

дар контур – ин энергияи мавҷи электромагнитии қабул кардашуда аст, ки хеле кам мебошад.

Барои алоқаи радиотелефонӣ лапшиҳои модулятсияшуда истифода бурда мешавад. Дар радиоалоқа лапшиҳои басомадашон баланд истифода мегарданд. Барои фиристодани садо ё мусиқӣ лапшиҳои басомадашон баландро бо ёрии лапшиҳои электрикӣ басомадашон паст (дар натиҷаи дар микрофон тағйирёбии лапшиҳои садоӣ ҳосил мешаванд) тағйир медиҳанд. Ин ҳодисаро модулятсия намудани лапшиҳои басомадашон баланд меноманд.

Лапшии модулятсияшудаи қабулгардидаи басомадаш баланд ба детектори  $D$  дода мешавад. Дар детектори  $D$  аз лапшиҳои басомадаш баланди модулятсияшуда лапшиҳои басомади паст (лапшиҳои садоӣ) ҷудо карда мешаванд ва ин гуна протсессро детектронӣ меноманд.

Детектор аз диоди нимнокилӣ иборат аст ва он хосияти яктарафа гузаронандагӣ дорад. Ба воситаи ин диод ҷараёни пулсатсияшудаи басомадаш баланд мегузарад.

Конденсатори  $C$ , ки ба телефон пайваст карда шудааст, ҷараёни пулсатсиякардашударо суфтаю ҳамвортар менамояд ва ба воситаи телефон ҳамон намуд ҷараёне мегузарад, ки ба микрофон дар стансияи наққунанда дода шуда буд. Бинобар он, дар телефон садоӣ монанд шунда мешавад. Лапшии мембранан телефон аз ҳисоби энергияи мавҷи электромагнитии қабулгардида ба амал меояд, бинобар он, баландии садоӣ ин гуна қабулкунакҳо хеле хурд аст ва онро танҳо як одам мешунавад.

Барои он ки сигнали қабулгардидаро якҷанд одам шунавад, қабулкунаки замонавии сохти мураккабдошта зарур аст. Нақшаи яке аз қабулкунакҳои бевосита пурқувваткунанда дар расми 2.14.3 нишон дода шудааст. Дар ин қабулкунак лапшии басомади радиой, ки контури қабулкунанда ҷудо менамояд, баъди пурқувваткунӣ дар пурқувваткунанда детекторонида мешавад.

Лапшиҳои басомадаш паст дар қабулкунаки детекторӣ ҷудо кардашуда ба воситаи пурқувваткунандаи басомадҳои садоӣ пурқувват карда мешавад ва ба баландгӯяк дода мешавад. Аз баландгӯяк садоро одамони зиёд мешунавад.



Расми 2.14.3

## САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Аввалин бор бақайдгирии бозътимоди мавҷҳои электромагнитиро барои радиоалоқа кӣ пешниҳод намуд?
2. Барои чӣ 7-уми майро рӯзи радио меноманд?
3. Попов қабули мавҷҳои электромагнитиро чӣ тавр амалӣ намуд?
4. Радиоприёмники оддитарин чӣ гуна сохт дорад ва он чӣ тавр ном бурда мешавад? Нақшаи онро кашада фаҳмонед.
5. Қабули мавҷҳои электромагнитӣ дар радиоприёмники оддитарин чӣ тавр ба амал меояд?
6. Модулятсияи лаппишҳои басомадашон баланд гуфта, чиро меноманд?
7. Детектиронӣ гуфта, чӣ гуна ҳодисаро меноманд?
8. Ба сифати детектор чиро истифода мебаранд?
9. Ҷараёни пулсатсияшуда гуфта, чӣ гуна ҷараёнро меноманд?
10. Шунидани лаппишҳои садогӣ дар радиоприёмники оддитарин чӣ тавр ба амал меояд?
11. Дар баландгӯяки радио баланд кардани лаппишҳои басомади садоӣ чӣ тавр ба амал оварда мешавад?

## ХУЛОСАҲОИ МУҲИМТАРИНИ БОБ

Дар байни ҳодисаҳои электромагнитӣ ҳодисаҳои индуксияи электромагнитӣ ва лаппишҳои электромагнитӣ мавқеи махсус доранд.

М. Фарадей бо ёрии майдони магнитӣ ҳосил намудани ҷараёни электрикиро кашф намуд, ки онро ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ меноманд.

Ҷараёне, ки дар ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ ҳосил мешавад, ҷараёни индуксионӣ номида мешавад. Ҷараёни индуксионӣ ҳангоми тағйирёбии сели магнитии майдони магнитии печакҳои галтакро бурида гузаранда ҳосил мегардад.

Кашфи ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ яке аз муваффақиятҳои илмии хеле намоёни нимаи аввали асри XIX ба шумор меравад. Он алоқамандии байни ҷараёни электрикӣ ва майдони магнитиро ба пуррагӣ муқаррар ва тараққиёти электротехникаю радиотехникаро таъмин намуд.

Ба ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ тарзи кори генераторҳои энергияи электрикӣ ва трансформаторҳо асос карда шудаанд.

Дар ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ маълум гардид, ки майдонии магнитии тағйирёбанда майдони электрикии тағйирёбандаро ба вуҷуд меорад.

Майдонҳои тағйирёбандаи электрикӣ ва майдони тағйирёбандаи магнитии ба он бефосила вобаста бударо дар якҷоягӣ майдони электромагнитӣ меноманд.

Ҷараёни паҳншавии майдони электромагнитиро дар фазо мавҷи электромагнитӣ меноманд.

Мавҷи электромагнитӣ бо суръати рӯшноӣ паҳн мешавад.

Ҳангоми лаппишҳои электромагнитӣ даврӣ тағйир ёфтани зарядҳои электрикӣ, ҷараён ва шиддат ба амал меояд. Лаппишҳои электромагнитии озод ва маҷбуриро аз ҳамдигар фарқ мекунанд.

Лаппишҳои электромагнитии озод дар контури лаппиш ҳосил карда мешаванд. Занҷири электрикии аз конденсатор ва ғалтак иборат бударо контури лаппиш меноманд.

Дар контури лаппиш ба таври даврӣ табдилёбии энергияи майдони магнитӣ ба энергияи майдони электрикӣ ва баръакс ба вуҷуд меояд ва ин протсессро лаппиши электромагнитӣ меноманд.

Лаппишҳои маҷбури, яъне ҷараёни тағйирёбандаи электрикӣ бо таъсири шиддати даврии берунӣ дар занҷир ба вуҷуд меояд.

Тавоноии ҷараёни тағйирёбанда  $\bar{P}$  дар асоси қиматҳои самарабахши қувваи ҷараён ва шиддат муайян карда мешавад:

$$\bar{P} = I^2 R = UI.$$

Ҷараёни электрикии тағйирёбандаро бо ёрии генераторҳои ҷараёни тағйирёбанда ҳосил менамоянд. Дастгоҳе, ки ин ё он намуди энергияро ба энергияи электрикӣ табдил медиҳад, генератор номида мешавад.

Аксарияти асбобҳои рӯзгор ва дастгоҳҳои техникӣ бо ҷараёни тағйирёбандаи шиддатҳояш гуногун кор мекунанд. Бинобар ин, дар амалия зарурияти табдил додани як шиддат ба шиддати дигар ба миён меояд.

Асбобе, ки бо ёрии он ҷараёни тағйирёбандаи ин ё он шиддат ба ҷараёни тағйирёбандаи шиддати дигар бе тағйири басомад табдил дода мешавад, трансформатор номида мешавад.

Барои трансформатор нисбати ҚЭҲ-ҳо ва нисбати шиддатҳо дар печакҳои он ба нисбати шумораи печакҳои ғалтакҳои он мутаносиб мебошад:

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = K,$$

дар ин ҷо  $K$  – коэффитсиенти трансформатсия номида мешавад.

Агар  $K > 1$  бошад, трансформаторро пасткунандаи шиддат ва агар  $K < 1$  бошад, трансформаторро баландкунандаи шиддат меноманд.

Энергияи электрикиро дар нерӯгоҳҳои барқӣ истехсол мекунанд. Нерӯгоҳҳои барқии шамолий, ҳароратӣ, обӣ ва атомӣ мавҷуданд.

Дар Тоҷикистон асосан энергияи электрикиро дар нерӯгоҳҳои барқии обӣ (НБО) истехсол мекунанд ва калонтарини онҳо НБО-и Норақ ба шумор меравад.

Мавҷҳои электромагнитиро ба воситаи вибратори Ҳертс (контури кушоди лаппиш) ҳосил менамоянд. Вибратори афканандаи мавҷҳои электромагнитиро антенна меноманд. Мавҷҳои электромагнитӣ аз антенна ба ҳама тарафҳо паҳн мегардад. Вибратори қабулкунандаи мавҷҳои электромагнитиро антеннаи қабулкунӣ меноманд.

Ҳодисаи афканишот ва қабули мавҷҳои электромагнитӣ асоси радиоалоқа, кино, алоқаҳои коинотӣ ва ғайраҳоро ташкил менамоянд.

## Боби 3

# ОПТИКА. ҲОДИСАҲОИ РӯШНОИ

Оптика яке аз қисмҳои физика буда, ҳодисаҳои пайдо шудани рӯшноӣ, дар муҳитҳои гуногун паҳн шудан ва бо моддаҳои гуногун таъсири мутақобила кардани онро меомӯзад. Аз калимаи юнонӣ *optos* – аён, намоён гирифта шудааст.

Дар асри XVIII дар бораи рӯшноӣ ва табиати он ду назария ба вучудомада, инкишоф ёфтанд. Яке аз ин назарияҳо ба И. Нютон, дигараш ба Ҳ. Гюйгенс тааллуқ доранд.

Назарияи Нютон назарияи корпускулавии рӯшноӣ ва назарияи Гюйгенс назарияи мавҷии рӯшноӣ ном доранд.

Мувофиқи назарияи корпускулави рӯшноӣ сели зарраҳои мебошад, ки аз манбаъ ба ҳама тараф паҳн мешавад. Мувофиқи назарияи мавҷӣ рӯшноӣ хангоми паҳн гаштан чун мавҷ рафтор мекунад.

Баъдтар ҳодисаҳои ба рӯшноӣ тааллуқдор тасдиқ намуданд, ки рӯшноӣ хосияти дуалистӣ дошта, ҳам ба хосияти корпускулави ва ҳам ба хосияти мавҷӣ доро мебошад.

Мувофиқи тадқиқотҳои Максвелл рӯшноӣ мавҷи электромагнитӣ мебошад. Яке аз қисмҳои оптика, ки қонунҳои паҳншавии энергияи рӯшноиро дар муҳитҳои шаффоф, дар асоси тасаввурот доир ба нури рӯшноӣ меомӯзад, оптикаи геометрӣ номида мешавад.

### 3.1. Манбаъҳои рӯшноӣ

Рӯшноӣ барои ҳаёти инсон ва ҳайвонот ва наботот аҳамияти ниҳоят калон дорад. Ҳамаи фаъолияти инсон бо рӯшноӣ алоқамандӣ дорад. Рӯшноиро асосан чашми инсон дарк менамояд, он яке аз воситаҳои асосии азхудкунӣ ва омӯختани табиат ба шумор меравад. Мо ҳамаи ҳисмҳоро тавассути афканиши рӯшноӣ аз тарафи онҳо мебинем ва доир ба хосиятҳои гуногуни онҳо маълумот мегирем. Масалан, рӯшноии аз ҷирмҳои осмонӣ омада имконият медиҳад, ки вазъ ва ҳаракати Офтобу ситораҳо, сайёраҳо ва радиҳои онҳо муайян карда шаванд.

70 Сохти ҳама гуна асбобҳои оптикӣ ба қонунҳои хосиятҳои рӯшноӣ асос карда шудаанд.

Ба воситаи микроскоп ва телескоп таркиб ва сохти ҷисмҳои заминию осмониро муайян менамоем. Илми астрономия дар асоси робитаи рӯшноию ҷашми инсон ба вуҷудода, инкишоф ёфта истодааст. Дар ҳама ҷо, аз он ҷумла, дар корхонаҳо, заводу фабрикаҳо, дар нақлиёт ва техникаи ҳарбӣ аз рӯшноӣ истифода мебаранд. Танҳо равшани мӯътадил дар ҷои кор самарабахши корро таъмин менамояд.

Ҳамин тарик, рӯшноӣ барои пешрафти фаъолияти инсон ниҳоят зарур мебошад. Рӯшноӣ аз ҷисмҳо афканда мешавад. Ҷисмҳои, ки ба фазои онҳоро ихотақунанда рӯшноӣ мебароранд, манбаҳои рӯшноӣ номида мешаванд. Манбаҳои рӯшноӣ ба табиӣ ва сунӣ ҷудо мешаванд. Ба манбаҳои табиӣ Офтоб, ситораҳо, ҷаҷраҳои кутбӣ, барқ, набототи ҳашаротҳои дурахшанда дохил мешаванд. Дар байни манбаҳои табиӣ рӯшноӣ Офтоб аҳамияти муҳим дорад, чунки рӯшноӣ аз тарафи он баровардашуда манбаи аввалини захираҳои энергетикӣ аст, ки инсоният ба онҳо молик аст. Рӯшноӣ Офтоб барои организмҳои зинда манбаи ҳаёт ба шумор меравад. Ба манбаҳои сунӣ рӯшноӣ гулҳанҳо, гӯгирд, шамъу ҷароғ, экранҳои фурузонӣ телевизор, лампаҳои барқӣ ва ғайраҳо тааллуқ доранд. Манбаҳои сунӣ рӯшноӣ дар ҳолати ҳарорати баланд доштанишон рӯшноӣ меафкананд, бинобар он, онҳоро манбаҳои ҳароратии рӯшноӣ меноманд. Дар замони ҳозира инчунин аз манбаҳои дигари рӯшноӣ – манбаҳои «рӯшноӣ сард» номидашаванда истифода мебаранд. Дар ин манбаҳои рӯшноӣ газҳо бо таъсири ҷараёни электрии аз ин газҳо гузаранда ба амал меояд ва ҳарорати газ дар ин гуна манбаҳои қариб тағйир намеёбад.

Лампаҳои, ки дар онҳо рӯшноӣ газҳо истифода бурда мешаванд, бо таркиби худ бо рӯшноӣ Офтоб яхела мебошанд. Бинобар ин, онҳоро лампаҳои «рӯшноӣ рӯз» меноманд, ки аз онҳо дар истеҳсолот ва рӯзгори одамон ба таври васеъ истифода мебаранд.

Ҳамаи ҷисмҳои, ки рӯшноӣ намеафкананд (дарахт, ҳона, моҳ, сайёраҳо ва ғайраҳо), танҳо дар мавриде мебинем, ки агар бо манбаҳои рӯшноӣ равшан карда шаванд. Рӯшноӣ аз манбаҳои афкандашуда ба сатҳи предметҳо афтада равиши паҳншавии худро тағйир медиҳанд.

#### **САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР**

1. Рӯшноӣ дар ҳаёти инсон, дарки табиат ва инкишофи илм чӣ гуна аҳамият дорад?
2. Оптика чиро меомӯзад?
3. Чӣ гуна ҷисмҳо манбаи рӯшноӣ ба шумор мераванд?
4. Манбаҳои табиӣ ва сунӣ рӯшноиро номбар намоед.

Кадоме аз манбаъҳои дар расми 3.1.1. нишон додашуда ба манбаъҳои табиӣ ва кадомаш ба манбаъҳои сунъии рӯшноӣ тааллуқ доранд. Ҷавобатонро асоснок кунед.



Расми 3.1.1

### 3.2. Ростхатта паҳншавии рӯшноӣ. Пайдоиши соя ва нимсоя

Дар асоси тадқиқотҳо қонунҳои асосии ҳодисаҳои оптикӣ муқаррар карда шудаанд: 1) қонуни ростхатта паҳншавии рӯшноӣ; 2) қонуни инъикоси рӯшноӣ; 3) қонуни шикасти рӯшноӣ.

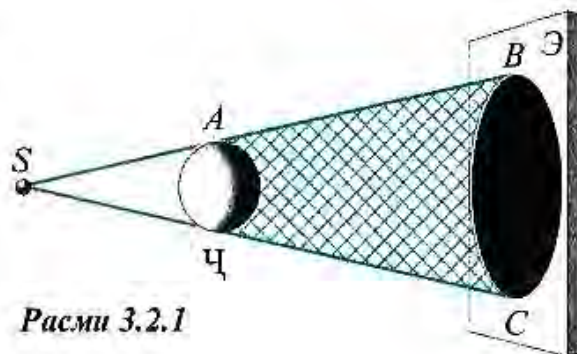
**Мувофиқи қонуни ростхатта паҳншавии рӯшноӣ дар муҳити якҷинсаи шаффоф рӯшноӣ ростхатта паҳн мешавад.**

Пайдоиши соя, яъне соҳае, ки ба он ҷо энергияи рӯшноӣ намерасад, дар асоси ростхатта паҳншавии рӯшноӣ шарҳ дода мешавад. Агар байни лампаву ҷашм газета гузорем, он гоҳ ба ҷашмамон рӯшноӣ намеафтад. Агар рӯшноӣ ростхатта паҳн намешуд, он монанди гирд зада гузашта, ба ҷашмамон меафтид.

Барои паҳншавии рӯшноиро омӯختан аз мафҳуми нур ё шуои рӯшноӣ истифода мебаранд. Хатте, ки самти паҳншавии энергияи рӯшноиро нишон медиҳад, шуоъ номида мешавад. Аз мафҳуми шуоъ барои пайдоиши сояро фаҳмондан истифода мебарем. Дар байни лампочкаи фонуси кисагӣ  $S$  ва экран дар масофаи муайян гузошташудаи  $\mathcal{E}$  кураи металли  $\mathcal{C}$ -ро мегузорем. Дар экран доираи тираеро мебинем (расми 3.2.1). Дар ақиби кураи металли  $\mathcal{C}$  соя ҳосил мешавад. Сояи ҳосилшуда фазое мебошад, ки ба он аз манбаи  $S$  рӯшноӣ намеафтад.

Хати рости  $SB$  нури рӯшноӣ мебошад, ки ба нуқтаи  $A$ -и кура расида мегузарад. Агар нур аз хати рости иборат намебуд, соя пайдо намешуд, ё шакли андозаи он дигар мегардид.

Қайд кардан лозим аст, ки на ҳамеша сояҳои сарҳадхояшон аниқ ҳосил мегарданд. Сояҳои аниқ ҳамон вақт ҳосил мегарданд, ки агар андозаи манбаи рӯшноӣ нисбат ба масофа аз манбаъ то экран хеле хурд бошад. Ин гуна манбаъҳои рӯшноиро манбаъҳои нуқтагӣ меноманд.

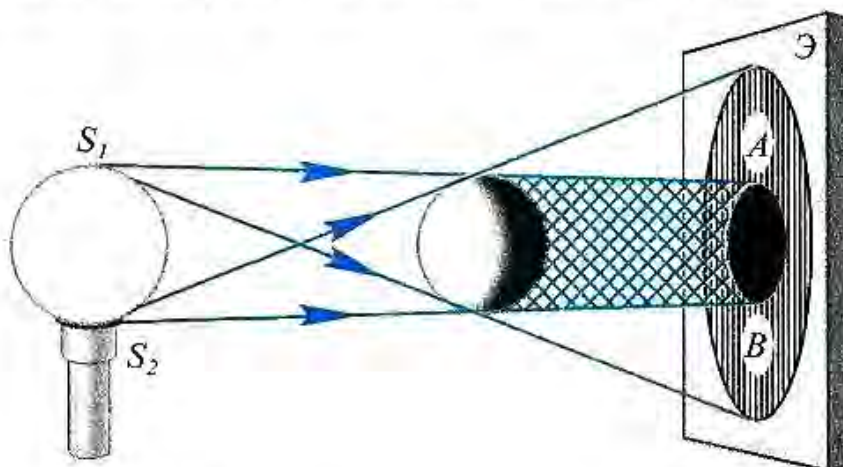


Расми 3.2.1

Ҳангоми ба сифати манбаи рӯшноӣ лампаҳои калонро истифода бурдан (андозаи мӯякаш бо масофа то экран қиёсшаванда) гирдогирди соя соҳаи нисбатан равшантаре ҳосил мегардад ва онро нимсоя меноманд (расми 3.2.2).

Сабаби ҳосил гардидани нимсоя аз он иборат аст, ки ба ин соҳа аз якҷанд нуқтаи манбаъ рӯшноӣ меафтад (соҳаи  $AB$ ).

Ба қисми марказии экран аз ягон нуқтаи лампа равшанӣ намеафтад, бинобар ин, сояи пурра ҳосил мегардад.



Расми 3.2.2

Аз соҳаи сояи ҳақиқӣ манбаи рӯшноӣ тамоман наменаояд, вале аз соҳаи нимсоя қисми манбаъ намудор мешавад.

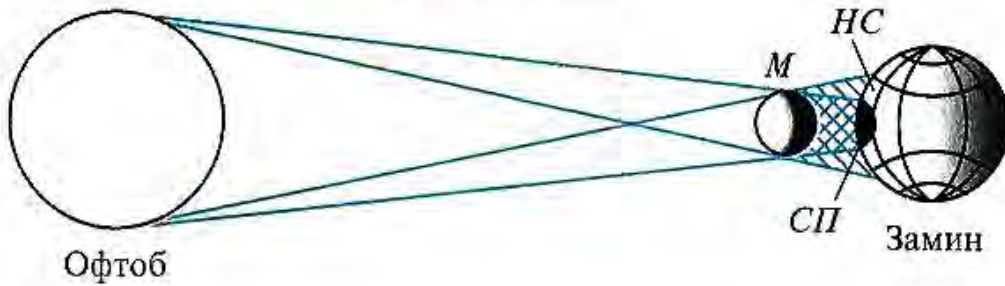
Дар баъзе мавридҳо соя ба вучуд намеояд. Масалан, рӯзҳои тира сояи ҷисмҳо намудор намегарданд. Ҳангоми ҷарроҳӣ ҷои онро бо лампаҳои махсуси бесоя равшан мекунанд.

#### САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

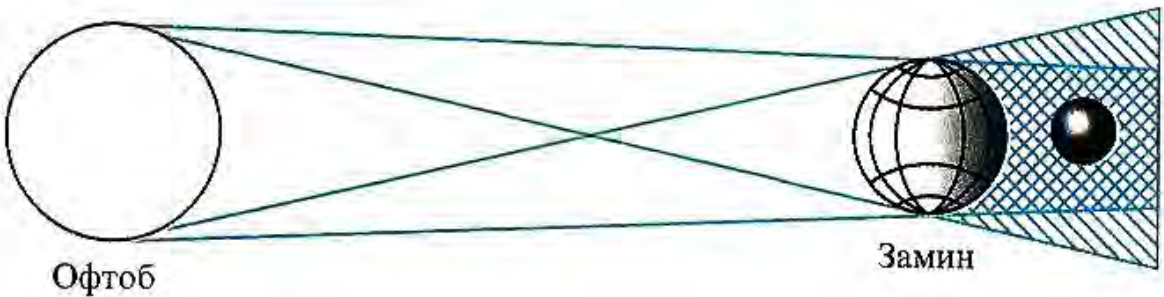
1. Қонуни ростхаттаи паҳншавии рӯшноиро шарҳ диҳед.
2. Нур ё шуои рӯшноӣ гуфта, чиро меноманд ва барои чӣ аз ин мафҳум истифода мебаранд?
3. Ҳосилшавии сояро дар паси предметҳо маънидод намоед.
4. Кадом вақт нимсоя ҳосил мегардад?

### 3.3. Гирифти Офтоб ва Моҳ\*

Ҳосилшавии соя ва нимсояро ҳангоми гирифтани Офтоб ва Моҳ мушоҳида кардан мумкин аст. Дар расмҳои 3.3.1 ва 3.3.2. гирифти Офтоб ва Моҳ нишон дода шудааст.



Расми 3.3.1

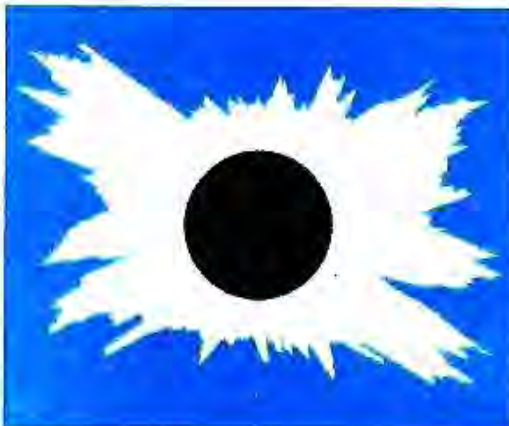


Расми 3.3.2

Ҳангоми гирифти Офтоб сояи пурраи СП, ки онро Моҳ ҳосил менамояд, ба сатҳи Замин меафтад (расми 3.3.1). Дар мавриди байни Офтобу Замин ҷойгиршавии Моҳ гирифти Офтоб мушоҳида мегардад.

Дар атрофи сояи пурраи СП нимсояи НС ҳосил мегардад. Вақте ки Моҳ ҳангоми ҳаракати худ ба сояи Замин дохил мешавад, гирифти Моҳ мушоҳида мегардад (расми 3.3.2).

Гирифти Офтоб барои илм аҳамияти муҳим дорад. Он имконият медиҳад, ки нури ситорагони аз лаби курси Офтоб гузаранда омӯхта ва партавафшонии атмосфераи Офтоб мушоҳида карда шавад (расми 3.3.3).

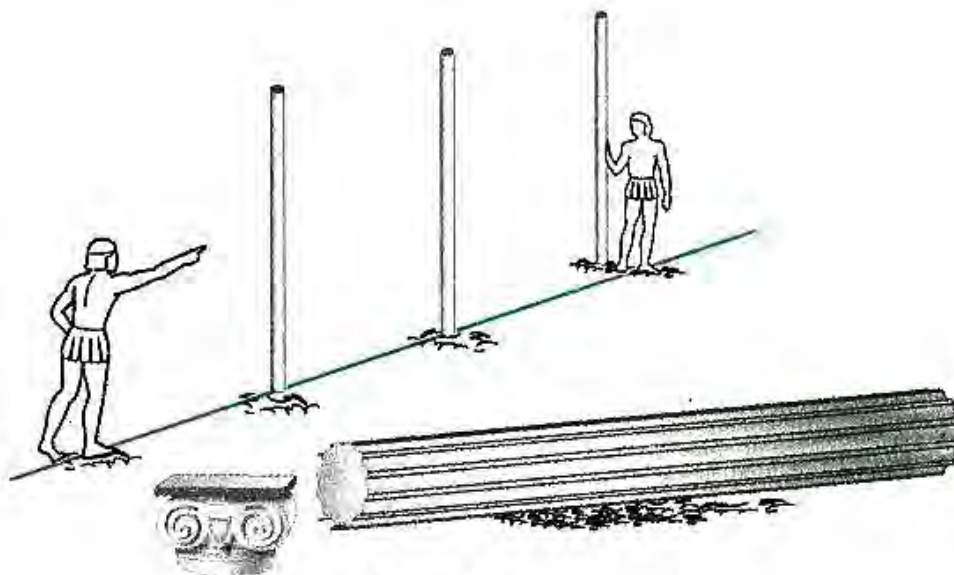


74 Расми 3.3.3

Ҳангоми дурахшандагии пурзӯри Офтоб афканишоти ситораҳои дур намудор намешавад ва омӯзиши онҳо имконнопазир мегардад.

Инчунин аз рӯи партавафшонии атмосфераи Офтоб таркиби модда ва баъзе протсессҳои дар қаъри Офтоб ба амал омадаро тадқиқ менамоянд.





Расми 3.3.4

Дар Мисри қадим аз қонуни ростхатта паҳншавии рӯшноӣ, барои аз рӯи хати рост гузоштани қатори сутунҳо ва появу деворҳо истифода мекарданд. Сутунҳо чунон шинонида мешуданд, ки нуруи аз ҳама наздиктарин сутунҳои дигарро аз назар ҷинҷон мекард (расми 3.3.4).

#### САВОЛ БАРОИ ТАҚРОР

Қадам вақт гирифтани Офтоб ва гирифтани Моҳ ба амал меояд ва ин ҳодисаҳоро шарҳ диҳед.

#### МАШҚ

1. Дар расми 3.3.5 нақшаи таҷрибавии ба воситаи манбаъҳои  $S_1$  ва  $S_2$  ҳосил кардани соя нишон дода шудааст.

$S_1$  – лампочкаи хурди рангаш сурх ва  $S_2$  – лампочкаи хурди рангаш кабуд мебошад. Расмро ба дафтаратон кашед ва онро ранг кунед. Дар ин таҷриба ростхатта паҳншавии рӯшноиро исбот намоед.

2. Ҳангоми гирифтани Офтоб ба Замин аз Моҳ соя ва нимсоя меафтад (расми 3.3.1). Шахси дар соҳаи соя истода Офтобро дида метавонад? Дар соҳаи нимсоя бошад чӣ? Ҷавобро асоснок намоед.



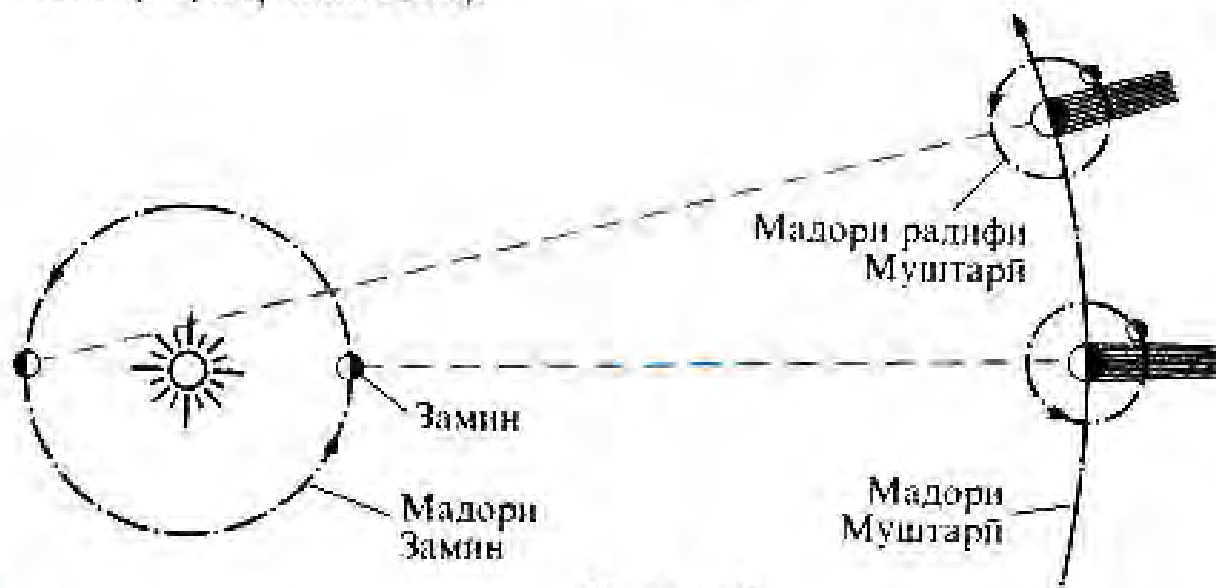
Расми 3.3.5

1. Дар порчаи картони саҳт ба кутри 3–5 мм сӯроҳ кунед. Ин картонро аз девори муқобили тиреза дар масофаи 10–15 см гузоред. Шумо дар девор тасвири хурди камнур ва чаппаи тирезаро мебинед. Аз чунин сӯроҳии хурд ҳосилшавии тасвири предметро дар асоси қонуни ростхатта паҳншавии рӯшноӣ шарҳ диҳед.
2. Дар мавзӯи «Гирифтани Офтоб ва Моҳ» маъруза тайёр намоед.

### 3.4. Чен кардани суръати рӯшноӣ\*

Рӯшноӣ бо суръати муайян дар муҳитҳо паҳн мешавад. Ҳангоме ки калиди ҷароғи электрикӣро паҳш мекунем, ҳона ҷавран равшан мегардад. Дар аввалҳо чунин ақида пайдо гардид, ки барои паҳншавии рӯшноӣ ҳеч гуна вақт сарф намешавад. Баъдтар маълум гардид, ки суръати рӯшноӣ беохир қалон набуда, дар муҳитҳои гуногун қиматҳои муайян дорад. Яке аз усулҳои ченкунии суръати рӯшноӣро дида мебароем. Бори аввал соли 1676 суръати рӯшноӣро астрономии даниягӣ О. Рёмер чен карда буд. Ӯ гирифтани радиҳои сайёраи қалонтарини системаи Офтобӣ Муштариро омӯхт, ки он 13 радиф дорад.

Радиҳои наздиктарини Муштарӣ Ио ба шумор меравад ва Рёмер онро мавриди омӯзиш қарор дод. Барои чен кардани суръати рӯшноӣ Рёмер ба сояи Муштарӣ дохилшавӣ ва аз он баромадани Ио-ро истифода намуд. Маълум гардид, ки муддати байни ду афрӯзиши Ио 42 соату 28 дақиқаро ташкил менамояд. Ҳамин тариқ, Ио баъди фосилаҳои баробари вақт ба Замин нур мефиристонанд. Ченкунии аввалро Рёмер вақте гузаронид, ки ҳангоми ҳаракати худ Замин дар атрафи Офтоб ба Муштарӣ дар масофаи наздиктарин ҷойгир буд (расми 3.4.1).



Расми 3.4.1.

Маълум гардид, ки баъди Замин аз Муштарӣ хеле дур гардидан (дар расми 3.4.1 мавқеи дигари Замин) Ио аз соя 22 дақиқа дертар намоён гардид. Ин чунин маъно дорад, ки рӯшноӣ дар давоми 22 дақиқа аз мавқеи аввалин Замин ба мавқеи дигараш мерасад.

Масофаи байни мавқеъҳои Заминро ба вақти дермонӣ тақсим намуда, суръати рӯшноӣ муайян карда шуд, ки он тақрибан ба 215 000 км/с баробар шуд.

Дар шароити лабораторӣ бори аввал суръати рӯшноиро соли 1849 физики фаронсавӣ И. Физо чен намуд ва он барои суръати рӯшноӣ қимати 313 000 км/с-ро ҳосил намуд. Яке аз усулҳои муқаммалӣ ченкунии суръати рӯшноиро соли 1856 физики амрикоӣ А. Майкелсон пешниҳод кард. Баъдтар суръати рӯшноӣ дар муҳитҳои шаффофи гуногун чен карда шуд. Маълум гардид, ки суръати рӯшноӣ дар об нисбат ба вакуум 1.33 маротиба хурд мебошад. Суръати рӯшноӣ дар шиша тақрибан ба 200 000 км/с баробар аст.

Ҳамин тариқ, дар замони ҳозира суръати аниқи рӯшноӣ дар вакуум ба 299 796 км/с баробар аст ва тақрибан 300 000 км/с қабул карда шудааст. Суръати рӯшноӣ дар вакуум суръати аз ҳама калонтарин ба шумор меравад. Рӯшноӣ дар 1.3 сония масофаи байни Заминро Моҳро тай мекунад ва аз Офтоб то Замин тахминан дар 8 дақиқа ва аз ситоран кутб дар 44 сол омада мерасад.

### САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

1. Аввалин бор суръати рӯшноиро кӣ чен кард ва дар ченкунии худ ӯ кадом ҳодисаро истифода бурда буд?
2. Дар шароити лабораторӣ ченкунии суръати рӯшноиро кӣҳо гузаронида буданд ва барои он чӣ гуна қиматҳо ҳосил карданд?
3. Қимати суръати рӯшноӣ дар вакуум ба чӣ баробар аст?

### МАШҚ

1. Дар асоси қимати суръати рӯшноӣ дар вакуум қимати суръати рӯшноиро дар об муайян намоед. (Ҷавоб:  $v = 225\,600$  м/с)
2. Рӯшноӣ дар чанд вақт аз Офтоб то Замин омада мерасад, агар масофа аз Офтоб то Замин 150 000 000 км бошад? (Ҷавоб:  $t = 500$  с)

## 3.5. Сели рӯшноӣ

Нурҳои рӯшноӣ аз манбаи рӯшноӣ ба фазои атроф энергияи рӯшноиро паҳн менамоянд. Ба таъсири рӯшноӣ аз рӯи энергияи он баҳо дода мешавад. Яке аз қисмҳои оптика, ки усулҳои ченкунии энергияи нурафканиро меомӯзад, фотометрия номида мешавад.

Микдори энергияи рӯшноии  $W$  аз манбаъ дар воҳиди вақти  $t$  ба ягон сатҳи афғандаро сели рӯшноӣ  $\Phi$  меноманд:

$$\Phi = \frac{W}{t}. \quad (3.5.1)$$

Аз формулаи (3.5.1) дида мешавад, ки сели рӯшноӣ тавоноии афғанишотро тавсиф менамояд.

Микдори энергияи рӯшноие, ки ягон манбаъ дар воҳиди вақт ба хама самтҳо мебарорад, сели пурраи рӯшноии манбаъ номида мешавад.

### САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Фотометрия гуфта, кадом қисми оптикaro меноманд?
2. Сели рӯшноӣ гуфта, чиро меноманд ва он чиро тавсиф менамояд?
3. Сели пурраи манбаи рӯшноӣ гуфта, чиро меноманд?

### МАШҚ

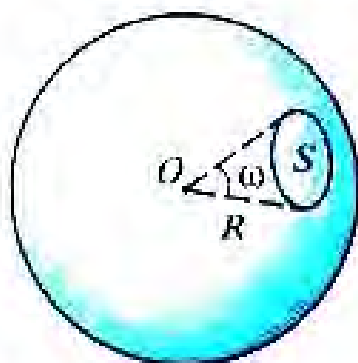
Лампочкаи электрикӣ дар як дақиқа 120 Ҷоул энергияи рӯшноӣ меафканад. Сели пурраи лампочкаи электрикиро бо воҳиди тавоноӣ муайян намоед. (Ҷавоб:  $\Phi = 2 \text{ В}$ )

## 3.6. Қувваи рӯшноӣ\*

Барои тавсифи манбаъҳои рӯшноӣ аз бузургии дигари фотометрӣ – қувваи рӯшноӣ истифода бурда мешавад. Дар атрофи манбаи нуқтагии рӯшноӣ сатҳи куравини радиусаш  $R$ -ро мекашем. Дар дохили ин кура конусро ҷудо менамоем, ки қуллаи он дар маркази кура ҷойгир бошад ва осои он дар сатҳи кура масоҳати  $S$ -ро нишол намояд (расми 3.6.1).

Фазои аз тарафи конус маҳдуд кардашударо қунҷи фазоӣ  $\omega$  меноманд ва бузургии он аз формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$\omega = \frac{S}{R^2}. \quad (3.6.1)$$



Агар  $S = R^2$  бошад, он гоҳ  $\omega = 1$  мешавад ва онро стерadian (стер) меноманд. Масоҳати сатҳи кура ба  $4\pi R^2$  баробар мебошад, бинобар он, қунҷи фазоӣ дар атрофи манбаи нуқтагӣ ба  $4\pi$  стерadian баробар аст.

Қувваи рӯшноии манбаъ  $I$  бузургие мебошад, ки бо нисбати сели рӯшноӣ бар

бузургии кунчи фазой  $\omega$ , ки дар тахти он ин сел пахи мегардад, муайян карда мешавад:

$$I = \frac{\Phi}{\omega}, \quad (3.6.2)$$

Ба сифати воҳиди қувваи рӯшноӣ яке аз воҳидҳои асосии системаи воҳидҳои байналхалқӣ (СИ) кандела (кд) қабул карда шудааст.

**Кандела (кд)** – қувваи рӯшноии манбаест, ки басомали афканишоти монохроматикнаш  $540 \cdot 10^{12}$  Х буда, қувваи рӯшноии энергетикнаш ба самти додашуда ба  $1/683$  Вт/стерадиан баробар мебошад.

Аз формулаи (3.6.2) барои сели рӯшноӣ ҳосил мекунем:

$$\Phi = I\omega. \quad (3.6.3)$$

Аз ин формула воҳиди сели рӯшноиро дар СИ муайян менамоем. Агар  $I = 1$  кд ва  $\omega = 1$  стер бошад, он гоҳ барои сели рӯшноӣ ҳосил мекунем:

$$\Phi = 1 \text{ кд} \cdot 1 \text{ стер} = 1 \text{ люмен (лм)}.$$

Яъне дар системаи СИ воҳиди сели рӯшноӣ 1 лм мебошад. 1 люмен сели рӯшноӣ мебошад, ки аз манбаи нуқтагии рӯшноии қувваи рӯшнонаш 1 кд дар доҳили кунчи фазои бузургнаш 1 стер афканда мешавад.

#### САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

1. Кунчи фазой чист?
2. Қувваи рӯшноии манбаъ гуфта, чиро меноманд ва бо кадом формула ифода карда мешавад?
3. Кандела чӣ гуна қувваи рӯшноӣ мебошад?
4. Люмен гуфта, чиро меноманд?

#### МАШҚ

1. Сели пурраи манбаи нуқтавии қувваи рӯшнонаш 25 кд-ро муайян намоед. (Ҷавоб:  $\Phi = 157$  лм)
2. Сели пурраи рӯшноӣ ба 6280 лм баробар аст. Қувваи рӯшноии манбаъро муайян намоед. (Ҷавоб:  $I = 1000$  кд)

### 3.7. Равшанӣ\*

Рӯшноӣ ба сатҳи ҷисмҳо афтида, онҳоро равшан менамояд. Барои кори муътадилӣ инсон рӯшноии мувофиқ лозим аст. Ҳам рӯшноии суст ва ҳам рӯшноии пурзӯр ҷанми инсонро монда мекунад. Барои ба таври объективӣ ба рӯшноӣ баҳо додан аз мафҳуми равшанӣ истифода мебаранд.

Бузургие, ки бо нисбати сели рӯшноии ба ягон сатҳ афтада  $\Phi$  бар масоҳати ин сатҳ муайян карда мешавад, равшанӣ  $E$  номида мешавад:

$$E = \frac{\Phi}{S}. \quad (3.7.1)$$

Ҳангоми  $S = 1$  будан  $E = \Phi$  мешавад. Яъне равшанӣ адалан ба сели рӯшноие, ки ба воҳиди сатҳ меафтад, баробар аст. Дар асоси формулаи (3.7.1) воҳиди равшаниро дар системаи воҳидҳои СИ муайян менамоем:

$$E = \frac{1 \text{ лм}}{1 \text{ м}^2} = 1 \text{ лк (люкс)}.$$

Яъне дар СИ ба сифати воҳиди равшанӣ 1 лк қабул карда шудааст. 1 люкс равшаниест, ки сели рӯшноии бузургнаш 1 лм ба сатҳи масоҳаташ 1 м<sup>2</sup> мунтазам тақсим гардида, ба вуҷуд меорад.

#### САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

1. Равшанӣ гуфта, чиро меноманд ва бо кадом формула ифода карда мешавад?
2. Равшанӣ бо кадом воҳид чен карда мешавад?
3. Люкс чӣ гуна равшанӣ мебошад?

#### МАШҚ

1. Сели рӯшноии 5 лм ба сатҳи масоҳаташ 500 см<sup>2</sup> меафтад. Равшании сатҳро муайян намоед. (Ҷавоб:  $E = 100$  лк)
2. Аз манбаи сели рӯшноиаш 40 лм дар кадом масоҳат равшанӣ ба 50 лк баробар мешавад. (Ҷавоб:  $S = 0.8$  м<sup>2</sup>)

### 3.8. Қонунҳои равшанӣ\*

Равшаниро барои манбаи нуқтавии рӯшноии дар дохили сатҳи куравии радиусаш  $R$  буда муайян менамоем. Барои сатҳи куравӣ  $S = 4\pi R^2$  аст ва аз формулаи (3.7.1) ҳосил мекунем:

$$E = \frac{\Phi}{4\pi R^2}. \quad (3.8.1)$$

Мувофиқи формулаи (3.6.3) сели пурраи рӯшноӣ барои сатҳи куравӣ баробар аст:

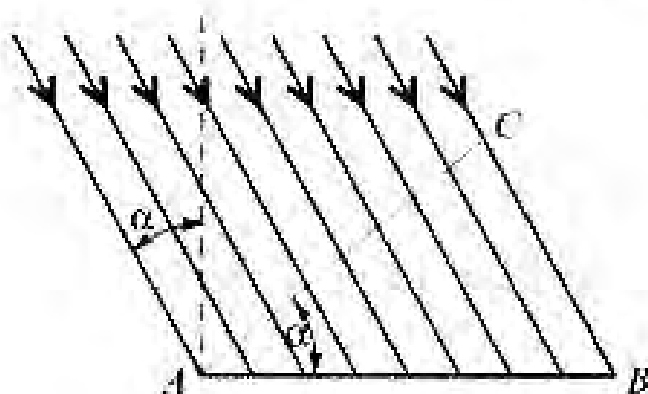
$$\Phi = 4\pi I. \quad (3.8.2)$$

Аз формулаҳои (3.8.1) ва (3.8.2) барои равшанӣ ифодаи зеринро ҳосил мекунем:

$$E = \frac{I}{R^2} \quad (3.8.3)$$

Қайд кардан лозим аст, ки дар мавриди дила барномадамон нурҳои рӯшноӣ ба элементҳои дилҳои сатҳ перпендикуляр меафтанд. Ҳамин тариқ, равшанӣ сатҳе, ки ба он нурҳо перпендикуляр меафтанд, ба қувваи рӯшноии манбаъ мутаносибӣ рофта буда, ба квадрати масофаго сатҳи равшаншаванда, мутаносибӣ чанна мебошад.

Ин ҳудоса қонуни якуми равшаниро ифода мекунад. Агар рӯшноӣ ба сатҳ дар таҳти кунҷи  $\alpha$  афтад (расми 3.8.1), он гоҳ равшанӣ аз баробарии зерин муайян карда мешавад:



Расми 3.8.1

$$E = E_0 \cos \alpha \quad (3.8.4)$$

дар ин ҷо  $E_0$  – равшанӣ сатҳ ҳангоми перпендикуляр афтидани нурҳои рӯшноӣ аст;  $\alpha$  – кунҷи байни нури афтада ва перпендикуляри дар нуктаи афтиши нур ба сатҳ ғуровардашуда мебошад ва кунҷи афтиши нур номда мешавад.

**Формулаи (3.8.4) қонуни дуюми равшаниро ифода менамояд, яъне равшанӣ сатҳ ба косинуси кунҷи афтиши нур мутаносиб мебошад.**

Дар баробарии (3.8.4)  $E_0 = \frac{I}{R^2}$  буданаширо ба эътибор гирифта, ҳосил менамоем:

$$E = \frac{I}{R^2} \cos \alpha \quad (3.8.5)$$

Баробарии (3.8.5) алоқамандии қонунҳои якҷум ва дуҷуми равшаниро муқаррар менамояд. Аз қонунҳои равшанӣ дар амалия барои ҳисобкунии равшанӣ дар биноҳои бо мақсадҳои гуногун истифодашаванда истифода мебаранд.

Барои мавридҳои гуногуни қорӣ бузургии равшанӣ ҳар ҳела лозим аст. Масалан, барои ҳондан 50 лк ва барои қорҳои нозук (нақшақашӣ, қандақорӣ), инчунин дар сеҳҳос, ки асбобҳои хурди бурнда истифода бурда мешаванд, 100 лк равшанӣ зарур мебошад. Равшаниро бо асбоби махсус – люксметр чен мекунанд.

### САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

1. Қонуни якуми равшанӣ бо кадом формула ифода ва чӣ гуна таъриф карда мешавад?
2. Қонуни дуюми равшанӣ бо кадом формула ифода ва чӣ тавр таъриф карда мешавад?

### МАШҚ

1. Сели рӯшноии пурраи манбаи нуқтавии қувваи рӯшноиаш 100 кд-ро муайян намоед. (Ҷавоб:  $\Phi = 1256$  лм)
2. Лампаи қувваи рӯшноиаш 200 кд дар масофаи 2 м ҳангоми нормалӣ афтидани нури рӯшноӣ чӣ гуна равшанӣ ҳосил менамояд? (Ҷавоб:  $E = 50$  лк)

## 3.9. Инъикоси рӯшноӣ

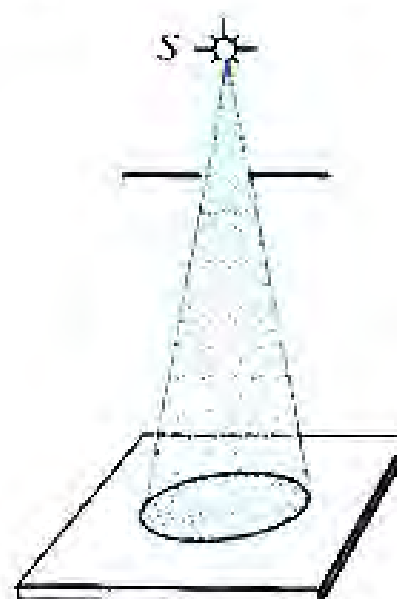
Мо чиёмхо ва манбаи рӯшноиро ҳамон вақт мебинем, ки агар аз онҳо рӯшноӣ ба чашмонамон афтад. Ҳангоми ба ягон сатҳ афтидани рӯшноӣ як қисми он аз сатҳи ҷиём аз нав бармегардад. Ин ҳодисаро инъикоси рӯшноӣ меноманд. Мо чиёмхоро дар натиҷаи рӯшноиро инъикосе карданашон мебинем.

Агар дар байни манбаи рӯшноӣ ва экран (расми 3.9.1) коғаз ё кафи дастро гузорем, онҳо намудор мешаванд, чунки рӯшноии ба сатҳи варақу кафи даст расида инъикосе мейбад. Агар дастаи рӯшноӣ аз ҳавон ҷангу губордори ҳона гузарад (расми 3.9.2), мо дастаи рӯшноиро ҳеле хуб мебинем, чунки ҷангу губорҳо рӯшноиро инъикосе намуда, ба чашми мо равона мекунанд.

Дар ин маврид баъзе аз ҷангу губорҳои ҳона гоҳе ғайб мезананду гоҳ намудор мешаванд. Сабаби ин дар он аст, ки ҷангу губорҳо



Расми 3.9.1



Расми 3.9.2



ҳаракат карда, нури рӯшноиро ба самтҳои гуногуни инъикос мекунад. Ҳамин тариқ, инъикоси рӯшноӣ аз сатҳи қисмҳо дар асоси қонунҳои муайян ба амал меоянд.

### САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

1. Инъикоси рӯшноӣ гуфта, чиро меноманд?
2. Қадом вақт қисмҳо дида мешаванд?
3. Барои чӣ ҳамсафарҳои сунъии Замин шӯълапошӣ мекунад, гарчанде ки дар онҳо ягон ҳел манбаи рӯшноӣ ҷой дода нашудааст?

## 3.10. Қонунҳои инъикоси рӯшноӣ

Барои омӯختани қонунҳои инъикоси рӯшноӣ аз асбоби махсус, ки қурби оптикӣ ном дорад, истифода мебарем. Он аз доираи сафедеро иборат аст, ки гирлаш тақсимотҳо дорад (расми 3.10.1).

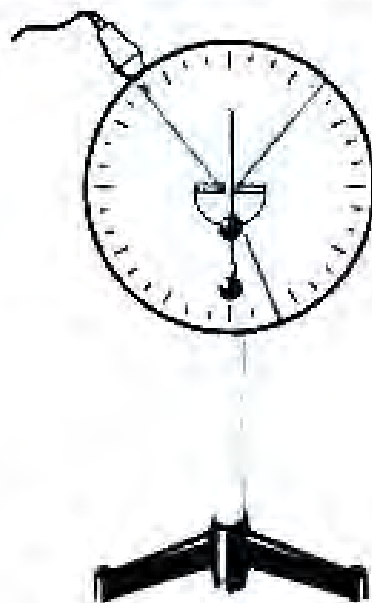
Дар қанори қурб манбаи рӯшноӣ (лампочка) пайваст карда шудааст ва он дар нилофи рӯшноногузар ҷой дода шудааст. Дар маркази қурб лавҳаи шишагиро ҷой дода, ба он дастаи рӯшноиро равон мекунем.

Як қисми дастаи рӯшноӣ аз шиша инъикос мешаваду қисми дигараш аз он мегузарад (расми 3.10.1), инчунин шиша ондаке гарм мешавад. Ҳамин тариқ, ҳангоми ба шиша афтадани дастаи рӯшноӣ як қисми он инъикос мешавад, як қисмаш аз шиша мегузарад ва қисми боқимондаашро шиша фурӯ мебарад, ки ин сабаби гармшавии шиша мегардад.

Дар қурби оптикӣ лавҳаи шишагиро бо онна  $PP$  иваз мекунем. Онна қисми зиёди энергияи рӯшноии афтадаро ба муҳите, ки аз он рӯшноӣ меафтад, инъикос менамояд.

Дастаи рӯшноиро ба нуқтаи  $S$ -и сатҳи онна равона намуда, ҳосилшавии нури инъикосшудаи  $CS_1$ -ро мушоҳида менамоем. Маълум мешавад, ки ҳам нури афтадан  $SC$  ва ҳам нури инъикосшудаи  $CS_1$  дар як ҳамворӣ меҳобанд (расми 3.10.2).

Манбаи рӯшноиро гирдогирди қурб ғочонида, равиши афташи нухро тағйир дода, мушоҳида менамоем, ки равиши нури



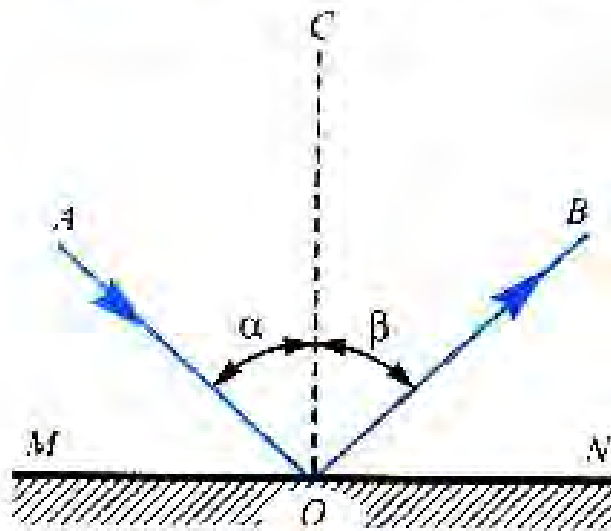
Расми 3.10.1



Расми 3.10.2

инъикосшуда низ тағйир меёбад. Ҳамеша нурҳои афтанда ва инъикосшуда дар ҳамон як ҳамвории курс меҳобанд.

Аз натиҷаҳои ин таҷриба чунин хулоса бармеояд: нурҳои афтанда, инъикосёфта ва перпендикуляре, ки дар нуқтаи афтиши нур ба ҳамвории инъикоскунанда гузаронида шудааст, дар як ҳамворӣ меҳобанд.



Расми 3.10.3

Ин хулоса таърифи қонуни якуми инъикоси рӯшноиро ифода менамояд. Барои муқаррар кардани қонуни дуҷуми инъикоси рӯшноӣ дар асоси таҷриба бо курси оптикӣ дар сатҳи биниан  $MN$ , нурҳои афтанда  $AO$ , инъикосёфта  $OB$  ва перпендикуляри  $OC$ -ро ба нуқтаи афтиши нур мегузаронем (расми 3.10.3). Дар ин расм  $\angle AOC = \alpha$  – кунҷи афтиши нур ва  $\angle COB = \beta$  – кунҷи инъикоси нур номида мешаванд. Манбаи рӯшноиро дар

гирди курс гечонида, кунҷи афтиши нурро тағйир додан мегирем ва мебинем, ки ҳар дафъа кунҷи инъикоси нур низ тағйир меёбад.

Аз мушоҳида ва ҳисобҳои маълум гардид, ки барои ҳамаи қиматҳои кунҷи афтиши нур кунҷи инъикоси нур ба он баробар мебошад.

Аз ин ҷо қонуни дуҷуми инъикоси рӯшноӣ чунин таъриф дода мешавад:

**Кунҷи инъикоси нур ба кунҷи афтиши он баробар мебошад.**

Агар дар курси оптикӣ (расми 3.10.2) нури рӯшноӣ ба самти  $S, C$  равона бошад, он баъди инъикос шудан ба равиши  $CS$  равона мегардад, яъне нурҳои афтандаю инъикосёфта ҷойҳояшонро иваз мекунанд ва ин ҳосияти баргардандагӣ доштани нурҳои рӯшноиро ҳангоми инъикос тасдиқ менамояд.

#### САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

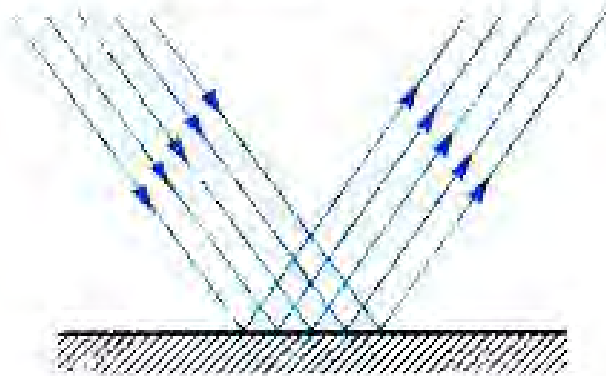
1. Қонуни якуми инъикоси рӯшноӣ чӣ тавр таъриф карда мешавад?
2. Кадом кунҷро кунҷи афтиши нур ва кадомашро кунҷи инъикоси нур меноманд?
3. Қонуни дуҷуми инъикоси рӯшноӣ чӣ тавр таъриф дода мешавад?
4. Кунҷи афтиши нур ба  $45^\circ$  баробар аст. Кунҷи инъикос ба чӣ баробар мешавад?

### 3.11. Инъикоси оинавӣ ва диффузӣ

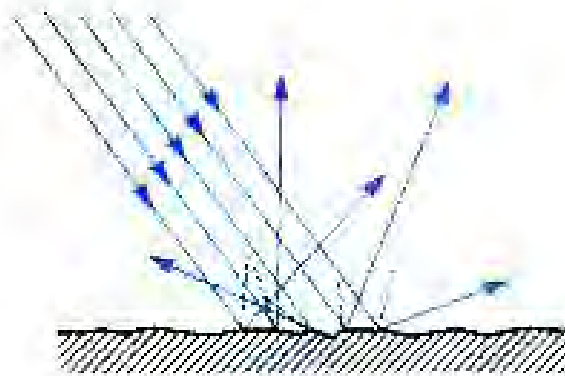
Чисмҳои равшанкардашуда рӯшноиро инъикос менамоянд ва инъикоскунии онҳо аз шакли сатҳи онҳо вобаста аст. Вобаста ба шакли сатҳи чисмҳо инъикоси оинавӣ ва диффузиро аз ҳамдигар фарқ мекунанд. Сатҳҳои оинавӣ рӯшноии афтандаро ба самти муайян инъикос менамоянд. Агар ба онҳо дастан нурҳои параллелни Оғтоб афтанд, онҳо чун дастан параллелӣ инъикос меёбанд (расми 3.11.1).

Ин гуна инъикоси ба як самт ниғаронидашударо оинавӣ меноманд. Сатҳи қатраи симоб, сатҳи шишаи суфта, сатҳи металли сайқалдодашуда рӯшноиро оинавӣ инъикос менамоянд.

Сатҳҳои ғайроинавийи дурушту носуфта рӯшноиро пароканда мекунанд ва дастан рӯшноии параллелни афтандаро ба ҳама тараф инъикос менамоянд (расми 3.11.2).



Расми 3.11.1



Расми 3.11.2

Бинобар ин, ин гуна чисмҳоро аз ҳама тарафҳояш мебинем. Ин бо он фаҳмонида мешавад, ки сатҳҳои дурушту ноҳамвор аз микдори зиёди ҳамворичаҳои хурдакани суфтаи бетартиб ҷойгирбуда иборатанд. Ҳар яки ин ҳамворичаҳо дар асоси қонуни инъикоси рӯшноӣ нур ба сатҳҳои афтандаро ба самтҳои муайян инъикос менамоянд. Дар натиҷа нурҳои аз онҳо инъикосёфта ба самтҳои гуногун мераванд ва дастан рӯшноӣ дар атроф пароканда мешавад.

Чунин инъикосро инъикоси диффузӣ ё парокандагӣ меноманд. Ба тӯфайли инъикоси диффузии рӯшноӣ мо чисмҳои худашон рӯшноӣ наафканандаро мебинем. Масалан, варақани қоғаз рӯшноиро диффузӣ инъикос мекунад.

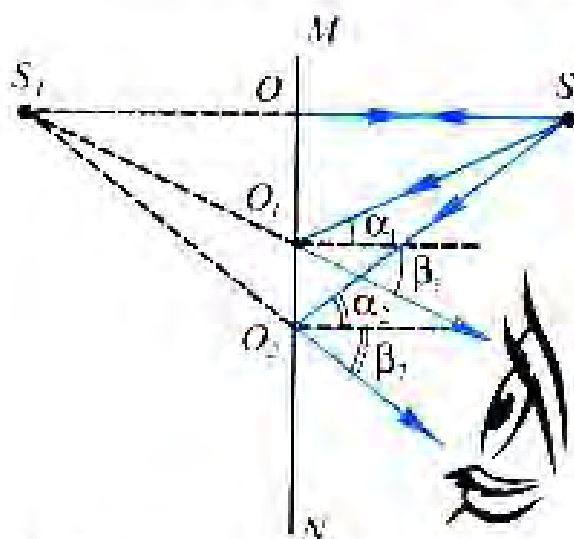
Қариб ҳамаи чисмҳо рӯшноиро диффузӣ инъикос мекунанд. Оинаи муқаррарӣ низ рӯшноиро як қадар пароканда мекунад. Вагарна мо сатҳи оинаро дида наметавонистем.

#### САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Инъикоси оинавӣ гуфта, чиро меноманд?
2. Инъикоси диффузӣ кадом вақт ба амал меояд?
3. Доир ба сатҳҳои оинавӣ ва ғайроинавий мисолҳо биёред.

### 3.12. Оинаи ҳамвор ва тасвир дар он

Оинаи сатҳаш ҳамворро оинаи ҳамвор меноманд. Оинаҳои дар хонаҳо истифодашаванда оинаҳои ҳамвор мебошанд. Агар дар пеши оинаи ҳамвор предмет гузошта шуда бошад, ба назар чунин менамояд, ки тӯё дар паси оина вайнан ҳамин гуна предмет ҷой дода шудааст. Инро тасвири предмет дар оина меноманд. Дар оина ҷӣ



Расми 3.12.1

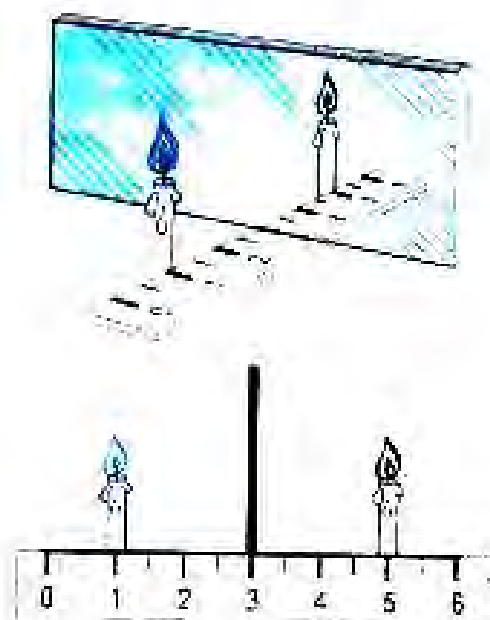
ғавр пайдо гардидани тасвири нуктаи равшанро дида мебароем (расми 3.12.1).

Аз маҷмӯи нурҳои, ки аз манбаи  $S$  ба оинаи  $MN$  меафтанд, барои осон гардидани сохтани тасвир се нурҳои  $SO$ ,  $SO_1$  ва  $SO_2$ -ро интихоб менамоем. Ин нурҳо дар асоси қонуни инъикоси рӯшноӣ аз оина таҳти кунҷҳои инъикос мешаванд, ки таҳти ин кунҷҳо ба оина афтиданд. Нури  $SO$  таҳти кунҷи  $O'$  меафтад ва инъикос меёбад, нури  $SO_1$  таҳти кунҷи  $\beta_1 = \alpha_1$ , нури  $SO_2$  таҳти кунҷи  $\beta_2 = \alpha_2$  инъикос

меёбад. Ба ҷашм (дар расми 3.12.1 нишон додашуда) дастаи рӯшноӣ аз оина парокандашуда меафтад.

Нурҳои аз оина инъикосёфтаре ба равиши муқобил давом медиҳем ва онҳо дар нуктаи  $S_1$  ҳамҷоя мешаванд. Ба ҷашм чунон менамояд, ки тӯё нурҳо аз нуктаи  $S_1$  мебаромада бошанд ва ҷашм дар он ҷо тасвири нуктаи  $S$ -ро мебинад.

Нуктаи  $S_1$  тасвири маҷҳуми манбаи  $S$  дар оинаи ҳамвор ба шумор меравад. Аслан дар нуктаи  $S_1$  нурҳо ҳамҷоя намешаванд, балеки давомии фикрии онҳо ҳамҷоя мешаванд, бинобар ин, тасвири манбаъро тасвири маҷҳум меноманд. Мо дар назди оинаи ҳамвор истода, тасвири маҷҳуми худро дар он мебинем.



Расми 3.12.2

Аз аломати баробарии секунҷаҳо истифода намуда, аз рӯи расми 3.12.2 исбот кардан мумкин аст, ки  $S_1O = SO$  мебошад. Маълум мешавад, ки предмет аз оинаи ҳамвор дар қадом масофае ҷойгир бошад, тасвири он дар паси оина дар ҳамон масофа ҳосил мешавад.

Таҷрибаи зерин низ баробарии порчаҳои  $S_1O$  ва  $SO$ -ро тасдиқ мекунад. Порчаи шишаи ҳамворро амудӣ дар болои ҷадвал гузошта, дар пеши он шамъи фурузонро мегузорем (расми 3.12.2).

Ин шиша чун оинаи ҳамвор хизмат менамояд. Азбаски шиша шаффоф аст, дар پاسи он тарафи дигари ҷадвал намудор мешавад. Дар پاسи шиша тасвири ҳосилгардидан шамъро мебинем, ки он дар масофае ҳосил мешавад, ки дар ҳамин гуна масофа шамъ аз шиша гузошта шудааст.

Инчунин баландии тасвири шамъ ба баландии худӣ шамъ баробар аст. Яъне дар оинаҳои ҳамвор андозаи тасвир ба андозаи худӣ предмет баробар мебошад. Тасвири ҳосилшудаи шамъ мавҳум аст. Ҳамин тариқ, дар асоси таҷриба чунин хулоса бармеояд: дар оинаҳои ҳамвор тасвир мавҳум, роста ва андозааш ба андозаи предмет баробар буда, дар پاسи оина дар масофае ҳосил мешавад, ки худӣ предмет дар ин масофа дар пеши оина ҷойгир буд.



Расми 3.12.3

Боз як хусусияти тасвирро дар оинаи ҳамвор муайян менамоем. Агар тасвири дастӣ ростӣ худро дар оина мушоҳида кунед, панҷаҳо тавре намудор мешаванд, ки гӯё онҳо аз дастӣ ҷал бошанд (расми 3.12.3).

Аз ин ҷо хулоса баровардан мумкин аст, ки тасвир дар оинаи ҳамвор инчунин симметрии мебошад.

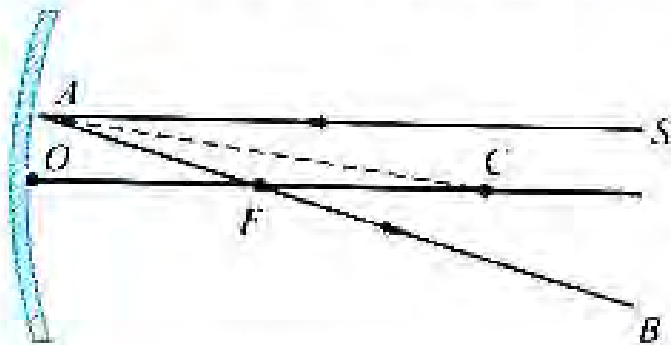
Дар оина худро дида, ҳаман хусусиятҳои тасвирро мушоҳида карданамон мумкин аст. Қаду қомат ҷи қадаре, ки бошад, тасвир низ дар оина ҳамон қадар ҳосил мегардад. Агар аз оина дур ё ба он наздик шавем, тасвирамон низ ба ҳамон масофа ҷой иваз менамояд.

#### САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

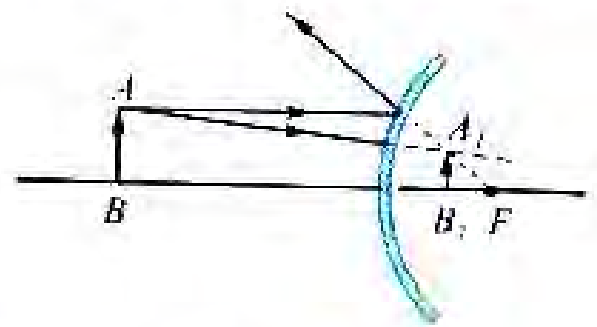
1. Оинаи ҳамвор гуфта, чиро меноманд?
2. Дар оинаи ҳамвор тасвири нуқтаи нурафкан дар кучо ва ҷи гуна ҳосил мешавад?
3. Барои ҷи дар расми 3.12.1,  $S_1$ -ро тасвири мавҳуми манбаи  $S$  меноманд?
4. Ҳосилшавии тасвири предметро дар оинаи ҳамвор фаҳмонида диҳед.
5. Оинаҳои ҳамвор дар кучо истифода бурда мешаванд?

### 3.13. Ойнаи куравӣ

Ойнаи куравӣ аз сатҳи сайқал доданидаи сегменти куравӣ иборат мебошад. Ойнаҳои куравӣ фурӯҳамида ва барҷаста мешаванд. Барои ойнаҳои куравӣ фурӯҳамида (расми 3.13.1), сатҳи дохилии сегменти куравӣ ва барои ойнаҳои куравӣ барҷаста (расми 3.13.2) сатҳи берунии сегменти куравӣ сайқал дода шудааст.



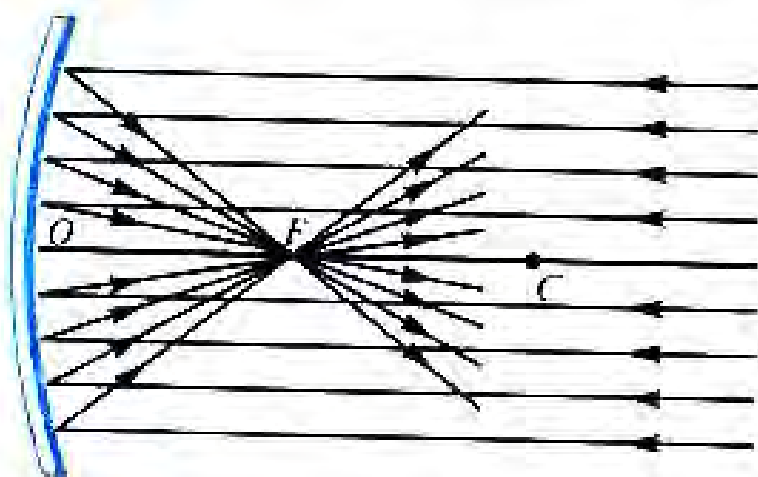
Расми 3.13.1



Расми 3.13.2

Маркази сатҳи куравӣ  $C$  – маркази оптикӣ ойна ва қулзаи сегменти куравӣ  $O$  – қутби ойна номида мешаванд. Хати росте, ки аз маркази оптикӣ ойна  $C$  мегузарад, меҳвари оптикӣ ойна ном дорад. Хати росте, ки аз маркази оптикӣ ойна  $C$  ва қутби ойна  $O$  мегузарад, меҳвари оптикӣ асосӣ ( $CO$ ) номида мешавад.

Нурҳои, ки аз наздикӣ меҳвари оптикӣ асосӣ ва ба он параллел мегузаранд, нурҳои марказӣ ё назди меҳварӣ меноманд. Агар ба ойнаи фурӯҳамида дастаи нурҳои ба меҳвари оптикӣ асосӣ параллелро равона намоем, онҳо аз ойна инъикос гардида, дар нуктаи тақрибан дар миёнаи радиуси ойна ҳобанд, яқингарро бурида мегузаранд (расми 3.13.3). Ин нуктаро бо  $F$  ишора менамоем ва онро қонуни асосии ойна меноманд.



Расми 3.13.3

Яъне дастаҳои ба меҳвари оптикӣ асосии ойна параллелӣ рӯшноӣ дар қонуни асосии ойна ҳам мегарданд, бинобар он, ойнаҳои фурӯҳамидаро ойнаҳои ҳамҷунанда меноманд. Масофаи

$OF$  масофаи конунии оина номиида мешавад ва бо  $F$  шиора ҷарда мешавад.

Ҳамворие, ки ба меҳвари оптикӣ асосӣ перпендикуляр буда, аз конуни асосии оина мегузарад, ҳамвории конуни номиида мешавад.

Масофаи конунии оинаи куравӣ  $F$  ба нисфи радиуси он  $R$  баробар мебошад:

$$F = \frac{1}{2} R.$$

Конуни оинаи куравии барҷаста мавҳум аст (расми 3.13.2) ва дар болои меҳвари оптикӣ асосӣ, дар паси оина дар масофаи  $F = \frac{R}{2}$  аз қутби оина меҳобад. Оинаҳои куравии барҷаста дастаҳои рӯшноии ба меҳвари оптикӣ асосӣ параллел афтандаро пароканда меҷамоянд, бинобар ин, оинаҳои куравии барҷастаро оинаҳои парокандакунанда меноманд.

Аз оинаҳои фурӯҳамида дар амалия ва сохтани деобобҳои оптикӣ ба таври васеъ истифода мебаранд. Дар он ҷойҳое, ки истифодаи дастаи параллелии рӯшноӣ лозим бошад, аз оинаҳои фурӯҳамида истифода мебаранд. Масалан, дар паси лампаҳои ҷароғи автомобилҳо, фокусиҳои проексионӣ ва қисагӣ дар масофаи конуниашон оинаи фурӯҳамида гузошта шудааст.

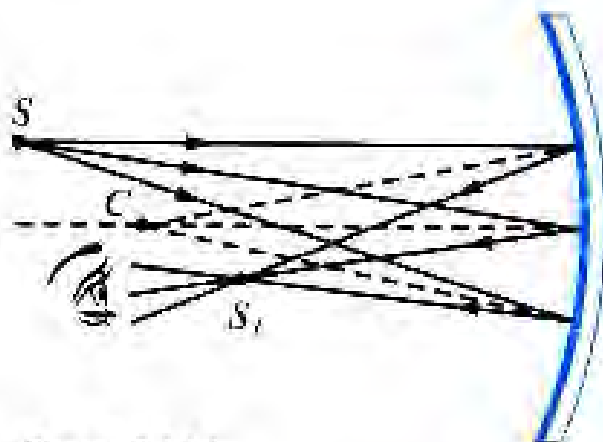
Сохти прожекторҳо ба оинаҳои фурӯҳамида асос ҷарда шудааст ва аз онҳо барои равшанкунии майдончаҳои сохтмонӣ, варзишгоҳҳо ва ғайраҳо истифода мебаранд.

#### САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Оинаи куравӣ гуфта, чиро меноманд ва онҳо чанд намуд мешаванд?
2. Қутби оинаи куравӣ гуфта, чиро меноманд?
3. Чиро меҳвари оптикӣ оинаи куравӣ меноманд?
4. Чиро конуни оинаи куравӣ меноманд?
5. Барои чӣ оинаҳои куравӣ фурӯҳамидаро оинаҳои ҷамъкунанда ва оинаҳои барҷастаро оинаҳои парокандакунанда меноманд?
6. Чиро ҳамвории конунии оинаи куравӣ меноманд?
7. Ҷаро конуни оинаҳои фурӯҳамидаро ҳақиқӣ ва конуни оинаҳои барҷастаро мавҳум меноманд?
8. Оинаҳои фурӯҳамида чӣ гуна татбиқи амалӣ доранд?

### 3.14. Сохтани тасвир дар оинаҳои куравӣ

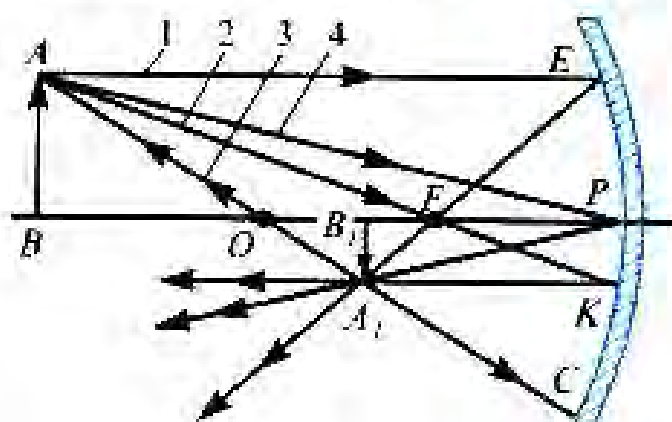
Сохтани тасвири манбаи нуқтавии рӯшноиро дар оинаи куравии фурӯҳамида дида мебароем. Нуқтаи рӯшноидиҳанда дар пешии оинаи куравии фурӯҳамида гузошта шудааст (расми 3.14.1).



Рисун 3.14.1

Ин, нуктаи  $S'$  тасвири нуктаи рӯшноидиҳандаи  $S$  мебошад. Агар чашмро мисли дар рисун 3.14.1 нишондодашуда гузорем, он гоҳ дар нуктаи  $S'$  нуктаи рӯшноидиҳандаро мебинем.

Ҳамин тариқ, нурҳои назди меҳварие, ки аз нуктаҳои гуногуни қисми нурафкан мебароянд, баъди аз онҳаи фурӯҳаи миёна инъикос гардидашон дар нуктаҳои мувофиқ ҳамдигарро мебаранд ва маҷмӯи онҳо тасвири қисмро медиҳад.



Рисун 3.14.2

1) нури 1 ба меҳвари оптикӣ асосӣ параллел, ки баъди инъикосшавӣ аз қонун мегузарад;

2) нури 2 аз қонун гузаранда, ки баъди инъикосшавӣ ба меҳвари оптикӣ асосӣ параллел меравад;

3) нури 3 аз маркази қачии оина гузаранда (аз рӯи меҳвари оптикӣ гайриасосӣ гузаранда), ки баъди инъикос аз рӯи ҳамон нур ба равиши муқобил бармегардад;

4) нури 4 ба қутби оина афтад, ки баъди инъикос симметрии аз меҳвари оптикӣ асосӣ бармегардад.

Ин чор нури аз нуктаи  $A$  бароянда баъди аз оина инъикос гардидан дар нуктаи  $A'$  ҳамдигарро мебаранд ва он тасвири нуктаи  $A$  мебошад (рисун 3.14.2).

Барои сохтани тасвири нуктаи рӯшноидиҳанда аз он ба оина се нур мегузаронем ва мувофиқи қонунҳои инъикосшавӣ нурҳои инъикосшударо месозем.

Нурҳои инъикосгардида дар нуктаи  $S'$  ҳамдигарро бурида мегузаранд.

Нурҳои дигари аз нуктаи  $S$  бароянда низ дар нуктаи  $S'$  ҳамдигарро мебаранд. Бинобар

Шамъи фурӯзонро дар пешии оина гузошта, мо тасвири баръакси хурди онро дар пешии оина мебинем. Агар дар ҷои тасвири ҳосилгардида варақани қоғаз сафедро гузорем, дар рӯи он тасвири алангаи шамъ ҳосил мегардад. Барои сохтани тасвири нуктаи рӯшноидиҳанда аз ду нури нурҳои зерини аз ин нукта бароянда истифода бурдан кифо мебошад (рисун 3.14.2):



Дар асоси ду нур сохтани тасвири шамъ дар расми 3.14.3 ва ншораҳои масофаҳо нишон дода шудаанд:  $d$  – масофа аз предмет то қуллаи оина;  $f$  – масофа аз қуллаи оина то тасвир;  $F$  – масофаи қонуӣ;  $R$  – радиуси қаври оина.

Алоқамандии масофа аз предмет то қуллаи оина, масофа аз қуллаи оина то тасвир ва масофаи қонуии оина бо формулаи зерин ифода карда мешаванд:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}. \quad (3.14.1)$$

Баробарии (3.14.1) формулаи оинаи қуравин фуруҳаида номид мешавад. Формулаи оинаи қуравин барҷаста низ намуди (3.14.1)-ро дорад, аммо масофаҳои  $f$  ва  $F$  дар он қимати манфӣ доранд (расми 3.14.4).

Аз формулаи (3.14.1) маълум мешавад, ки агар манбаи рӯшноӣ  $S$ -ро ба нуқтаи  $S_1$  гузаронем, он гоҳ тасвир дар нуқтаи  $S$  ҳосил мешавад (расми 3.14.1).

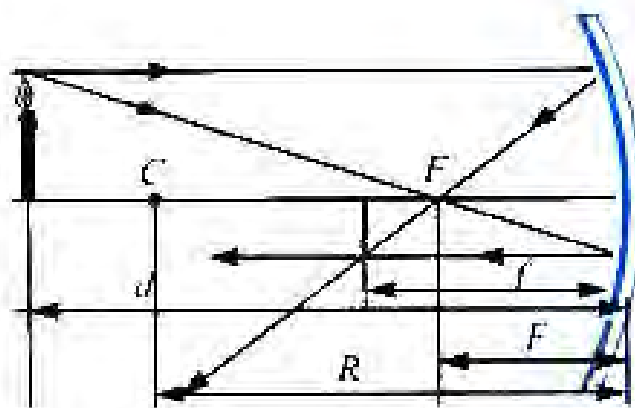
Вобаста ба масофа аз предмет то оина андоза ва мавқеи тасвири он низ тағйир меёбад (расми 3.14.5).

Аз расми 3.14.5 дида мешавад:

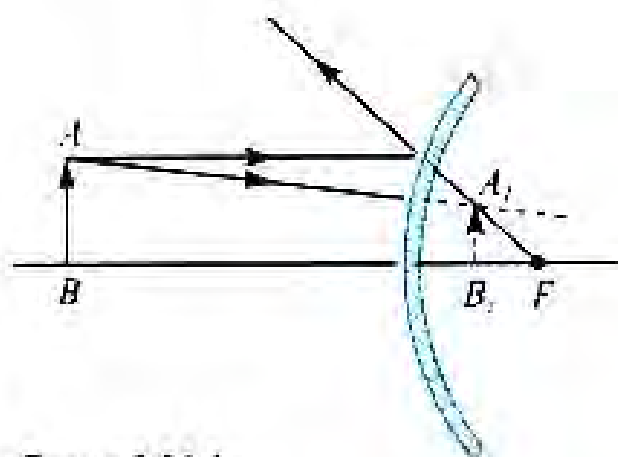
1) предмет дар масофаи  $d > 2F$  ҷойгир бошад, тасвир ҳақиқӣ, чапна, нисбат ба предмет хурд ва дар байни маркази оптикӣ ва қонуни оина ҳосил мешавад (расми 3.14.5);

2) предмет дар байни маркази оптикӣ ва қонуни оина ҷойгир бошад, тасвир ҳақиқӣ, чапна, калонқарднӯда ва пас аз маркази оптикӣ ҳосил мешавад;

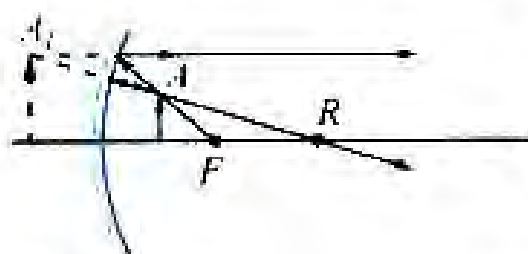
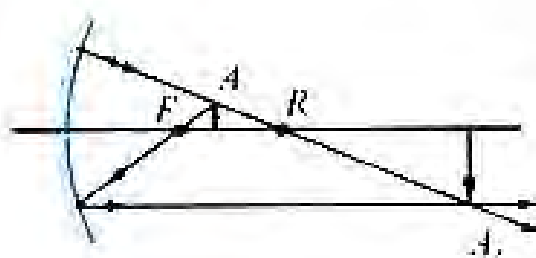
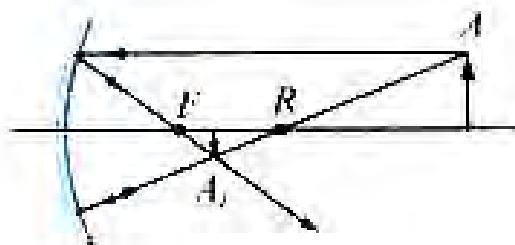
3) предмет дар байни оина ва масофаи қонуӣ  $d < F$  ҷойгир бошад, тасвир мавҳум, роста, калон ва дар паси оина ҳосил мегардад ( $f < 0$ ).



Расми 3.14.3



Расми 3.14.4



Расми 3.14.5

Инчунин мувофиқи формулаи (3.14.1) маъриҳҳои хусусии зерин  
ҷой доранд:

а) агар  $d = \infty$  бошад,  $f = F$  мешавад, яъне тасвир дар қонуни оина  
ҳосил мегардад;

б) агар  $d = 2F$  бошад,  $f = 2F$  мешавад, яъне тасвир ҳақиқӣ ва  
ҷанна ҳосил мегардад;

в) агар  $d = F$  бошад,  $f = \infty$  мешавад, яъне тасвир ҳосил  
намешавад ва ба беоҳирӣ мекуҷад.

Тасвири предмет дар оинаи қуравии барҷаста (расми 3.14.4)  
маъхум, рост ва нисбат ба предмет хурд мебошад.

### САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

1. Барои сохтани тасвир дар оинаи қуравии қуруҳамида аз  
чанд нур истифода мекунанд ва аз кадоми онҳо истифода  
бурдан беҳтар мебошад?
2. Формулаи оинаи қуравии қуруҳамида чӣ хел намуд дорад?
3. Барои чӣ тасвири предметро дар оинаи қуравии барҷаста  
маъхум меноманд?
4. Вобаста ба масофа аз предмет то оина андоза ва маҷкаи  
тасвир чӣ тавр тағйир меёбад?
5. Кадом вақт тасвир дар оинаи қуруҳамида дар қонуни он  
ҳосил мегардад?
6. Дар кадом ҳолат дар оинаи қуравии қуруҳамида тасвир  
ҳосил намегардад?

### МАШҚ

Агар масофаи қонунии оинаи барҷаста 10 см ва предмет аз он  
дар масофаи 20 см ҷойгир бошад, тасвири предмет дар қуҷо  
ҳосил мешавад? Ҳосилшавии тасвириро дар қоғази дафтари  
катақдор сохта, онро шарҳ диҳед. (Ҷавоб:  $f = 20$  см)

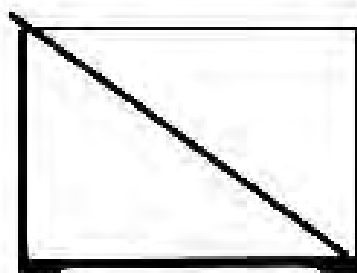
## 3.15. Шикасти рӯшноӣ

Ҳангоми ба сатҳи суфтаи муҳити шаффоф афтидани рӯшноӣ як  
қисми он ба муҳите, ки аз он рӯшноӣ равона аст, бармегардад ва  
қисми дигараш равшанро тағйир дода, ба муҳити шаффоф паҳн  
мегардад. Нури рӯшноии ба муҳити шаффоф паҳн гардида ро нури  
шикаст ва ҳодисаи зоҳир гардида ро шикасти рӯшноӣ меноманд.  
Шикасти рӯшноӣ боиси тағйирёбии зоҳирии андоза, шакл ва  
маҷкаи предметҳо мегардад.

Қаламро ба дохили стакани обдор моил мегузорем. Ҳангоми аз  
боло нигоҳ кардан қалам дар сатҳи об шикасти менамояд (расми  
3.15.1). Ин ҳодиса бо шикасти рӯшноӣ дар сарҳади ду муҳит шарҳ  
дода мешавад.



Расми 3.15.1



а)



б)

Расми 3.15.2

Дар таҷриба мебинем, ки самти нур ҳангоми аз ҳаво ба об гузаштан чӣ тавр тағйир меёбад.

Ба зарфи шишагини шакли параллелепипеди росткунҷа дошта, рӯшноӣ меафтад. То вақте, ки зарф бе об аст, рӯшноӣ ростхатта паҳи мешавад (расми 3.15.2, а).

Ба зарф то нисфи баландиаш об мерезем ва мебинем, ки нур дар ҳудуди ҳавою об шикаста, самташро тағйир медиҳад (расми 3.15.2, б).

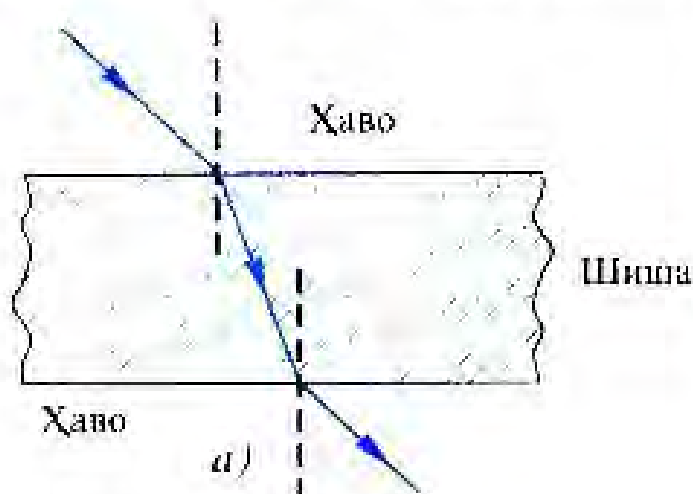
Чунин ҳодиса ҳангоми аз ҳаво ба шиша ва ё аз шиша ба ҳаво, яъне аз як муҳит ба муҳити дигар гузаштани рӯшноӣ ба амал меояд (расми 3.15.3).

Қобилияти нуришикании муҳитҳои гуногун ҳархела мебошад. Алмос нисбат ба обу шиша нурро зиёдтар мешиканад.

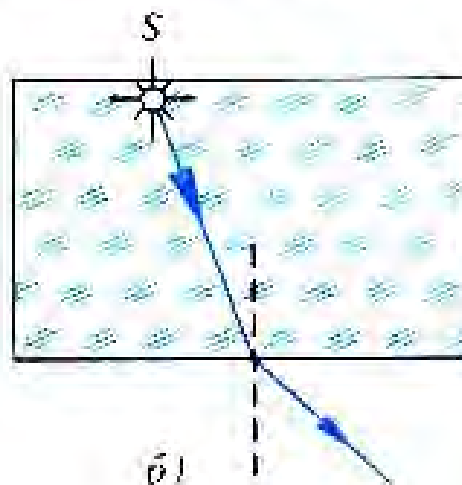
Ҳангоми дар таҳти кунҷи  $60^\circ$  ба сатҳи алмос афтидани нур кунҷи шикасти он ба  $21^\circ$  ва ҳангоми дар таҳти кунҷи  $60^\circ$  ба сатҳи шиша афтидани он кунҷи шикаст  $30^\circ$ -ро ташкил менамояд.

Аз сабаби шикасти нур чуқурин кӯлу дарёҳо ба назар аз будаи кам менамояд, бинобар ин, ҳангоми ба об чаҳидан инро ба эътибор гирифтани лозим аст. Азбаски нури рӯшноии аз Офтоб омада дар атмосферани Замин мешиканад, ба назари мо Офтобу ситораҳо дар гулбази осмон аз мавқеи ҳақиқияшон баландтар намудор мегарданд.

Ҳамин тарик, рӯшноӣ ба ҳудуди расиши ду муҳит афтида, мешиканад ва самташро дар муҳити дуюм тағйир медиҳад.



а)



б)

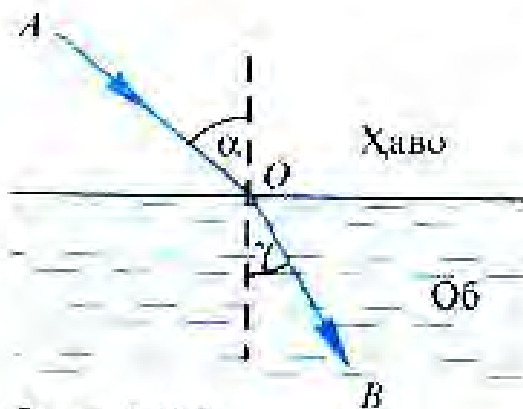
Расми 3.15.3

## САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Шикасти рӯшноӣ гуфта, чиро меноманд?
2. Барои чӣ чӯбчаи охираш ба об гӯтонидашуда гӯё шикастагӣ менамояд?
3. Вақте ки ба зарф об меандозанд, самти нури рӯшноӣ чӣ гуна тағйир меёбад?
4. Чаро чуқурии кӯлу дарёҳо аз будаиш кам менамоянд?

### 3.16. Қонуни шикасти рӯшноӣ

Нури аз муҳити яқум ба сарҳади муҳитҳо афтидаро нури афтида меноманд (нури  $AO$ , расми 3.16.1). Кунҷи байни перпендикуляри ба нуктаи афтиши нур гузаронидашуда ва нури афтидаро кунҷи афтиши нур  $\alpha$  меноманд. Нури дар муҳити дуҷум пахшшударо нури шикаста меноманд (нури  $OB$ , расми 3.16.1). Кунҷе, ки нури шикаста бо перпендикуляр ташкил менамояд, кунҷи шикасти нур  $\gamma$  ном дорад.



Расми 3.16.1

Таҷрибаҳо тасдиқ менамоянд, ки ҳангоми аз ҳаво ба шиша ё ба об гузаштани рӯшноӣ кунҷи шикасти нур аз кунҷи афтиши нур хурд мешавад (расми 3.16.1.  $\gamma < \alpha$ ).

Дар маърифи аз шиша ва ё об ба ҳаво гузаштани рӯшноӣ кунҷи шикасти нур аз кунҷи афтиши нур калон мешавад (расми 3.15.3). Аз таҷриба-

ҳо, масалан, бо қурси оптикӣ гузаронидашуда бармеояд, ки нури афтида, нури шикаста ва перпендикуляри ба сарҳади ду муҳит дар нуктаи афтиши нур гузаронида шуда, дар як ҳамворӣ меҳобанд. Баргардонидагони нурҳои рӯшноӣ ҳангоми шикасти онҳо низ мушоҳида мегардад. Агар нур ба самти  $BO$  афтад (расми 3.16.1), аз об баромада, ба самти  $OA$  равона мешавад.

Мушоҳидаҳо нишон медиҳанд, ки бо афзоиши кунҷи афтиши нур кунҷи шикасти он низ зиёд мегардад, вале афзоиши кунҷи шикаст ба афзоиши кунҷи афтиш мутаносиби роста намебошад.

Шикасти рӯшноӣ ба қонуни муайян штоат мекунад. Қонуни шикасти рӯшноӣ бо роҳи таҷрибавӣ дар асри XVII муқаррар карда шудааст ва ин тавр таъриф карда мешавад:

нурҳои афтида, шикаста ва перпендикуляре, ки дар сарҳади ду муҳит ба нуктаи афтиш гузаронида шудааст, дар як ҳамворӣ меҳобанд; исбати синуси кунҷи афтиш  $\alpha$  бар синуси кунҷи шикаст  $\gamma$  барои ҳамин ду муҳит бузургии собит аст:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n. \quad (3.16.1)$$

Кунчи афтиш ва кунчи шикастро дар таҷриба чен намуда, нисбати синусҳои онҳоро ҳисоб карда, ба собит будани бузургии  $n$  ва ба ҳаққонияти қонуни шикасти рӯшноӣ боварӣ ҳосил менамоем.

Дар асоси қонуни шикасти рӯшноӣ, бе таҷрибагузаронӣ дар мавридҳои гуногуни афтиши рӯшноӣ, кунчи шикасти онро муайян кардан мумкин аст.

#### САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Кадом нурро нури афтанда ва кадом нурро нури шикаст менаманд?
2. Кадом кунҷро кунҷи афтиш ва кадом кунҷро кунҷи шикасти нур менаманд?
3. Дар байни кунҷи афтиш ва кунҷи шикаст чӣ гуна вобастагӣ мавҷуд аст?
4. Дар бораи баргардандагии нури рӯшноӣ ҳангоми шикасти он маълумот диҳед.
5. Қонуни шикасти рӯшноро таъриф диҳед ва он бо кадом формула ифода карда мешавад.

### 3.17. Нишондиҳандаи шикасти мухит

Дар формулаи қонуни шикасти рӯшноӣ (3.16.1) бузургии собит  $n$  нишондиҳандаи нисбии шикаст ё нишондиҳандаи шикасти мухити дуҷум нисбат ба мухити якум номида мешавад ва баробар аст:

$$n = \frac{n_2}{n_1}, \quad (3.17.1)$$

Дар ин ҷо  $n_1$  – нишондиҳандаи шикасти мутлақи мухити якум,  $n_2$  – нишондиҳандаи шикасти мутлақи мухити дуҷум мебошад.

Нишондиҳандаи шикасти мухитро нисбат ба вакуум нишондиҳандаи шикасти мутлақи ҳамин мухит менаманд. Он ба нисбати синуси кунҷи афтиш бар синуси кунҷи шикаст ҳангоми аз вакуум ба мухити додашуда гузаштани нури рӯшноӣ баробар аст.

Инчунин нишондиҳандаи шикасти мутлақ ҳамчун нисбати суръати рӯшноӣ дар вакуум  $c$  бар суръати рӯшноӣ дар мухити додашуда  $v$  муайян карда мешавад:

$$n_1 = \frac{c}{v_1}, \quad n_2 = \frac{c}{v_2}.$$

Ибро ба эътибор гирифта, аз формулаҳои (3.17.1) ва (3.16.1) ҳосил мекунем:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}, \quad (3.17.2)$$

Яъне нишондиҳандаи нисбии шикаст ба нисбати суръати рӯшноӣ дар мухити якум бар суръати рӯшноӣ дар мухити дуҷум баробар аст.

Агар муҳити якум вакуум бошад,  $\vartheta = c$  қабул намуда, ифодаро барои нишондиҳандаи шикасти мутлақи муҳит (модда) ё нишондиҳандаи шикасти муҳит ҳосил мекунем:

$$n = \frac{c}{\vartheta} . \quad (3.17.3)$$

Ҳамин тариқ, нишондиҳандаи шикасти мутлақи модда нишон медиҳад, ки чанд маротиба суръати рӯшноӣ дар вакуум нисбат ба суръати рӯшноӣ дар муҳити додасуда, калон аст.

Масалан, барои об дар ҳарорати  $20^\circ\text{C}$   $n = 1,33$  аст, яъне суръати рӯшноӣ дар вакуум нисбат ба суръати рӯшноӣ дар об 1,33 маротиба калон мебошад. Агар нишондиҳандаи шикасти мутлақи муҳит маълум бошад, қимати суръати рӯшноӣ дар вакуум  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с-ро истифода карда, суръати рӯшноиро барои муҳити додасуда аз формулаи (3.17.3) муайян кардан мумкин аст.

Таҷрибаҳо нишон медиҳанд, ки нишондиҳандаи шикасти мутлақ аз нишондиҳандаи шикасти ҳамон модда нисбат ба ҳаво хеле кам фарқ мекунад.

Дар ҷадвали 3.17.1 қиматҳои нишондиҳандаи шикасти баъзе моддаҳо нисбат ба ҳаво (барои рӯшноии зард) оварда шудааст.

Ҷадвали 3.17.1

Модда	Нишондиҳандаи шикаст нисбат ба ҳаво
Об (дар $20^\circ\text{C}$ )	1,33
Равгани чалғӯза (дар $20^\circ\text{C}$ )	1,52
Ях	1,31
Кварс	1,54
Алмос	2,42
Шишаҳои гуногун	1,47 - 2,04

Нишондиҳандаи шикаст аз ҳарорати муҳит, зичии он, ранги рӯшноӣ ва баъзе ҳосиятҳои дигари муҳит вобаста мебошад. Масалан, он барои рӯшноии сурх нисбат ба сабз ва барои рӯшноии сабз нисбат ба бунафш хурдтар аст. Аз рӯи қимати нишондиҳандаи шикасти мутлақ ба зичии оптикӣ муҳит баҳо дода мешавад. Агар нишондиҳандаи шикасти мутлақ калон бошад, муҳитро муҳити зичии оптикӣш калон меноманд.

#### САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

1. Нишондиҳандаи шикасти мутлақ гуфта, чиро меноманд?
2. Нишондиҳандаи нисбии шикаст чиро нишон медиҳад?
3. Барои кварс нишондиҳандаи нисбии шикаст  $n = 1,54$  мебошад, ин чӣ маъно дорад?
4. Аз рӯи қимати нишондиҳандаи шикасти мутлақ ба зичии оптикӣ муҳит чӣ тавр баҳо додан мумкин аст?

## НАМУНАИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

1. Нур аз ҳаво ба моддан иншондихандаи шикастаи 1.63 равона карда шудааст. Кунҷи инъикоси он ба  $45^\circ$  баробар аст. Кунҷи шикасти нурро ёбед.

*Дода шудааст:*

$$\beta = 45^\circ$$

$$n = 1.63$$

$$\gamma = ?$$

*Ҳал.* Мувофиқи қонуни шикасти рӯшноӣ

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n. \quad (1)$$

Аз ин ҷо  $\sin \gamma = \frac{\sin \alpha}{n}$  (2)

Мувофиқи қонуни инъикоси рӯшноӣ кунҷи афтиши нур ба кунҷи инъикоси он баробар аст, бинобар он  $\alpha = \beta = 45^\circ$  мебошад.

Ба ҷои ҷаҳди (2) қиматҳои ададиро гузошта, барои кунҷи шикасти нур ҳосил мекунем:

$$\sin \gamma = \frac{\sin 45^\circ}{n} = \frac{0.7071}{1.63} \approx 0.434.$$

Аз ҷадвали функцияҳои тригонометрӣ кунҷи шикастро муайян менамоем:

$$\gamma \approx 26^\circ.$$

*Ҷавоб.*  $\gamma = 26^\circ$ .

2. Ба ғаввоси зерӣ об буда чунон менамояд, ки нури Офтоб ба сатҳи об таҳти кунҷи  $60^\circ$  меафзид. Баландии кунҷи Офтоб нисбат ба уфуқ чанд дараҷа аст?

*Дода шудааст:*

$$n = 1.33$$

$$i = 60^\circ$$

$$r = ?$$

*Ҳал.* Ғаввоси зерӣ об буда нури шикастаро мебинад ва кунҷи  $i$ -ро аз нур нисбат ба сатҳи об ҳис мекунад. Бинобар ин, мувофиқи нақша кунҷи шикасти рӯшноӣ  $\gamma = 30^\circ$  мешавад.

Аз қонуни шикасти рӯшноӣ  $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$

кунҷи афтиши рӯшноӣ  $\alpha$ -ро муайян менамоем:

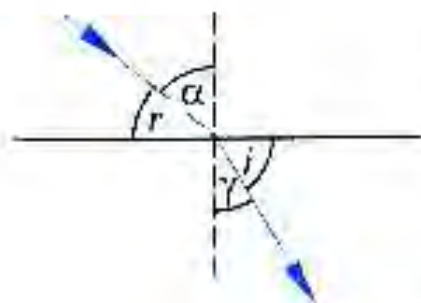
$$\sin \alpha = n \cdot \sin \gamma = 1.33 \cdot \sin 30^\circ = 1.33 \cdot 0.5 = 0.665.$$

Аз ин ҷо  $\alpha = 41^\circ$ .

Баландии кунҷи Офтоб нисбат ба уфуқ баробар аст:

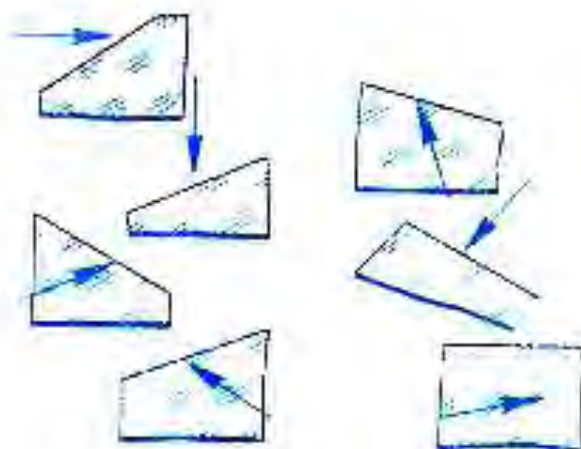
$$r = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 41^\circ = 49^\circ$$

*Ҷавоб:*  $r = 49^\circ$



## МАШҚ

1. Кунҷи афтиши нур аз ҳаво ба шиша  $0^\circ$  аст. Кунҷи шикаст ба чӣ баробар аст?
2. Расми 3.17.1-ро ба дафтарадон кашед. Барои ҳар як маврид нури шикастро тасвир кунед. Ҳамаи ҷисмҳои дар расм нишондодашуда шишаганд.



Рисун 3.17.1

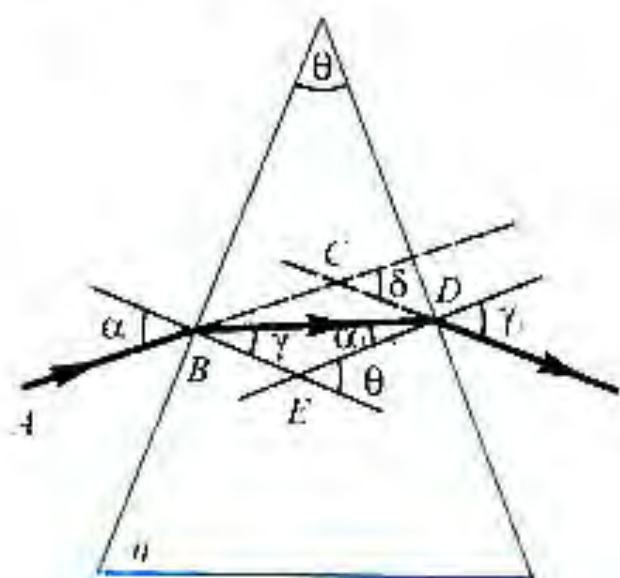
3. Зичии оптикии об ва рағани чал-ғузари муқоиса намоед.
4. Барои сулфури моеъ ҳангоми дар таҳти кунҷи  $30^\circ$  афтидани рӯшноӣ кунҷи шикаст ба  $15^\circ$  баробар мешавад. Нишондиҳандаи шикасти онро муайян намоед. (Ҷавоб:  $n = 1,9$ )
5. Барои он ки кунҷи шиканиш ба  $35^\circ$  баробар шавад, нурро ба сатҳи шиша дар таҳти кадом кунҷ равона кардан лозим аст? (Ҷавоб:  $\alpha \approx 64^\circ$ )

### 3.18. Рафти нурҳо дар призма

Шикасти рӯшноиро ҳангоми гузаштани он аз призма дида мебароем. Рафти нури рӯшноӣ дар призма дар расми 3.18.1 нишон дода шудааст.

Кунҷи байни рӯяхон шиканиндаи призма  $\theta$  кунҷи шиканиши призма номид мешавад. Нури рӯшноии  $AB$  дар нуктаи  $B$  шикаста, ба равии  $BD$  паҳн мешавад ва боз дар нуктаи  $D$  шикаста, аз призма ба ҳаво мебарояд.

Ҳамин тариқ, баъди шиканиш дар рӯяхон чап ва рости призма нур аз равии аввалааш ба кунҷи  $\delta$  майл мекунад ва инро кунҷи майлқунӣ меноманд.



Рисун 3.18.1

Кунҷи майлқунии рӯшноӣ дар призма аз нишондиҳандаи шикасти моддаи призма  $n$  ва кунҷи шиканиши призма  $\theta$  вобастагӣ дорад ва ин вобастагӣ ба шакли математикӣ чунин ифода карда мешавад:

$$\delta = (n - 1)\theta. \quad (3.18.1)$$

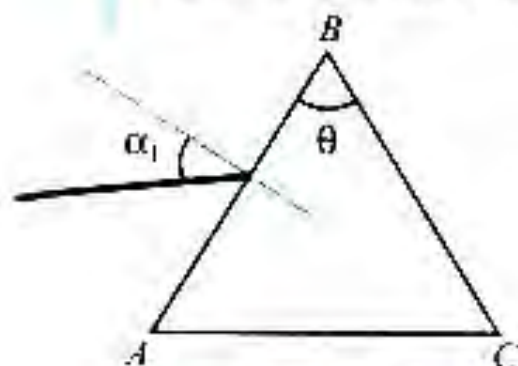
Аз формулаи (3.18.1) дида мешавад, ки кунҷи майлқунии рӯшноӣ дар призма ба нишондиҳандаи шикасти моддаи призма ва кунҷи шиканиши он мутаносиби роста мебошад. Яъне бо

афзоиши қобилияти шуъбшиканиши моддаи призма ва кунҷи шиканиши он кунҷи майлқунӣ калон мешавад.



### САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

1. Рафти нури рӯшноиро (расми 3.18.2) дар призмаи секунҷа кашида нишон диҳед. Рафти нури ба рӯи он афтанда нишон дода шудааст. Дар расми 3.18.2 кадом кунҷро кунҷи шиканиши призма меноманд?



Расми 3.18.2

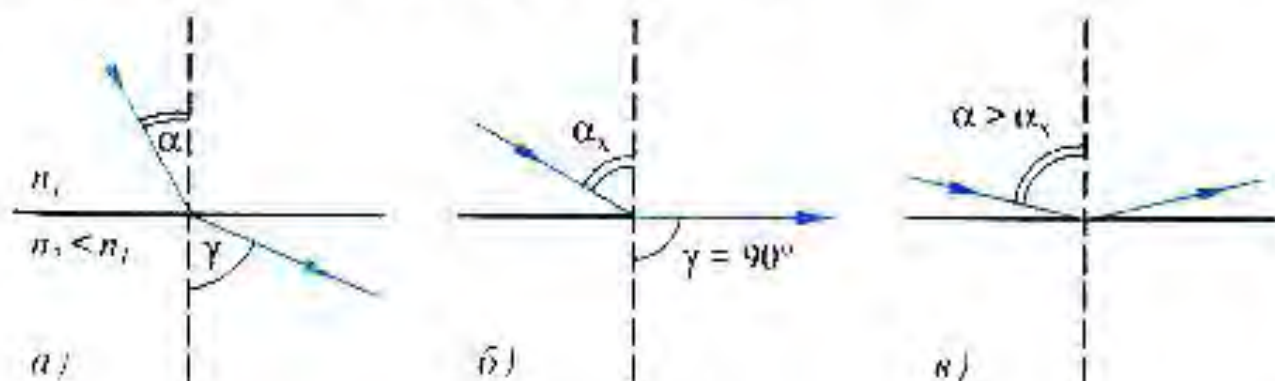
2. Дар призмаи секунҷаи дар расми 3.18.2 нишон додашуда рӯшноӣ чанд маротиба мешиканад?
3. Дар призмаи секунҷа кунҷи майлқунии нур кадом аст?
4. Кунҷи майлқунии рӯшноӣ дар призма аз кадом бузургиҳо вобаста аст ва аз рӯи кадом формула муайян карда мешавад?

### МАШҚ

1. Нури рӯшноӣ ба рӯи хурди призмаи шишагӣ перпендикуляр меафтад. Буриши кундалангии призма секунҷаи росткунҷаи баробарлаҳлуро ташкил менамояд. Рағиши нурро ба воситаи призма кашида нишон диҳед.
2. Нури рӯшноӣ ба рӯи калони призмаи шишагӣ перпендикуляр меафтад. Буриши кундалангии призма секунҷаи росткунҷаи баробарлаҳлуро ташкил менамояд. Рағиши нурро дар призма кашида нишон диҳед.

## 3.19. Инъикоси пурраи рӯшноӣ

Ҳангоми аз муҳити зичии оптикӣ калон (нишондиҳандаи шикасташ  $n_1$ ) ба муҳити зичии оптикӣ хурд (нишондиҳандаи шикасташ  $n_2$ ) гузаштани рӯшноӣ (масалан, аз шиша ба об), мувофиқи формулаи (3.16.1) кунҷи шикасти рӯшноӣ аз кунҷи афтиши он калон мешавад (расми 3.19.1, а).



Расми 3.19.1

Агар кунчи афтиши нууро зиёд кардан гирем, кунчи шикасти он ҳам афзудан мегирад ва аз ягон кимати кунчи афтиш  $\alpha_c$  сар карда, кунчи шикаст  $\gamma = 90^\circ$  мешавад, яъне нури шикаста ба мухити дуҷом набаромада, аз рӯи сарҳади мухитҳо равона мегардад (расми 3.19.1, б). Кунчи  $\alpha_c$ -ро кунчи афтиши ҳудудӣ меноманд. Ҳангоми  $\alpha > \alpha_{\text{ҳудудӣ}}$  рӯшноӣ пурра ба мухити аввала инъикос мегардад ва ин ҳодиса инъикоси пурраи рӯшноӣ номида мешавад.

Барои мавриди инъикоси пурраи рӯшноӣ формулаи қонуни шикасти рӯшноӣ (3.16.1)-ро бо ба зътибор гирифтани ифодаи (3.17.2) навиштан мумкин аст:

$$\frac{\sin \alpha_c}{\sin 90^\circ} = \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} = \frac{1}{n}$$

Аз ин ҷо  $\sin \alpha_c = \frac{1}{n}$ . (3.19.1)

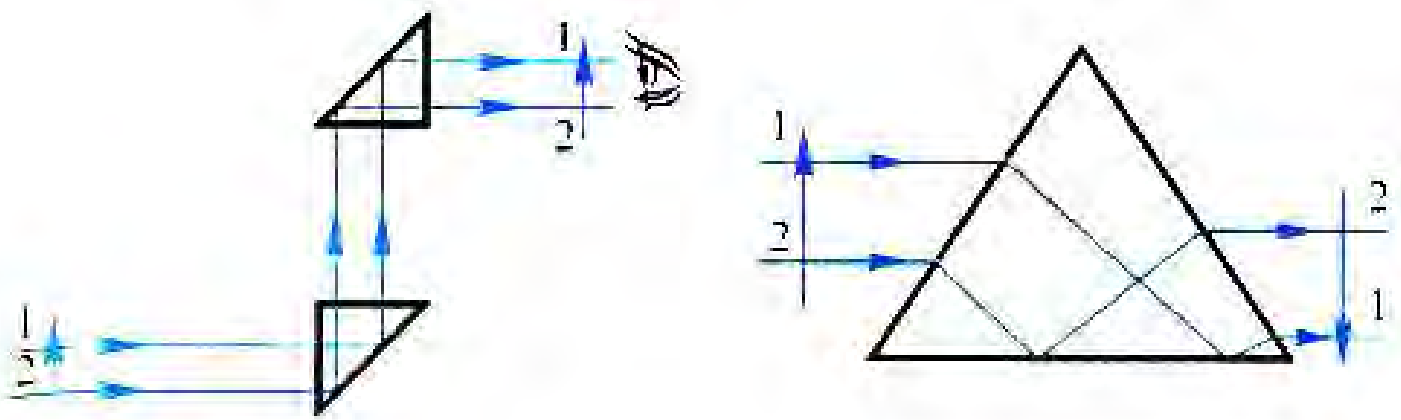
Аз ифодаи (3.19.1) нишондиҳандаи нисбии шикасти ду мухитро (аз рӯи кимати  $\alpha_c$ ), инчунин нишондиҳандаи шикасти мутлақи яке аз мухитҳоро ҳангоми муайян будани нишондиҳандаи шикасти мутлақи мухити дигар муайян кардан мумкин аст. Асбоби оптикӣ, ки барои муайян кардани нишондиҳандаи шикасти мутлақи моддаҳо истифода бурда мешавад, рефрактометр ном дорад. Қори рефрактометр ба ҳодисаи инъикоси пурраи дохилии рӯшноӣ асос карда шудааст.

Кунчи ҳудудӣ барои об ( $n_1 = 1,33$ ) ба  $48^\circ 35'$ , барои шиша ( $n = 1,5$ ) ба  $24^\circ 40'$  (дар мавриди мухити дуҷом ҳаво будан) баробар аст. Инъикоси пурраи рӯшноиро дар дастгоҳи дар расми 3.19.2 нишон додашуда мушоҳида кардан мумкин аст.

Нимсилиндри шишагии сатҳи қафояи тира дар маркази қурс мустаҳкам карда шудааст. Дастан борики рӯшноиро ба сатҳи паҳлуи нимсилиндри нормалӣ равона менамоем.

Аз сатҳи нимсилиндри нури рӯшноӣ нашикаста мегузарад ва дар сатҳи ҳамвори он қисман мешиканаду қисман инъикос меёбад. Кунчи афтиши рӯшноиро зиёд намуда, афзонии дурахшонии нури инъикосшуда ва камшавии дурахшонии нури шикастаре мушоҳида менамоем. Ҳангоми кунчи афтиш ба  $\alpha_c$  баробар гардидан нури шикаста қад-қад сарҳади тақсимоӣ равона мешавад ва рӯшноии инъикосёфта қариб 100%-и энергияи рӯшноии афтандаро ташкил менамояд. Кунчи афтиши рӯшноиро аз  $\alpha_c$





Расми 3.19.3

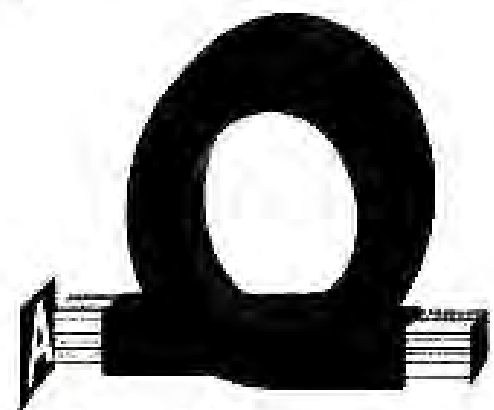
калон карда, мушоҳида менамоем, ки тамоми рӯшноӣ инъикос мешавад, яъне нури шикаста нест гардида, инъикоси пурраи рӯшноӣ ба амал меояд.

Агар истакони обдорро баланд бардошта ба сатҳи об аз поён нигоҳ кунем, он аз сабаби инъикоси пурраи рӯшноӣ нуқрагун менамояд. Инъикоси пурраи рӯшноӣ дар призмаҳои баргардон (чаппакунанда) ва гардишқунонанда мушоҳида карда мешавад (расми 3.19.3).

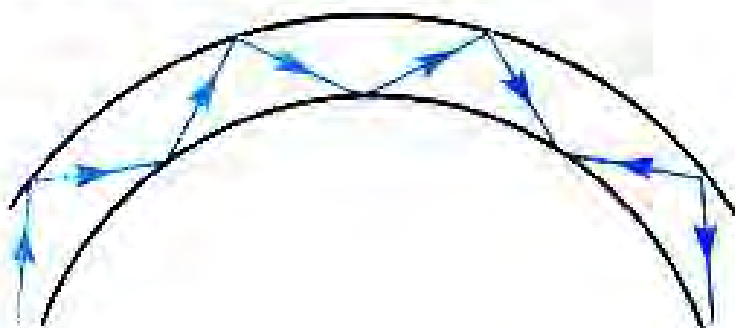
Инчунин инъикоси пурраи рӯшноӣ татбиқи васеи техникӣю тиббӣ дорад. Сохти шуъълӯла ба инъикоси пурраи рӯшноӣ асос карда шудааст. Шуъълӯлаҳо аз нахҳои шишагини цилиндршакли ба шакли бандча гузошташуда иборатанд ва бо моддаи шаффофи нишондиҳандаи шикасташ аз нишондиҳандаи шикасти шиша хурдтар рӯпӯш карда шудаанд (расми 3.19.4).

Дар шуъълӯла рӯшноии афганда дар натиҷаи инъикоси пурраи бисёрқарата бо роҳи диллох (роғ, қачу қилеб) равона карда мешавад (расми 3.19.5).

Ба воситаи шуъълӯла на танҳо рӯшноиро, балки тасвири предметҳоро нақл мекунанд. Дар расми 3.19.6 тасвири калон кардашудаи ҳарфи А, ки тавассути шуъълӯла нақл карда шудааст, нишон дода шудааст.



Расми 3.19.4



Расми 3.19.5



Расми 3.19.6

Аз шуоълӯла истифода бурда, перископҳо (зондҳо)-и ҳалим месо-занд ва бо ёрии онҳо чойхоеро мушоҳида мекунанд, ки барои мушоҳидакунини бевосита имконнопазир аст. Масалан, бо ёрии ин гуна зондҳо сатҳи дохилии силлиндрӣ ҳаракатдиҳандаи автомобил, дохили меъдан инсон ва ғайраҳо мушоҳида карда мешаванд.

#### САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

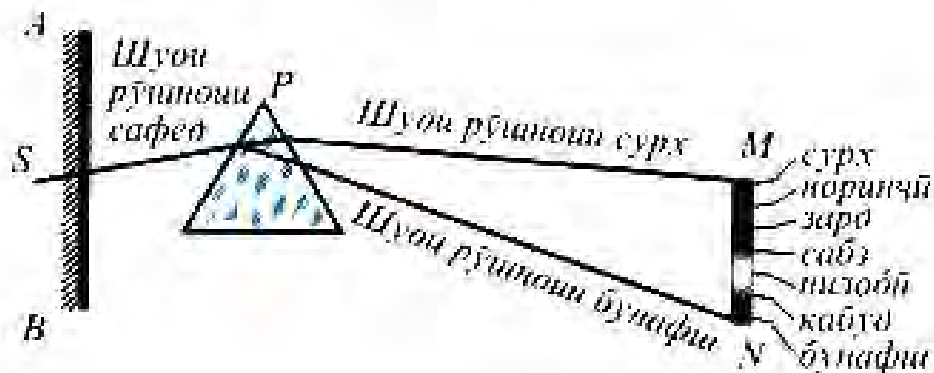
1. Кадом вақт инъикоси пурраи рӯшноӣ ба амал меояд?
2. Кунҷи афтиши ҳудудӣ гуфта, кадом кунҷро меноманд ва он бо кадом формула ҳисоб карда мешавад?
3. Рефрактометр чӣ гуна асбоб мебошад?
4. Агар нури рӯшноӣ аз муҳити зичии оптикиаш калон ба муҳити зичии оптикиаш хурд гузарад, кадом кунҷ калонтар мешавад?
5. Кунҷи афтиш (дар муҳити якум) аз кунҷи шикаст (дар муҳити дуюм) зиёд бошад, суръати рӯшноӣ дар кадом муҳит зиёдтар аст?
6. Рафти нури рӯшноиро дар призма ҳангоми инъикоси пурраи рӯшноӣ кашида, нишон диҳед.
7. Сохти шуоълӯла ба кадом ҳодисаи рӯшноӣгӣ асос карда шу-дааст? Шуоълӯлаҳо дар кучо истифода бурда мешаванд?

#### МАШҚ

1. Ҳангоми аз об ба шиша гузаштани рӯшноӣ ҳодисаи инъикоси пурраи рӯшноӣ ба амал меояд? Ҷавобро асоснок намоед.
2. Кунҷи афтиши ҳудудиро ҳангоми инъикоси пурраи рӯшноӣ дар сарҳади шиша-ҳаво муайян намоед, агар  $n = 1,5$  бошад. (Ҷавоб:  $\alpha_c = 42^\circ$ )
3. Кунҷи афтиши ҳудудиро ҳангоми инъикоси пурраи рӯшноӣ дар сарҳади алмос-об муайян намоед, агар нишондиҳандаи мутлақии шикасти алмос ба 2,417 ва нишондиҳандаи мутлақии шикасти об ба 1,333 баробар бошад. (Ҷавоб:  $\alpha_c = 33^\circ 28'$ )
4. Нури рӯшноӣ ба сарҳади об-ҳаво дар таҳти кунҷи  $60^\circ$  меафтад. Оё он ба ҳаво мегузарад? Фаҳмонида диҳед.

### 3.20. Спектр

Нютон ҳангоми бо телескоп мушоҳида намудан ба он диққат дод, ки канорҳои тасвири объектҳо рангоранганд. Ӯ ба тадқиқи рангорангии тасвир машғул гардид, таҷрибаҳо гузаронид. Ӯ дастан борики рӯшноии Офтобро аз призмаи секунҷаи булӯрӣ гузаронид, дар экран ба рангҳо тақсимшавии рӯшноиро ҳосил намуд (расми 3.20.1).



Рисми 3.20.1

Ба монанди рангҳои тирӯ камон рӯшноӣ ба ҳафт ранг (сурх, норинҷӣ, зард, сабз, нилобӣ, кабуд, бунафш) ҷудо гардида. Таъмаи рангорангӣ н дар экран ҳосил гардида ро Нютон спектр номид.

Роҳи рӯшноиро бо шишаи сурх  $C$  пӯшонида, Нютон дар экран танҳо ранги сурхро, бо шишаи нилобӣ пӯшонида, ранги нилобӣ ва гайраро ҳосил намуд (расми 3.20.2) ва бо ин маълум намуд, ки призма рӯшноиро рангоранг намекунад, танҳо ба қисмҳои таркибӣ ҷудо менамояд (инт. расми рангаи 3.20.3). Нурҳои якранга ро нурҳои содда ё монохроматӣ менаманд.

Ҳамин тариқ, рӯшноии сафед таркиби мураккаб дорад ва аз он рангҳои гуногунро ҷудо кардан мумкин аст.



Рисми 3.20.2

Дар ҳақиқат, агар спектро ро бо ёрии призмаи дигаре, ки нисбат ба призмаи якум ба  $180^\circ$  гардонида шудааст, ҷамъ намоем, рӯшноии сафед ҳосил мешавад (инт. расми рангаи 3.20.4).

Аз таҷрибаҳои Нютон ҳулосаи дигар низ бармеояд. Рӯшноӣҳои рангашон гуногун бо дараҷаи шикасташон фарқ мекунанд.

Нури сурх аз ҳама камтар ва нури бунафш аз ҳама зиёдтар мешиканад, яъне моддаи призма барои рӯшноӣҳои рангашон ҳархела нишондиҳандаи шикасти гуногун дорад.

Вобастагии нишондиҳандаи шикасти рӯшноӣ аз ранги он дисперсия номида мешавад (аз калимаи лотинӣ *dispersus* – пароканда мекунам).

Тавре ки дар параграфи 3.17 нишон дода шуда буд, қобилияти шуъъшиканӣ ба суръати рӯшноӣ дар муҳит вобаста аст ( $n = \frac{c}{v}$ ). Пас, рӯшноии сурх дар муҳит суръаги калон ва рӯшноии бунафш суръати хурдтар дорад, бинобар он, дар призма рӯшноии сурх камтар ва рӯшноии бунафш зиёдтар мешавад.

Рӯшноӣҳои рангашон гуногун басомади лапшиш ё дарозии мавҷи гуногун доранд (ҷадвали 3.20.1).

Ҷадвали 3.20.1

Ранги нуруҳо	Дарозии мавҷҳо, мкм
Сурх	0,76–0,64
Норинҷӣ ва зард	0,64–0,58
Сабз	0,58–0,495
Кабуд ва нилобӣ	0,495–0,44
Бунафш	0,44–0,40

Бинобар он, дисперсияи рӯшноиро ин тавр таъриф кардан мумкин аст:

**Вобастагии нишондиҳандаи шикасти рӯшноиро аз басомади лапшиш ё дарозии мавҷ дисперсия меноманд.**

Барои ҳосил кардан ва омӯختани спектрҳо аз асбобҳои махсуси оптикӣ, спектрометрҳо ва спектрографҳо истифода мебаранд. Қисми асосии ин асбобҳоро призмаҳо ташкил менамоянд. Қисмҳои нурафканандаи дилхоҳ спектр ҳосил мекунад ва онро спектри афканишот меноманд. Спектрҳои афканишоти бефосила, рах-рах ва тасмашаклро аз ҳамдигар фарқ менамоянд.

Қисмҳои саҳт, моеъҳо ва газҳои фишурда спектри бефосила доранд, спектри бефосила аз тасмаҳои яқлухти рангоранг иборат мебошад (ниг. расми рангаи 3.20.5 (1)).

Спектри тасмашакл аз тасмаҳои алоҳидаи рангоранги бо фосолаҳои торик ҷудошуда иборат аст. Спектрҳои тасмашаклро моддаҳои газмонанди таркибашон аз молекулаҳо иборат буда ҳосил мекунанд. Спектрҳои молекулавӣ ҳамеша тасмашакланд.

Спектрҳои рах-рахро ҳаман моддаҳои газмонанд дар ҳолати атомӣ ҳосил мекунанд. Як порча асбестро ба намақоб тар карда, дар шӯълаи камранги газчароғ медорем. Ин шӯъларо ба воситаи спектрометр мушоҳида карда, дар фони (заминаи) ба зӯр фарқшавандаи спектри бефосолаи шӯъла раҳи зарди равшани дурахшон намудор мегардад (ниг. расми рангаи 3.20.5 (2)). Ин раҳи зардро бугҳои натрий медуҳанд, ки дар натиҷаи таҷзияи молекулаҳои намақи ошӣ ҳосил мешаванд.

Дар расми 3.20.5 (3,4) инчунин спектри гидроген ва гелий нишон дода шудааст. Онҳо аз қатори раҳҳои рангаи аз якдигар бо тасмаҳои сиёҳ ҷудошуда иборатанд.

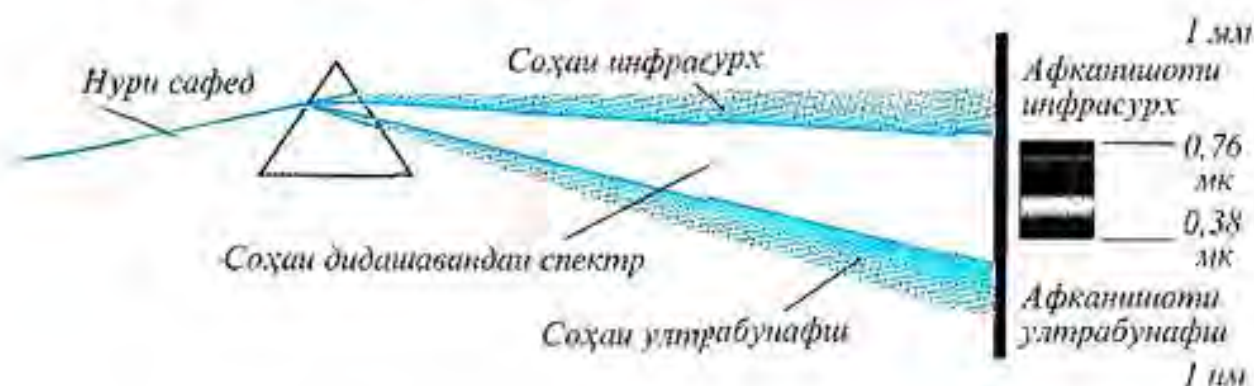
Муқаррар карда шудааст, ки атомҳои ҷудоғонаи ҳар як элементи кимиёӣ спектри ба спектрҳои элементҳои дигар монандӣ надоштаро меиҳанд ва онҳо маҷмӯан мавҷҳои дарознашон муайяно меафкананд. Ба ин хосияти моддаҳо усули муайян кардани таркиби моддаҳо аз рӯи спектрашон – таҳлили спектри асос карда шудааст. Ба тӯфайли таҳлили спектри як қатор элементҳои нави кимиёӣ – рубидий, сезий, талий ва ғайраҳо кашф гардидаанд. Таркиби кимиёии Оғтоб ва ситораҳо бо ёрии таҳлили спектри муайян карда шудаанд.

### САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Спектр гуфта, чиро меноманд?
2. Дар спектр чанд ранг мушоҳида карда мешавад ва бо кадом тартиб нурҳои рангин ҷойгир мешаванд?
3. Чӣ гуна нурҳоро монохроматӣ меноманд?
4. Рӯшноии сафед чӣ гуна рӯшноӣ мебошад?
5. Рангҳои рӯшноӣҳо аз ҳамдигар бо чӣ фарқ мекунанд?
6. Дисперсия гуфта, чиро меноманд?
7. Спектрометр ва спектрографҳо чӣ гуна асбобҳо мебошанд?
8. Чанд намуди спектрҳоро аз ҳамдигар фарқ менамоем?
9. Чӣ гуна ҷисмҳо спектри яқлуҳт меафкананд?
10. Чӣ гуна моддаҳо спектри раҳ-раҳ меафкананд?
11. Чӣ гуна моддаҳо спектри тасмашакл меафкананд?

### 3.21. Тасаввурот дар бораи нурҳои инфрасурх ва ултрабунафш

Ҳангоми бо ёрии объективи махсус расмгирии спектри лампаи мӯяки тафсишдор дар лавҳаи суратгирӣ пеш аз рӯшноии сурх ва баъди рӯшноии бунафш соҳаҳои диданашавандаи спектр ба қайд гирифта шуданд (расми 3.21.1).



Расми 3.21.1

Нурафкание, ки пеш аз қисми сурхи спектр ошкор гардида, нурҳои инфрасурх ва нурафканиши баъди қисми бунафшии спектр ошкор гардида ро нурҳои ультрабунафш меноманд.

Омузиши ин соҳаҳои бо ҷашм дида нашавандаи спектр нишон дод, ки дарозии мавҷҳои соҳаи ультрабунафш ба  $1 - 380$  нм ва дарозии мавҷҳои соҳаи инфрасурх ба  $760$  нм –  $1$  мм баробар мебошад.

Ҳамин тариқ, дарозии мавҷи нурҳои инфрасурх аз дарозии мавҷҳои рӯшноии сурх калонтар ва дарозии мавҷҳои нурҳои ультрабунафш аз дарозии мавҷҳои рӯшноии бунафш хурд мебошад.

Манбаи нурҳои инфрасурх дар аксар мавридҳо лампаҳои электрикии мӯяки тафсишдор ба шумор мераванд, ки онҳо то  $90\%$  нурҳои инфрасурх меафкананд. Таҷрибаҳо нишон медиҳанд, ки таркиби спектри нурафкани ба ҳарорати ҷисми нурафканинда вобаста мебошад. Нурафканиши дидашаванда дар ҳарорати аз  $500^\circ\text{C}$  баланд намудор мегардад. Дар ҳароратҳои аз  $500^\circ\text{C}$  пастр ҳаман нурафкани ба соҳаи нурҳои инфрасурх мувофиқ меояд.

Яке аз хосиятҳои асосии нурҳои инфрасурх – таъсири гармии онҳо ба шумор меравад. Онҳо таъсири кимиёӣ низ доранд. Масалан, бо ёриши давҳаҳои махсуси суратгирии ба нурҳои инфрасурх хассос шабона суратгирӣ имконпазир гардид.

Аз афканишоти инфрасурх дар саноат ва кишоварзӣ барои хушк намудани рангу бори маснуот, сабзавоту меваҳо, тахтаю ҷӯб, пӯст ва гайраҳо, инчунин дар рӯзгор барои гарм кардани хонаҳо истифода мебаранд.

Нурафканиши ультрабунафш дар ҳароратҳои нисбатан баланд ( $3000^\circ\text{C}$ ) ба амал меоянд. Нурҳои ультрабунафш фаъолияти баланди кимиёӣ биологӣ доранд. Фотоэмулсия ба нурҳои ультрабунафш ҳиссиёти баланд дорад.

Қабатҳои болоии атмосфера нурҳои ультрабунафши Офтобро нурраи фурӯ намебаранд. Бинобар ин, дар қуддаҳои кӯҳҳои баланд таъсири нурҳои ультрабунафш хеле калон аст.

Барои ҳамин ҳам дар қуддаи кӯҳҳои баланд муллати зиёд бе айнаки сиёҳи шишагӣ ва бараҳна истодан мумкин нест. Шишаи сиёҳ нурҳои ультрабунафшро хеле хуб фурӯ мебарад. Аз таъсири зиёди нурҳои ультрабунафш пӯст месӯзад ва организм бемор мегардад.

Миқдори камии нурҳои ультрабунафш барои организми одам фоидаовар мебошад. Махсусан, дар ҷавонӣ аз тобиши офтоб баҳраманда гардидаи хеле фоидаовар аст ва шуоъҳои ультрабунафш барои сабзишу обутоб ёфтани организм ёри мерасонад, ба системаи асаб таъсир намулда, фаъолияти онро баланд мекунад.

Аз таъсири нурҳои ультрабунафш бактерияҳои касалиовар набуд мешавад, бинобар ин, онро дар ҷилми тиб барои муолиҷаи бемориҳои истифода мебаранд.



## САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Нурҳои инфрасурх дар кадом қисми спектр мавҷуданд ва онҳо чӣ гуна хосиятҳо доранд?
2. Нурҳои ултрабунафш дар кадом қисми спектр мавҷуданд ва онҳо чӣ гуна хосиятҳо доранд?
3. Ҳангоми чӣ гуна ҳарорат доштани ҷисмҳо афканишоти инфрасурх ба амал меояд?
4. Манбаъҳои нурҳои инфрасурхро номбар намоед.
5. Нурҳои ултрабунафш дар кучо зиёдтар ба назар мерасанд?
6. Аз нурҳои инфрасурх ва ултрабунафш дар кучо истифода мебаранд?

## 3.22. Ранги ҷисмҳо

Дар асоси таркиби мураккаб доштани рӯшноии сафед (уногунии рангҳои табиатро шарҳ додан мумкин аст. Дар табиат баъзе ҷисмҳо танҳо ранги якхела – сурх, сабз, зард ва ғайра доранд. Ин чунин маънидош карда мешавад: ҷисмҳо ҳангоми рӯшноиро инъикос кардан намудор мешаванд. Агар ҷисми бо рӯшноии сафед равшан кардашуда сурх намояд, ин чунин маъно дорад, ки ин ҷисм ранги сурхи дар таркиби рӯшноии сафед бударо инъикос намуда, рӯшноӣҳои рангҳои дигарро фурӯ мебарад.

Рӯшноии сафедро аз шишаи сабз гузаронида, танҳо рӯшноии сабзро мебинем. Ин чунин маъно дорад, ки ин шиша танҳо рӯшноии сабзро гузаронида, рангҳои дигарро фурӯ мебарад. Ҷисми ҳаман рӯшноӣҳои рангҳои гуногунро инъикоскунанда сафед менамояд.

Ҷисми ҳаман рӯшноӣҳои рангҳои гуногунро фурӯбаранда сиёҳ менамояд (шишаи сиёҳ кардашуда, ду). Дар табиат ҷисмҳои мутлақ сафед (100% рӯшноиро инъикоскунанда) ва мутлақ сиёҳ (100% рӯшноиро фурӯбаранда) мавҷуд нест.

Ҳангоми бо рӯшноии монохроматӣ (якранг) равшан кардани ҷисм танҳо ҷисми ба мованди рӯшноӣ ранг дошта ранг ин менамояд.

Агар дар ягон матоъ ду тасвири рангҳои сурху сабз дошта канинда шуда бошанд, ҳангоми бо рӯшноии сурх равшан кардан тасвири рангҳои сурхдошта – сурх ва тасвири рангҳои сабз дошта – сиёҳ менамояд. Дар мавриди бо рӯшноии сабз равшан кардани матоъ тасвири рангҳои сурхдошта – сиёҳ ва тасвири рангҳои сабз дошта – сабз намудор мешавад. Сабзаву барги дарахтон аз ҳаман нурҳои афтидан Офтоб ранги сабзро инъикос намуда, нурҳои рангҳои дигарро фурӯ мебаранд, бинобар ин, онҳо сабз менамоянд. Алафзори ба воситаи шишаи сурх мушоҳидашаванда қариб сиёҳ менамояд.

## САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Дар асоси таркиби мураккаб доштани рӯшноии сафед ранги қисмҳоро чӣ тавр шарҳ додан мумкин аст?
2. Чӣ гуна қисмро сафед меноманд?
3. Чӣ гуна қисмро сиёҳ меноманд?
4. Барои чӣ мо коғози сафедро бо рӯшноии кабуд равшан намуда, онро кабуд мебинем?
5. Барои чӣ мо коғози кабудро бо рӯшноии сафед равшан намуда, онро кабуд мебинем?
6. Чӣ гуна қисмҳоро мутлақ сафед ва мутлақ сиёҳ меноманд ва онҳоро дар табиат дучор шудан мумкин аст?
7. Сабзаву барги дарахтон чаро сабз менамоянд?

### 3.23. Табиати мавҷии рӯшноӣ\*

Дар асри XVII дар бораи табиати рӯшноӣ ду назария ба вуҷуд омад. Инҳо назарияҳои мавҷӣ ва корпускулии рӯшноӣ мебошанд. Асосгузори назарияи мавҷӣ Х. Гюйгенс ва асосгузори назарияи корпускулӣ (аз латинӣ *маънои корпускула* - зарра) Нютон мебошанд.

Мувофиқи назарияи корпускулӣ рӯшноӣ аз сели зарраҳо иборат аст, ки аз манбаъ ба ҳама равиш паҳн мегарданд. Мувофиқи назарияи мавҷӣ рӯшноӣ аз манбаъҳо паҳн гардида, чун мавҷ рафтор мекунад. Ин назарияҳо муддати дароз дар якҷоягӣ вуҷуд доштанд. Қонунҳои дар он замон маълуми рӯшноӣ каму беш аз тарафи ҳар ду назария шарҳ дода мешуданд.

Баъди дар аввали асри XIX кашф шудани ҳодисаҳои дифраксия ва интерференсияи рӯшноӣ назарияи мавҷии рӯшноӣ эътибори ҷурра пайдо намуд.

Дар нимаи дуюми асри XIX Максвелл нишон дод, ки рӯшноӣ мавҷи электромагнитӣ мебошад ва назарияи электромагнитии рӯшноиро ба вуҷуд овард.

Ҳерц исботи таҷрибавии дуруст будани назарияи электромагнитӣ, аз он ҷумла, назарияи электромагнитии рӯшноиро нишон дод.

Дар аввалҳои асри XX маълум гардид, ки ҳангоми афканиш ва фурӯбарӣ рӯшноӣ чун сели зарраҳо рафтор мекунад ва ин ба ҳақиқат наздик будани назарияи корпускулии рӯшноиро тасдиқ намуд.

Ҳамин тариқ, аён гардид, ки рӯшноӣ табиати дуалистӣ дорад ва он дар баъзе ҳолатҳо чун мавҷ ва дар баъзе ҳолатҳои дигар чун сели зарраҳо рафтор менамояд, яъне ҳам табиати мавҷӣ ва ҳам табиати корпускулӣ дорад.

## САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Дар бораи рӯшноӣ кадом назарияҳоро медонед?
2. Асосгузори назарияи мавҷӣ кӣ ба шумор меравад?
3. Асосгузори назарияи корпускулавии рӯшноӣ кист?
4. Мувофиқи назарияи корпускулавӣ рӯшноӣ чӣ тавр рафтор мекунад?
5. Мувофиқи назарияи мавҷӣ рӯшноӣ чӣ тавр рафтор мекунад?
6. Кадом ҳодисаҳо ҳосияти мавҷии рӯшноиро тасдиқ менамоянд?
7. Назарияи электромагнитии рӯшноиро кӣ ба вуҷуд овард ва мувофиқи ин назария рӯшноӣ чӣ тавр рафтор менамояд?
8. Мавҷи электромагнитиро дар таҷриба кӣ ошкор намуд?
9. Ҳангоми афканиш ва фурубарӣ рӯшноӣ чӣ тавр рафтор мекунад?

### 3.24. Интерференсияи рӯшноӣ\*

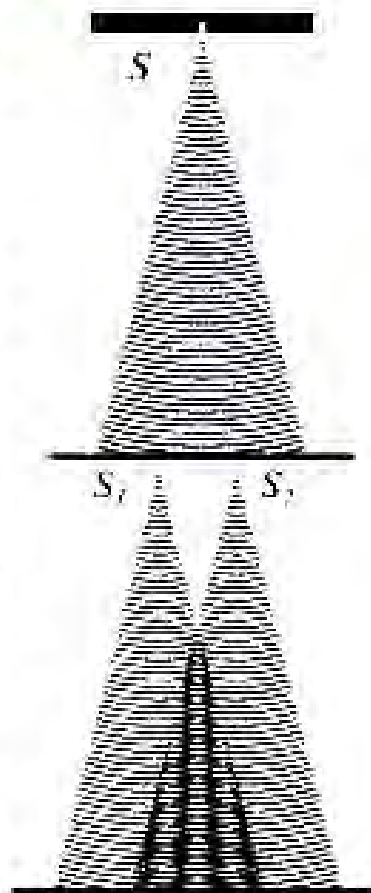
Интерференсияи рӯшноӣ яке аз ҳодисаҳои мебошад, ки ҳосияти мавҷӣ доштани рӯшноиро тасдиқ менамояд. Ҳодисаи интерференсия барои ҳама гуна мавҷҳо – мавҷҳои механикӣ, садоӣ ва электромагнитӣ ҳос мебошад.

Интерференсияи рӯшноиро ҳангоми болон ҳам ҳобидани ду дастаи когерентии рӯшноӣ мушоҳида кардан мумкин аст. Ду манбаи нобастаи рӯшноӣ, масалан, ду лампочка манбаҳои когерентӣ ба шумор намераванд ва ҳангоми болон ҳам ҳобии рӯшноӣ онҳо ҳодисаи интерференсия ба амал намеояд. Болон ҳамдигар афтидани рӯшноии ин лампаҳо равшаниии сатҳро зиёд мегардонанд. Дастаҳои рӯшноӣ, ки дарозии мавҷи якхела доранд ва фарқи фазашон собит аст, мавҷҳои когерентии рӯшноӣ меноманд.

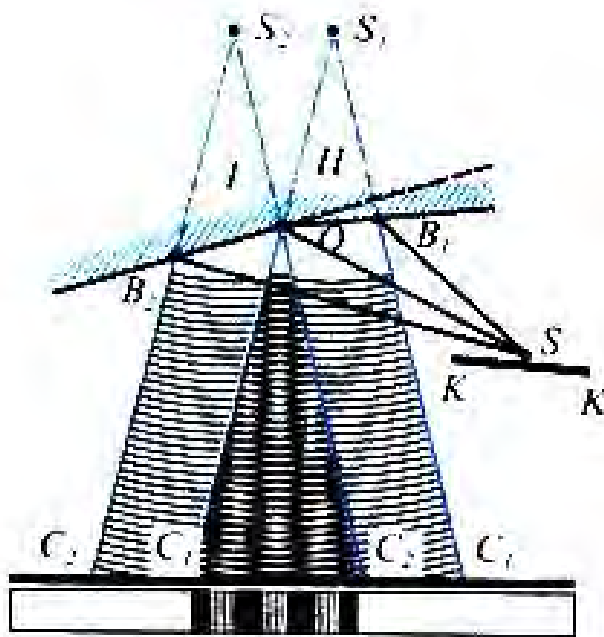
Манбаҳои когерентии рӯшноиро бо роҳи ба таври сунӣ ба ду қисм тақсим кардани дастаи рӯшноӣ аз ягон манбаъ оянда ҳосил мекунанд (расми 3.24.1). Ин гуна таҷрибаро соли 1802 физики англис Т. Юнг гузаронида буд.

Мавҷҳо, ки манбаҳои  $S_1$  ва  $S_2$  меафкананд, дарозии мавҷашон баробар буда, фарқи фазашон ҳамеша собит мебошад ва манбаҳои когерентии рӯшноӣ ба шумор мераванд.

Ҷарзи дигари ҳосил кардани манбаҳои когерентии рӯшноӣ ба шикости рӯшноӣ аз ду оинаҳои ҳамвори нисбат ба якдигар дар



Расми 3.24.1



Рисун 3.24.2

тахти кунҷи ба  $180^\circ$  наздик гузошта шуда, ки оннаҳои  $O$ ,  $J$ ,  $F$ ренел ном доранд, асос карда шудааст (расми 3.24.2).

Хангоми болои ҳамдоби ду мавҷи когерентии рӯшноӣ дар нуктаҳои гуногуни экран тасмаҳои равшану торикӣ пай дар пай ҳосил мегардад. Ин манзараи ҳосилшударо манзараи интерференсионӣ меноманд. Тасмаҳои равшанро максимумҳои интерференсионӣ ва тасмаҳои торикро минимумҳои интерференсионӣ меноманд.

Дар расми 3.24.2  $OC_1 = d_1$  – роҳи тайкардан мавҷи 1 аз оннаи якум,  $OC_2 = d_2$  – роҳи тайкардан мавҷи 2 аз оннаи дуюм ва  $\delta = d_1 - d_2$  – фарқи гашти роҳҳои тайкардан мавҷҳо мебошад.

Максимумҳои интерференсионӣ дар ҷойҳос ҳосил мегарданд, ки барои онҳо фарқи гашти роҳҳо  $\delta$  ба шумораи ҷуфти ним дарозии мавҷ баробар шавад:

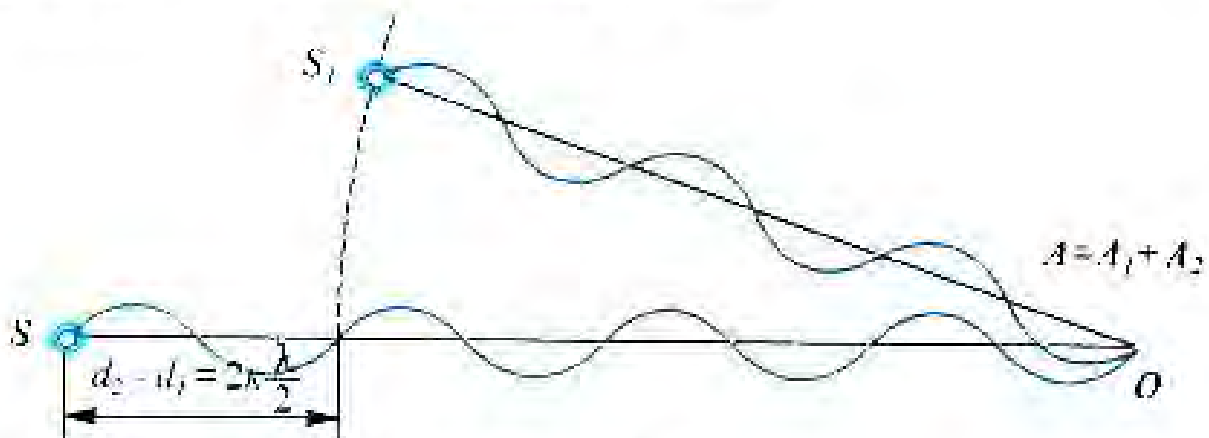
$$\delta = 2k \frac{\lambda}{2} \quad (3.24.1)$$

дар ин ҷо  $k = 0, 1, 2, 3, \dots$  қиматҳо мегирад. Барои ҳамаи ин мавридҳо мавҷҳои 1 ва 2 ба нуктаи  $O$  бо фазаҳои якхела расида, якдигарро пурқувват менамоянд ва амплитудай мавҷи нагичавӣ ба суммаи амплитудай мавҷҳои 1 ва 2 баробар мешавад ( $A = A_1 + A_2$ ) (расми 3.24.3).

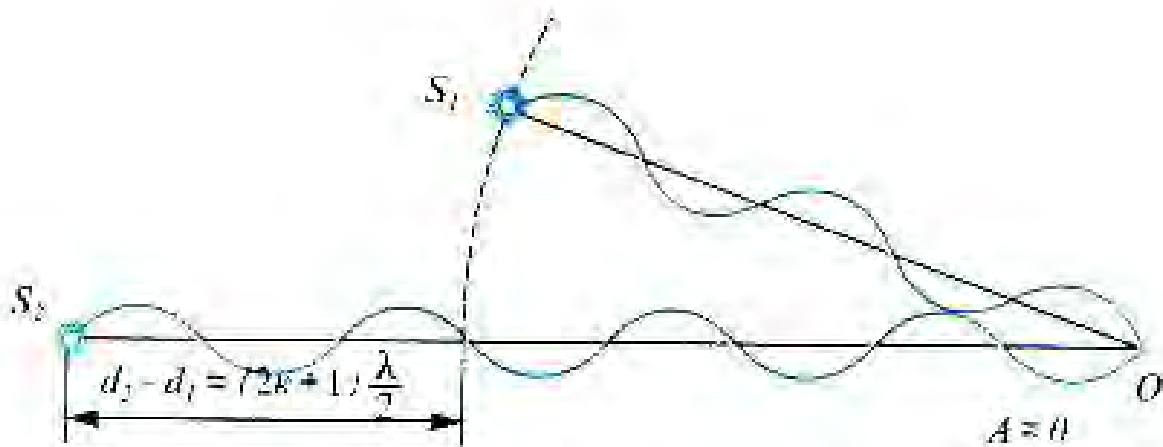
Минимумҳои интерференсионӣ дар ҷойҳос ҳосил мешавад, ки барои онҳо фарқи гашти роҳҳо  $\delta$  ба шумораи токи ним дарозии мавҷ баробар шавад:

$$\delta = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (3.24.2)$$

дар ин ҷо  $k = 0, 1, 2, 3, \dots$  қиматҳо мегирад.



Рисун 3.24.3



Рисун 3.24.4

Барои ҳамаи ин мавридҳо мавҷҳои 1 ва 2 ба нуқтаи O бо фазаҳои муқобил расида, яқдигарро ҳамӯши мекунанд ва амплитудайи мавҷи натиҷавӣ ба сифр баробар мешавад ( $A = 0$ ) (расми 3.24.4).

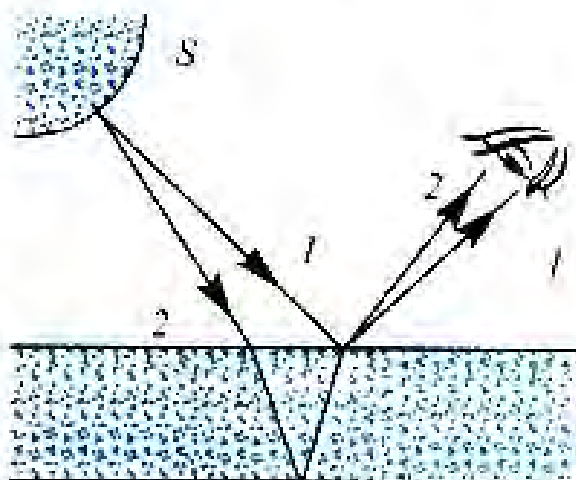
Ҳангоми интерференсияи рӯшноӣ тақсироти энергия ба амал меояд: дар баъзе ҷойҳо афзоиши энергия ва дар ҷойҳои дигар камшавии энергия ба назар мерасад. Агар мавҷҳои когерентӣ рӯшноӣ сафед бошанд, манзараи интерференсионӣ рангоранг менамояд, чунки шартҳои максимум (3.24.1) барои рӯшноӣҳои дарозии мавҷҳои гуногун дар нуқтаҳои гуногун иҷро мешавад.

Дар амалия манзараи интерференсионӣ дар болон пардаҳои тунуки равшан, карасин, нафт дар рӯи об, дар ҳубобчаҳои аз кафки собун ҳосилгардида мушоҳида карда мешавад. «Ҳубобчаи собун дар ҳаво парвоз карда, бо ҳама тобишҳои рангаи ҷисмҳои атроф медурахшад. Ҳубобчаи собун, эҳтимол мӯъҷизаи нозуктарини табиат бошад» (Марк Твен).

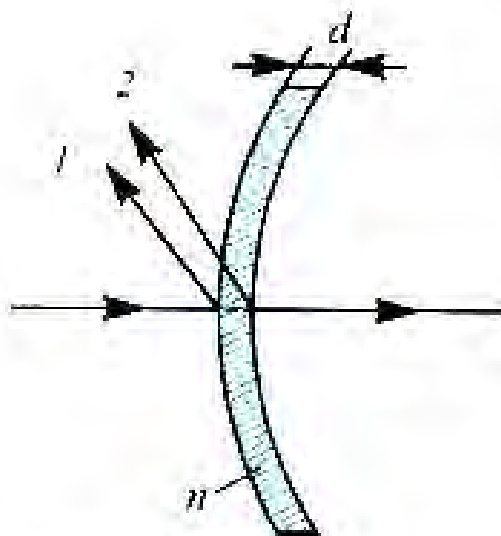
Дар пардаҳои тунук мавҷи 1 аз сатҳи берунӣ ва мавҷи 2 аз сатҳи дохилӣ инъикос ёфта, болон ҳамдигар ҳобида, манзараи интерференсиониро ҳосил мекунанд (расми 3.24.5). Ҳодисаи интерференсия гатбики васеъ дорад.

Ҳодисаи интерференсия на танҳо хосияти мавҷ доштани рӯшноӣро тасдиқ мекунанд, балки имконият медиҳад, ки яке аз бузургҳои рӯшноиро таъсирдиҳанда дарозии мавҷи рӯшноӣ муайян карда шавад.

Ба ҳодисаи интерференсия асос карда, асбобҳои махсус – интерферометрҳо сохта шудаанд. Бо ёрии интерферометрҳо дарозии мавҷи рӯшноӣ, қобилияти шуоъшикании газҳо ва моддаҳои дигар ҳеле дақиқ ҷен карда мешаванд ва ба суфтагии сатҳи маснуотҳо то аниқии 0,001 мкм баҳо додан мумкин аст.



Рисун 3.24.5



Рисун 3.24.6

Татбиқи дигари интерференсияи рӯшноӣ бо номи мунаввар гардонидани оптика машҳур мебошад.

Ҳангоми ба объективи асбобҳои оптикӣ, ки аз системаи линзаҳо иборатанд, афтшдани рӯшноӣ қисми он инъикос мешавад ва дар натиҷа тасвири предметхоро хира менамояд. Дар қорҳои ҳарбӣ бошад, нурҳои аз объективи асбобҳои мушоҳидакунанда (дурбин) инъикос гардида, ба душман маъкеи мушоҳидачиро маълум менамояд. Дар объективи дастгоҳи

суратгирӣ 25% ва дар дурбинҳо ва микроскопҳо то 50%-и энергияи рӯшноии афтанда сӯст мегардад.

Барои кам кардани рӯшноии инъикосшуда олимони рус И. В. Гребенников бо ҳамкоронаш технологияи бо пардаи тунук пӯшонидани сатҳи линзаҳоро қор қарда баромад. Сатҳи пеши линзаҳо бо қабаги шаффофи махсус пӯшониданд (расми 3.24.6).

Нишондиҳандаи шуъликаи  $n$  ва ғафсии қабаи пӯшонидашуда  $d$  чунон интихоб қарда шудааст, ки рӯшноӣҳои аз қабаҳои берунӣ ва дохилӣ инъикосгардида бо фазаҳои муқобил болои ҳамдигар ҳобида (интерференсия шуда), яқдигарро хомӯш мекунанд. Энергияи рӯшноии ба асбоб дохил гардида зиёд мешавад ва тасвири предмет равшан менамояд.

Нишондиҳандаи шуъликаини моддаи пӯшонидашуда дар байни 1 ва  $n_{\text{мама}}$  меҳобад. Барои яқдигарро пурра хомӯш кардани нурҳои инъикосшуда бояд фарқи роҳи оптикӣ  $2dn$  ба ним дарозии мавҷи рӯшноӣ  $\frac{\lambda}{2}$  баробар бошад:

$$2dn = \frac{\lambda}{2} \quad (3.24.3)$$

Аз ин ҷо барои ғафсии қабаи пӯшонидашуда ҳосил мекунем:

$$d = \frac{\lambda_0}{4n} = \frac{\lambda}{4} \quad (3.24.4)$$

$\lambda = \lambda_0/n$  – дарозии мавҷи рӯшноӣ дар моддаи пӯшонидашуда аст. Ҳисобкуниҳо нишон доданд, ки хомӯшкунини пурра ҳангоми иншоавани шартҳои зерин ба вуҷуд меояд:

$$n = \sqrt{n_1 n_2} \quad (3.24.5)$$

Аз формулаи (3.24.2) дида мешавад, ки яқбора хомӯшшавини ҳамаи дарозииҳои мавҷҳои рӯшноиро ба вуҷуд овардан имконнопазир аст. Бинобар он, ғафсии пардаҳо тавре интихоб менамоянд, ки дарозии рӯшноии чашми инсон аз ҳама зиёдтар ҳискунанда ( $\lambda = 0,550$  мкм қисми сабз-зарди спектр) пурра хомӯш гардад.

## САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Интерференсияи рӯшноӣ чӣ гуна ҳодиса мебошад?
2. Кадом вақт ҳодисаи интерференсияи рӯшноиро мушоҳида кардан мумкин аст?
3. Чӣ гуна мавҷҳоро когерантӣ меноманд ва онҳоро чӣ тавр ҳосил мекунанд?
4. Интерференсияи мавҷҳои рӯшноиро ба воситаи оинаҳои Френел чӣ тавр ҳосил менамоянд?
5. Манзараи интерференсионӣ гуфта, чиро меноманд?
6. Манзараи интерференсионие, ки дар рӯшноии сафед бо ёрии оинаҳои Френел ҳосил карда мешавад, чӣ тавр менамояд?
7. Манзараи интерференсионие, ки бо ёрии оинаҳои Френел ҳосил карда мешаванд, чӣ тавр тағйир меёбад, агар аввал рӯшноии сурх, баъд рӯшноии кабуд истифода бурда шавад?
8. Дар қучои манзараи интерференсионӣ максимумҳои интерференсионӣ ҳосил мешаванд ва шартҳои максимумҳои интерференсионӣ дар шакли математикӣ бо кадом формула ифода карда мешавад?
9. Дар қучои манзараи интерференсионӣ минимумҳои интерференсионӣ ҳосил мешаванд ва шартҳои минимумҳои интерференсионӣ дар шакли математикӣ бо кадом формула ифода карда мешавад?
10. Ҳосилшавии тасмаҳои рангорангро дар қабати тунуки карасини болон об маънидод намоед.
11. Ҳодисаи интерференсия чӣ гуна татбиқи амалӣ дорад?

## МАШҚ

1. Маҳлули собунро тайёр кунед ва бо ёрии найчаи шишагӣ ҳубобчаи собунро пуф карда, баъзе рангҳои дар сатҳи он бавуҷудояндаро мушоҳида намоед.
2. Аз симча росткунҷа соzed ва онро ба маҳлули собун ғӯтонида, дар он пардаи собун ҳосил кунед. Тобиши рангҳои дар сатҳи он бавуҷудояндаро мушоҳида кунед. Ба воситаи шишаи рангин ё порчаи селлофани ранг кардашуда (беҳтараш рангаш сурх бошад), ки роли филтрро мебозад, манзараи интерференсиониро дар ҳубобчаи собун мушоҳида намоед. Ҳодисаи мушоҳида кардаатонро фаҳмонед.
3. Сатҳи ҳубобчаҳо ва пардаҳои собун дар натиҷаи ҷоришавии моеъ оҳиста-оҳиста тунук мешавад. То кафидани онҳо ба тағйиротҳои ранги пардаҳо диққат диҳед ва онро маънидод намоед.

### 3.25. Дифраксияи рӯшноӣ\*

Дифраксияи рӯшноӣ дар катори интерференсияи рӯшноӣ ҳодисаест, ки ҳосияти мавҷӣ доштани рӯшноиро тасдиқ менамояд. Ҳодисаи дифраксия барои ҳамагуна мавҷҳо – механикӣ, садогӣ ва электромагнитӣ ҳос мебошад.

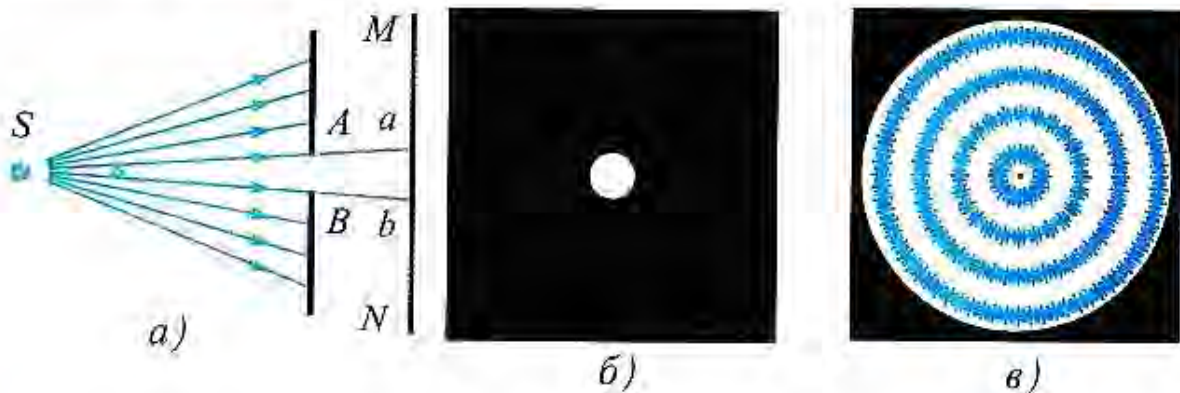
Ҳодисаи дифраксияро барои рӯшноӣ дида мебароем. Аз манбаи  $S$  ба сӯроҳии  $AB$  (расми 3.25.1, *a*) дастаи нурҳои рӯшноиро раво менамоем. Дар экрани  $MN$  доғи сафед ҳосил мешавад (расми 3.25.1, *б*). Қутри доғ васеъгии дастаи рӯшноии ба экрани  $MN$  афтандаро ифода менамояд. Агар сӯроҳии  $AB$ -ро хурд кардан гирем, доғ низ хурд мешавад, яъне дастаи нурҳои рӯшноӣ борик мегардад. Аз ягон андозаи сӯроҳӣ (тақрибан 0,01 мм) сар карда бо хурдшавии андозаи сӯроҳӣ калоншавии доғ ба амал меояд (расми 3.25.1, *в*) ва номунтазам равшан мегардад. Дар рӯи он ҳалқаҳои равшану торики пайи ҳам оянда ҳосил мешаванд ва онҳо соҳаи сояи геометрӣро ишғол менамоянд.

Ин аз он шаҳодат медиҳад, ки рӯшноӣ аз ростхатта паҳншавӣ майл карда, ба соҳаи соя дохил мешавад. Ҳодисаи аз қонуни ростхатта паҳншавӣ майлқунии рӯшноиро дифраксияи рӯшноӣ меноманд (аз латинӣ *diffractus* – шикасташуда).

Ҳангоми дифраксияи рӯшноӣ манзараи дар экран ҳосилшударо манзараи дифраксионӣ меноманд. Агар ба ҷои рӯшноии якранга (монохроматӣ) рӯшноии сафед истифода бурда шавад, манзараи дифраксионӣ рангоранг мегардад. Ҳодисаи дифраксияи рӯшноиро дар монеаҳои ношафтоф низ мушоҳида кардан мумкин аст.

Дар расми 3.25.2 манзараи дифраксионӣ ҳангоми дар роҳи рӯшноӣ гузоштани сӯзан ё тори мӯй нишон дода шудааст, ки он аз тасмаҳои торику равшан иборат мебошад ва дар маркази сояи геометрӣ тасмаи равшан ҳосил гардидааст. Баъд аз тасмаи марказӣ равшани тасмаҳои дигар суст шуда мераванд.

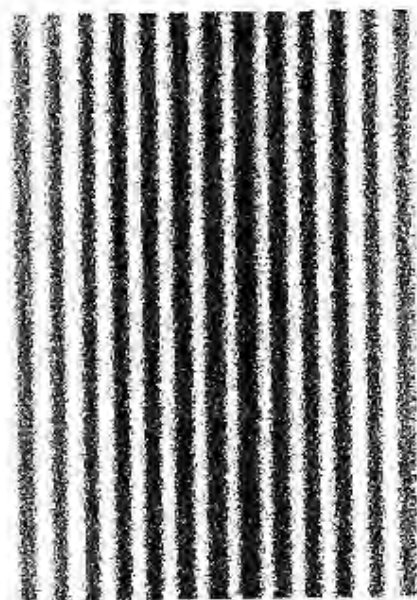
Дарозии мавҷҳои рӯшноӣ хеле хурд буда, барои нурҳои дидашаванда дар ҳудуди 0,4–0,8 мкм меҳобад. Аксарияти ҳисмҳо нисбат ба дарозии мавҷҳои рӯшноӣ андозаи калон доранд. Мавҷҳои



Расми 3.25.1



рӯшноӣ ин гуна ҷисмҳоро печонида наметавонанд ва рӯшноӣ ростхатта паҳн мешавад. Дар мавридҳои андозаи монеаҳои роҳи рӯшноӣ ба дарозии мавҷи рӯшноӣ тартиби якхела доштан рӯшноӣ ба дифраксия дучор мегардад. Ҳодисаи дифраксияи рӯшноӣро дар мавридҳои хеле зиёд мушоҳида кардан мумкин аст. Масалан, агар ба воситаи миҷаи чашмҳо ба манбаи борики рӯшноӣ (мӯяки лампочкаи электрикӣ, алангаи борики чароғи спиртӣ) нигоҳ кунем, дар тарафҳои чапу рости онҳо тасмаҳои рангини тирӯ камонмонандро мебинем.



Расми 3.25.2

Ҳангоми аз байни дандонаҳои зичи шона ба манбаи рӯшноӣ нигоҳ кардан низ манзараи дифраксиониро мушоҳида менамоем. Ба воситаи рӯймолчаи кисагӣ ё ягон матои дигар ба манбаи рӯшноӣ нигариста, дифраксияи рӯшноӣро мушоҳида кардан мумкин аст. Аксаран дар наздикии Офтоб ва Моҳ тоҷи тирӯ камонӣ мушоҳида карда мешавад. Ин дар мавридҳои дар ҳаво пайдошавии гардҳои яхӣ ё туман ба назар мерасад. Рӯшноии аз Офтоб ба Моҳ омада аз ин муҳит гузашта, ба дифраксия дучор мегардад.

Манзараи дифраксионие, ки ҳангоми аз сӯроҳӣ ва дигар монеаҳо гузаштани рӯшноӣ ҳосил мешаванд, аниқу равшан нестанд.

Барои аниқу равшан ҳосил кардани манзараи дифраксионӣ аз панҷараҳои дифраксионӣ истифода мебаранд. Панҷараҳои дифраксионии оддӣ аз лавҳаи шишагии суфтакардашудаи дар болояш хатҳои борики параллелии зиёд кашидашуда иборат аст (расми 3.25.3, а).

Рӯшноӣ аз байни хатҳои борики мегузарад, яъне масофаи байни хатҳо барои рӯшноӣ роли тарқишро мебозад. Аз хатҳои кашидашуда рӯшноӣ намегузарад.

Суммаи бари як тарқиш  $a$  ва бари як хати барои рӯшноӣ ношаффоф  $b$  даври панҷара  $d$  номида мешавад (расми 3.25.3, б):  
 $d = a + b$ .



Расми 3.25.3.

Дар замони ҳозира аз панчараҳои дифраксионие истифода мебаранд, ки дар ҳар як миллиметри рӯяшон 300, 1200, 1800 ва ҳатто 6000 хат кашида шудаанд. Агар ба воситаи панчараи дифраксионӣ ба мӯяки лампаи электрикӣ нигоҳ кунем, он гоҳ аз мӯяк дар тарафҳои чапӣ рост якҷанд тасмаҳои рангаи тирӯ камонро мебинем, ки дар он аз мӯяк бо тартиби зерин рангҳо ҷойгир мешаванд: бунафш, кабуд, нилобӣ, сабз, зард, норинҷӣ ва сурх (ниг. варақан ранга, расми рангаи 3.20.5(1)).

Максимумҳои панчараи дифраксионӣ дар таҳти кунҷи  $\varphi$  мушоҳида мешаванд ва онҳо аз шартҳои зерин муайян карда мешаванд:

$$d \sin \varphi = k\lambda, \quad (3.25.1)$$

дар ин ҷо  $k = 0, 1, 2, 3, \dots$  тартиби максимумҳо аст.

Аз шартҳои (3.25.1) дида мешавад, ки тартиби максимумҳо ба дарозии мавҷи рӯшноӣ вобаста мебошад.

Дарозии мавҷ  $\lambda$  ҳар чӣ қадар калон бошад, максимуми он аз максимуми марказӣ қанҷи қадар дуртар ҷойгир мешавад. Ба ҳар як қимати  $k$  спектри алоҳида мувофиқ меояд. Дар байни максимумҳо минимумҳо ҷойгир мебошанд. Чӣ қадаре, ки шумораи тарқишҳо дар панчараи дифраксионӣ зиёд бошад, максимумҳо бештар баръало ва бо минимумҳои васеатар ҷудо мешаванд. Агар даври панчараи дифраксионӣ маълум бошад, кунҷи максимуми мувофиқ  $\varphi$ -ро чен карда, аз шартҳои (3.25.1) дарозии мавҷи рӯшноиро бо саҳеҳии калон муайян кардан мумкин аст:

### САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Дифраксияи рӯшноӣ гуфта, кадом ҳодисаро меноманд?
2. Ҳодисаи дифраксияро барои чӣ гуна мавҷҳо мушоҳида карда мумкин аст?
3. Кадом вақт ҳодисаи дифраксияи рӯшноӣ мушоҳида карда мешавад?
4. Манзараи дифраксионӣ гуфта, чиро меноманд?
5. Манзараи дифраксионӣ аз рӯшноии сафед рангоранг менамояд. Онро маънидод намоед.
6. Барои ҳосил кардани манзараи дифраксионии аниқу равшан аз кадом асбоб истифода мебаранд?
7. Панчараи дифраксионӣ чӣ гуна сохта мешавад?
8. Даври панчараи дифраксионӣ гуфта, чиро меноманд?
9. Дар спектрҳои манзараи дифраксионии бо панчараи дифраксионӣ ҳосил кардашуда рангҳо чӣ тавр ҷойгиранд?
10. Шартҳои максимумҳои дифраксионӣ бо кадом формула ифода карда мешавад?
11. Бо ёрии панчараи дифраксионӣ чӣ тавр дарозии мавҷи рӯшноӣ муайян карда мешавад?

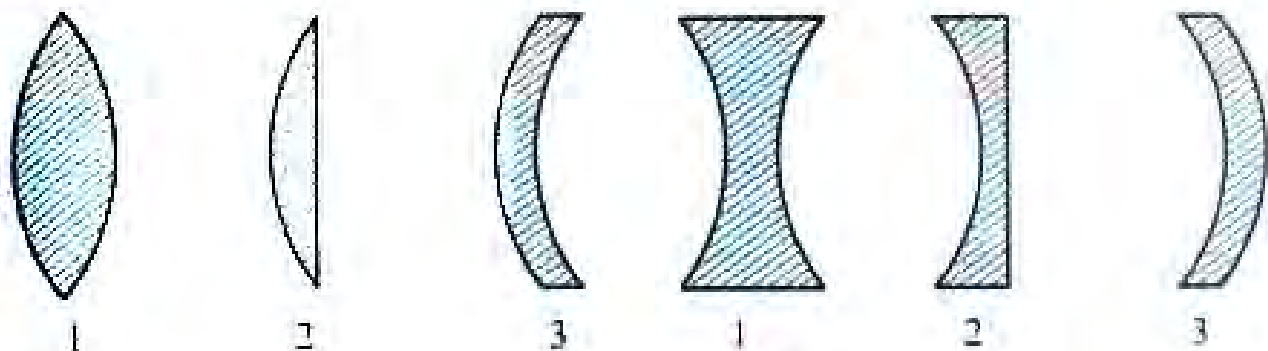
### 3.26. Линзаҳо

Линзаҳо узви асосии асбобҳои оптикӣро ташкил менамоянд. Дар амалия асосан аз линзаҳои куравӣ истифода мебаранд.

**Чисми шаффофӣ бо ду сатҳи куравӣ маҳдудро линза меноманд.**

Линзаҳоро асосан аз шишаҳои оптикӣ ё органикӣ месозанд. Линзаҳо барҷаста ва фуруҳақида мешаванд.

Линзаҳое, ки миёни онҳо нисбат ба канорҳои онҳо гафтар мебошад, линзаҳои барҷаста мебошанд (расми 3.26.1). Линзаҳое, ки канорҳои онҳо нисбат ба миёнаҳои онҳо гафтар аст, линзаҳои фуруҳақида номид мешаванд (расми 3.26.2).



Расми 3.26.1

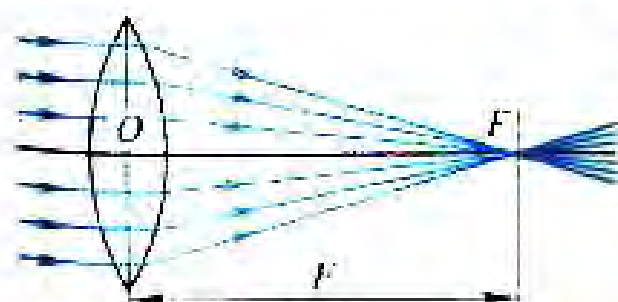
- 1 - линзаи дурӯя барҷаста;
- 2 - линзаи барҷастаи ҳамвор;
- 3 - линзаи барҷастаи фуруҳақида.

Расми 3.26.2

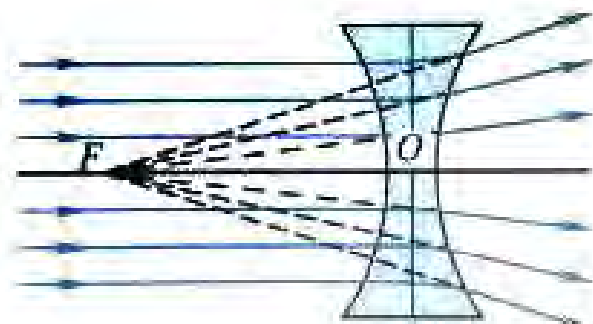
- 1 - линзаи дурӯя фуруҳақида;
- 2 - линзаи фуруҳақидаи ҳамвор;
- 3 - линзаи фуруҳақидаи барҷаста.

Линзаҳои дурӯя барҷастаро ба мисли оптикӣ ҷойгир намуда ва дар паҳи он экранро мегузорем. Ба ин линза дастаи параллелии рӯшноиро рағона карда, экранро нисбат ба линза ҷой иваз намуда, дар рӯи он доғи равшанро ҳосил менамоем. Яъне линзаҳои барҷаста нурҳои параллели ба он афтандаро шикаста, онҳоро ҷамъ мекунад (расми 3.26.3). Бинобар ин, линзаҳои барҷастаро линзаҳои ҷамъкунанда меноманд.

Линзаҳои фуруҳақида дастаи рӯшноии параллели ба онҳо афтандаро пароканда менамоянд ва онҳоро линзаҳои парокандакунанда меноманд (расми 3.26.4).



Расми 3.26.3



Расми 3.26.4

Линзаҳое, ки гафсиашон  $l = AB$  (расми 3.26.5) нисбат ба радиусҳои сатҳон куравиашон  $R_1$  ва  $R_2$  хеле хурд аст, линзаҳои тунук номида мешаванд.

Нуқтаҳои  $A$  ва  $B$  – қуллаҳои сегментҳои куравӣ дар линзаи тунук ба якдигар ниҳоят наздик ҷойгиранд ва онҳоро чун як нуқтаи  $O$  қабул кардан мумкин аст. Нуқтаи  $O$  маркази оптикии линза номида мешавад.



Расми 3.26.5

Нури рӯшноии аз маркази оптикии линза гузаранда наменишканид. Хати ростии аз марказҳои сатҳҳои курави линзаро маҳдудкунанда ва маркази оптикии он гузарандаро меҳвари асосии оптикӣ меноманд (хати  $O_1O_2$ ). Ҳаргуна хати ростии дигари аз маркази оптикӣ гузарандаро меҳвари ғайриасосии оптикии линза меноманд. Нурҳои аз рӯи ягон тирҳои оптикӣ равшанаванда равшаншониро тағйир надода, аз линзаи тунук мегузаранд.

#### САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

1. Линза гуфта, чиро меноманд?
2. Намудҳои линзаҳоро номбар намоед.
3. Чӣ гуна линзаҳоро ҷамъкунанда ва кадоми онҳоро парокандакунанда меноманд?
4. Чиро меҳвари асосӣ ва чиро меҳвари ғайриасосии линзаҳо меноманд?
5. Рақиши нурҳои ба меҳвари асосии линзаҳои барҷаста ва фурӯҳамида параллел афтандаро дар нақша тасвир кунед.

### 3.27. Масофаи қонунии линза

Нуқтаеро, ки дар он нурҳои ба меҳвари асосии оптикии линзаи ҷамъкунанда параллел афтанда пас аз шикаст бурнда мешаванд, қонун (фокус)-и асосии линза меноманд ва бо ҳарфи  $F$  ишора мекунанд (расми 3.26.3). Масофа аз маркази оптикии линза то қонуни онро масофаи қонунии линза меноманд ва онро низ бо ҳарфи  $F$  ишора мекунанд.

Агар нурҳои ба меҳвари асосии оптикии линза параллелро аз тарафи муқобил равшанаванда намоем, онҳо дар линза шикаста, дар қонуни дигари линза ҷамъ мешаванд. Ҳамин тариқ, ҳаргуна линза,

дар ҳар тарафаш яктоӣ конун дорад ва онҳо аз линза дар масофаҳои  
якхела ҷойгиранд.

Дар линзаҳои фуруҳамида давоми нурҳои дар он парокандашуда  
дар нуқтаи  $F$  ҳамдигарро мебуранд ва ин нуқта конуни мавҳуми  
линзаи парокандакунанда мебошад (расми 3.26.4). Ин нуқтаро аз он  
сабаб мавҳум меноманд, ки дар он на худ нурҳои аз линза гузашта,  
балки давоми хатҳои онҳо ҳамдигарро мебуранд. Ҳамвориеро, ки  
ба меҳвари асосии оптикӣ линза перпендикуляр буда, аз конуни он  
мегузаранд, ҳамвори конуни меноманд.

### САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

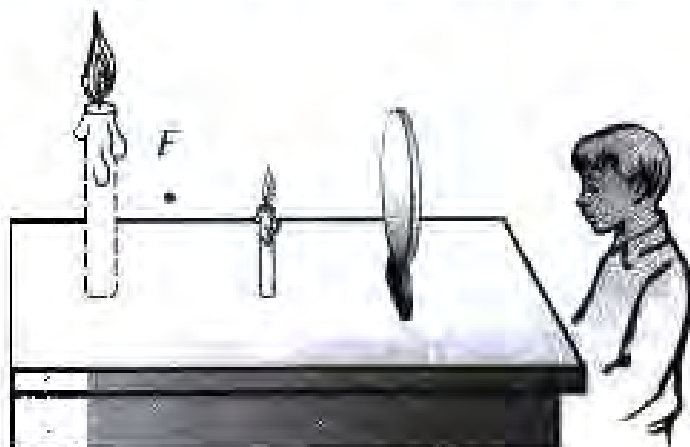
1. Конуни асосии линза гуфта, чиро меноманд?
2. Масофаи конунии линза чӣ гуна масофа мебошад?
3. Линзаҳо чандтоӣ конун доранд ва онҳоро чӣ тавр муайян  
кардан мумкин аст?
4. Чаро конуни линзаи фуруҳамидаро мавҳум меноманд?
5. Ҳамвори конунии линза гуфта, чиро меноманд?

## 3.28. Сохтани тасвир дар линзаҳо

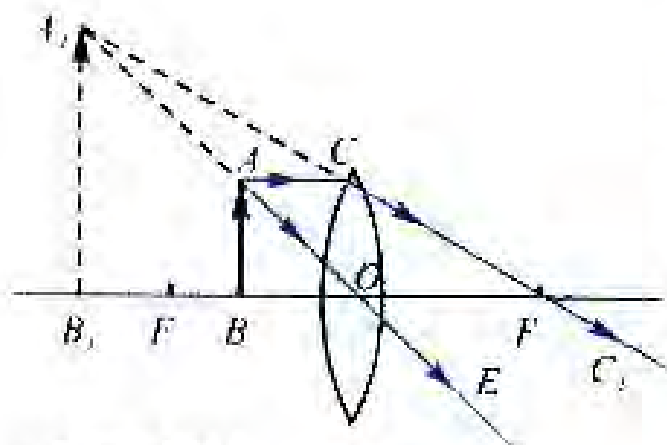
Бо ёрии линзаҳо на танҳо рӯшноӣ чамъ ё пароканда, балки  
тасвирҳои дуногуни предметҳо ҳосил карда мешаванд. Маҳз аз  
ҳамин хусусияти линзаҳо дар амалия ва сохти асбобҳои оптикӣ  
истифода мебаранд.

Масалан, барои хубтар равшан кардани предмети ашёҳои дур  
воқеъбуза манбаи рӯшноиро дар конуни линзаи ду тарафаш  
барҷасти ҷойгир намуда, дастаи парокандаи рӯшноиро ба дастаи  
параллелӣ табдил медиҳанд ва ин тарзи равшанкунӣ асоси кори  
проекторҳоро ташкил менамоянд.

Ҳосилшавии тасвирро дар линзаҳои чамъкунанда дида мебаро-  
ем. Линзаро амудӣ гузошта, шамъро дар байни линза ва конуни он  
ҷой медиҳем ва аз линза шамъро нигоҳ мекунем. Мо дар ақибтари  
шамъ тасвири калонкардан ростани онро мебинем (расми 3.28.1).



Расми 3.28.1



Рисун 3.28.2

тасвир дар паси линза ҷапна. Вале ҳеле хурд дар наздикии конуни он ҳосил мегардад.

Ҳамин тариқ, вобаста ба мавқеи шамъ нисбат ба линза шакли андоза ва вазъияти тасвир тағйир меёбад. Ақсун тарзи сохтани тасвирро дар линза дида мебароем. Маълум аст, ки аз ҳар гуна нуктаи предмет нурҳои пароканда афканда мешавад. Барои сохтани тасвири предмет дар линза ду нури аз нуктаи предмет афкандан ғайреш маълумро интихоб менамоем.

Нури якум ба меҳвари асосии оптикӣ он параллел ба нури дуюм аз маркази оптикӣ он мегузарад. Нури якум баъд аз линза шикаста, аз конуни он ба нури дуюм самташро тағйир надида аз линза мегузарад. Ғайри ин ду нуриро дониста, ҳосилшавии тасвирро дар мавридҳои гуногун муоина мекунем.

Дар рисун 3.28.2 ҳосилшавии тасвир ҳангоми предмети  $AB$  дар байни линза ва конуни он ҷойгир будан, нишон дода шудааст.

Аз рисун 3.28.2 дида мешавад, ки тасвири нуктаи  $A$ -и предмет дар бурҷи давоми нурҳои  $AE$  ва  $CC_1$ , яъне дар нуктаи  $A_1$  мебошад.  $A_1$  — тасвири мавҳуми нуктаи  $A$ -и предмет номӯда мешавад. Бо ҳамин усул тасвири нуктаҳои байни  $A$  ва  $B$ -и предметро сохтан мумкин аст, ки онҳо дар байни нуктаҳои  $A_1$  ва  $B_1$  мебошанд. Яъне  $A_1B_1$  тасвири мавҳум, рӯста ва калонкардан предмети  $AB$  мебошад.

Ҳамин тариқ, агар предмет байни линза ва конуни он ҷойгир бошад, тасвири он мавҳум, рӯста, калон ва аз линза нисбат ба ҷои предмет дургар ҳосил мешавад. Чунин тасвирҳоро ҳангоми сохтани кардани соатҳо, ҳондани матни ҳарфҳои хурд ва ғайраҳо бо ёрии пурбии дида мумкин аст.

Дар рисун 3.28.3 ҳосилшавии тасвир барои мавриди предмет дар байни конуни линза ва масофаи дуҷадаи конуни он ҷойгир будан нишон дода шудааст.

Нурҳои аз нуктаи  $A$  бароянда баъди линза дар нуктаи  $A_1$  якдигаро бурида мегузаранд. Нуктаи  $A_1$  тасвири ҳақиқии нуктаи

Шамъро аз линза дур кардан мегирем. Вақте ки шамъ дар тарафи дигари конуни линза ҷойгир мегардад, тасвири он аз назар ғойб мегардад.

Аммо дар дигар тарафи линза дар экран гузошташуда тасвири калон ва ҷапнаи шамъ ҳосил мешавад. Ҳангоми шамъро дар масофаи дуҷадаи конуни линза ҷойгир намудан

$A$ -и предмет мебошад.  $A_1B_1$  тасвири ҳақиқӣ, чаппа ва калоншудаи предмети  $AB$  мебошад. Агар дар ҷои тасвири ҳосилгардида экранро ҷой диҳем, тасвир хеле хуб дида мешавад.

Агар тасвир мавҳум мебуд, онро дида наметавонистем.

Ҳамин тариқ, агар предмет дар байни қонуни линза ва масофаи дучандаи қонуни он ҷойгир бошад, тасвири он ҳақиқӣ, чаппа, калоншуда ва дар тарафи дигари линза дуртар аз масофаи дучандаи қонуни он ҳосил мешавад.

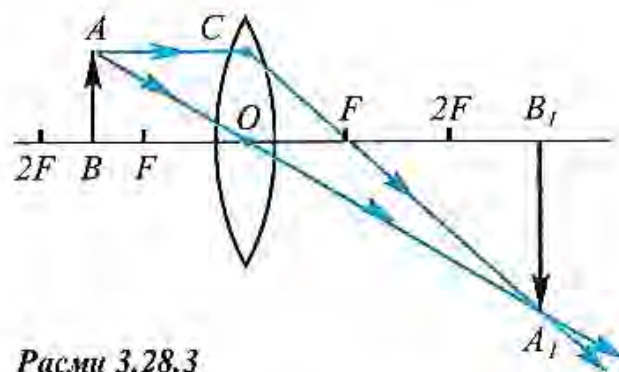
Ин гуна тасвирҳо дар дастгоҳҳои проексионӣ ва кино ҳосил мешаванд. Барои дар экран ҳосил намудани тасвири роста диапозитив ё кинонаворро чаппа мегузоранд.

Ҳангоми предметро дар масофаи аз масофаи дучандаи қонунӣ зиёд ҷойгир кардан тасвир хурд, чаппа, ҳақиқӣ ва дар он сӯи линза дар байни қонун ва масофаи дучандаи қонунӣ ҳосил мегардад (расми 3.28.4). Ин гуна тасвир дар дастгоҳи суратгирӣ ҳосил мешавад.

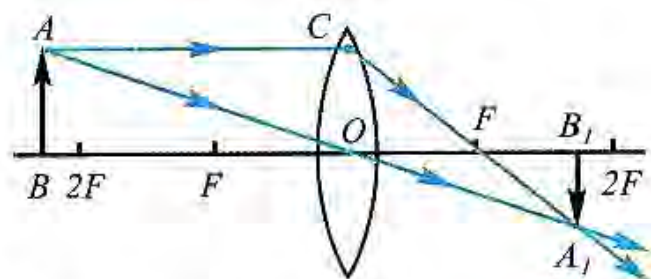
Ҳамин тариқ, намуди тасвир ва мавқеи он аз ҷойгиршавии предмет нисбат ба линза вобаста мебошад. Чӣ тавре, ки дидем, тасвири ҳақиқию калонтарини предмет дар мавриди байни қонун ва масофаи дучандаи қонуни линза ҷойгир шудани предмет ҳосил мешавад.

Дар расми 3.28.5. ҳосилшавии тасвир дар линзаи парокандакунанда нишон дода шудааст.

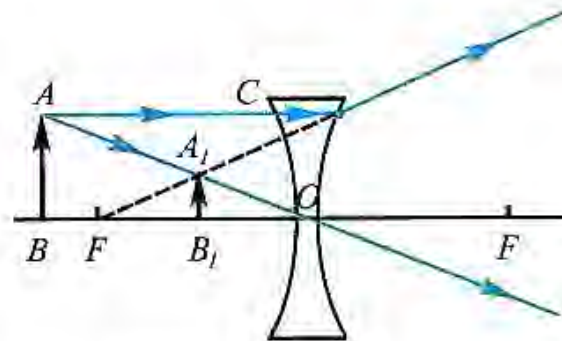
Аз расми 3.28.5 дида мешавад, ки линзаи парокандакунанда барои ҳамагуна мавқеъҳои предмет тасвири хурд, мавҳум, ростай онро медиҳад ва тасвир дар ҳамон сӯи линза ҳосил мешавад, ки ҳуди предмет ҷойгир аст.



Расми 3.28.3



Расми 3.28.4

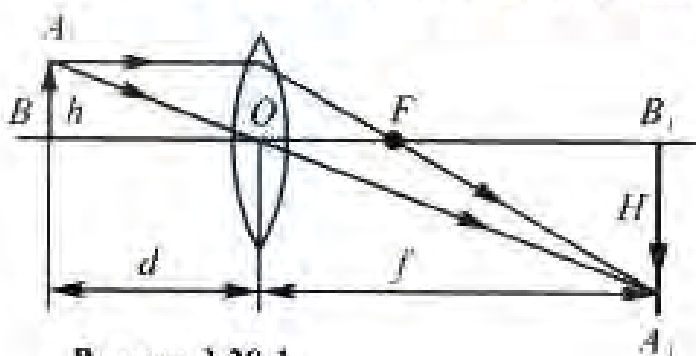


Расми 3.28.5

1. Линзаҳоро дар кучо истифода мебаранд?
2. Вобаста ба мавқеи предмет нисбат ба линза мавқеи тасвир чӣ тавр тағйир меёбад?
3. Равиши нури аз қонуни асосии линзаи барҷаста гузарандаро дар нақша нишон диҳед.
4. Равиши нури аз маркази линза гузарандаро дар нақша нишон диҳед.
5. Равиши нури ба меҳвари асосии оптикӣ параллел афтандаро дар нақша нишон диҳед.
6. Барои сохтани тасвир дар линза равиши чанд нууро дар он доништан лозим аст?
7. Предмете, ки баъди масофаи дучандаи қонунии линзаи ҷамъкунанда ҷойгир аст, тасвираш дар кучо ва чӣ гуна ҳосил мешавад?
8. Предмете, ки дар байни масофаи қонунӣ ва масофаи дучандаи қонунии линзаи ҷамъкунанда ҷойгир аст, тасвираш дар кучо ва чӣ гуна ҳосил мешавад?
9. Тасвири предметеро, ки дар байни линзаи ҷамъкунанда ва қонуни он ҷойгир аст, созад ва тавсифи онро диҳед.
10. Тасвири ҳақиқию калонтарини линзаи ҷамъкунанда дар кадом маврид ҳосил мешавад?
11. Тасвири предметеро, ки дар байни масофаи қонунӣ ва масофаи дучандаи қонунии линзаи парокандакунанда ҷойгир аст, созад ва тавсифҳои онро диҳед.

### 3.29. Формулаи линзаи тунук

Масофаи байни линза ва предметро бо ҳарфи  $d$ , масофаи байни линза ва тасвирро бо ҳарфи  $f$  ишора менамоем (расми 3.29.1).



Расми 3.29.1

Барои линзаи тунук вобастагии байни  $d$ ,  $f$  ва  $F$  бо формулаи зерин ифода карда мешавад:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad (3.29.1)$$

Ифодаи (3.29.1) формулаи линзаи тунук номида мешавад.

Бузургии ба масофаи қонунии линза чаппаро қувваи оптикӣ  $D$  линза меноманд:

$$D = \frac{1}{F} \quad (3.29.2)$$

Яъне чӣ қадаре, ки масофаи қонунии линза хурд бошад, линза шуоъҳоро ҳамон қадар зиёдтар шикаста ё пароканда менамояд ва



қимати мутлақи қувваи оптикки линза ҳамон қадар зиёдтар мешавад. Қувваи оптикки линза бо диоптрия (дптр) чен карда мешавад. Қувваи оптикки линзаи масофани конуниаш ба 1 м баробар буда, 1 дптр мебошад:

$$1 \text{ дптр} = \frac{1}{1 \text{ м}}.$$

Қувваи оптикки линзаи масофани конуниаш 0,5 м баробар аст:

$$D = \frac{1}{0,5 \text{ м}} = 2 \text{ дптр}.$$

Барои линзаи масофани конуниаш 2,5 м қувваи оптикки баробар мешавад:

$$D = \frac{1}{2,5 \text{ м}} = 0,4 \text{ дптр}.$$

Қувваи оптикки линзиро дар таҷриба ба осонӣ муайян кардан мумкин аст. Дастан шуоъҳои параллелни ба линза афтанда дар конуни он чамъ мегарданд. Масофани конуни онро чен карда, аз формулаи (3.29.2) қувваи оптикки линза ҳисоб карда мешавад.

Ифодаи (3.29.2)-ро ба эътибор гирифта, барои формулаи линзаи тунук ҳосил мекунем:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D. \quad (3.29.3)$$

Дар формулаи (3.29.1) бузургҳои  $d$ ,  $f$ ,  $F$  ҳам мусбату ва ҳам манфӣ буда метавонанд. Барои линзаи чамъкунанда конуни он ҳақиқӣ аст ва дар пешни аъзон  $\frac{1}{|F|}$  аломати мусбат гузошта мешавад.

Барои линзаи парокандакунанда конуни он мавҳум аст ва дар пешни аъзон  $\frac{1}{|F|}$  аломати манфӣ гузошта мешавад. Барои тасвири ҳақиқӣ дар пешни аъзон  $\frac{1}{|f|}$  аломати мусбат ва барои тасвири мавҳум аломати манфӣ мегузоранд. Дар мавриди ҳақиқӣ будани тасвири нуқтаи фурузон дар пешни аъзон  $\frac{1}{|d|}$  аломати мусбат ва дар мавриди мавҳум буданиаш аломати манфӣ гузошта мешавад.

Дар линза андозан тасвири ҳосилгардида аз андозан предмет фарқ мекунад. Фарқияти андозаҳои тасвиру предмет бо мафҳуми калонкунӣ тавсиф карда мешавад.

Нисбати андозан хаттии тасвирро ( $H$ ) бар андозан хаттии предмет ( $h$ ) калонкунии хаттии линза  $\Gamma$  меноманд:

$$\Gamma = \frac{H}{h}. \quad (3.29.4)$$

Аз монандии секунҷаҳои  $ABO$  ва  $A'B'O'$  (расми 3.29.1) ҳосил менамоем:

$$\frac{H}{h} = \left| \frac{f}{d} \right|.$$

Ин нисбатро ба эътибор гирифта, барои калонкунии линза ҳосил мекунем:

$$\bullet \quad \Gamma = \left| \frac{f}{d} \right|. \quad (3.29.5)$$

Яъне калонкунии линза ҳамчун нисбати масофа аз тасвир то линза бар масофа аз линза то предмет муайян карда мешавад.

### САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Кадом формуларо формулаи линзаи тунук меноманд?
2. Чиро қувваи оптикӣ линза меноманд ва он бо кадом воҳид чен карда мешавад?
3. Қувваи оптикӣ линза ба 4 диоптрия баробар аст. Ин чӣ маъно дорад?
4. Калонкунии линза гуфта, чиро меноманд ва он чиро тавсиф мекунанд?

### НАМУНАИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

1. Аз линзаи ҷамъкунандаи қувваи оптикӣ  $D = 10$  дптр дар масофаи 15 см ҷисми андозааш 4 см ба меҳвари асосии он перпендикуляр ҷойгир аст. Масофа аз линза то тасвир ва андозаи тасвирро муайян намоед.

*Дода шудааст:*

$$\begin{aligned} D &= 10 \text{ дптр} \\ d &= 15 \text{ см} = 0.15 \text{ м} \\ h &= 4 \text{ см} = 0.04 \text{ м} \end{aligned}$$

*Ҳал.* Масофаи қонунии линзаро меёбем:

$$F = \frac{1}{D} = \frac{1}{10 \text{ дптр}} = 0.1 \text{ м}$$

Аз формулаи линзаи тунук

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\begin{aligned} f &= ? \\ H &= ? \end{aligned}$$

встифода бурда, масофа аз линза то тасвир  $f$ -ро муайян мекунем:

$$f = \frac{dF}{d - F} = \frac{0.15 \text{ м} \cdot 0.1 \text{ м}}{0.15 \text{ м} - 0.1 \text{ м}} = \frac{0.015 \text{ м}^2}{0.05 \text{ м}} = 0.3 \text{ м} = 30 \text{ см}.$$

Нисбати андозаи тасвир бар андозаи предметро ҳамчун нисбат  $\frac{f}{d}$  муайян кардан мумкин аст:

$$\frac{H}{h} = \frac{f}{d}$$

Аз ин ҷо андозаи тасвир  $H$ -ро муайян мекунем:

$$H = h \frac{f}{d} = 0.04 \text{ м} \cdot \frac{0.3 \text{ м}}{0.15 \text{ м}} = 0.08 \text{ м} = 8 \text{ см}.$$

*Ҷавоб:*  $f = 0.3 \text{ м}$ ;  $H = 0.08 \text{ м}$ .

2. Тасвири ҳеҷнашудани предмет роста ба нисбат ба предмет ду маротиба калон буда, аз линзаи тунук дар масофаи  $f = 10$  см воқеъ аст. Масофаи қонунии линза ёфта шавад.

**Дода шудааст:**

$$\Gamma = 2$$

$$f = 10 \text{ см} = 0.1 \text{ м}$$

$$F = ?$$

**Ҳал.** Қалонкунини линза ҳамчун нисбати масофа аз линза то тасвир  $f$  бар масофа аз линза то предмет  $d$  муайян карда мешавад:

$$\Gamma = \frac{f}{d}$$

Аз ин ҷо масофа аз линза то тасвирро муайян менамоем:

$$d = \frac{f}{\Gamma} = \frac{0.1 \text{ м}}{2} = 0.05 \text{ м}$$

Аз формулаи линзаи тунук

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

масофаи қонунии онро ҳисоб мекунем:

$$F = \frac{df}{f+d} = \frac{0.05 \text{ м} \cdot 0.1 \text{ м}}{0.05 \text{ м} + 0.1 \text{ м}} = \frac{0.005 \text{ м}^2}{0.15 \text{ м}} = 0.033 \text{ м} = 3.3 \text{ см.}$$

*Ҷавоб:*  $F = 0.033 \text{ м}$ .

## МАШҚ

1. Масофа аз предмет то линза  $d = 10$  м ва аз линза то тасвир  $f = 2.5$  м аст. Қувваи оптики линзaro ёбед. (*Ҷавоб:*  $D = 1.04$  диоптр)
2. Қисми андозааш  $h = 0.33$  м аз линзаи ҷамъкунандаи масофаи қонуниаш  $F = 0.3$  м дар масофаи  $d = 0.15$  м ҷойгир аст. Тасвир дар кадом масофа аз линза ҳосил мешавад. Андозаи тасвирро ёбед. (*Ҷавоб:*  $f = -0.3$  м.  $H = 0.66$  м)

## 3.30. Асбобҳои оптикӣ

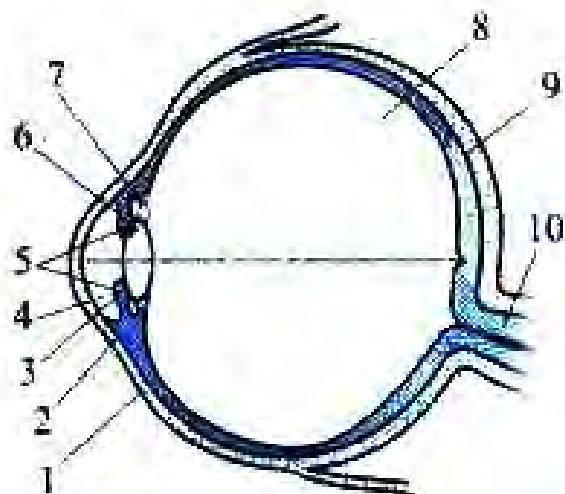
Сохти асбобҳои оптикӣ гуногун ба қонунҳои оптикаи геометрӣ васос карда шудаанд. Ба асбобҳои оптикӣ чашм, айнак, сураатгирак, микроскоп, дурбин, телескоп ва ғайраҳо дохил мешаванд.

### 3.30.1. Чашм

Чашми одам ва аксарияти ҳайвонҳо тақрибан шакли куравӣ доранд (расми 3.30.1).

Диаметри он тақрибан ба 2.5 см баробар аст. Рӯи чашм бо пардаи сафедӣ ҷамъкунанда (1) нӯшида шудааст ва онро салибия меноманд. Дар қисми пешии шаффофи он қарниа (2) ҷойгир аст.

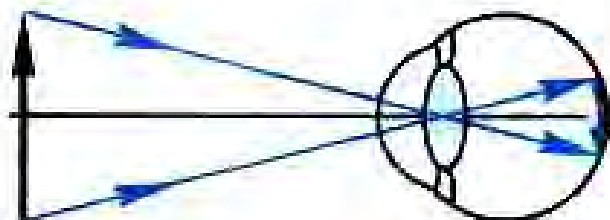
Аз қарниа андаке дуртар ғардан рағғи ҳос дошта (3) мавҷуд аст ва он ғнабия ном дорад. Байни пардаи қарниа ва пардаи ғнабия мӯси шаффоф (зулоғия (4)) ҷойгир мебошад. Дар пардаи ғнабия



Расми 3.30.1

чисмҳои наздик нигоҳ кардан барҷастагии онро зиёд мекунад. Дар паси зучочия узви шаффофи шишамонанди ниммоя (8) тамоми қисми боқимондан чашмро ишғол мекунад.

Қаъри чашм бо пардаи хеле мураккаби тўрмонанд (9) шабакия пӯшонида шудааст. Дар шабакия нӯғҳои торҳои асаби химчашакли ба рӯшноӣ ҳассос (10) мавҷуданд.



Расми 3.30.2

сӯроҳие ҳаст, ки онро гавҳарак (5) меноманд.

Ҳангоми афтидани рӯшноӣ вобаста ба равшании он диаметри гавҳарак аз 2 то 8 мм тағйир меёбад. Ин ба тағйирёбии андозаи диафрагмаи дастгоҳи суратгирӣ монандӣ дорад. Дар паси гавҳарак узви шаффофи линзамонанд зучочия (6) ҷойгир мебошад. Шакли зучочияро мушаки махсус (7) каму беш тағйир дода метавонад, вақти ба

Рӯшноии ба чашм афтанда дар сатҳи қарния, гавҳарак ва узви шишамонанд, ки системаи оптикӣ чашмро ташкил мекунад, паёнай шикаста, дар шабакия тасвири ҳақиқӣ, хурд ва чаппаи предмети таҳти назарро ҳосил мекунад (расми 3.30.2).

Шабакия дар чашм ба сифати «экран» хизмат мекунад. Рӯшноӣ ба нӯғҳои асаби дар шабакия буда афтида, онҳоро меангезонад ва ин ангезиш бо ёрии торҳои асаб ба майна дода мешавад ва одам рӯшноиро эҳсос мекунад ва предметро мебинад.

Агар предмет хеле дур бошад, тасвир дар шабакияи чашми солим бе ҳеҷ гуна тарангшавии мушакҳои зучочия ҳосил мешавад. Ҳангоме, ки предмет ба чашм наздик шудан мегирад, зучочия фишурда мегардад ва масофаи қонунии чашм хурд мешавад ва ҳамвории тасвир аз нав бо шабакия ҳамҷоя мешавад. Ин ҳодиса дар натиҷаи беҳтиёр (рефлексӣ) таранг шудани мушакҳо ба вучуд омада, қачни зучочияро тағйир медиҳад.

Ин гуна қобилияти ба тағйирёбии масофаи предмет мувофиқ шудани чашмро мутобиқат (аккомодатсия)-и чашм меноманд (аз латинӣ *accomodatio* – мутобиқшавӣ). Аккомодатсия ҳангоми предмет аз чашм дар масофаи 12 см ҷойгир будан огоз мегардад. Масофае, ки дар он чашм ҷузъиёти предметро бе шиддати бинӣ фарқ карда метавонад, масофаи биниши беҳтарин номида мешавад.

Барои чашми солим масофаи бехтарини биниш ба 25 см баробар мебошад. Хангоми ҳондану навиштан ва чизе дӯкхан ҳамин фосилаи бинишро бояд риоя намоем. Нуктаи дуртарини мутобиқати чашми солим дар беохирӣ мебошад ва он ба ҳолати аз ҳамагуна шиддат озод будани чашм мувофиқ меояд. Чи қадаре ки предмет ба чашм наздик бошад, шиддати мушакҳои чашмҳои чапну рост ҳамон қадар зиёдтар фарқ мекунад. Тасвири предметҳои наздик дар шабакиҳои чашмҳои чапну рост аз ҳамдигар андаке фарқ мекунад. Ин гуна хусусият ба одам имконият медиҳад, ки дар бораи дурин предмет, чузҳои он ва ҳаҷми он тасаввурот пайдо намояд.

### САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

1. Аз расми 3.30.1 истифода бурда, сохти чашм ва вазифаи ҳар як чузӣ онро баён кунед.
2. Ба туфайли чӣ дар шабакии чашм тасвири предмет ҳосил мешавад?
3. Масофаи хубтарини биниш гуфта, чиро меноманд ва он барои чашми солим чӣ қадар аст?
4. Биниш бо ду чашм чӣ гуна афзалият дорад?

### 3.30.2. Айнак

Барои чашми солим ба туфайли аккомодатсия тасвири предмет дар шабакии ҳосил мегардад. Чашм ҳамон вақт солим ҳисобида мешавад, ки агар ба шиддати мушакҳои нурҳои параллелиро дар як нуктаи шабакии чамъ намояд (расми 3.30.3, а).

Чашми баъзе одамон ба душворӣ тасвири предмети дурро на дар шабакии, балки пештар аз он ҳосил мекунад (расми 3.30.3, б). Чунин одамон предметҳои дурро бараъло дида наметавонанд ва ин гуна нуқсони чашмро наздикбинӣ меноманд. Сабаби наздикбинӣ дар дур будани шабакии аз зучоқия (дар муқоиса бо чашми солим) мебошад. Одами наздикбин предметро танҳо аз масофаи муайян сар карда хуб мебинад.

Чунин одамон предметҳои дурро бараъло дида наметавонанд. Масофаи биниши бехтарини чашми наздикбин аз 25 см хурд мебошад. Нуқсони дигари чашм дурбинӣ ном дорад.



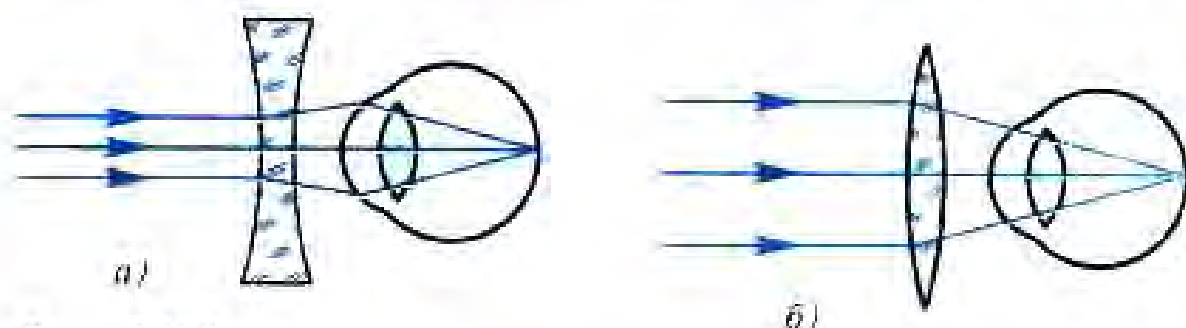
Расми 3.30.3

Барои ин гуна одамон тасвири предметҳои дур дар паси шабакият ҳосил мешавад (расми 3.30.3, в). Одами дурбин чашмаширо ҳангоми дидани предметҳои наздик таранг мекунад. Чунин одамон предметҳои наздикро бараъло дида наметавонанд. Масофаи биниши беҳтарини чашми дурбин аз 25 см зиёд мебошад.

Барои чашмҳои дурбин шабакият ба зучокият наздиктар (дар муқоиса бо чашми солим) мебошад. Барои ислоҳи намудани наздикбинӣ ва дурбинӣ аз айнакҳои истифода мебаранд. Айнакҳои линзаҳои барҷаста (ҷамъкунанда) ва фуруҳамида (парокандакунанда) нобрат мебошанд.

Барои он ки дар чашми наздикбин тасвир ба шабакият кӯчонида шавад, қувваи оптикӣ системан нуршиканандан чашмиро кам кардан лозим аст. Бо ин мақсад барои ислоҳи наздикбинӣ аз айнаки линзаи парокандакунанда дошта истифода мебаранд (расми 3.30.4, а).

Барои дар шабакият ҳосил кардани тасвир дар чашми дурбин қувваи оптикӣ системан нуршиканандан чашмиро пурқувват кардан лозим аст. Бо ин мақсад барои ислоҳи дурбинӣ аз айнаки линзаи ҷамъкунанда дошта истифода мебаранд (расми 3.30.4, б).



Расми 3.30.4

Барои ислоҳи наздикбинӣ аз айнакҳои қувваи оптикӣ линзаҳои фуруҳамидаашон  $-0,5$  дптр,  $-2$  дптр,  $-3,5$  дптр ва барои ислоҳи дурбинӣ аз айнакҳои қувваи оптикӣ линзаҳои барҷастаашон  $+0,5$  дптр,  $+3$  дптр,  $+4,25$  дптр ва ғайра истифода мебаранд.

#### САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

1. Нуқсонҳои асосии чашмиро номбар намоед.
2. Кадом чашм наздикбин номида мешавад?
3. Барои чашми наздикбин тасвири предмет дар кадом сӯи шабакият воҳеъ мегардад?
4. Кадом чашм дурбин номида мешавад?
5. Наздикбинӣ ва дурбиниро чӣ тавр ислоҳ мекунанд?
6. Аз айнакҳои линзаҳои фуруҳамида кадом вақт истифода мебаранд?
7. Аз айнакҳои линзаҳои барҷаста кадом вақт истифода мебаранд?

- 1 Айнақҳов, ки қувваҳои оптикӣ линзаҳояшон  $+2$  дптр,  $-0,25$  дптр,  $-4$  дптр,  $+1,5$  дптр аст кадом нуқсонҳои чашмиро ислоҳ мекунанд. Линзаи кадоме аз ин айнақҳо масофаи конунии калонтар (аз рӯи қимати мутлақ) дорад?
- 2 Писарча бо ёрии айнак дар девори хона тасвири ҳосил кард. Вай аз чӣ гуна айнак истифода бурд?
- 3 Масофаи конунии линзаи айнақҳоро, ки дар хонавон мавҷуданд, муайян намоед.

### 3.30.3. Суратгирак

Расми ғарӣ дар солҳои сиюми асри XIX ихтироъ карда шудааст. Расмгирӣ дар тамоми соҳаҳои ҳаёт татбиқи васеи амалӣ дорад ва он имконият медиҳад, ки объектҳои гуногун, афқанишотҳои ноаён ва ғайраҳо ба қайд гирифта шавад. Аввалин бор соли 1840 сурати Моҳ ва соли 1842 сурати Оғтоб гирифта шуда буд. Соли аз сол дастгоҳҳо ва усулҳои суратгирӣ такмил ёфта истодаанд, ҳоло аз суратгирӣ ранга ба таври васеъ бештар истифода мебаранд ва сурати ҷисмҳои баҳру уқёнусҳо, сайёраву ситораҳо гирифта мешаванд.

4 октябри соли 1959 бо ёрии стансияи автоматӣ байнисайёравии сардолашуда расми тарафи ноамоёни Моҳ гирифта шуд. Сурати Замиро стансияи автоматӣ «Зонд-5», ки дар Иттиҳоди Шӯравӣ соли 1968 сар дода шуда буд, аз қайҳон гирифт. Аз суратгирӣ дар қорҳои илмӣ-тадқиқотӣ ба таври васеъ истифода мебаранд.

Дар дастгоҳи расмгирӣ барои сабти тасвир аз тасвири кимиёии рӯшноӣ истифода бурда мешавад.

Нақшаи дастгоҳи суратгирӣ дар расми 3.30.5 нишон дода шудааст.

Он аз камераи ношаффоф  $K$  ва системаи линзаҳо ё линзаи  $L$ , ки объектив ном дорад, иборат аст. Объектив дар қисми пешии камераи рӯшноиногузар ва дар девори қафои он, дар ҷое, ки тасвир пайдо мешавад, лавҳаи расмгирӣ ё навори рӯшноихассос  $H$  гузошта шудааст. Объектив дар навори рӯшноихассос тасвири ҳақиқии чаппаи предметро ба вуҷуд меорад. Предмети  $AB$  дар аксари мавридҳо дар масофаи аз масофаи дучандаи конунии линза дуртар ҷойгир мешавад ва дар ин ҳолат тасвири хурду чаппаи он  $A_1B_1$  ҳосил мешавад. Бо мақсади дар навор ҳосил кардани тасвири возеҳи предмет объективро қад-қадӣ меҳвари оптикӣ пешу ақиб бурда, аз навор дуру наздик кардан мумкин аст.



Расми 3.30.5



Расми 3.30.6

Дастгоҳи суратгирӣ дар расми 3.30.6 нишон дода шудааст. Ҳангоми суратгирӣ доирачаи объектив бо ёрии затвори махсус кушода мешавад ва тасвир ба навори рӯшноихассос меафтад.

Дар таҳти таъсири рӯшноии афтанда таркиби андудани навор тағйир меёбад ва тасвир дар он нақш мебандад. Барои намоён кардани тасвир наворро ба маҳлули падидаи мегӯтонанд.

Бо таъсири падидаи чойҳои рӯшноӣ расидани навор тира мегардад. Тасвири дар навор ҳосилгардида негатив (аз лотинӣ *negativus* – манфӣ) номида мешавад.

Дар негатив чойҳои сафеди предмет сиёҳ ва чойҳои сиёҳаш сафед (шаффоф) мебароянд. Барои аз таъсири рӯшноӣ дигар тағйир наёфтани негатив онро ба маҳлули махсуси дигар – фиксаж мегӯтонанд ва дар он қабати рӯшноихассос дар чойҳои рӯшноӣ нарасидани навор ҳал гардида, шуста мешавад. Баъд негативро шуста, хушк мекунанд.

Аз негатив позитив (аз лотинӣ *positivus* – мусбат) ҳосил мегардад. Дар позитив сиёҳиву сафедихо ба монанди предмети ба суратафтанда мебошад. Барои ҳосил кардани сурати предмет негативро ба қоғази рӯяш бо қабати рӯшноихассос андудашуда (қоғази расмгирӣ) наздик гузошта, равшан мекунанд. Баъд қоғази расмгириро аввал ба падидаи сипас ба фиксаж мегӯтонанд, сони шуста хушк менамоянд.

### САВОЛҶО БАРОИ ТАҚРОР

1. Дар линзаи чамъкунанда чӣ гуна тасвирҳо ҳосил мешаванд? Кадоме аз онҳо дар суратгирак ҳосил мегардад?
2. Суратгирак чӣ гуна сохт дорад ва объективи он аз чӣ иборат аст?
3. Ҳангоми суратгирӣ кадом амалиёт иҷро карда мешавад?
4. Дар суратгирак тасвири предмет дар кучо ҳосил мешавад?
5. Барои дар суратгирак ҳосил кардани тасвири возеҳи предмет кадом амалиётро иҷро кардан лозим мебошад?
6. Барои дар лавҳаи расмгирӣ ё навори рӯшноихассос намоён намудани тасвир кадом амалиётро иҷро кардан лозим аст?
7. Негатив гуфта, чиро меноманд?
8. Позитив чист ва онро чӣ тавр ҳосил мекунанд?
9. Барои ҳосил кардани сурати предметҳо кадом амалиёт иҷро карда мешавад?
10. Доир ба истифодаи суратгирӣ мисолҳо биёред.



1. Масофаи конунии объективи суратгирак 5,8 см мебошад. Қувваи оптикии он чӣ қадар аст?
2. Масофаи конунии объективи суратгирак 12 см аст. Агар дарозии расми бинои дарозинаш 80 м ба 6 см баробар бошад, расми бино аз кадом масофа гирифта шудааст?

### 3.30.4. Микроскоп

Барои ҳосил кардани тасвири калони ҷисмҳои андозаашон хурде, ки дар чашми номусаллаҳ нонамоёнанд (зарраҳо), аз микроскоп истифода мебаранд. Намуди яке аз микроскопҳо дар расми 3.30.7 нишон дода шудааст. Нақшаи сохти микроскопи оддӣ ва ҳосилшавии тасвир дар он дар расми 3.30.8 оварда шудааст.

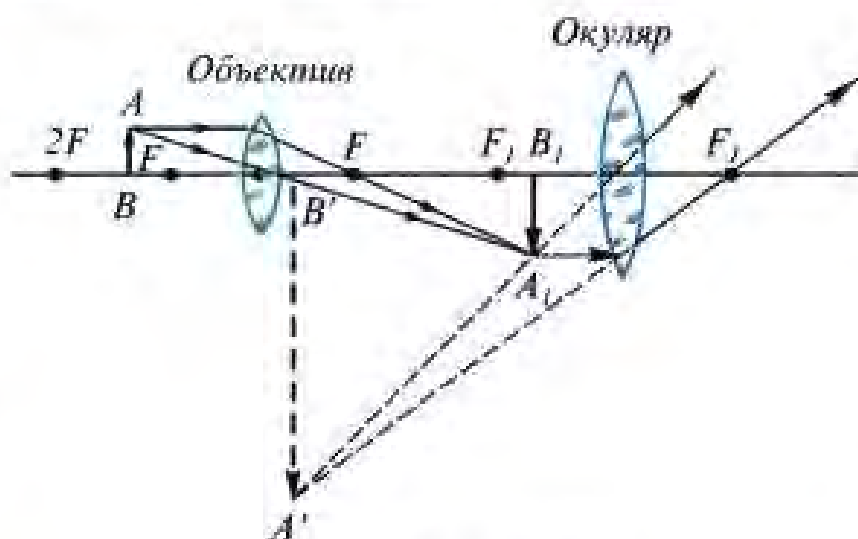
Микроскопи оддӣ аз ду линзаи ҷамъкунанда иборат аст. Линзаи қутбкунуна объектив ва линзаи дарозкунуна окуляр ба шумор мераванд.

Дар объектив тасвири ҳақиқӣ, ҷаппа ва калон кардашудаи предмет ҳосил мегардад. Ин тасвир дар окуляр чандин маротиба калонтар ҳосил мешавад ва он нисбат ба тасвири дар объектив ҳосилшуда рӯста ва мавҳум мебошад.

Дар окуляр тасвир бояд дар масофаи биниши беҳтарин (25 см) ҳосил гарзад. Окулярро ҷой иваз кунонда, тасвири возеҳи предметро ҳосил мекунанд. Дар микроскопҳо зарраҳои андозаашон то 0,3 микрон (мкм) мушоҳида мешаванд. Зарраҳои андозаашон аз 0,3 мкм хурд дар микроскоп фарқ карда намешаванд, чунки дар ин зарраҳо рӯшноӣ ба дифраксия дучор мегардад. Аммо дар мавриди ба ҷои рӯшноӣ истифода кардани дастаи электронҳо зарраҳои аз якдигар дар масофаи  $10^{-5}$  мкм воқеъгардидаро низ фарқ кардан имконпазир аст. Чунин микроскопҳоро электронӣ меноманд.



Расми 3.30.7



Расми 3.30.8

Микроскопҳои муосир объектив ва окулярҳои мураккаб доранд ва дар онҳо андозаи предметҳои хурд то 3000 маротиба калон карда мешавад. Калонкунии микроскоп аз формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$\Gamma = \frac{\delta l_{\delta, \delta}}{F_{об} \cdot F_{ок}} \quad (3.30.1)$$

Дар ин ҷо  $\delta$  – масофаи байни конунҳои объектив ва окуляр,  $l_{\delta, \delta}$  – масофаи биниши бехтарин,  $F_{об}$  – масофаи конунии объектив,  $F_{ок}$  – масофаи конунии окуляр мебошад.

Агар барои микроскоп  $F_{об} = 1$  мм,  $F_{ок} = 10$  мм,  $\delta = 100$  мм ва  $l_{\delta, \delta} = 25$  см бошад, калонкунии он баробар мешавад:

$$\Gamma = \frac{100 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot 25 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{1 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = 2500 \text{ маротиба.}$$

#### САВОЛҲО БАРОИ ТАҚРОР

1. Микроскопро бо кадом мақсад истифода мебаранд?
2. Микроскоп аз кадом қисмҳо иборат аст?
3. Объективи микроскоп аз чӣ гуна линза иборат аст?
4. Окулярҳои микроскоп аз чӣ гуна линза иборат аст?
5. Дар микроскоп тасвири предмети созад ва онро тавсиф диҳед.
6. Дар микроскоп зарраҳои чӣ гуна андозадоштаро мушоҳида кардан мумкин аст?
7. Чаро дар микроскопҳо зарраҳои аз 0,3 мкм хурдро мушоҳида кардан мумкин нест?
8. Чӣ гуна микроскопҳоро электронӣ меноманд?
9. Микроскопҳои муосир то чанд маротиба калон мекунанд?
10. Калонкунии микроскоп бо кадом формула муайян карда мешавад?

#### МАШҚ

1. Микроскоп аз объективи масофаи конуниаш  $F_{об} = 2$  мм ва окуляри масофаи конуниаш  $F_{ок} = 40$  мм иборат аст. Масофаи байни конунҳои объектив ва окуляри микроскоп  $\delta = 18$  см мебошад. Калонкунии микроскопро муайян намоед. (Ҷавоб:  $\Gamma = 562,5$  маротиба)
2. Масофаи конунии объективи микроскоп 4 мм ва аз окуляр 25 мм аст. Агар предмет аз конуни объектив дар масофаи 0,2 мм мавҷуд бошад, калонкунии микроскоп тақрибан чӣ қадар мешавад? (Ҷавоб:  $\Gamma = 200$  маротиба)