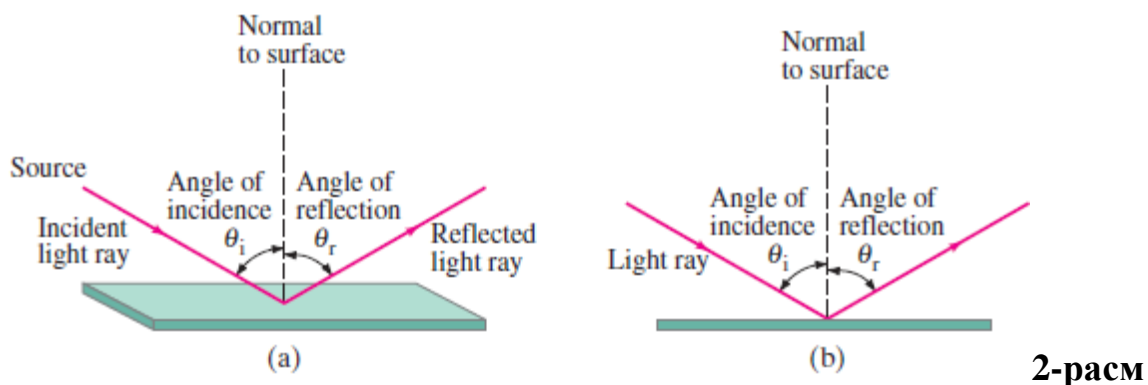
Геометрик оптикада озгина тушунча ва қонунлар (ёруғлик нури тўғрисида тасаввур, ёруғликнинг қайтиши ва синиши қонунлари)га асосланиб, кўпгина муҳим амалий натижаларни олиш мумкин.

**Ёруғлик табиати тўғрисидаги тасаввурларнинг ривожланиши.** Оптика фани физиканинг катта ва муҳим бир қисми бўлиб, ёруғликнинг табиати, қонуниятлари ва жисм билан ўзаро таъсирлашув жараёнини ўрганади. Инсон қачонлардир оламга келиб кўзини очганда, албатта биринчи бўлиб унинг кўзига нур тушган, оламини кўрган. Лекин нурнинг табиати тўғрисида илмий тушунчалар фақат XIX асрга келиб шакиллана бошлади. Бу вақтга келиб бир-биридан принципаал равишда фарқ қиладиган икки назария пайдо бўлди. Нютон ишлаб чиққан корпускуляр назария ва Гюйгенс ишлаб чиққан тўлқин назария XIX асрнинг охиригача корпускуляр назария устунлик қилиб келди. Фақат XIX асрнинг бошларида Юнг (1801й) ва Френел (1815 й) тўлқин назариясини анча такомиллаштирдилар, янги тўлқин назария асосига Гюйгенс-Френел принципи қўйилди. Тез орада Гюйгенс-Юнг-Френел назарияси деярли ҳамма оптик жараёнларни, шу жумладан, интерференсия, дифраксия ва поляризасияни тушунтириб бера олди, бунда эфир тушунчаси ишлатилмади. Натижада корпускуляр назария вақтинча четга суриб қўйилди. Лекин ёруғликнинг тўлқин табиати эканлиги ҳақидаги тушунчалар XIX асрнинг охиригача ҳукмрон бўлиб келдилар, лекин бу пайтга келиб тўлқин назария тушунтириб бера олмайдиган анчагина илмий фактлар йиғилиб қолди, кимёвий элементларнинг нурланиш спектрлари, иссиқлик нурланишининг спектрал тақсимоти, фотоеффе́кт ва бошқа оптик жараёнлар.

**Ёруғликнинг қайтиш қонунлари.** Тажриба ва назария шуни кўрсатади-ки, ёруғлик ҳар хил шаффоф муҳитларда ҳар хил тезлик билан тарқалади, бу тезликлар ёруғликнинг вакуумдаги тезлигидан кам бўлади.

Ёруғлик икки муҳит чегарасига тушганда, шу сиртдан қайтади. Нур ўзининг йўналишини ўзгартиради ва шу муҳитнинг ўзига қайтади. 2-расмда нурлар дастаси ясси сиртдан қайтиши кўрсатилган. Бу жараён маълум қонуниятга бўйсунди. Бу қонунга – ёруғлининг қайтиш қонуни

дейлади. 2-расмда тушувчи нур қайтувчи ва ёруғлик тушувчи сиртнинг нуқтасига туширилган перпендикуляр  $OC$  тасвирланган.



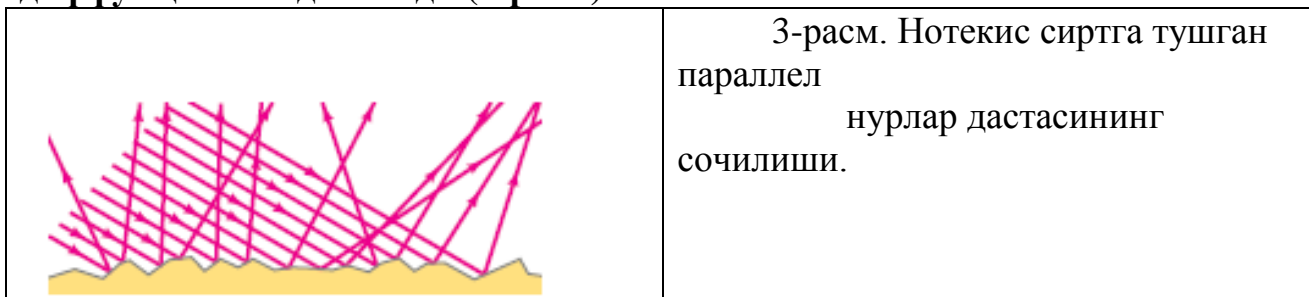
2-расм

Тушиш бурчаги  $\theta_1$  билан белгиланган, 2-расм. Ёруғликнинг қайтиши яъни ёруғлик тушиш нуқтасига тушган нур ва перпендикуляр орасидаги бурчак. Ёруғликнинг қайтиш бурчаги  $\theta_2$  билан белгиланади, яъни перпендикуляр билан қайтган нур орасидаги бурчак.

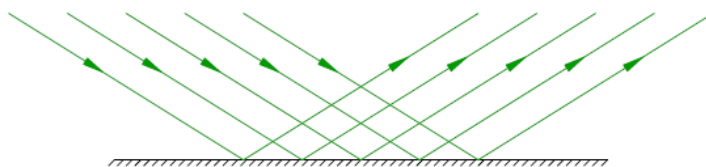
Ёруғликнинг қайтиш қонуни: сиртга тушувчи нур, қайтган нур ва ёруғлик тушиш нуқтасига туширилган перпендикуляр битта текисликда ётади;

Ёруғликнинг тушиш бурчаги қайтиш бурчагига тенг:  $\theta_1 = \theta_2$ .

Агар ёруғлик нурлари дастаси нотекис (ғадир-будир) сиртга тушса, қайтувчи нурлар ҳамма тарафга сочилиб қайтади. Бундай қайтишга диффуз қайтиш дейлади (3-расм).

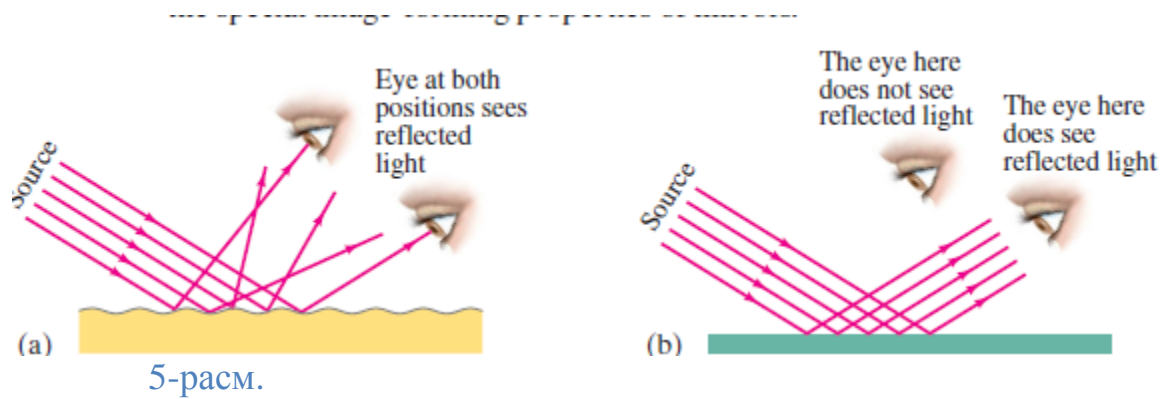


Сиртга туширилган параллел нурлар дастаси параллел қайтса, бундай қайтишга кўзгу қайтиш дейлади (4-расм):



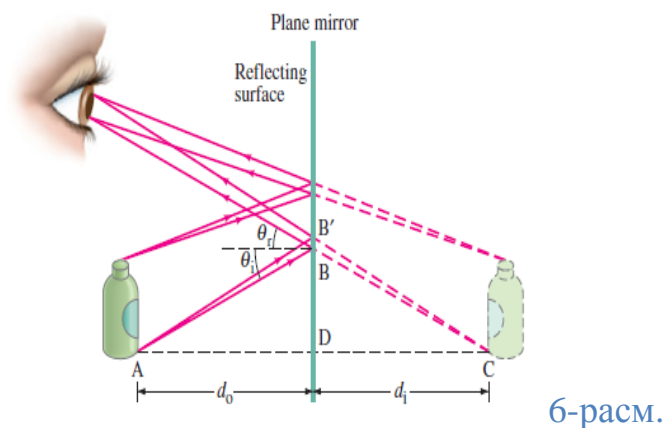
4-расм. Ясси қайтарувчи сиртга туширилган нурлар дастаси ва қайтган нурлар дастаси.

Диффуз қайтишда қайтган нурларни ҳар тарафдан қараганда ҳам кўриш мумкин ( 5а-расм), кўзгу қайтишда қайтган нурларни фақат бир йўналиш бўйича кўриш мумкин, бошқа тарадан қараганда нурлар кузатувчига тушмайди (5б-расм).



Текис сиртли кўзгу –бу тушувчи нурларни кўзгу қайтарувчи текислик бўлаги. Уйингизда кундалик фойдаланиладиган жиҳозлардан бири бўлган ясси кўзгудир. Аммо биз ҳозир нима учун кўзгуга қараганда ўз аксимизни ва атрофимиздаги жисмларни кўришимиз мумкинлигини сабабларини муҳокама қиламиз.

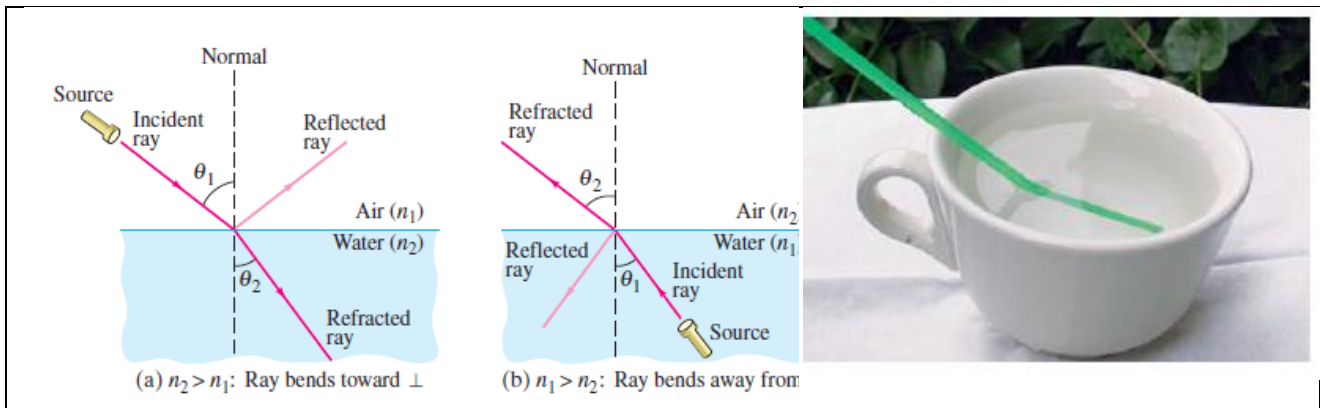
Ёруғликнинг  $S$  нуқтавий манбаси ҳамма томонга нурларини сочади (6-расм), улардан кўзгуга тушувчи икки нурини олиб қараймиз. Бунда қайтаётган нурлар нур чқарувчи  $S$  нуқтага симметрик бўлган  $S_0$  нутқадан чиқаётгандай кўрамиз.



Енг қизиғи  $S_0$  чиқаётган нурлар кўзимизга тушади. Ўзига хос жиҳати шундаки, бизнинг тасаввуримизда кўзимизга тушаётган нурларнинг давомлари кесишган нуқтада  $S_0$  мавҳум ёруғлик манбаи жойлашган. Гўёки  $S_0$  ёруғлик чиқарувчи манбадай туйилади. Бу нуқта  $S$  нуқтанинг кўзгудаги аксини таъсирлайди. Албатта, ҳақиқатда кўзгу орқасида ҳеч нарса нур сочмайди, ҳеч қандай энергия манбаи йўқ, бу фақат иллюзиядир. Шунинг учун кўзгудаги  $S_0$  нуқта  $S$  манбанинг мавҳум тасвиридир [3].

### ***Ёруғликнинг синиш қонунлари.***

**Ёруғликнинг синиш қонуни.** Бир муҳитдан иккинчи муҳитга ўтган нурнинг ўз йўналишини ўзгартиришига ёруғликни синиши дейилади. *Тушаётган нур, синган нур ҳамда икки муҳит чегарасидаги, нурнинг тушиши нуқтасига ўтказилган перпендикуляр бир текисликда ётади.*



Расм 12.7. а,б,в.

Тушиш бурчаги синусининг синиш бурчаги синусига нисбати шу икки муҳит учун ўзгармас катталиқдир:

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_{21} \quad n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2. \quad (5)$$

бу ерда  $n_{21}$  – иккинчи муҳитнинг биринчисига нисбатан нисбий синдириш кўрсаткичи.

**Муҳитнинг абсолют синдириш кўрсаткичи.** Муҳитнинг абсолют синдириш кўрсаткичи деб, унинг вакуумга нисбатан олинган синдириш кўрсаткичига айтилади. У ёруғликнинг бўшлиқдаги тезлиги с нинг шу муҳитдаги тезлиги в га нисбати билан аниқланади, яъни

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

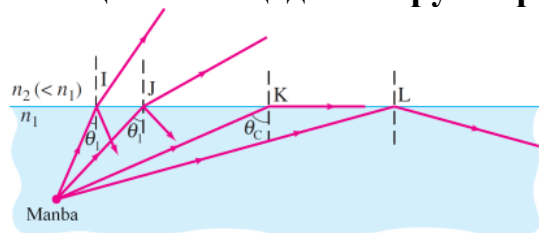
### Тоўлаички қайтиш; Тола оптикиси

Ёруғлик бирор материалда нсиндириш кўрсаткичи кичикбўлган иккинчиматериалга (масалан, сувданҳавога) оўтса, синган ёруғлик нурлари 12-8-расмдаги  $I$  ва  $J$  нурлар каби нормалдан кўпроқ оғади. Баъзи тушиш бурчакларида урларнинг синиш бурчаклари  $90^\circ$  га енг бўлиб, синган нур икки материални чегараси бўйлаб тарқалади ( $K$  нур).  $\theta_c$  тушиш бурчагига – чегаравий бурчак дейилади. Снеллиус қонунидан  $\theta_c$  қуйидагича топилади

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}, \quad \sin 90^\circ = \frac{n_2}{n_1}. \quad (7)$$

$\theta_c$  дан кичик бўлган баъзи бир тушиш бурчагида, нурнинг бир қисми синади бошқа қисми эса икки муҳит чегарасида қайтади. Аммо, тушиш бурчаги  $\theta_c$ дан каттароқ бўлган ҳол учун, Снеллиус қонунидан бизга маълум бўладики, яъни  $n_2 < n_1$  бўлганида  $\sin \theta_2 = (n_1 \sin \theta_1 / n_2)$  ифоданинг қиймати 1.00 дан катта бўлади. Бурчакнинг синусини қиймати ҳеч қачон 1.00 дан катта бўлиши мумкин эмас. Бу ҳолда синувчи нур умуман ёруқ ва 12-8-расмдаги  $L$  нурга оўхшаб, ҳамма ёруғлик қайтади. Бу ходисага ёруғликнинг тўла қайтиши деб аталади. Фақат иккинчи муҳитнинг синдириш кўрсаткичи кичик бўлганида, икки муҳит чегарасига тушган нурларнинг тўла ички қайтиши ходисаси рўй беради.

Иккинчи муҳитнинг синдириш кўрсаткичи кичик бўлгандагина, тўла ички қайтиши ҳодисаси рўй беради

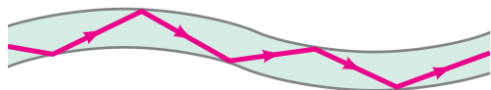


12-8-расм.  $n_2 < n_1$  бўлганида, агар тушиш бурчаги  $\theta_1 > \theta_c$  бо`лса, худди  $L$  нур каби ёруғлик нурлари тўла ички қайтади. Агар  $\theta_1 < \theta_c$ ,  $I$  ва  $J$  каби ёруғлик нурларининг бир қисми қайтади ва қолган қисми синади.

### Оптик толалар; Медитсина қурилмалари

Оптик толалар-коммуникатсия (алоқа тизими) тармоқларида ва медитсинада қўлланилади -бронхоскопия, колоноскопия ва эндоскопия.

Оптик толалар нинг ишлаш принципи асосида тўла ички қайтиш ётади. Одатда, диаметри бир неча миллиметрдан ташкил топган ингичка шиша ёки пластик толалардан фойдаланилади. Слиндрсимон шаффоф толалар ўрамига – световод (ёруғлик ташувчи труба) ёки оптик толали кабел дейилади. Ёруғ`лик шаффоф тола бўйлаб тўла ички қайтиш орқали деярли сўнмасдан тарқалади. 12-9-расмда ёруғлик нурининг қандай қилиб ингичка тола деворларига фақат қия урилиб қайтиши кўрсатилган ва бунда тўла ички қайтиш ҳодисаси содир бўлиши кўрсатилган. Ҳатто агар световод кабел чигал ҳолда ўралиб бироз букилганда ҳам чегаравий бурчак ўзгариб кетмайди, ёруғли амалда камаймасдан (ўзгармасдан) охиригига нуктагача боради. Йўқотишлар жуда кичик қийматларда содир бўлади, асосан тола ичида кетма-кет қайтишларнинг охирида ёруғлик абсорбцияси (ютилиши) ҳисобига жуда кичик ёқотилади.

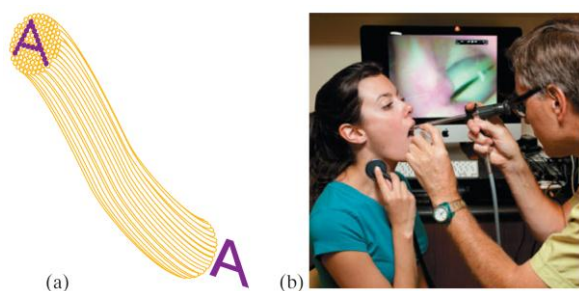


12-9-расм. Ёруғлик шиша ёки шаффоф пластик толанинг ички сиртида тўлиқ қайтади.

Коммуникатсия ва медитсинада соҳасида оптик толали кабелларни қўллаш жуда муҳим ҳисобланади. Улар (оптик толалар) телефон тармоқларида, видео сигналлар ва компьютер маълумотларини узатишда симлар ўрнида фойдаланилади. Сигналлар ёруғли нурларига модулятсияланади (ёруғ`лик нурлари интенсивлиги тез ўзгара олади) ва маълумотлар жуда катта тезликларда, кам йўқотишлар билан ва мис

симлардаги электр сигналлари бўлганидан кўра кам интерференциялар (яъни, интерференция ходисаси туфайли тўсқинликлар) билан узатилади. Оптик тола юздан ортиқ ҳар хил узунликли тўлқинлар билан секундига 10 гигабит ( $10^{10} \text{ bit}$ ) информация (ахборот) ни ўтказиладиган қилиб ишланган. Бу юздан ортиқ тўлқинларни секундига бир терабит тезлик билан ўтказилади деган гапдир.

12-10-расмдагига ўхшаш, оптик толаларни тасвирни аниқ узатиш хусусияти асосан медитсинада аҳамиятлидир. Масалан, беморнинг оғзи орқали бронхоскоп деб аталувчи оптик толали кабелни осонгина қўйиб, ўпкасининг пастки бронхларини текшириш мумкин. Ўпкани ёритиш учун четки қўшимча оптик толалар орқали ёруғлик юборилади. Қайтган ёруғлик асосий оптик толалар орқали қайтади. Ёруғлик бевосита ҳар бир оптик тола орқали юқорига етиб келади. Оптик толанинг бир томонида кузатувчи худди телевизор экранига ўхшаш ёруғ ва қора доғлар сериясини кўради, тасвир эса толанинг иккинчи томонида ҳосил бўлади. Ҳар бир толанинг учига линзалар қўйилади. Тасвирни эса бевосита экранда ёки плёнкада кўриш мумкин. Толалар бир биридан синдириш кўрсаткичи толаникидан кичик бўлган қоплама билан изолятсияланган (ажратилган) бўлиши лозим. Толалар қанчалик кўп бўлиб, шунчалик ингичка бўлиши тасвирнинг аниқ бўлишига олиб келади. Бронхоскоп, колоноскоп (йўғон ичакни текшириш учун) ва эндоскоп (ошқозон ёки бошқа органлар учун) каби қурилмалар ўрганиш (текшириш) қийин бўлган жойларда жуда фойдалидир.



12-10-расм. (а) Оптик толали тасвирнинг қандай қилиҳосил бўлиши. (б) Мисол учун, оптик толали асбоб товуш пайчаларини текшириб, тасвирни экранда ҳосил қилиши учун оғиз орқали қўйилган

Кўп асрлик тажрибалар натижасида ва ёруғлик ҳақидаги тасаввурларнинг кенгайиши оқибатида ёруғликнинг корпускуляр (Н.Нютон) ва тўлқин (Р.Гук ва Х.Гюйгенс) назариялари яратилди. Корпускуляр назарияга



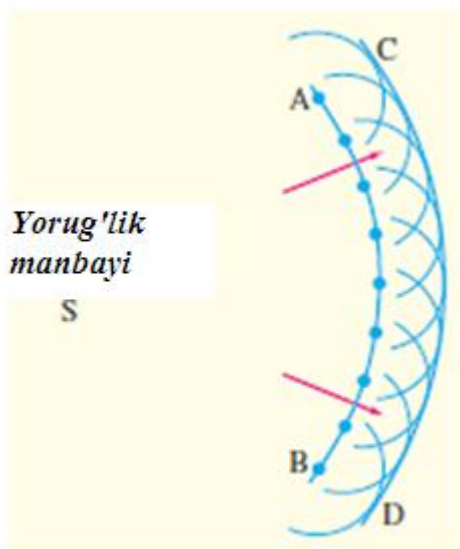
биноан ёруғлик-нурланаётган жисмлардан отилиб чиқувчи зарра (корпускула)лардан иборат бўлиб, улар тўғри чизик бўйлаб тарқаладилар.

Тўлқин назариясида эса ёруғлик эфир деб аталувчи мухитда тарқалувчи эластик тўлқиндан иборат бўлиб, у барча жисмлардан сизиб ўтувчи ва эластикликка ҳамда маълум зичликка эга бўлган мухит деб қабул қилинган.

Тўлқин назарияси Гюйгенс принципага асосланади: *C* ёруғлик манбаидан тарқалаётган *AB* тўлқин фронтини кўриб чиқамиз. Ёруғлик тарқалаётган мухит изотроп мухит (яъни тўлқин тезлиги ҳамма йўналишда бир хил) деб қабул қиламиз. *AB* тўлқин фронтини *t* вақтдан кейинги вазиятини аниқлаш учун радиуси  $r=vt$  тўлқин этиб борган ҳар бир нуқта иккиламчи тўлқин манбаи бўлиб ҳисобланади. Улардан пайдо бўлган тўлқинларнинг қўшилиб, бир сиртга бирлашиши натижасида вақтнинг кейинги моменти учун *CD* тўлқин фронти ҳосил бўлади.

Гюйгенс принципи ёруғликнинг тарқалишини таҳлил қилишга ҳамда унинг қайтиш ва синиш қонунларини келтириб чиқаришга имкон беради.

Бу назариялар амалда қўлланилганда баъзан ўзаро тескари хулосалар, натижалар келиб чиқди. Буни ёруғликнинг синиши мисолида кўришимиз мумкин [1].



18.1 - rasm

1. Нютон назариясига биноан:

$$\frac{\sin i_2}{\sin i_1} = \frac{g}{c} > n \quad (1)$$

бунда  $c$  – ёруғликнинг вакуумда,  $g$  - эса мухитда тарқалиш тезликлари Мухитда доимо  $n > 1$  бўлгани учун  $g > c$  келиб чиқади, бу тажриба натижаларига зиддир.

2. Гюйгенс назариясига биноан:  $\frac{\sin i_2}{\sin i_1} = \frac{c}{g} > n$

(2)

1851-йилда э.Фуко (ва унга боғлиқ бўлмаган ҳолда А.Физо) ёруғликнинг сувда тарқалиш тезлигини ўлчаб, у (2) формулага мос келишини аниқладилар.

Шунингдек, инглиз физиги Т.Юнг ва франсуз олими О.Френелларнинг тадқиқотлари натижасида ёруғликнинг тўлқин назарияси бутунлай эътироф этилди.

Лекин шунга қарамасдан тўлқин назарияси эфир туфайли интерференция, дифракция ва қутбланиш каби ҳодисаларни тушунтиришида қатор қийинчиликларга учради. Бу назария турли ранглар мавжудлигининг физикавий табиатини очиб беролмади.

Кейинчалик, ёруғликнинг электр ва магнетизм билан ўзаро боғлиқлиги маълум бўлди. Шунга асосланиб Максвелл ёруғликнинг электромагнит назариясини яратди.

Ундан  $c/v = \sqrt{\epsilon\mu} = n$  эканлиги маълум бўлди.

Бу ифода модданинг оптик, электрик ва магнит доимийларини ўзаро боғлайди. Лекин бу назария ёруғликнинг дисперсиясини тушунтира олмади, Лоренс ёруғликнинг электрон назариясини яратиб, бу муаммони бартараф этди.

Шунингдек, Максвелл назарияси ёруғликнинг нурланиш ва ютилиши жараёнларини, фотоэлектрик эффектни, Комптон сочилишларини тушунтира олмади. Лоренс назарияси ҳам абсолют қора жисм иссиқлик нурланишида энергиянинг тўлқин узунликлари бўйича тақсимланиши қандай бўлишини ҳал қилиб беролмади.

Юқорида қайд қилинган камчилик ва қарама-қаршиликлар М.Планк томонидан яратилган ёруғликнинг квант назарияси асосида тўла бартараф этилди. М.Планк, ёруғликнинг нурланиши ва ютилиши фақат маълум дискрет порсия (квант)лар шаклида содир бўлади деган гипотезани илгари сурди. Бунда квант энергияси тебранишлар частотаси  $\nu$  билан аниқланади [2].

$$\epsilon_0 = h\nu$$

бунда  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  Жс – Планк доимийси

Планк назарияси эфир тушунчасига эҳтиёж сезмади. У қора жисм нурланишини тўла тушунтириб берди. 1905-йилда А. Эйнштейн ёруғликнинг квант назариясини ишлаб чиқди. Унга биноан нафақат ёруғликнинг нурланиши балки унинг тарқалиши ҳам ёруғлик квантлари оқими фотонлар тарзида содир бўлади.

Бу фотонларнинг массаси:  $m_f = \frac{\epsilon_0}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{\lambda c}$

Ёруғликнинг квант тасавури ёруғликнинг нурланиш ва ютилиши қонунларига, шунингдек ёруғликнинг моддалар билан ўзаро таъсирлашув қонунларига мутлақо мос тушади.

Лекин айти пайтда ёруғликнинг интерференция, дифракция ва қутбланиш назарияларига эса тўғри келмади. Маълумки, улар ёруғликнинг тўлқин тасавури асосида жуда осон тушунтирилади.

Юқоридагилардан ёруғликнинг мураккаб табиатга эга эканлиги маълум бўлади.

У ўзаро тескари, яъни айтишда ҳам дискрет, ҳам узлуксиз бўлган – корпускуляр (квант) ва тўлқин (электромагнит) каби ҳаракат турларининг бирлигини ўзида намоён этади. Ҳозирги тасаввурга кўра ёруғлик корпускуляр-тўлқин дуализми табиатига эга.

### **ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР**

Ёруғлик тўлқини, абсолют синдириш кўрсаткичи, нисбий синдириш кўрсаткичи, ёруғлик нури тўлқин узунлиги, ёруғлик нури интенсивлиги, Пойнтинг вектори, ёруғликнинг қайтиш қонуни, ёруғликнинг синиш қонуни, ёруғлик тезлиги, тўла ички қайтиш.

### **НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ**

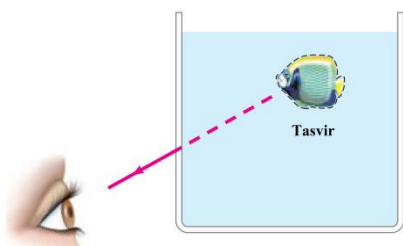
1. Ёруғликнинг тўғри чизиқ бўйлаб тарқалиш қонунини изоҳланг
2. Ёруғликнинг қайтиш қонунни таърифланг.
3. Ёруғликнинг синиш қонунининг таърифланг ва ифодасини ёзинг.
4. Ёруғликнинг табиати ҳақида қандай фикрлар мавжуд бўлган
5. Ёруғликнинг корпускуляр назариясини тушунтиринг.
6. Ёруғликнинг тўлқин назариясини тушунтиринг.
7. Архимеднинг айтишича, у катта сферик кўзгу билан Қуёш нурларини бир жойга тўплаб, Италиянинг Сиракуза шаҳридаги кемалар бандаргоҳидаги Рим флотининг ҳамма кемаларини ёқиб юборган. Бу ақлга тўғри келадими?
8. Ясси кўзгунинг фокус масофаси нимага тенг? Ясси кўзгунинг катталаштиришичи?
9. Сферик кўзгунинг бош оптик ўқи бўйлаб объект жойлаштирилган. Объектнинг тасвири – 2.0 марта катталаштирилди. Тасвир ҳақиқийми ёки маъхумми, тўнтарилганми ёки тўрими? Кўзгу ботиқми ёки қавариқми? Тасвир кўзгунинг қайси томонида жойлашади?
10. Агар қавариқ кўзгу ҳақиқий тасвир ҳосил қилса, тасвир албатта тўнтарилган бўладими? Тушунтириб беринг.
11. Ёруғлик нури икки муҳит чегарасига перпендикуляр тушганида синиш бурчаги нимага тенг бўлади?

12. Сиз бассейн (сузиш ҳавзаси) ёки кўл тубига қараб, унинг чуқурлигини балки ошириб ёки балки камайтириб айтасиз. Бунинг сабабини тушунтириб беринг. Кўринма чуқурлик кузатиш бурчагига боғлиқ равишда қандай ўзгаради? (Нур диаграммасидан фойдаланинг.)

13. Нима учун таёқ ёки сомон чўпининг бир қисми сувга ботирилганда букилгандек кўринишни нур диаграммаси чизиб кўрсатинг.

14. Нима учун параллел нурларнинг кенг дастаси сувга кирганида даста янада кенгаяди?

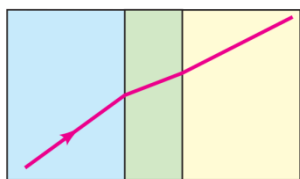
15. Сиз аквариумга қараб, унинг ичидаги балиқни кўрдингиз. 12-1-расмда балиқдан чиқиб идишдан (бакдан) ўтаётгани кўрсатилган. Балиқнинг кўринма томони ҳам кўрсатилган (штрих чизик). Чизмада балиқнинг ҳақиқий жойи тахминан кўрсатилган. Жавобингизни қисқача асослаб беринг.



12-1 расм

16. Стол устидаги шар шаклидаги сув томчиси шаффоф ва рангсиз бўлса, сиз уни қандай “кўрасиз”?

17. Ёруғлик нури уч хил материалларда синаяпти (12-2 расм). Қайси материалнинг (муҳитнинг) (а) катта, қайсиниси (б) кичик синдириш кўрсаткичига эга?



Расм 12-2

18. Бир бола кўл тубига қараб унинг чуқурлигини кўрмоқчи бўлди. Кейин у кўл чуқурлигини билиш учун кичик ўйинчоғини кўлга ташлади. Ундан кейин у жараёни яхшилаб кузатди ва сув фақат унинг бўйи барабар деб ҳисоблаб, сувга сакраш хавфсиз деган қарорга келди. У тажрибасини таҳлил қилишида қандай хатога йўл қўйди?

19. Агар тушиш бурчаги тўғри танланса, ёруғлик ҳавода тарқалиб, текис сиртли сувга урилганда тўла қайтиш юз бериши мумкинми? Сабабини тушунтиринг.

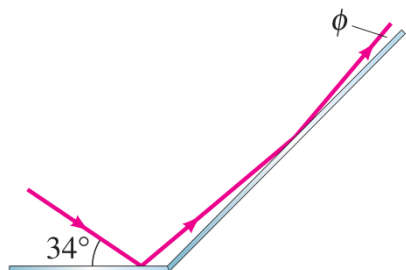
20. Юлдузлардан келаётган (шу жумладан қуёшдан келаётган) ёруғлик нурлари Ер атмосферасига кирганида ўзининг вертикал тўғри чизиқли йўналишидан оғади. (а) Нима сабабдан бу ходиса рўй беради? (б) Сиз Ердан туриб юлдузларнинг кўринма вазиятини кузатиб қандай хулосага келасиз? Ерни айлана шаклида чизиб, унинг атрофига 3, 4 та юлдузларни нуқта кўринишида ҳар хил бурчакларда жойлаштиринг.

21. Ёруғлик нурларини “қайтувчан” дейишади. Буни юпқа линза формуласи билан тасдиқлаб бўладими? Тушунтиринг.

22. Синдириш кўрсаткичи  $n = 1.25$  бўлган материалдан линза тайёрланган. Ҳавода у йиғувчи линза бўлади. У сувга солинганда ҳам йиғувчи линза бўлиб қоладими. Нур диаграммасини қўллаб, тушунтиринг.

#### Мавзуга оид амалий машғулот

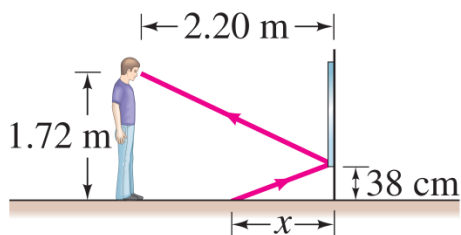
1. Баландлиги 60 см бўлган ясси кўзгуга қараб ўзингизни кўраяпсиз, сиз кўзгуга яқин ёки узоқда бўлишингиздан қатъий назар, кўзгуда гавдангизни худди шундан ўлчамда кўрасиз. (Буни синаб кўринг.) Нур диаграммасини чизиб нима учун бу шундай бўлишини кўрсатинг.
2. Фараз қилинг, сиз кўзгудан 3.1 м узоқликда кўрганингиз каби ўзингизни суратган олмоқчисиз. Камера линзаси фокуслаши учун қандай масофада суратга олиш керак?
3. 12-3-расмда икки ясси кўзгу 135° бурчак остида туташтирилган. Агар ёруғлик нурлари кўзгулардан бирининг сиртига расмда кўрсатилганидек 34° остида тушса, иккинч кўзгу сиртидан қандай бурчак  $\phi$  остида чиқади.



12-3-расм.

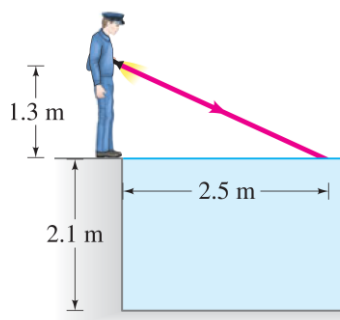
4. Кўзи полдан 1.72 м юқорида жойлашган одам пастки чети полдан 38 см юқорида жойлашган вертикал ясси кўзгудан 2.20 м

масофада турибди. Кўзгуни ушлаб турган деворнинг асосидан горизонтал қандай  $x$  масофадаги полда жойлашган нуқтадан қайтган нурларни кўзгуда кўриш мумкин расм 12-4?



Расм 12-4

5. Ёруўликнинг муздаги тезлиги  $2.29 \times 10^8 \text{ m/s}$  га тенг. Музнинг синдириш кўрсаткичи нимага тенг?
6. Ёруғликнинг (а) этил спиртидаги, (б) Люсит (пластик шиша) даги, (с) Кронглас (оптик шиша) даги тезликларини топинг.
7. Ёруғликнинг моддадаги тезлиги сувдаги тезлигининг 82% ини ташкил қилади. Модданинг синдириш кўрсаткичи нимага тенг?
8. Фонарка нурлари дераза ойнаси ( $n = 1.56$ ) сиртига нормалдан  $67^\circ$  бурчак остида тушаяпти. Синиш бурчаги нимага тенг?
9. Ғоввос сув остидан фонар нурларини юқорига вертикалдан  $35.2^\circ$  остида йўналтирди. Ёруғлик судан қандай бурчак остида чиқади?
10. Ёруғлик нурлари сув остидаги прожектордан тарқалиб, суздан  $56.0^\circ$  бурчакда чиқади. Ёруғлик сув-хаво чегарасига пастдан қандай бурчак остида тушади?
11. Қуёш нурлари сув остида вертикалдан  $36.0^\circ$  бурчак ҳосил қилаётганини кўринади. Қуёш горизонтдан қандай бурчак баландлигида турибди?
12. Ёруғлик нурлари хавода шиша пластина ( $n = 1.51$ ) сиртига тушаяпти ва бир қисми қайтаяпти ва бир қисми синаяпти. Агар қайтиш бурчаги иккита синиш бурчагига тенг бўлса, тушиш бурчагини аниқланг.
13. Тунги назоратчи кечқурун сув сатхидан  $1.3 \text{ m}$  юқоридаги фонаридан бассейн қирғоғидаги ойқларидан сув сирти бўйлаб  $2.5 \text{ m}$  масофадаги нуқтага тушаётган нурлар ёрдамида бассейн тубини текширяпти (12-5-расм). Ёруўлик нурлари  $2.1 \text{ m}$  чуқурликдаги сув тубининг қаерига тушади? Олчаш кузатувчи оёқлари остидаги бассейн деворининг пастки четидан бошлаб амалга оширилсин.



12-5-расм.

14. Сув ва кровнгласс (оптик шиша) орасидаги тегиш сиртда чегаравий тушиш бурчаги нимага тенг? Тўла ички қайтиш содир бўлиши учун ёруғлик қайси материалдан кейингисига ўтиши лозим?
15. Баъзи бир суюқлик-ҳаво сиртларида чегаравий тушиш бурчаги  $47.2^\circ$  бўлади. Шуюқликнинг нур синдириш кўрсаткичи нимага тенг?
16. Ёруғлик нурлари бассей сувининг  $82.0 \text{ m}$  чуқурлигидан чиқаяпти. Ёруғлик манбанинг тепасидаги ёруғ доғга нисбатан сув-ҳаво чегаравий сиртининг қаерга туширилса, у сув сиртидан ташқарига чқмайди?
17. Ёруғлик нурлари суюқликнинг  $8.0 \text{ m}$  чуқурлигидан чиқиб ҳаво сиртига манбанинг тик юқоридаги нуқтасидан  $7.6 \text{ m}$  масофага урилади. Агар тўла ички қайтиш ҳодисаси юз берса, суюқликнинг синдириш кўрсаткичи тўғрисида нима дея оласиз?
18. (а) Тўла ички қайтиши  $45^\circ$  да юз бериши учун дурбинларда фойдалақниладиган шиша ёки пластик призмаларнинг минимал синдириш ко`рсаткичи нечага тенг бўлиши керак? (б) Агар призма ( $n = 1.58$  деб қабул қилинган) сувга ботирилган бўлса, дурбинлар ишлайдими? (с) Агар сувга ботирилса,  $n$  нинг минимал қиймати нечага тенг бўлади?

### Лаборатория иши

Микроскоп ёрдамида шиша пластинканинг синдириш кўрсаткичини аниқлаш

Ишни бажаришдан мақсад: абсолют ва нисбий синдириш кўрсаткичининг физик маъноси, линзада тасвир яшани ўрганиш ва микроскопда шиша пластинанинг синдириш кўрсаткичини аниқлаш.

Керакли асбоб буюмлар; ўлчов микроскопи, микрометр, қарама–қарши қирралари тирналган шиша пластинкалар тўплами.

### Назарий қисм

ХВИИ аср охирида ёруғликнинг И. Нютон томонидан кашф этилган корпускуляр назарияси ҳукмрон эди. Бу назарияга кўра ёруғлик зарралардан иборат бўлиб, тўғри чизикли тарқалиши ва механика қонунларига бўйсиниши керак. Фуко ёруғлик зарраларининг тезлиги оптик зичлиги катта бўлган муҳитларда ҳаводагига нисбаттан кичик эканлигини кўрсатди.

Шу даврда Гюйгенснинг тўлқин назариясига асосан ёруғликнинг тезлиги турли муҳитларда турлича бўлиб, вакуумда энг катта қийматга эга эканлиги аниқланди. Муҳитнинг оптик хусусиятларни ифодалаш учун муҳитнинг абсолют синдириш кўрсаткичи тушунчаси киритилди.

Ёруғликнинг вакуумдаги тезлиги муҳитдаги тезлигидан неча марта катта эканлигини ифодаловчи қиймат муҳитнинг абсолют синдириш кўрсаткичи дейилади:

$$n = \frac{c}{v} \quad (1)$$

бу эрда  $c = 3 \cdot 10^8 \frac{м}{с}$  - ёруғликнинг вакуумдаги тезлиги,  $v$  - ёруғликнинг муҳитдаги тезлиги. (1) ифодадан кўринишича, абсолют синдириш кўрсаткичи сон жиҳатдан  $n \geq 1$  бўлиб, вакуум учун  $n = 1$  қийматга эгадир. Шиша учун  $n = 1,5$ , сув учун  $n = 1,3$ .

Абсолют синдириш кўрсаткичи каттароқ бўлган муҳитлар оптик зичлиги катта деган ном олган. Абсолют синдириш кўрсаткичини ёруғликнинг вакуум – муҳит чегарасида синиш қонунидан аниқлаш мумкин. Тушиш бурчаги синусининг синиш бурчги синусига булган нисбати ёруғликнинг биринчи муҳитдаги тезлигининг иккинчи муҳитдаги тезлигига булган нисбатига тенг.

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\frac{c}{n_1}}{\frac{c}{n_2}} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21} \quad \text{ёки} \quad n_1 \sin i = n_2 \sin r \quad (20)$$

-тушиш,  $r$  -синиш бурчаклари.

Икки муҳитнинг оптик хусусиятларини таққослаш учун нисбий синдириш кўрсаткичи тушунчаси киритилади.



Ёруғликнинг биринчи муҳитдаги тезлигининг иккинчи муҳитдаги тезлигига нисбатига тенг бўлган катталиқ иккинчи муҳитнинг биринчи муҳитга нисбаттан нисбий синдириш кўрсаткичи дейилади:

$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (3)$$

ифодадан кўринишича ёруғлик оптик зичлиги катта муҳитга ўтганда

$n_{21} > 1$ , тескари ҳолда  $n_{21} < 1$  қийматга эга бўлади. Максвелл 1865 йилда ўзининг электромагнит тўлқин назарияси асосида ёруғлик электромагнит табиатга эга ва кўндаланг тўлқинлардан иборат деб ҳисоблади. Максвеллнинг электромагнит майдон тенгламаларидан, ёруғлик ва электромагнит тўлқинларнинг муҳитдаги тезлигини унинг электр ва магнит хусусиятлари билан боғловчи ифода аниқланди:

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}} \quad \text{ёки} \quad n = \sqrt{\epsilon\mu}$$

Бунда  $\epsilon$  ва  $\mu$  - муҳитнинг диелектрик ва магнит синдирувчанлиги, лекин бу ифода ҳамма жисмлар учун ўринли эмас.

Ёруғликнинг синиш қонунига асосан икки муҳит чегарасида оптик зичлиги катта муҳитдан оптик зичлиги кичик муҳитга тушганда синиш бурчаги  $p$  нинг қиймати тушиш бурчаги  $u$  нинг қийматидан катта бўлади, яъни  $r > i$ .

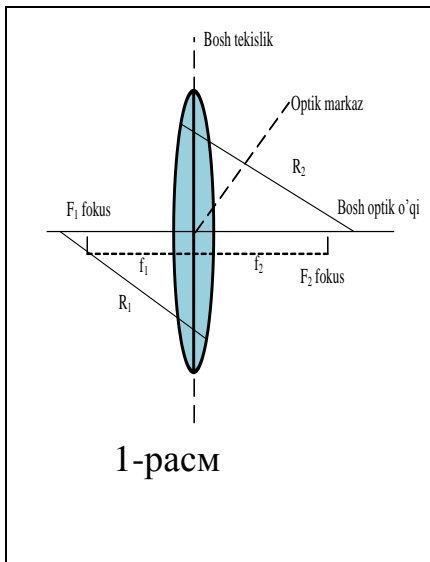
Тушиш бурчаги  $u$  нинг қийматини ортириб борсак, унинг қандайдир  $i_{\text{чег}}$  қийматида синиш бурчаги қиймати  $r = 90^\circ$  га тенг бўлади. Бу вақтда иккинчи муҳитда ёруғлик тарқалмайди. Бу ходиса тўла ички қайтиш номини олган. Демак, тўла ички қайтиш рўй бериши учун икки шарт бажарилиши керак:

1. Ёруғлик оптик зичлиги катта муҳитдан оптик зичлиги кичик муҳитга тушиши керак.

2. Тушиш бурчагининг қиймати чегаравий қийматдан катта бўлиши керак.

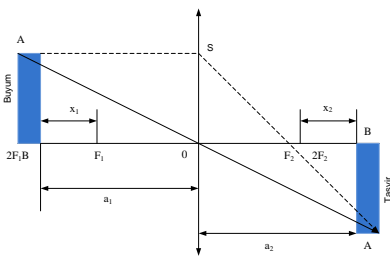
Чегаравий тушиш бурчагининг қиймати  $\text{Sini}_{\text{чег}} = n_{21}$  ифодадан аниқланади.

Бу ишда шиша пластинканинг синдириш кўрсаткичи микроскоп ёрдамида аниқланади ва шу сабабли микроскопнинг тузилиши билан танишайлик. Микроскоп ўз навбатида икки линзадан: қисқа фокусли объектив ва катта фокусли окулярдан иборат. Кўриниб турибдики, линза оптик асбобнинг муҳим

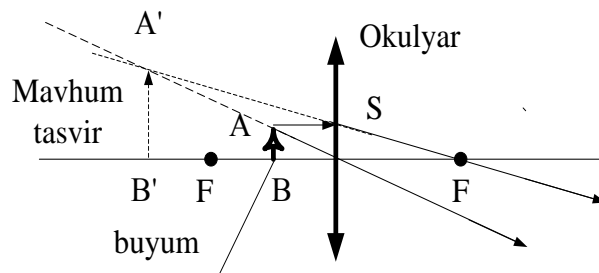


бир неча баробар катта бўлса, бундай линзалар “юпка линзалар” дейилади. Линзанинг оптик маркази орқали ўтувчи ва бош текисликка тик бўлган тўғри чизиққа линзанинг бош оптик ўқи, оптик марказдан ўтувчи бошқа ҳамма тўғри чизиқлар эса линзанинг иккиламчи ўқлари дейилади (1-расм). Бу ўқлар бўйлаб ўтувчи нурлар синмайди. Агар нурлар бош оптик ўқ бўйлаб параллел тушса, линзадан ўтиб унинг фокуси ( $F_1$  ва  $F_2$ ) да йиғилади. Бу буюмнинг ҳамма нуқталарининг тасвири йиғиндиси унинг тасвирини беради (2-расм).

Буюмнинг  $A$  нуқтасидан икки нур: оптик марказдан синмасдан ўтувчи иккиламчи  $AA'$  нурни ва бош оптик ўққа параллел, ҳамда синиб линзанинг  $F_2$  дан ўтувчи  $AC$  нурни ўтказамиз, икки нурнинг кесишиш нуқтаси  $A^1$  нурланувчи буюм  $A$  нуқтасининг ҳақиқий тасвири бўлади..



2-расм



3-расм

Қуйидаги катталиқ линзанинг катталаштириши дейилади. 
$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{a_2}{a_1} \quad (4)$$

Бу тенглик АБО ва АЪБЪО учбурчакнинг ўхшашлигидан келиб чиқади (2-расм).

Бу ҳолда буюмнинг катталаштирилган ҳақиқий ва тесқари тасвири олинади. Агар буюм линзага яқин (линза билан  $F$  фокус орасида) жойлашса, у ҳолда ҳақиқий тасвир ҳосил бўлмайди, чунки  $AO$  ва  $CF$  нурлар линзанинг ўнг томонидан учрашмайди (3-расм). Агар бу нурларни буюм томонга давом эттирсак, улар учрашади ва мавҳум, катталашган ва тўғри тасвири ҳосил бўлади. Юпка линзанинг умумий ифодаси

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = (n-1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (5)$$

кўринишда бўлиб, унинг линзанинг оптик марказидан фокусгача бўлган масофасини аниқлаш мумкин (2-расм):

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \quad \text{ва} \quad F^2 = x_1 \cdot x_2 \quad \text{бунда:}$$

$a_1$ - буюмдан линза бош текислигигача бўлган масофа;  $a_2$ -линза бош текислигидан тасвиргача бўлган масофа;  $x_1$ -буюмдан энг яқин фокусгача бўлган масофа;  $x_2$ -тасвирдан энг яқин фокусгача бўлган масофа;  $n$ -линзанинг нисбий синдириш кўрсаткичи;  $P_1$  ва  $P_2$ - линза сиртининг эгрилик радиуслари;

$$F - \text{фокус масофа. Линзанинг оптик кучи деб} \quad D = \frac{1}{F} \quad (6)$$

нисбатга айтилади ва диоптрияларда ( $\text{м}^{-1}$ ) ўлчанади.

Агар оптик кучлари  $D_1$  ва  $D_2$  бўлган линзалардан иборат бўлса, унинг оптик кучи  $D = D_1 + D_2$

$$\text{системанинг фокус масофаси эса} \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} \quad (7)$$

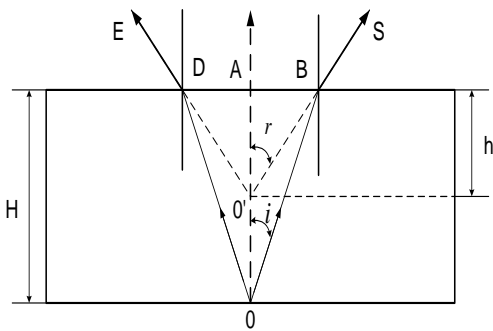
бўлади. Икки томонлама қавариқ линза учун  $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} > 0$  бўлиб,  $D > 0$  ва икки томонлама ботик (сочувчи) линза учун  $D < 0$ . Бу натижа ушбу ифодадан келиб чиқади:

$$D = (n - 1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (8)$$

#### Ишни бажариш тартиби

Шиша пластинканинг синдириш кўрсаткичини аниқлашда, ёруғликнинг синиш қонунига асосан шиша пластинканинг ҳақиқий қалинлиги “кичрайиб” кўринади. Бунинг учун икки томони ўзаро перпендикуляр тирналган шиша пластинка оламиз. Шиша пластинканинг кичрайиб кўринган қалинлигини “мавҳум” қалинлик дейлик (4-расм).

Ясси параллел пластинанинг 0 нуктаси тирналганлиги туфайли нурлар дастаси ҳар хил йўналишида кетаётган бўлсин. ОА ўқ нур шишадан ҳавога синмасдан ўтади, қолган ҳамма нурлар дастаси ўз йўналишини ўзгартиради.



4-расм

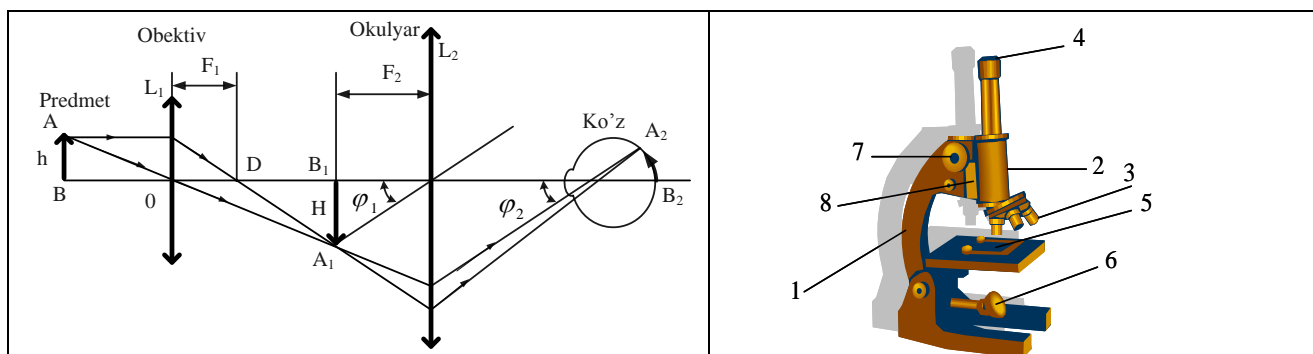
Агар кузатувчи А нуктага қараса, унинг кўзи ОА нурлар дастасидан ташқари ОВС, ОДЕ, ҳақоза нурларни ҳам кўради. Бу нурлар О дан келаётгандек кўринади. Ў эса О нуктанинг мавҳум тасвиридир. Масофа  $OA=X$  ҳақиқий қалинлиги штангенциркул ва  $A\ddot{U}=x$  мавҳум қалинлик микроскоп ёрдамида аниқланади.

ОВС ва ОДЕ нурлар аксинча, ҳаводан шишага ўтади деб ҳисобланса, ҳамда синиш қонунидан фойдаланиб, тушиш бурчаги  $u$  ва синиш бурчаги  $p$  десак, (2) га асосан синусларни тангенс билан алмаштирамиз (бурчаклар кичик бўлгани учун):  $\sin i = \operatorname{tgi}$ ,  $\sin r = \operatorname{tgr}$   $n = \frac{\operatorname{tgi}}{\operatorname{tgr}}$  (9) Тўғри бурчакли учбурчак АВ Ў ва АВО

лардан  $\operatorname{tgi} = \frac{AB}{AO}$  га  $\operatorname{tgr} = \frac{AB}{AO'}$  бўлиб, (9) га асосан  $n = \frac{\operatorname{tgi}}{\operatorname{tgr}} = \frac{AO}{AO'} = \frac{H}{h}$  (10) ни ҳосил

қиламиз.

### Микроскопда тасвир яшаш



5-расм

Мавҳум қалинлик  $x$  ни аниқлаш учун мўлжалланган микроскоп  $\Phi$ , қисқа фокусли объектив ва катта  $\Phi$  фокусли окулярдан иборат (5- расм).

- 1) микроскопнинг умумий кўриниши; 2) штатив; 3) тубус; 4) объектив;  
5) окуляр; 6) буюм қўйиладиган сотл; 7) кремалер; 8) миллиметрли шкала

### Ишни бажариш тартиби

1. Микроскопнинг объективи қаршисидаги буюм столчасига икки томони тирналган шиша пластина қўйилади. Кремалер винт ёрдамида микроскопнинг кўриш майдонида пластинанинг устки тирналган чизиғи яхши кўрингунча ҳаракатлантириб, нониусдан  $x_1$  ҳисобланади.

2. Худди шунингдек, пластинанинг пастки тирналган чизиғи яхши кўринадиган ҳолатдаги  $x_2$  ҳисобланади ва пластинканинг мавҳум қалинлиги  $x = x_1 - x_2$  топилади.

3. Штангенциркул билан пластинанинг ҳақиқий қалинлиги  $X$  ўлчанади.

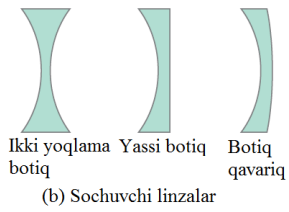
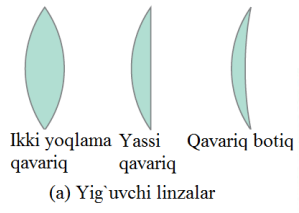
4. Бу ўлчашлар ҳар хил қалинликдаги бошқа шиша пластиналар учун такрорланади ва (10) ифодадан фойдаланиб, уларнинг синдириш кўрсаткичлари аниқланади. Ўлчашлар 3 мартадан такрорланади. Олинган натижалар қуйидаги жадвалда ёзилади:

Пластинкалар	“Мавҳум” қалинлик			Ҳақиқий қалинлик	Синдириш кўрсаткичи
	$h_1$ (мм)	$h_2$ (мм)	$h$ (мм)	$H$ (мм)	$n$

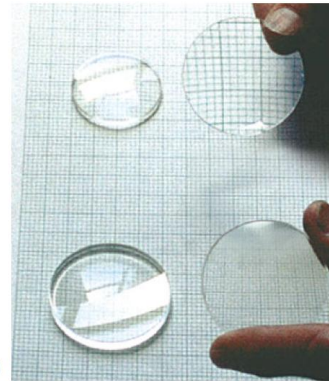
Назорат саволлари

1. Муҳитнинг абсолют синдириш кўрсаткичига таъриф беринг.
2. Ёруғликнинг синиш қонунини таърифланг.
3. Муҳитнинг нисбий синдириш кўрсаткичинини тушинтиринг.
4. Тўла ички қайтиш ҳодисаси деб нимага айтилади.
5. Линзада тасвир ясанг ва линза формуласини ёзинг.
7. Шиш пластинканинг синдириш курсаткичинини ҳисоблайдиган ифодани келтириб чиқаринг.
8. Микроскопда нурлар йўлини чизинг

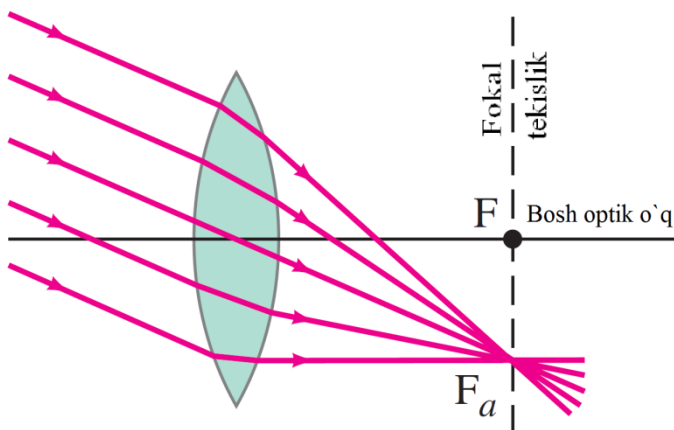
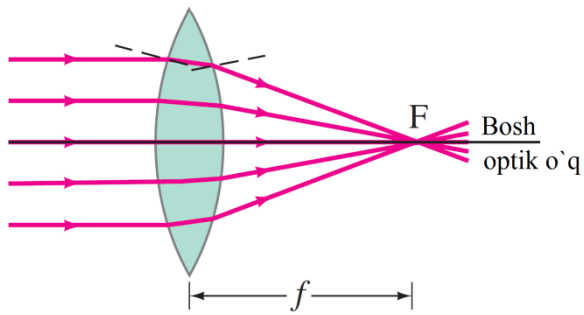
# Тарқатма материаллар



(c)

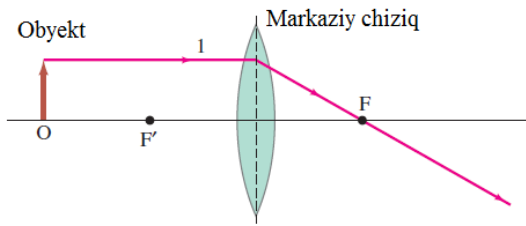


(d)

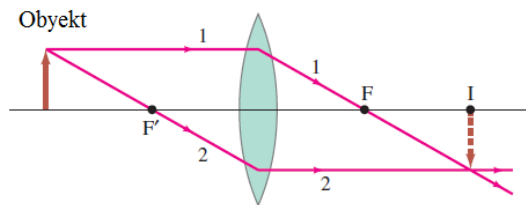


## НУР ДИАГРАММАСИ

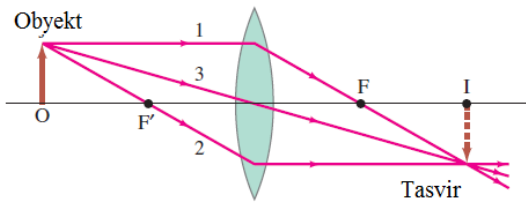
Юпқа линзалар ҳосил қилган тасвир о`рнинни топиш.



(a) 1-nur obyektning bir nuqtasidan chiqib, bosh optik o`qqa parallel ravishda tarqalib, linza ortida fokus nuqta orqali o`tdigan bo`lib sinadi.



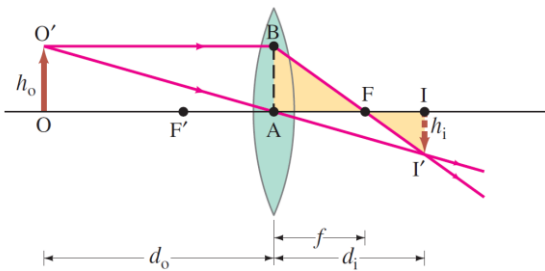
(b) 2-nur linzaning old tomonidagi F' nuqta orqali o`tdi; budan keyin linzaning ortida bosh optik o`qqa parallel tarqaladi.



(c) 3-nur to`g`ri (juda yupqa deb qabul qilingan) linzaning optik markazidan o`tdi.

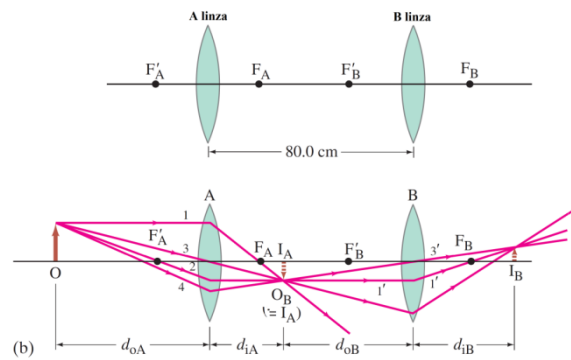


## Юпқа линза формуласи



$$\frac{1}{f} - \frac{1}{d_i} = \frac{1}{d_o} \quad \frac{1}{d_o} - \frac{1}{d_i} = -\frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (\text{Линза яшаш формуласи})$$



# КЕЙС-ТЕХНОЛОГИЯ

## Мавзу: Умумий муаммолар

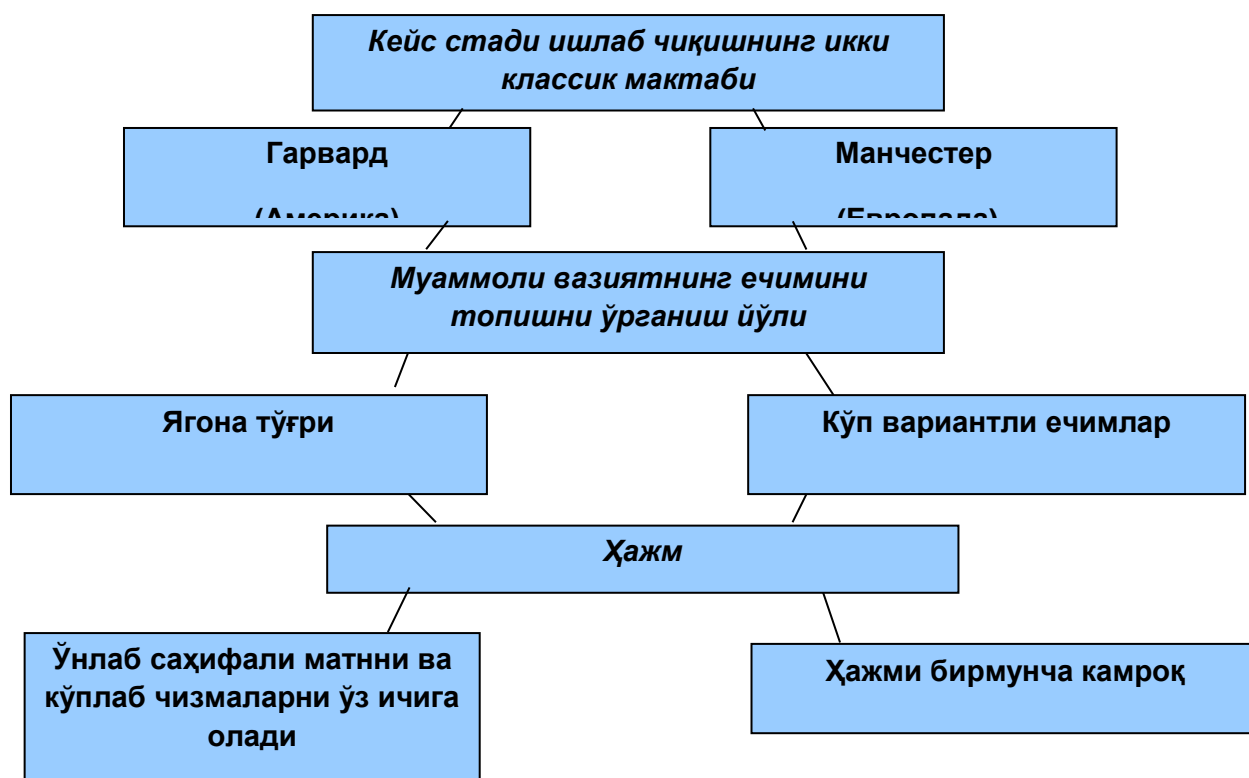
1. Куёш нурлари Ойдан қайтади. Ёруғ`лик нурлари Ойдан Ерга етиб келиши учун қанча вақт сарфланади?

### Асосий тушунчалар

**Кейс-стади** (инглизча *case* - тўпلام, аниқ вазият, *stadi* -таълим) - кейсда баён қилинган ва таълим олувчиларни муаммони ифодалаш ҳамда унинг мақсадга мувофиқ тарздаги ечими вариантларини излашга йўналтирадиган аниқ реал ёки сунъий равишда яратилган вазиятнинг муаммоли-вазиятли таҳлил этилишига асосланадиган *таълим услубидир*.

**Кейс-стади** - таълим, ахборотлар, коммуникация ва бошқарувнинг кўйилган таълим мақсадини амалга ошириш ва кейсда баён қилинган амалий муаммоли вазиятни ҳал қилиш жараёнида прогноз қилинадиган ўқув натижаларига кафолатли етишишни воситали тарзда таъминлайдиган бир тартибга келтирилган оптимал усуллари ва воситалари мажмуидан иборат бўлган *таълим технологиясидир*

### Кейс-стадининг мактаблари



### Кейснинг педагогик паспорти

1) Педагогик аннотация



- 2) Кейс
- 3) Талабага услубий кўрсатмалар
- 4) Ўқитувчи кейслогнинг кейсни ҳал этиш варианты

### **Педагогик аннотация**

**Берилган кейснинг мақсади:** Талабаларнинг “Ёруғлик табиаи “ мавзуси бўйича билим ва кўникмаларини ривожлантириш, ўтилган мавзуларга оид билимларини текшириб кўришдан иборат.

#### **Кутилаётган натижалар:**

- Ўрганилаётган мавзу бўйича назарий билим ва кўникмалари ошади;
- Физиканинг геометрик оптикага доир асосий тушунчаларга эга бўладилар;
- Талабалар фаолиятини мавзуни мустақил ва ижодий ўзлаштиришга йўллаш, билиш фаолиятини босқичма-босқич ташкил этиш;
- Асосий ғояни ажратиш, мантиқий фикр юритиш, фикрни баён этиш ва асослаш кўникмалари, нутқ ва мулоқотга киришишга эришиш;
- Талабаларнинг физик билимларини ўзлаштириш самарадорлигини орттириш.

**Кейсни муваффақиятли бажариш учун талаба қуйидаги билимларга эга бўлиши лозим:**

- Физиканинг геометрик оптика бўлимига оид тасаввурга эга;
- Намойиш экспериментидан фойдаланиш малака ва кўникмалари шакланган;
- Намойиш эксперименти орқали очиладиган фундаментал асосий тушунчалар шакланган.

#### **Кейсда ишлатилаётган маълумотлар манбаи:**

1. Калашников С.Г. Электр. Тошкент, Ўқитувчи, 1971.
2. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. Москва, 1983.
3. Интернетдан мавзуга оид маълумотлар.

#### **Кейснинг типологик хусусиятларга кўра характеристикаси:**

Мазкур кейс кабинетли тоифасига кириб, сюжетсиз ҳисобланади. Ушбу кейс намоиш тажрибаларга асосланади. Келиб чиқаётган муаммолар намоиш тажрибалар асосида тасдиқланади. Олинган маълумотлар назарий экспериментал тасдиқи асосида тузилган.

Кейсни дидактик мақсади – талабаларнинг аввал ўзлаштирган билимларини муаммоли ҳал этишда ижодий усулни қўллаб, янги билимларни эгаллаш

кўникмалари, билимларни ижодий ўзлаштириш ва амалда қўллаш малакалари, изланувчанлиги, қизиқиш, мантиқий тафаккури, ижодий фаолияти, ақлий камолоти, заковатини ривожлантиришдан иборат.

### **КЕЙС**

Қуёш нурлари Ойдан қайтади. Ёруғ`лик нурлари Ойдан Ерга етиб келиши учун қанча вақт сарфланади?

2. Сиз кичик ясси ко`згуни олдингиздан 0.50 m масофада тутиб турибсиз. Ва аксингизни икки марта ко`ришингиз мумкин, чунки, бо`йингиз баробар ко`згу орқа томонингизда сиздан 1.0 m масофада турибди (23-61-расм). О`зингиздан ҳар бир тасвиргача масофа қанча эканлигини аниқланг.

### **КИРИШ**

**Ушбу кейснинг мақсади талабаларга геометрик оптика қонунларини тажрибалар асосида ўргатиш.**

**Тавсия этилаётган кейсни ечиш учун қуйидаги натижаларга эришишга имкон берилди:**

- Ўзлаштирилган мавзу бўйича билимларни мустаҳкамлаш;
- Мантиқий фикрлашни ривожлантириш;
- Талабанинг ўқув ахборотини ўзлаштириш даражасини текшириб кўриш.

### **ВАЗИЯТ**

**Тасвирланган тажрибалардан қандай хулосалар чиқариш мумкин?**

**Бу ҳодисаларни қандай тушунтириш мумкин? Бу ҳодисалар асосида қандай қурилмалар яратиш мумкин?**

### **Топшириқ:**

Қуёш нурлари Ойдан қайтади. Ёруғ`лик нурлари Ойдан Ерга етиб келиши учун қанча вақт сарфланади?

### **ТАЛАБАЛАР УЧУН УСЛУБИЙ КЎРСАТМАЛАР**

**Кейсни мустақил ечиш учун кўрсатмалар ва баҳолаш мезонлари**

<b>Ишни ташкил қилиш босқичлари</b>	<b>Тавсиялар</b>	<b>Баҳолаш мезони (максимал)</b>
-------------------------------------	------------------	----------------------------------

1. Кейс билан танишиш	Аввалига кейс билан танишинг. Ўқиб чиқиш пайтида ҳаётий муаммоларга оид маълумот ва ахборотларга эътибор қаратинг.	-
2. Берилган вазият билан танишиш.	Берилган ахборотларни яна бир бор диққат билан ўқиб чиқинг.	3
3. Муаммоли вазиятни ҳал қилиш	<p>Муаммо ичидаги муаммога эътибор қаратинг. Асосий муаммо нимага қаратилганлигини ажратиш учун қуйидагиларга эътибор қаратинг.</p> <p>1. Фарадейнинг индукцион ток ҳосил бўлишининг шартларини аниқлашга оид тажрибаларни аниқлаш.</p> <p>2. Ёруғликнинг тўғри чизиқ бўйлаб тарқалиши.</p> <p>3. Ёруғликнинг тарқалиш тезлиги.</p> <p>4. Ёруғликнинг қайтиш ва синиш қонунлари Индукцион электр юритувчи куч.</p> <p>Тавсияларингизни бир-бирига боғлашни билинг.</p>	5 балл
4. Муаммоли вазиятни ечиш усули ҳамда воситаларни танлаш, асослаш.	Муаммолар ечими вариантларини тўғри танланг. Аниқ ечимини топиб қуйидаги келтирилган жадвалларга туширинг. Кейс натижаларини таҳлил қилиб беринг.	2 балл

### III. КЕЙСОЛОГНИНГ ЖАВОБ ВАРИАНТИ

#### “Муаммоли вазият” жадвалини тўлдиринг

Т/р	Вазиятдаги муаммолар тури	Муаммоли вазиятнинг келиб чиқиш сабаблари	Муаммоли вазиятнинг ечими
	<b>Оптика</b>	<b>Ёруғлик табиати ҳақидаги фан</b>	
	<b>Фотометрия.</b>	<b>Оптиканинг ёруғликнинг энергетик</b>	

		характеристикаларини ўрганувчи бўлими <i>фотометрия</i> дейилади.	
	Ёруғликнинг тўғри чизиқ бўйлаб тарқалиши	Ёруғлик бир жинсли муҳитда тўғри чизиқ бўйлаб тарқалади	
	Ёруғликнинг қайтиш қонуни	Тушган нур қайтган нур нурнинг тушиш нуқтасидан ўтказилган перпендукляр бир текисликда ётади	
	Ёруғликнинг синиш қонуни	Тушган нур синган нур нурнинг тушиш нуқтасидан ўтказилган перпендукляр бир текисликда ётади	
	Тўла ичка қайтиш	Ёруғлик оптик зичлиги катта муҳитдан , оптик зичлиги кичик муҳитга ўтганда содир бўлади	

### Кейс билан ишлашнинг баҳолаш мезонлари

86-100% / 8,6 - 10 баллагача – «аъло»

71-85% / 7,1 – 8,5 баллгача – «яхши»

55-70% / 5,6- 7 баллгача – «қониқарли»

### Гуруҳларнинг ишларини баҳолаш жадвали

Гуруҳ	Баҳолаш мезонлари	
	Тақдимот (мазмуни, маъноси ва хулосаларнинг исботи учун) «аъло» – 2 балл «яхши» – 1,5 балл	Муаммоли масаланинг ечими (тўғрилиги ва ечимнинг кетма-кетлиги учун) «аъло» – 2 балл

	«қониқарли» – 1 балл «қониқарсиз»- 0,5 балл	«яхши» – 1,5 балл «қониқарли» – 1 балл «қониқарсиз»- 0,5 балл
1.		
2.		

### МАВЗУГА ОИД ГЛОСАРИЙ

<b>Физикавий тушинчалар</b>	<b>мазмуни</b>		
<b>Оптика</b>	<b>Ёруғлик табиати ҳақидаги фан</b>		
<b>Фотометрия.</b>	<b>Оптиканинг ёруғликнинг энергетик характеристикаларини ўрганувчи бўлими <i>фотометрия</i> дейилади.</b>		
<b>Линза</b>	<b>Буюмни катталаштирувчи шаффоф жисим</b>		
<b>Йиғувчи линзалар</b>	<b>Нурни йиғади</b>		
<b>Сочувчи линзалар</b>	<b>Ёруғлик нурини сочади</b>		
<b>Ёруғликнинг тўғри чизик бўйлаб тарқалиши</b>	<b>Ёруғлик бир жинсли муҳитда тўғри чизик бўйлаб тарқалади</b>		
<b>Ёруғликнинг қайтиш қонуни</b>	<b>Тушган нур қайтган нур нурнинг тушиш нуқтасидан ўтказилган перпендукляр бир текисликда ётади</b>		
<b>Ёруғликнинг синиш қонуни</b>	<b>Тушган нур синган нур нурнинг тушиш нуқтасидан ўтказилган перпендукляр бир текисликда ётади</b>		
<b>Тўла ичка</b>	<b>Ёруғлик оптик</b>		

<b>қайтиш</b>	<b>зичлиги катта мухитдан , оптик зичлиги кичик мухитга ўтганда содир бўлади</b>		
<b>Ёруғлик кучи</b>	$I = \frac{\Phi}{\Omega}$		
<b>Ёруғлик оқими</b>	<b>. <math>\Phi</math> ёруғлик оқими – вақт бирлигида исталган юза орқали ўтадиган нурланиш энергияси</b>		
<b>Ёритилганлик</b>	$E = \frac{\Phi}{S}$		
<b>Равшанлик</b>			
<b>Ёруғлик интенсивлиги</b>			