

**«ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ОПТИКА» ТАРАУЫ  
БОЙЫНША ТЕОРИЯ МЕН ЕСЕПТЕР  
ЖИНАҒЫ**

АЛМАТЫ, 2024

## 1. Жарықтың түзусызықты таралу заңы

Ежелгі заманнан бері адамдар қазіргі уақытта да өте маңызды рөл ойнайтын жарықтың табиғатын ойланатын. Жарық құбылыстары мен оптикалық аспаптар адам өмірінде маңызды орын алады. Жарықтың таралу заңдарын адамдар құрылыс саласында және әртүрлі оптикалық аспаптар жасағанда пайдаланады. Күнделікті өмірде біз кемпірқосақ, дисперсия, жарықтың сынуы мен шағылуы, сағым, Күн мен Ай тұтылуы сияқты көптеген оптикалық құбылыстарды байқаймыз. Жарық құбылыстары біздің өмірімізде маңызды рөл атқарады: Жарық денелерді жарықтандырады, қыздырады, химиялық әсер етеді.

**Жарық** – бұл 300 000 км/с жылдамдықпен таралатын электромагниттік сәулелену.

Жарық көздері деп көрінетін жарықты шығаратын денелерді айтамыз. Кез-келген денені жоғары температураға дейін қыздырсақ ол жарық шығарады, яғни қызған денелер жарық көздері болып табылады. Оларды **жылулық жарық көздері** деп атайды. Мұндай жарық көздеріне Күн, алау, қыздыру шамы және т.б жатады. Сонымен қатар суық жарық көздері болады. **Суық жарық көздері** – бөлме температурасына жуық температурада жарқырайтын денелер. Мысалы, теледидардың, ұялы телефон мен компьютердің экраны, жарық бөлетін тірі организмдер және т.б.

Сонымен қатар жарық көздерін табиғи және жасанды деп бөледі. Табиғатта кездесетін жарықты шығару қабілетіне ие болатын объектілер мен құбылыстар **табиғи**, ал адамның қолымен жасалғандар **жасанды** жарық көздері болып табылады. Табиғи жарық көздеріне Күнді, жұлдыздарды, найзағай және жарқырауық қоңыздарды, кейбір терең суда мекендейтін балықтарды жатқызуға болады. Жасанды жарық көздерін екіге бөліп қарастырамыз: жылулық және люминисцентті. **Жасанды жылулық** көздері: май шам, алау, шамдар. **Люминисцентті**: теледидар, люминисцентті шамдар.



Көптеген денелер өзіне түскен жарықты шағылыстарғаннан жарықтанады, мысалы Ай мен айна.



*Физикада нүктелік жарық ұғымы жиі кездеседі. Нүктелік жарық көзі дегеніміз не?*

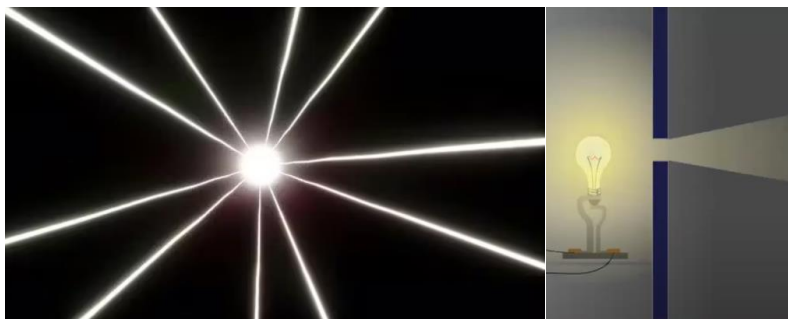
**Нүктелік жарық көзі** – бұл өлшемдерін елемеуге болатын жарық шығаратын дене. Нүктелік жарық көзі ретінде жұлдыздарды, майшамды және шамды келтіруге болады.

Жарықтың таралу процесі физиканың геометриялық оптика бөлімінде қарастырылады. Бұл бөлімде жарықтың таралуын геометриялық заңдарға негіздеп түсіндіреді және жарықтың табиғатын қарастырмайды.

*И.Ньютон мен И. Гюйгенс* зерттеулерінде «сәуле» деген ұғым бар. Ол жарықтың таралу бағытын анықтайды.



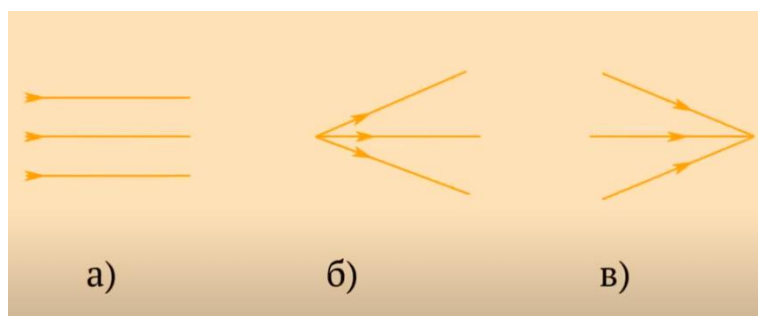
**Сәуле** – бойымен жарық таралатын түзу сызық. Жарық сәулесі жарық көзінен бастау алады және жарық шоғын көрсету үшін қолданылады. Жарық шоғын мөлдір емес пластинаны кішкене тесіп, жарықты соған бағыттау арқылы көрсетуге болады. Осы арқылы әртүрлі өлшемдегі жарық шоғын ала аламыз.



Бірнеше жарық сәулелерінің жиынынан жарық шоғы құралады. Жарық шоғы параллельді(а), шашыратылған(б) және жинақталған(в) жарық шоғы болып бөлінеді.

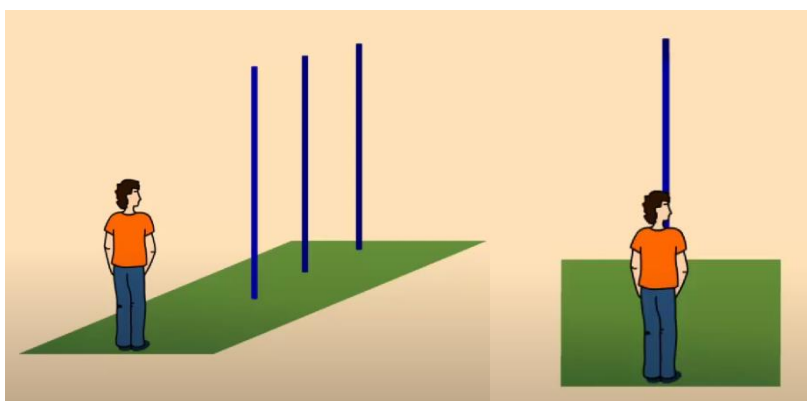
Жарық шоғының құрамындағы сәулелердің траекториялары қиылыспайтын болса, ондай шоқ *параллель* жарық шоғы деп аталады. Жарық шоғының құрамындағы сәулелер олардың нүктелік центрлерінен шығатын болса, ондай шоқ *шашыратылған* жарық шоғы деп аталады. Жарық шоғының

құрамындағы сәулелер олардың нүктелік центріне қарай бағытталса, ондай шоқ *жинақталған* жарық шоғы деп аталады.



Геометриялық оптикада жарықтың таралуын қарастыратын төрт негізгі заң бар. Олар: *жарықтың түзусызықты таралу заңы, жарықтың тәуелсіз таралу заңы, жарықтың шағылу және сыну заңдары.*

Жарықтың не екенін білмей тұрып, оның қасиетін күнделікті өмірде пайдаланған. Мысалы, ежелгі египтілер жарықтың түзусызықты таралуын бағандарды бір түзудің бойына қою үшін пайдаланатын. Олар бақылаушыға жақын орналасқан бағанға қарағанда басқа бағандар көрінбейтін етіп орналастырған. Бұл әдісті қазір де бір түзудің бойына бағандарды қою үшін қолданады. Бірнеше ғасырлық тәжірибелер жарықтың түзусызықты таралатынын көрсеткен.



Жарықтың түзусызықты таралу заңы: *біртекті мөлдір ортада жарық түзу сызық бойымен таралады.*



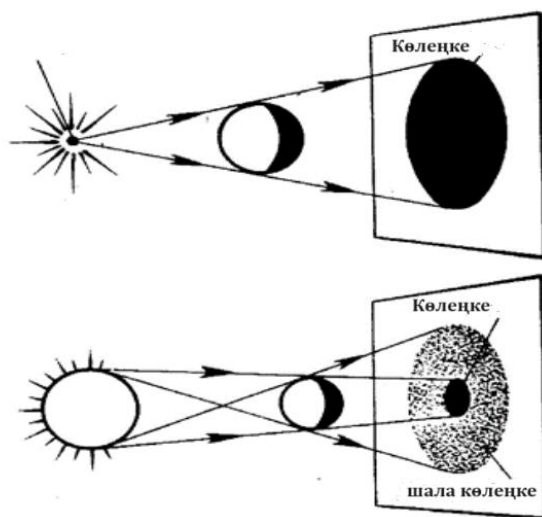
Біртекті ортада жарықтың түзу сызық бойымен қозғалу заңын, екі орта шекарасынан жарықтың сынуы мен шағылу заңын XVII ғасырдың ортасында француз ғалымы Пьер Ферма ұсынған **Ферма принципінің** көмегімен оңай алуға болады. Бұл принцип былай оқылады: *жарық кеңістіктің бір нүктесінен екінші нүктесіне ең аз уақыт кететін жолмен жүріп өтеді(таралады).*

Ферма принципін жарықтың түзусызық бойымен таралу заңына қолданайық. **Түзу** – екі нүкте арасындағы ең қысқа қашықтық. Біртекті ортаның барлық нүктесіндегі жарық жылдамдығы бірдей. Берілген ортаның бір нүктесінен екінші нүктесіне өту үшін жарық түзу бойымен қозғала отырып қана ең аз уақыт жұмсайды.

Су – мөлдір орта. Себебі, су жарықты өткізетіндіктен, судың ішіндегі денелерді көруімізге болады. Үйдің терезелері де мөлдір және жарықты өткізеді, сондықтан біз әйнектің арғы жағындағы заттарды көреміз. Үйдің қабырғалары мөлдір емес және жарықты өткізбейтіндіктен, қабырғаның арғы жағындағы заттарды көре алмаймыз.

Жарықтың түзусызықты таралуы көлеңке мен шала көлеңкенің құбылыстарын түсіндіреді. Егер жарық түзусызықты таралмаса, сәулелер кедергінің шеттеріне оралып ешқандай көлеңке болмас еді. Жарық көздерінің өлшемі әртүрлі болады. Осы себептен біз үнемі айқын көлеңке көрмейміз. Егер жарық көзінің өлшемін жарық көзінен экранға дейінгі қашықтықпен салыстырғанда елемеуге болатын болса, онда жарық көзі нүктелік болады.

Нүктелік жарық көзінен шығатын жарық шоғының жолына мөлдір емес нәрсені қоятын болсақ, оның артында көлеңкелер пайда болады, ал экранда нәрсенің контурын қайталайтын көлеңке көрінеді. Егер жарық көзі ұзыншақ болса, нәрсенің сыртында жинақталған көлеңке пайда болады. Оның бірі – толық көлеңке, кеңістіктің бұл бөлігіне екі жарық түспейді. Қалған екі көлеңкенің қоюлығы азырақ, себебі кеңістіктің бұл бөліктеріне екі жарық көзінің бірінен жарық түседі. Бұл шала көлеңке деп аталады.

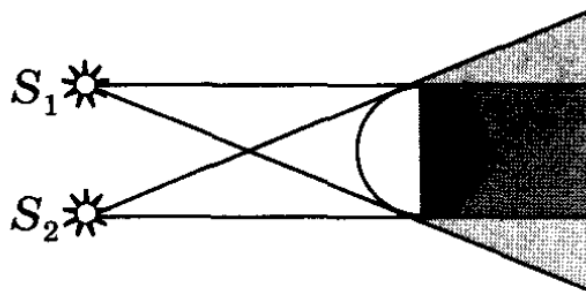


### Екі нүктелік жарық көзінен пайда болған көлеңке

Бірінші шамның қатарына екіншісін қоямыз, сонда экранда дискінің екінші көлеңкесі пайда болады. Дискінің артында көлеңке және екі жартылай көлеңке пайда болады. Жартылай (шала) көлеңке – кеңістіктің ішінара жарық түскен аймағы. Бұл аумақтарға жарық бір ғана жарық көзінен түседі. Көлеңкенің аумағына бірде-бір жарық көзінен жарық түспейді. Көлеңкеде тұрғанда біз жарық көзін



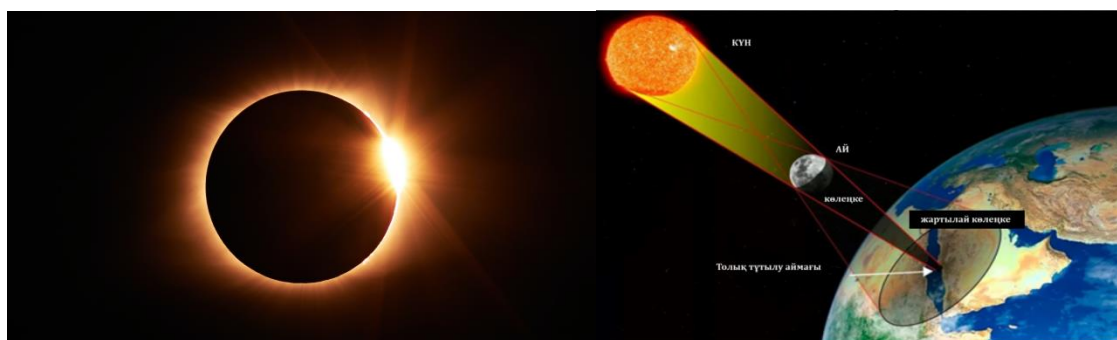
байқай алмаймыз. Шала көлеңкеде екі шамның біреуін көруге болады. Шала көлеңке аймағынан шығу арқылы екі шамды да көреміз.



Айдың және Күннің тұтылуын жарықтың түзусызықты таралу зағына сәйкес түсіндіруге болады.

### Күннің тұтылуы.

Өз орбиталарымен қозғалу кезінде Күн, Жер және Ай периодты түрде бір сызық бойына тізіледі. Егер Ай Күн мен Жердің арасында тұрса, онда Жердің кейбір аймақтарынғн көлеңкеде немесе жартылай көлеңкеде қалған тұрғындары Күннің тұтылуын бақылай алады. Күннің тұтылуы жаңа ай туған кезде ғана мүмкін болады. Бұл фазада Ай Жердің жарық (күндізгі) жағында тұрады. Айдың Жерге түскен көлеңкесінің аумағында қалған адамдар бұл кезде Күннің толық тұтылуын бақылай алады. Жартылай көлеңкеде қалған адамдар шала Күн тұтылуын көреді. Айдың көлеңкесі Жер бетінде 1 км/с жылдамдықпен таралады, сол себепті Күннің тұтылуын әр аймақтың тұрғындары әр уақытта бақылайды. Толық тұтылу уақыты 8 минуттан аспайды, ол Айдың дискісі Күннің дискісін жаба бастаған сәттен басталып, Айдың дискісі Күннің дискісінен толық кеткен сәтте аяқталады. Күннің тұтылуы 1,5 жылда 1 реттен аспайтын жиілікпен қайталанады. Күннің белгілі бір аймақтағы тұтылуы әр 200-300 жылда бір рет болады.

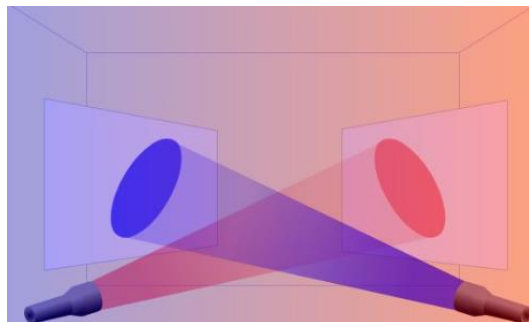


### Айдың тұтылуы.

Жер тұрғындары Айдың тұтылуын Жер Күн мен Айдың ортасында тұрып қалған кезде ғана бақылайды. Ай Жердің көлеңкесінде қалады. Аспан денелері ай толған кезде ғана осындай жағдайда болады. Сол себепті Ай тұтылған кезде біз Айдың дөңгелек дискісін көреміз. Айдың тұтылуы шамамен 1 сағат 40 минутқа дейін созылады. Күннің сәулелері Жерді айналып өтіп, Айды қою қызыл түске бояйды. Жердің қараңғы жағындағы тұрғындардың барлығы Айдың тұтылуын бір мезгілде бақылай алады.

Егер Күн, Жер және Ай бір жазықтықта қозғалатын болса, онда ай толған сайын Ай тұтылып, әр жаңа ай туған сайын Күн тұтылар еді, яғни, ай сайын екі тұтылу болар еді. Бірақ Ай орбитасының Жер орбитасынан ауытқуы шамамен 5 градус болғандықтан, тұтылу біршама сирек жүреді.

**Жарық сәулелерінің тәуелсіздік заңы** – жарық сәулелері бір-бірімен қиылысқанда таралу бағыттарын өзгертейді деп тұжырымдалатын геометриялық оптиканың екінші заңы. Олардың бір-біріне тәуелсіз тарайтындығын қараңғы бөлмеде екі қалта шамының жарық шоқтарын қиылыстыру арқылы байқай аламыз.



Жарықтың түзусызықты таралу заңына байланысты мынадай есептер кездестіре аламыз.

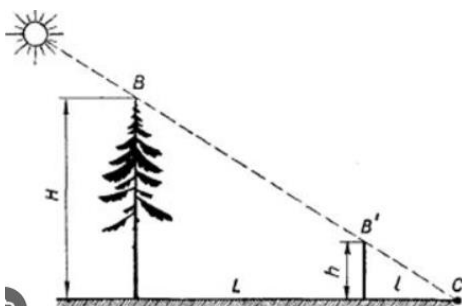
Есеп. Күндізгі уақытта ғимараттардың, ағаштардың биіктігін көлеңке арқылы қалай анықтай аламыз?

Бірінші дененің биіктігі –  $H$ , екінші дененің биіктігі –  $h$ . Бірінші дененің көлеңкесінің ұзындығы –  $L$ , екіншісінікі –  $l$ . Егер осы екі дененің жарық көзі бір болса, сәуленің түсу бұрышы бірдей болады. Яғни:

$$\tan \alpha = \frac{L}{H}; \tan \alpha = \frac{l}{h} \rightarrow \frac{L}{H} = \frac{l}{h}$$

Осы пропорция арқылы есептің шарты бойынша белгісіз шаманы анықтаймыз.

Мысалы:  $H = \frac{L \cdot h}{l}$



## 1. «Жарықтың түзусызықты таралу заңы» тақырыбына тапсырмалар

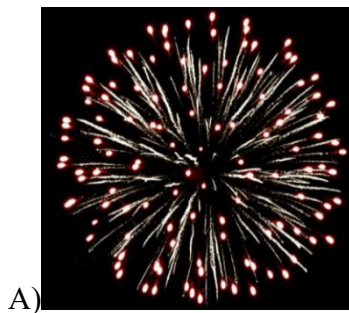
### А деңгейі

1. Неліктен ай мен Күннің тұтылуы Ай сайын болмайды?
2. Неліктен Айдың тұтылу кезеңінде ай жоғалып кетпейді, бірақ қызыл түске айналады?
3. Неліктен көше жарығынан алыстаған кезде адамның көлеңкесі мен жартылай көлеңкесінің контуры өзгереді?
4. Неліктен бір шаммен жарықтандырылған бөлме заттардан қатты көлеңке алады, ал люстра жарық көзі ретінде қызмет ететін бөлмеде мұндай көлеңкелер байқалмайды?

5. Жарық пен көру оқуға қалай көмектеседі?
6. Ай жарық көзі ме? Қандай аспан денелері жарық көзі болып табылады?
7. Суреттегі жарық көздерінің қайсысы табиғи, ал қайсысы жасанды?



8. Шамның бәрі жарық көзі ме, әлде оның жалыны ғана ма?
9. Төменде келтірілген жарық көздерін табиғи және жасанды деп бөліп, кестені толтырыңыз.  
Дереккөздер: шам, найзағай, күн, теледидар экраны, мысықтың қараңғыда жарқыраған көздері, Аврора, сіріңке, жұлдыздар, от жағу, электр шамы, өрт сөндіргіштер, флуоресцентті шам, кемпірқосақ, автомобиль фаралары.
10. Нүктелік және кеңейтілген жарық көздеріне мысалдар келтіріңіз.
11. Дене қандай жағдайда көлеңке мен жартылай көлеңке түсіреді?
12. Күн мен Айдың тұтылуы қандай жағдайда болады?
13. Суретте көрсетілген жарық көздерінің қайсысы нүктелі, ал қайсысы ұзартылған?

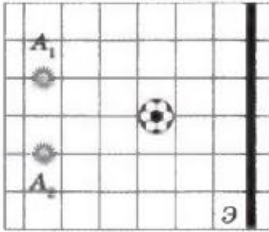


14. Сіз қандай заттың жартылай көлеңкесінде екеніңізді қандай белгіден таба аласыз?
15. Жарық таралатын сызық қалай аталады?
16. Табиғи жарық көздеріне мысалдар келтіріңіз.
17. Жасанды жарық көздеріне мысалдар келтіріңіз.
18. Не ұзаққа созылады – Күннің толық тұтылуы немесе Айдың толық тұтылуы?
19. Жылу шамдарының суықтан айырмашылығы неде?
20. Қандай жарық көздерін шағылыстырғыш деп санауға болады?



## В деңгейі

1. Бір жарық көзін бір жағдайда нүктелік, ал екіншісінде ұзартылған деп санауға бола ма? Сіздің жауабыңыздың дәлелі ретінде мысал келтіріңіз.
2. Бір таяқшадан әртүрлі ұзындықтағы көлеңкені қалай алуға болады? Жауапты суретпен суреттеңіз.
3. Допты суретте көрсетілгендей екі көз жарықтандырады. Көлеңке мен жартылай көлеңке аймақтарын сызыңыз.



4. Қандай жағдайда бүйірден жарық сәулесін көруге болады?
5. Бір түзу сызықта бір бағаннан бір-бірінен алшақ орналасқан үшеуінің бар-жоғын қалай тексеруге болады? Сіз ұсынған әдіс неге негізделген?
6. Жарық көзінің өлшемдері жартылай көлеңке аймағының еніне қалай әсер етеді?
7. Неліктен бұлтты күнде заттар көлеңке бермейді? Мұндай күні жарық көзі қандай?
8. Тік тірек шуақты күнде көлеңке түсірмеуі мүмкін бе?
9. Егер сіздің өсуіңіз белгілі болса, күн шуақты күнде ағаштың биіктігін оған сәйкес келмей қалай өлшеуге болады? Жауабыңызды түсіндіретін диаграмма сызбасын жасаңыз.
10. Дене шамға неғұрлым жақын болса, соғұрлым ол көлеңке түсіреді. Неліктен?
11. Неліктен күн тұтылуы әрқашан жаңа Ай кезінде, ал айдың тұтылуы толық ай кезінде болады? Жауапты схемалық сызбалармен негіздеңіз.
12. Тегіс көлденең платформада екі тік көлденең баған бар. 1-ші бағанның биіктігі 3 м, ал 2-шісінің биіктігі 2 м. 1-ші көлеңкенің ұзындығы 4 м, ал 2-ші 3 м. Жарық көзі дегеніміз не күн немесе фонарь? Негіздеңіз.
13. Неліктен жанып тұрған оттың жанында отырып, біз оттың екінші жағында орналасқан заттардың тербеліп тұрғанын көреміз?
14. Неліктен қараңғы уақытта жүргізушілер көліктер кездескен кезде фараларды алыс жарықтан төменге ауыстырады?
15. Неліктен сынып оқушылары терезелері сол жақта болатындай отыруы керек?

## С деңгейі

1. Көлденең платформада екі тік баған бар. Бірінші бағанның биіктігі 2 м, ал көлеңкесінің ұзындығы 1 м. егер оның көлеңкесінің ұзындығы 50 см болса, екінші бағанның биіктігі қандай? Жарық көзі-Күн.

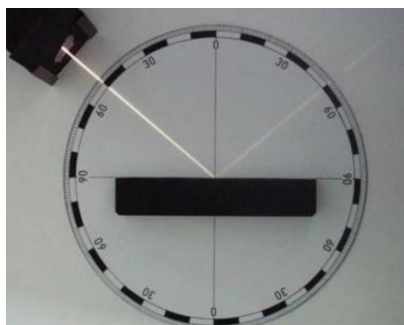
2. Көше шамы 4 м биіктікте ілулі, егер шам бекітілген тіректің түбінен 3 м қашықтықта тігінен орнатылса, 1,5 м биіктіктегі таяқша көлеңкенің қанша ұзындығын тастайды?
3. Қоршауда диаметрі 1 см дөңгелек тесік бар, ал тесікке қарама-қарсы қоршаудың артында диаметрі 12 см алма ілулі тұр, егер ол қашықтығы болса, бүкіл алманы көру үшін қоршаудан қандай қашықтықта көз болуы керек. алма қоршауға дейін 1 м?
4. Күн төбенің артына батады, оның үстінде биіктігі 30 м Жалғыз ағаш тұр, егер ағаштың биіктігі күн дискісінің диаметріне тең деп ойласа, адам ағаштан қандай қашықтықта орналасқан?
5. Биіктігі 1,2 м болатын екі баған көше шамының жанына орналастырылған, сондықтан көше шамының түбінен бағаналардың негіздеріне дейінгі қашықтық 0,8 м-ге ерекшеленеді, ал бағандармен лақтырылған көлеңкелер 0,4 м-ге ерекшеленеді.
6. Көше шамы 3 м биіктікте ілулі тұр, ұзындығы 1,2 м, белгілі бір жерде тігінен орнатылған таяқ көлеңке түсіреді, оның ұзындығы таяқтың ұзындығына тең. Таяқ тіректің түбінен қандай қашықтықта орналасқан?
7. Шуақты күнде үйден жердегі көлеңкенің ұзындығы 45 м, биіктігі 3 м ағаштан көлеңкенің ұзындығы 4 м. үйдің биіктігі қандай?
8. Биіктігі 4 метр төбеге шам ілулі тұр. Шыбын еденнен 3 м биіктікте бөлмеде 2 м / с жылдамдықпен ұшады. шыбын шамның астында ұшып бара жатқан сәтте шыбынның көлеңкесі еденге қандай жылдамдықпен қозғалады?
9. Сіз созылған қолыңызда ұстап тұрған сіріңкемен жұлдызды жабуға бола ма? Сіз бір көзбен қарайсыз, екіншісі жабық.
10. Неліктен біз семсерлесушінің бетін көрмейміз, егер ол жиі тормен жабылған болса, бірақ ол семсерлесушінің өзін қоршаған заттарды жақсы көруге кедергі жасамайды?

## 2. Жарықтың шағылуы. Шағылу заңдары

Жарық шығармайтын барлық денелер өздеріне түскен жарық сәулелерінің шағылуы арқасында көрінеді.

И.Ньютон жарықтың дене бетімен әрекеттесуін зерттей келе, жарық – бөлшектердің ағыны деген тұжырымға келді. Ол бөлшектердің денемен соқтығысуын серпімді және серпімсіз деп қарастырды. Серпімді соқтығысу кезінде бөлшектер дене бетінен шағылады. Ал серпімсіз соқтығысу кезінде бөлшек дене бетінде қалып, жұтылады. И.Ньютон механика заңдарын қолданып, жарықтың шағылу заңын қорытып шығарды.

**Жарықтың шағылуы** деп екі түрлі ортаның шекарасына түскен кезде жарық сәулесінің таралу бағытының өзгеру құбылысын айтады. Бұл жағдайда жарық сәулесі алғашқы ортаға қайта оралады.

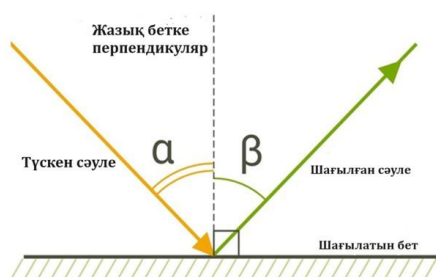


Осы құбылысты жан-жақты қарастырып, тәжірибе жасайық. Арнайы шайбаға (дөңгелекке) бекітілген кішкене айнаға оған тұрғызылған перпендикулярмен  $50^\circ$  бұрыш жасайтын 1-сәулені түсірейік. Мұндай сәулені түскен сәуле деп, ал оның перпендикулярмен жасайтын бұрышын түсу бұрышы деп атайды. Сонда сендер жарық сәулесі бұрынғы бағытынан ауытқып, алғашқы ортаға (ауа) айнаға тұрғызылған перпендикулярмен  $50^\circ$  бұрыш жасай, қайта оралатыны көресіңдер. Осы 2-сәуле шағылған сәуле деп, ал оның перпендикулярмен жасайтын бұрышы шағылу бұрышы деп аталады. Түсу бұрышын өзгерте отырып, сендер әрқашан түсу бұрышы шағылу бұрышына тең болатынын көресіңдер. Оның үстіне, түскен сәуле мен шағылған сәуле бір жазықтықта (берілген жағдайда ол шайбаның жазықтығы) жататынын байқауға болады.

Осылайша, біз тәжірибе жүзінде жарықтың екі шағылу заңын орнаттық:

**1. Түскен сәуле, шағылған сәуле және екі ортаның шекарасындағы сәуленің түсу нүктесінде тұрғызылған перпендикуляр бір жазықтықта жатады.**

**2. Сәуленің түсу бұрышы шағылу бұрышына тең:  $\alpha = \beta$**



Шағылудың екі түрі бар: дұрыс (айналық) және шашыранды (диффузиялық).

**Диффузиялық шағылу** - бұл кедір-бұдыр беттен шағылу құбылысы. Диффузиялық шағылудың жарқын мысалы ретінде ақ қағаздан шағылуды атауға болады.



Әрбір сәуле үшін жеке-жеке шағылу заңы орындалады. Ал сәулелер шоғы әртүрлі бағытта шағылады.

Тегіс бетке бір-біріне параллель 4 сәуле түседі. Әрбір сәуле заңға сәйкес дәлдікпен шағылысады және бағытын өзгерте отырып, бірінші ортаға оралады. Шағылған сәулелер бір-біріне параллель емес.



**Айналық шағылу** - бұл берілген бетке бір-біріне параллель түскен барлық сәулелер, дәл солай шағылысқан кездегі құбылыс.



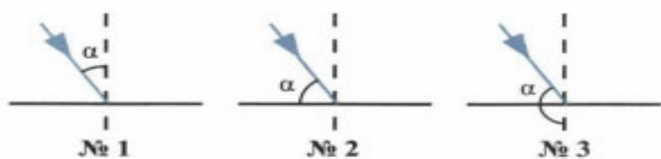
Тегіс бетке жарық сәулелері бір-біріне параллель түсіп, және бір-біріне параллель шағылысады.



## 2. «Жарықтың шағылуы. Шағылу заңдары» тақырыбына тапсырмалар

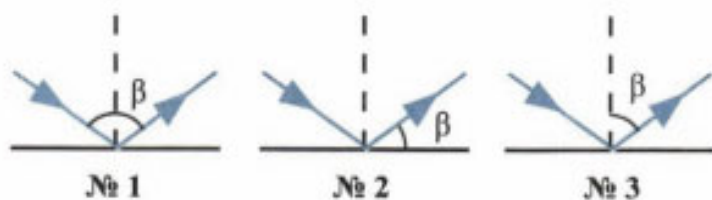
### А деңгейі

1. Жарықтың шағылуы қандай құбылысын түсіндіріңіз.
2. Сіз шағылудың қандай түрлерін білесіз?
3. Қандай бұрыш түсу бұрышы деп аталады?
4. Қандай бұрыш шағылу бұрышы деп аталады?
5. Жарықтың шағылу заңы қандай?
6. Сәуленің түсу бұрышы  $45^\circ$  . Шағылу бұрышын табыңыз.
7. Жазық айна мен шағылған сәуле арасындағы бұрыш  $60^\circ$ -қа тең. Сәуленің түсу бұрышын табыңыз.
8. Егер жазық айна мен түскен сәуле арасындағы бұрыш  $38^\circ$  болса, шағылған сәулені табыңыз.
9. Егер сәуле мен айна арасындағы бұрыш  $30^\circ$  болса, сәуленің жазық айнаға түсу бұрышы неге тең ?
10. Жазық айнаға екі сәуле түседі, олардың арасындағы бұрыш  $10^\circ$ -қа тең . Шағылған сәулелер арасындағы бұрыш қандай болады?
11. Түсу бұрышы  $60^\circ$  . Шағылу бұрышы неге тең?
12. Сәуленің түсу бұрышы  $25^\circ$  . Түскен және шағылған сәулелер арасындағы бұрыш неге тең?
13. Түскен және шағылған сәулелер арасындағы бұрыш  $60^\circ$  құрайды. Түсу бұрышы неге тең?
14. Түскен және шағылған сәулелер арасындағы бұрыш  $80^\circ$  құрайды. Шағылу бұрышы неге тең?
15. Айнаға сәуленің түсу бұрышы қандай болса, түскен және шағылысқан сәулелер сәйкес келеді?
16. Жарықтың шағылуы қандай заңдарға сәйкес жүреді?
17. Суреттерде жарық сәулесінің түсу бұрыштары көрсетілуі керек. Бұл суреттердің қайсысы дұрыс?



18. Суреттерде жарық сәулесінің шағылу бұрыштары көрсетілген. Олардың қайсысында белгілеу дұрыс жасалған?





19. Жарық сәулесі дененің бетіне перпендикуляр түседі. Оның шағылу бұрышы неге тең?

20. Айна бетіне екі жарық сәулесінің түсу бұрыштары  $70^\circ$  және  $20^\circ$  құрайды. Олардың шағылу бұрыштары неге тең?

### В деңгейі

1. Неліктен жанып тұрған оттың жанында отырып, біз оттың екінші жағында орналасқан заттардың қозғалып тұрғанын көреміз?

2. Шағылған және түскен сәулелер арасындағы бұрыш  $70^\circ$  болатындай етіп жарық сәулесі жазық айнаға қандай бұрышпен түсуі керек?

3. Егер түсу бұрышы  $15^\circ$  төмендесе, түсу мен шағылысқан сәулелер арасындағы бұрыш қанша өзгереді?

4. Адам айнаға  $7 \text{ м/с}$  жылдамдықпен жақындайды. Ол өзінің бейнесіне қандай жылдамдықпен жақындайды?

5. Нысан жазық айнадан  $10 \text{ см}$  қашықтықта орналасқан. Егер зат айнадан тағы  $10 \text{ см}$  алыстатылса, оның бейнесі заттан қандай қашықтықта болады?

6. Неліктен қараңғы бөлмеде қазіргі уақытта фонарь жарығы бағытталған заттар ғана көрінеді?

7. Жарық сәулесі айнаның бетіне  $85^\circ$  бұрышпен түседі. Түскен және шағылған сәулелер арасындағы бұрыш неге тең? Шағылу бұрышы неге тең?

8. Неліктен күндіз үйлердің терезелері үйдің қабырғаларына қарағанда қараңғы болып көрінеді, тіпті қабырғалары қара түске боялған болса да?

9. Жарық сәулесі айнаға перпендикуляр түседі. Егер айнаны  $16^\circ$  бұрышқа бұрсақ, онда шағылған сәуле түскен сәуледен қай бұрышқа ауытқиды?

10. Заттың тегіс бетінен шағылысқан жарық сәулесі әрдайым құлағаннан гөрі аз жарқырайды. Неліктен?

11. Түскен және шағылған сәулелер арасындағы бұрыш  $50^\circ$  құрайды. Жарық айнаға қандай бұрышта түседі?

12. Ақ қағаз парағына жарық түскен жағдайда жарықтың шағылу заңы әділетті ме?

13. Түскен және шағылған сәулелер арасындағы бұрыштың  $2/3$  бөлігі  $80^\circ$  құрайды. Сәуленің түсу бұрышы неге тең?

14. Неліктен автомобиль фараларының жарығында асфальттағы шалшық жүргізушіге қара дақ болып көрінеді?

15. Сәуленің тегіс айнаға түсу бұрышы  $80^\circ$  - тан  $45^\circ$  - қа дейін өсті. Түскен сәуле мен шағылған сәуле арасындағы бұрыш қалай өзгереді?

### С деңгейі

1. Параллель сәулелер шоғы проекциялық аппараттан көлденең бағытта өтеді. Шағылысқаннан кейін шоқ тігінен жүруі үшін жазық айнаны қалай орналастыру керек?

2. Құдыңтың түбін оған күн сәулесін бағыттау арқылы жарықтандыру қажет. Егер күн сәулелері жер бетіне  $60^\circ$  бұрышпен түссе, жазық айнаны қалай орналастыру керек?

3. Таңертеңгі және кешкі уақытта Күннің тыныш суда шағылысуы өте жарқын, ал түсте оны көз жасынсыз көруге болады. Бұл құбылысты түсіндіріңіз

4. Күннен келетін сәулелер көкжиекпен  $24^\circ$  бұрыш жасайды. Жазық айнаны пайдаланып, оларды көкжиек сызығына параллель қалай бағыттауға болады?

5. Күн сәулесінің бағытын көлденең етіп өзгерту үшін жазық айнаны қалай орналастыру керек, егер сәуле жапқыштағы кішкене тесік арқылы өтіп, үстелдің көлденең бетімен  $50^\circ$  бұрыш жасаса?

6. Көлдің жағасында отырған жас балықшы судың тегіс бетінде таңертеңгі күннің бейнесін көреді. Егер ол тұрып қарап тұрса, бұл сурет қайда жылжиды?

7. Күн сәулелері жер бетімен  $40^\circ$  бұрыш жасайды. Сәуленің бағытын құмға тігінен қазылған тар құбырға өзгерту үшін жазық айна көкжиекке қандай бұрыш қою керек?

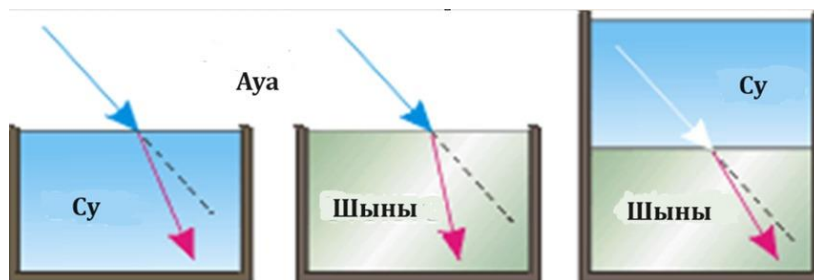
8. Көлдің жағасында тұрған адам судың тегіс бетінде күннің бейнесін көреді. Адамды көлден алыстатқанда бұл сурет қалай қозғалады?

9. Таңертең күн сәулесі көкжиекке  $10^\circ$  бұрышпен түседі. Шағылысқан сәулелер терең ұңғыманың түбін жарықтандыратындай етіп жазық айнаны қалай орналастырылуы керек?

10. Айнаға екі сәуле түседі. Бірінші сәуленің түсу бұрышы  $40^\circ$ , ал екінші сәуленің түсу бұрышы  $60^\circ$ . Тиісті шағылу бұрыштарын тауып, әр жағдайға сурет салыңыз.

### 3. Жарықтың сынуы. Жарықтың сыну заңы. Толық ішкі шағылу

**Жарықтың сынуы** деп жарық сәулелері бір ортадан екінші ортаға өткенде сәулелердің бағытының өзгеру құбылысын айтады. Мысалы, суретте біз ауа мен судың, ауа мен әйнектің, су мен әйнектің шекараларында жарық сәулесінің сыну мысалдарын суреттедік.



Сол жақ сызбаларды салыстыра отырып, "ауа-шыны" ортасының жұбы "ауа-су" ортасынан гөрі жарықты қатты сындырады. Оң жақ сызбаларды салыстырсақ, жарық ауадан әйнекке ауысқан кезден судан әйнекке ауысқанға қарағанда жарық қатты сынатынын көруге болады. Яғни, оптикалық сәулелену үшін мөлдір орталардың жұптары салыстырмалы сыну көрсеткішімен сипатталатын әртүрлі сыну қабілетіне ие.

**Жарықтың сыну заңы.** Осы заңды қарастыру үшін анықтамаларды енгіземіз. Сәуленің сыну нүктесіндегі екі ортаның шекарасына түсетін сәуле мен перпендикуляр арасындағы бұрыш түсу бұрышы ( $\alpha$ ) деп аталады. Сол сияқты, сынған сәуле мен перпендикулярдың сәуленің сыну нүктесіндегі екі ортаның интерфейсіне дейінгі бұрышы сыну бұрышы деп аталады ( $\gamma$ ).



Жарық сынған кезде әрдайым **жарықтың сыну заңын** құрайтын заңдылықтар орындалады:

1. Түскен сәуле, сынған сәуле және екі ортаны бөлетін бетке сәуле түскен нүктеде тұрғызылған перпендикуляр бір жазықтықта жатады.

2. Түсу бұрышы синусының сыну бұрышының синусына қатынасы берілген екі орта үшін тұрақты шама болып табылады:



$n$  – салыстырмалы сыну көрсеткіші  
 $\alpha$  – сәуленің түсу бұрышы  
 $\gamma$  – сәуленің сыну бұрышы

Жарықтың сыну заңын сапалы түсіндіру де қолданылады: *Жарық оптикалық тығыз ортаға ауысқан кезде сәуле ортаның интерфейсіне перпендикулярға қарай ауытқиды. Және керісінше.*

**Жарық сәулелерінің қайтымдылық принципі.** Жарық шағылысқан немесе сынған кезде түсетін және шағылысқан сәулелерді әрқашан ауыстыруға болады. Бұл сәулелердің бағыты қарама-қарсы бағытта өзгерсе, олардың бағыты өзгермейтінін білдіреді. Көптеген тәжірибелер растайды: сонымен бірге сәулелердің "траекториясы" өзгермейді.



Жарықтың вакуумда таралу жылдамдығы берілген ортада таралу жылдамдығынан неше есе көп екенін білдіретін физикалық шаманы осы ортаның **абсолют сыну көрсеткіші** деп атайды, яғни

$$n = \frac{c}{v}$$

**Жарықтың толық ішкі шағылуы.** Жарықтың оптикалық тығыздық ортадан оптикалық тығыздығы азырақ ортаға өтуін қарастырайық. Бұл жағдайда түсу бұрышы сыну бұрышынан аз. Сонымен қатар, түсу бұрышы артқанда сыну бұрышы да өсетінін білеміз. Олай болса, түсу бұрышын арттыра берсек, түсу бұрышының мәні  $\alpha$ -ға жеткенде сыну бұрышы  $90^\circ$ -қа тең болады. Яғни, жарық екінші ортаға өтпейді. Осы құбылыс толық ішкі шағылу деп аталады.

Түсу бұрыштары  $\alpha$ -дан үлкен болса, жарық оптикалық тығыздығы көбірек бірінші ортадан мүлде шыға алмайды. Толық ішкі шағылу жағдайында сыну заңы былай жазылады.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{немесе} \quad \sin \alpha = \frac{n_2}{n_1}$$

Ауа мен вакуум үшін  $n_2 = 1$ , онда соңғы формула жарық қандай да бір ортадан ауаға не вакуумге шыққан кезде былай жазылады:  $\sin \alpha = \frac{1}{n_1}$ . Осыдан ортаның абсолют сыну көрсеткішінің мәнін анықтауға болады:

$$n_1 = \frac{1}{\sin \alpha}$$

Өртүрлі мөлдір орталардың абсолют сыну көрсеткіштері толық ішкі шағылу құбылысының көмегімен есептеп шығарылған.

Толық ішкі шағылу құбылысы талшықтық оптикада қолданылады. Оны медицинада, эндоскопиялық құралдарда пайдаланады.

### 3. «Жарықтың сынуы. Жарықтың сыну заңы. Толық ішкі шағылу» тақырыбына тапсырмалар

#### А деңгейі

1. Жарықтың сынуы қандай құбылыс деп аталады?
2. Жарықтың толық ішкі шағылуы қандай құбылыс деп аталады?

3. Неліктен суға батқан саусақтар қысқа болып көрінеді? Тексеріңіз және түсіндіріңіз.
4. Қандай орта оптикалық тығыз?
5. Басқа ортаға ауысқан кезде жарықтың таралу бағытын өзгерту туралы қандай бақылаулар мен тәжірибелер ұсынады?
6. Қандай жағдайда сәуленің сыну бұрышы түсу бұрышына тең?
7. Жарық сәулесі ауадан әйнекке ауысқан жағдайда қандай бұрыш-түсу немесе сыну-үлкенірек болады? Сурет салыңыз.
8. Жарық сәулесі шыныдан ауаға ауысқан жағдайда қандай бұрыш-түсу немесе сыну-үлкенірек болады? Сурет салыңыз.
9. Сыну бұрышы қалай анықталады?
10. Жарық сәулесі ауадан суға түседі. Қай бұрыш үлкен — түсу бұрышы немесе сыну бұрышы? Егер сәуле судан ауаға түссе, жауап өзгере ме?
11. Үйде жарықтың сынуының қандай мысалдарын байқауға болады?
12. Сәуленің ауадан әйнекке түсу бұрышы  $0^\circ$ . Сыну бұрышы неге тең?
13. Қандай жағдайда жарықтың сыну бұрышы түсу бұрышынан аз болады?
14. Қандай жағдайда жарықтың сыну бұрышы түсу бұрышынан үлкен?
15. Қандай жағдайларда сыну бұрышы түсу бұрышына тең?
16. Жарық сәулесі әйнектен судың бетіне  $40^\circ$  бұрышпен түседі. Сыну бұрышын анықтаңыз.
17. Екі ортаның шекарасына перпендикуляр түсетін сәуле сынады ма?
18. Сынған сәуле шағылысқан сәулемен  $90^\circ$  бұрыш жасайды. Сыну көрсеткіші  $n = 1,6$  болатын әйнектің бетіне сәуленің түсу бұрышы қандай?
19. Су-әйнек ортасының шекарасына жарық сәулесі  $40^\circ$  бұрышпен түседі. Сәуленің сыну бұрышын анықтаңыз.
20. Салыстырмалы сыну көрсеткіші ортаның абсолютті сыну көрсеткіштерімен қалай байланысты?

### **В деңгейі**

1. Неліктен стакан суға салынған қасық қисық болып көрінеді?
2. Жарық сәулесі екі ортаның шекара жазықтығына түседі. Түсу бұрышы  $50^\circ$ , шағылған сәуле мен сынған сәуле арасындағы бұрыш  $100^\circ$ . Сыну бұрышы неге тең?



3. Неліктен қайықта болған кезде алыс емес жерде жүзетін балыққа найза соғу қиын?
4. Шағылған сәуле мен сынған сәуле арасындағы бұрыш  $100^\circ$ . Түсу және сыну бұрыштарының қосындысы қандай?
5. Түбі анық көрінетін кез келген су қоймасы әрқашан шындыққа қарағанда таяз болып көрінеді. Неліктен?
6. Терезе әйнегіне жарық сәулесі түсіп, әйнек жазықтығымен  $25^\circ$  бұрыш жасайды. Шыныдан шағылған және әйнектен өткен сәуленің арасындағы бұрыш қандай болады?
7. Неліктен судағы заттың бейнесі әрқашан заттың өзінен азырақ жарқырайды?
8. Жарық сәулесі ауа-сұйықтық ортасының шекарасына  $45^\circ$  бұрышпен түсіп,  $30^\circ$  бұрышпен сынады. Сұйықтықтың сыну көрсеткіші қандай? Шағылған және сынған сәулелер арасындағы бұрыш  $90^\circ$  болады?
9. Резервуардың түбінде жатқан қиыршық тастар, егер резервуардағы су беті толығымен тыныш болмаса, тербелмелі болып көрінеді. Неліктен?
10. Терезе әйнегіне екі сәуле түседі, олардың арасындағы бұрыш  $30^\circ$ . Сәулелер әйнектен өткеннен кейін олардың арасындағы бұрыш қандай болады?
11. Айналадағы денелерге оттан көтерілген жылы ауа арқылы қарасаңыз, олар "дірілдеп" көрінеді. Неліктен?
12. Аквариумның түбінде жазық айна бар. Судың бетіне сәуле түседі. Егер түсу бұрышы  $50^\circ$  болса, сәуленің шамамен соққысын сызыңыз. Су бетіне қай бұрышта сәуле қайтадан ауаға шығады?
13. Неліктен бір кесе суға салынған шай қасық сынған сияқты?
14. Неліктен суда шағылысқан кезде алынған заттардың суреттері заттардың өздеріне қарағанда аз жарық болып көрінеді?
15. Шағылысқан және сынған сәулелер арасындағы бұрыш  $110^\circ$ . Түсу және сыну бұрыштарының қосындысы қандай?

### С деңгейі

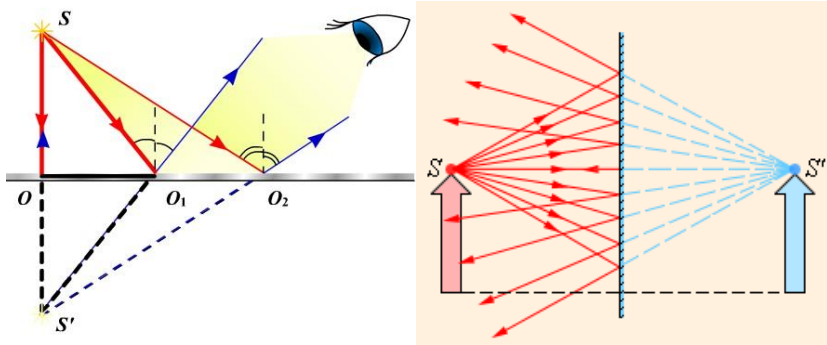
1. Резервуардың айқын тереңдігі 3 м. резервуардың нақты тереңдігін анықтаңыз. Судың сыну көрсеткіші 1,38.
2. Сыну көрсеткіші 1,7 болатын әйнектің бетінен шағылысқан сәуле сынған сәулемен тік бұрыш жасайды. Түсу бұрышы мен сыну бұрышын анықтаңыз.
3. Егер түсу бұрышы  $30^\circ$  болса және әйнектің сыну көрсеткіші 1,5 болса, әйнектен ауаға ауысқан кезде жарық сәулесінің бастапқы бағытынан қай бұрышқа ауытқитынын анықтаңыз.

4. Тоғанның түбіне биіктігі 1 м полюс тігінен айдалды, егер күн сәулесінің түсу бұрышы  $60^\circ$  болса және полюс толығымен су астында болса, тоғанның түбіндегі полюстен көлеңке ұзындығын анықтаңыз. Судың сыну көрсеткіші 1,38.
5. Тереңдігі 1,2 м болатын резервуардың көлденең түбінде жалпақ айна жатыр. Жарық сәулесі судың бетіне  $30^\circ$  бұрышпен түседі. Бұл сәуле түскен жерден айнадан шағылысқаннан кейін қайтадан су бетіне шығады? Судың сыну көрсеткіші 1,33.
6. Өзеннің түбінде малтатас жатыр. Бала оны таяқпен итергісі келеді. Мақсат қойып, бала таяқшаны  $45^\circ$  бұрышта ұстайды. Тереңдігі 50 см болса, таяқ өзеннің түбіне қиыршық тастан қанша қашықтықта жабысады?
7. Неліктен жоғарыдан қараған кезде көлдің тереңдігі бұрынғыдан аз болып көрінетінін схемалық сызба арқылы түсіндіріңіз.
8. Су астындағы Сүңгуір су бетіне жақын жерде қалықтап жүрген құсқа қарайды. Құс оған қарағанда жақынырақ немесе алысырақ болып көрінеді ме?
9. Сұйықтықтың бетіне тар сәуленің түсу бұрышы  $60^\circ$ , ал сыну бұрышы  $45^\circ$ . Шағылысқан сәуле жарық көзіне оралуы үшін тегіс айна сұйықтыққа көкжиекке қандай бұрыш қою керек?
10. Бала тереңдігі 50 см болатын тоғанның түбіндегі затқа таяқпен кіруге тырысады. дәл көздеп, ол таяқшаны су бетіне қырық  $40^\circ$  бұрышпен жылжытады. Заттан қандай қашықтықта таяқ тоғанның түбіне түседі?

#### 4. Жазық айна. Сфералық айна. Сфералық айна көмегімен кескін алу

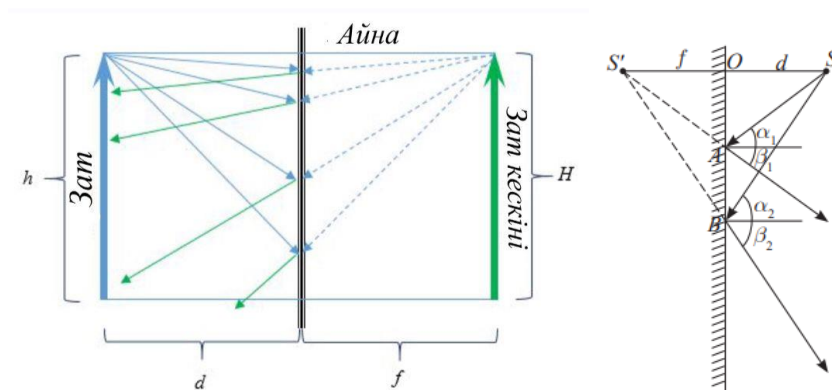
##### Жазық айна

Заттың бейнесін жасай алатын қарапайым оптикалық құрылғы-жазық айна. Жазық айна беретін заттың кескіні айна бетінен шағылысқан сәулелер арқылы қалыптасады. Бұл сурет ойдан шығарылған,яғни жалған, өйткені ол шағылысқан сәулелердің қиылысуынан емес, олардың "айнадағы" жалғастыруынан пайда болады.



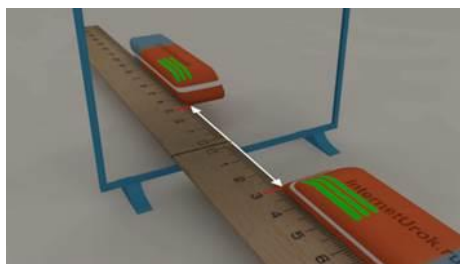
Жазық айнадан шағылысқан кезде сәулелердің таралуы.  $S'$  нүктесі -  $S$  нүктесінің ойдан шығарылған кескіні.

Жарықтың шағылысу заңына байланысты кескіннің жалған бейнесі айна бетіне қатысты симметриялы түрде орналасады. Кескіннің өлшемі заттың өзіне тең.



Суретте көріп тұрғанымыздай жазық айнадағы кескін айна жазықтығының артында  $f$  қашықтықта орналасады, ол айнаның алдындағы зат орналасқан жерге дейінгі  $d$  қашықтыққа тең, яғни:

$$d = -f$$

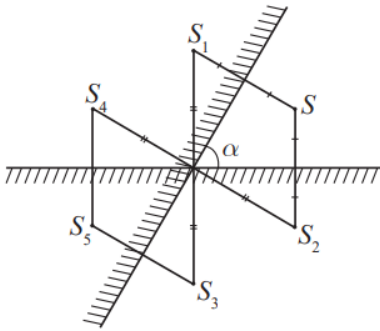


$d$  – заттан айнаға дейінгі қашықтық;  $f$  – айнадан кескінге дейінгі қашықтық. Теріс таңбасы кескін жалған екенін білдіреді.

Жазық айнадағы кескін:

- \* тура;
- \* жалған;
- \* өлшемдері зат өлшемдерімен бірдей:  $h = H$ .

Екі жазық айна көмегімен бірнеше кескін алуға болады, олардың саны шағылдырушы беттер арасындағы  $\alpha$  бұрыш арқылы анықталады. Салулар кезінде *бірінші айнаның кескіні екінші айна үшін зат болатынын және керісінше, екінші айна кескіні бірінші айна үшін зат болатынын ұмытпау керек. Алынған соңғы кескін екі айнаның шағылдырушы беттерінің ар жағында орналасады.*



Кескіндер санын анықтау үшін  $360^\circ$ -қа тең толық бұрышты  $\alpha$  бұрышы бөлген секторлар санынан 1 санын (зат орналасқан сектор) азайту керек:

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

## Сфералық айна

**Сфералық айна** деп айнаның беті сфераның бір бөлігі болып табылатын айна.

Сфералық айналар **ойыс және дөңес** болып бөлінеді. О нүктесі - **оптикалық центр**, **Р-сфералық айна төбесі**, Сфералық беттің центрі мен айна төбесі арқылы өтетін түзуді **бас оптикалық ось** деп атайды.

Егер негізгі оптикалық оське параллель сәулелер ойыс сфералық айнаға шағылысса, онда айнадан шағылысқаннан кейін сәулелер айнаның **F негізгі фокусы** деп аталатын нүктеде қиылысады. Фокустан айна төбесіне дейінгі қашықтық **фокустық қашықтық** деп аталады және сол **F** әрпімен белгіленеді. Ол центр мен айна төбесінің ортасында орналасқан.

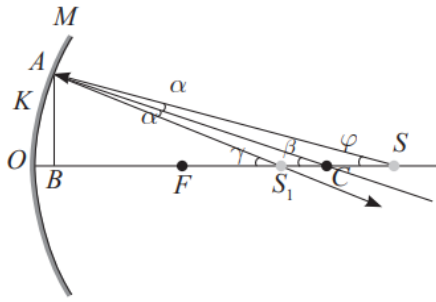
Сфералық айналар үшін фокустық арақашықтық айнаның төбесінен сфералық беттің **R қисықтық радиусының** жартысына тең:

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

Яғни кескін бойынша  $OP = R$ ,  $PF = \frac{R}{2}$ .

Енді осы формуланың қайдан келіп шыққанын көрейік.

Ойыс сфералық айнаның формуласы бас оптикалық өспен өте кіші бұрыштар құрайтын параксиалды сәулелер үшін орындалады. Мұндай шартта фокалдік жазықтық бас оптикалық өске перпендикуляр. Суретте S жарық көзінің сәулесі берілген, ол ойыс айна бетінен шағылады. КМ түзуі – А нүктесіндегі АС радиусқа немесе қосымша оптикалық өске перпендикуляр жанама.



$d = OS \approx BS$  – айнадан затқа дейінгі қашықтық;

$f = OS_1 \approx BS_1$  – айнадан кескінге дейінгі қашықтық;

$R = OC \approx BC$  – қисықтық радиусы.

$d, f$  және  $R$  – ді салулар нәтижесінде алынған  $\Delta ABS_1, \Delta ABC$  және  $\Delta ABS$  үшбұрыштарының  $AB$  катеті арқылы өрнектейік:

$$f = \frac{AB}{\operatorname{tg} \gamma}; \quad R = \frac{AB}{\operatorname{tg} \beta}; \quad d = \frac{AB}{\operatorname{tg} \varphi} \quad (1)$$

Үшбұрыштардың бұрыштары арасында байланыс орнатамыз.  $\Delta S_1AC$  үшбұрышы үшін  $\gamma$  бұрышы сыртқы бұрыш болып табылады,  $\beta$  бұрышы -  $\Delta CAS$  үшбұрышы үшін сыртқы бұрыш, демек:

$$\gamma = \alpha + \beta \quad (2)$$

$$\beta = \alpha + \varphi \quad (3)$$

(3) теңдеуден  $\alpha$  – ны өрнектеп, (2) теңдеуге қойсақ, алатынымыз:

$$\gamma = 2\beta - \varphi \quad \text{немесе}$$

$$\varphi + \gamma = 2\beta \quad (4)$$

Кіші бұрыштардың тангенсі олардың радиандық мәндеріне тең. (1) теңдеуден тангенстерді өрнектеп, (4) теңдеуге қойып, сфералық айна үшін мына формуланы аламыз:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{2}{R} \quad \text{бұл жерден} \quad F = \frac{R}{2}$$

Сфералық айнаның формуласын аламыз.

**Сызықтық ұлғайту.**

**Айнаның сызықтық ұлғайтуы** – кескін биіктігінің зат биіктігіне қатынасына тең физикалық шама.

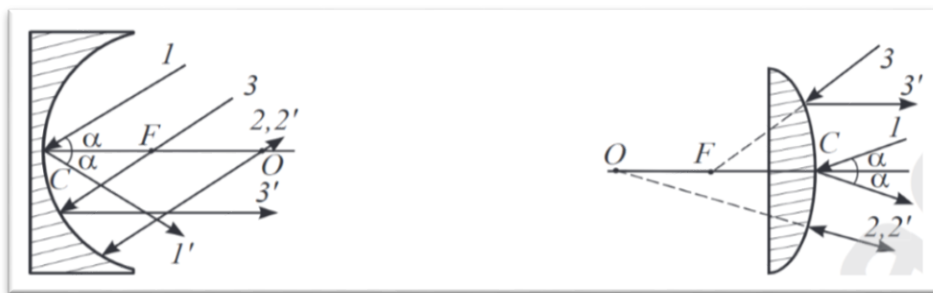
$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$$

мұндағы,  $H$  – кескіннің биіктігі,  $h$  – дененің биіктігі,  $f$  – кескіннен айна төбесіне дейінгі қашықтық;  $d$  – кескіннен айна төбесіне дейінгі қашықтық;  $\Gamma$  – ұлғайту.

Егер  $\Gamma > 1$ , онда дене кескінінің өлшемдері артады; егер  $\Gamma < 1$  болса, кемиді.

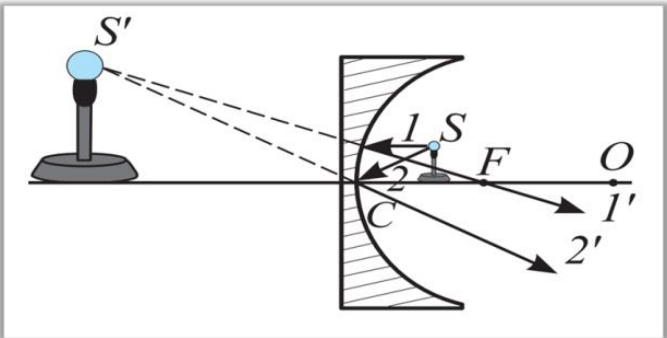
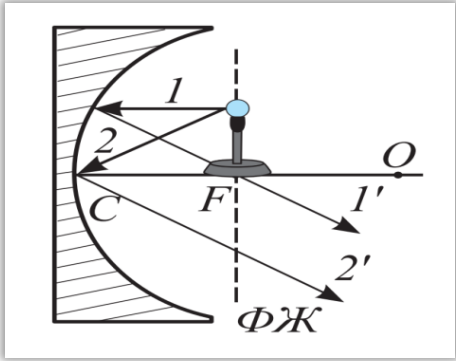


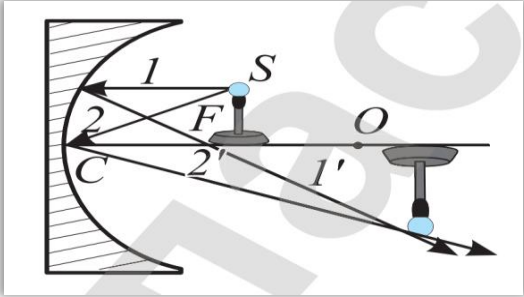
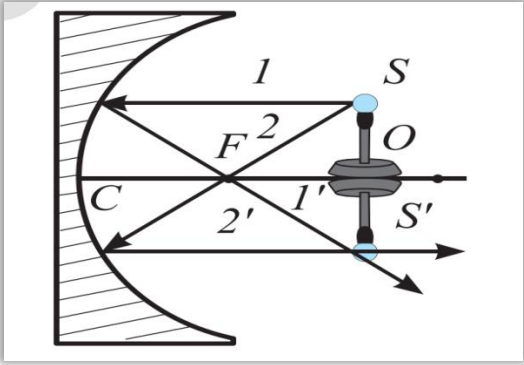
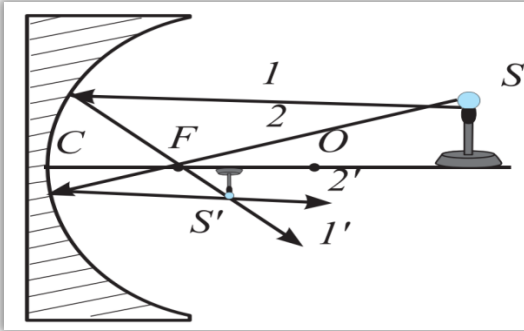
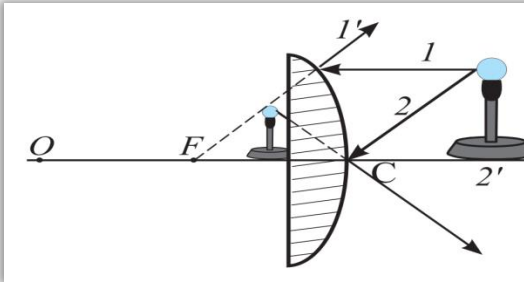
## Сфералық айеалардағы сәулелердің шағылуы



1. Айна төбесіне БОӨ-ке  $\alpha$  бұрыш жасай түскен 1-сәуле сол  $\alpha$  бұрышымен шағылады. Суретте шағылған сәуле 1' цифрымен белгіленген.
2. Сфералық беттің центрі арқылы өткен 2-сәуле өзінің түскен сызығының бойымен шағылады, шағылған сәуле: 2'
3. Айнаның фокусы арқылы өткен 3-сәуле шағылғаннан кейін БОӨ-ке параллель таралады, шағылған сәуле: 3'

### Ойыс және дөңес айнадан кескін алу

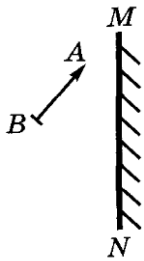
<p><b>1. Зат айнаның F фокусы мен C төбесінің арасында орналасқан</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- жалған</li> <li>- тура</li> <li>- үлкейтілген</li> <li>- айна бетінің арғы жағында орналасқан</li> </ul>
<p><b>2. Зат айнаның фокусында орналасқан</b></p> 	<p>Кескін бермейді</p>
<p><b>3. Зат сфералық беттің центрі мен фокусының арасында орналасқан</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- үлкейтілген</li> <li>- төңкерілген</li> <li>- жалған айнаның оптикалық центрінің арғы жағында орналасқан</li> </ul>

	
<p><b>4. Зат сфералық беттің оптикалық центрінде орналасқан</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- шын</li> <li>- төңкерілген</li> <li>- кескіннің өлшемі дене өлшеміне тең</li> <li>- оптикалық центрде орналасқан</li> </ul>
<p><b>5. Зат айнаның оптикалық центрінен әрірек орналасқан</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- шын</li> <li>- кішірейтілген</li> <li>- төңкерілген</li> <li>- айнаның фокус нүктесі мен оның оптикалық центрінің арасында орналасқан</li> </ul>
<p><b>6. Дөңес айна. Зат сфералық беттің центрінен әрірек орналасқан.</b></p> 	<p>Айнаның оптикалық осінде дене қалай орналасса да, оның кескіні</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- жалған</li> <li>- тура</li> <li>- кішірейтілген</li> <li>- айна беттің арғы жағында CF фокустық қашықтығында орналасқан.</li> </ul>

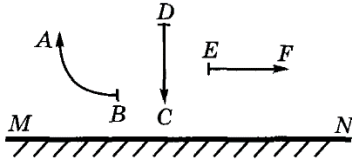
**4. «Жазық айна. Сфералық айна. Сфералық айна көмегімен кескін алу» тақырыбына тапсырмалар**

**А деңгейі**

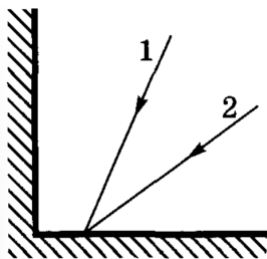
1. Қандай кескін тура деп аталады?
2. Қандай кескін жалған деп аталады?
3. MN жазық айнасында АВ затының кескінін салыңыз. Қандай кескін пайда болады?



4. MN жазық айнадағы заттардың жалған кескінін салыңыз.



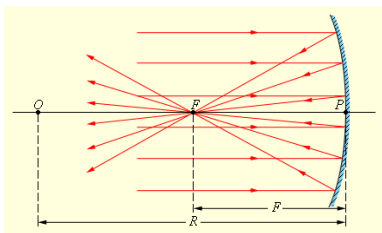
5. Бір-біріне тік бұрышта орналасқан екі айнаның біріне 1-ден 2-ге дейінгі сәулелер түседі. Дәптерге сурет салғаннан кейін, осы сәулелердің одан әрі бағытын құрыңыз.



6. Фотосуретті жазық айнадағы суреттің фотосуретінен қалай ажыратуға болады?

7. Сфералық айналар қалай жіктеледі?

8. Сфералық айналарды сипаттайтын негізгі элементтерді сұлбада көрсетіңіз: фокус, оптикалық осьтер, оптикалық центр, негізгі фокустық қашықтық және т. б.



9. Екі параллель жазық айнаның арасында жарық нүктесі орналасқан. Айналарда осы нүктенің қанша суреті пайда болады?

10. Жазық айнаның оптикалық күші қандай?

11. Кескінді сфералық айналарға салу кезінде әдетте қандай сәулелер қолданылады?

12. Дөңес сфералық айнадан алатын кескін қандай?

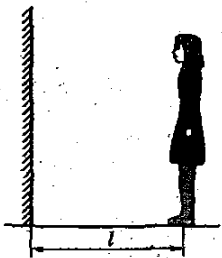
13. Дене қандай жағдайда кескін бермейді?

14. Зат сфералық беттің центрі мен фокусының арасында орналасқан жағдайдың кескінін сал.

15. Зат сфералық беттің центрі мен фокусының арасында орналасқан жағдайда кескін қандай болады?
16. Қандай жағдайда кескін шын, төңкерілген болады? Салып көрсетіңіз.
17. Зат айнаның оптикалық центрінен әрірек орналасқан жағдайдың кескінін сал.
18. Зат айнаның оптикалық центрінен әрірек орналасқан жағдайла кескін қандай болады?
19. Қандай жағдайда кескін жалған, тура, үлкейтілген болады? Салып көрсетіңіз.
20. Сфералық айна дегеніміз қандай айна?

### В деңгейі

1. Адам айна алдында тұр. Егер ол айнадан 2 метрге шегінсе, адам мен оның бейнесі арасындағы қашықтық қалай өзгереді?
2. Бөлмеде тігінен ілулі тұрған айна бар, оның жоғарғы шеті 190 см биіктіктегі адамның басының жоғарғы бөлігінің шаш деңгейінде орналасқан. бұл адам өзін бүкіл бойында көруі үшін айна қандай ең қысқа ұзындықта болуы керек?
3. Нысан ойыс айнадан қос фокустан ( $d > 2F$ ) үлкен қашықтықта болған кезде айнада пайда болатын суретті сипаттаңыз.
4. Нысан ойыс айнадан  $F < d < 2F$  қашықтықта орналасқан айнада пайда болатын суретті сипаттаңыз.
5. Айнада пайда болатын суретті сипаттаңыз, онда объект ойыс айнадан  $d = 2F$  қашықтықта орналасқан.
6. Нысан ойыс айнадан  $d < F$  қашықтықта орналасқан айнада пайда болатын суретті сипаттаңыз.
7. Жазық айнаның көмегімен терең ұңғыманың түбін жарықтандыру керек. Күн сәулелері жер бетімен  $30^\circ$  бұрыш жасайды. Жоспарды орындау үшін жазық айна тіке қандай бұрышта орналасуы керек?
8. Қыздан айнаға дейінгі қашықтық  $l = 1$  м. Қыз бен оның кескіннің арасындағы қашықтық қандай? Қыз айнаға 0,4 м қашықтыққа жақындады, қыз бен оның кескіні арасындағы қашықтық қандай болды?

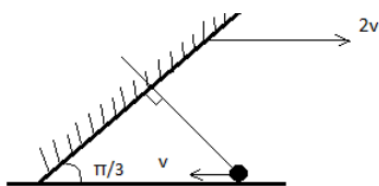


9. Екі параллель жазық айнаның арасында жарық нүктесі орналасқан. Айналарда осы нүктенің қанша суреті пайда болады?
10. Жарық сәулесі жазық айнаға  $25^\circ$  бұрышпен түседі. Егер айна  $10^\circ$  бұрышқа бұрылса, шағылысқан сәуле қандай бұрышқа бұрылады?

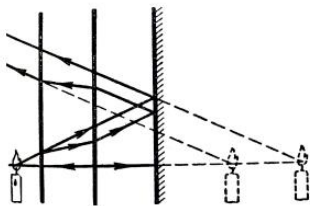
11. Егер айналар арасындағы бұрыш  $90^\circ$  болса, айнадағы кескіндер саны?
12. Егер айналар арасындағы бұрыш  $60^\circ$  болса, айнадағы кескіндер саны?
13. Егер айналар арасындағы бұрыш  $45^\circ$  болса, айнадағы кескіндер саны?
14. Егер айналар арасындағы бұрыш  $30^\circ$  болса, айнадағы кескіндер саны?
15. Сфералық айнаның оптикалық күшін қалай есептеуге болады?

### С деңгейі

1. Доп үстелдің айналасында  $v$  жылдамдықпен айналады. Қарама-қарсы бағытта  $2v$  жылдамдықпен тегіс айна біртіндеп қозғалады. Айна беті мен үстелдің беті  $\pi/3$  бұрыш жасайды. Доптың айнаға қатысты жылдамдығын тауып, оның бағытын көрсетіңіз. Айнадағы доптың бейнесі үстелге қатысты қандай жылдамдықпен (модуль бойынша) қозғалады?

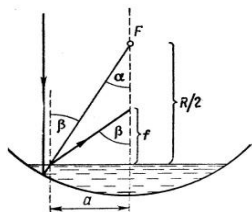


2. Жазық айнада шамның бейнесі көрінеді. Айна мен шамның арасына жазық параллель пластина қойылса, бұл кескінмен не болады?



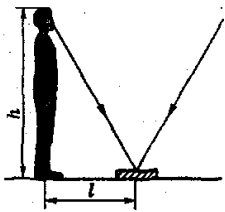
3. Қысқа жарық импульсінің уақытын кешіктіруге арналған оптикалық жүйеде екі ойыс сфералық айналардан жарықтың бірнеше шағылысуы қолданылады  $Z_1$  (қисықтық радиусы  $r_1 = 10$  м) және  $Z_2$  (қисықтық радиусы  $r_2 = 1$  м), бір-бірінен  $L = 5,5$  м қашықтықта орналасқан (суретті қараңыз).  $Z_1$  айнасының ортасында диаметрі  $d = 2$  мм болатын тесік бар. бұл Айнаға жүйенің осінен  $h = 15$  см биіктікте оське параллель жұқа сәуле түрінде қысқа Жарық импульсі түседі. Бұл сәуле тесік арқылы қанша  $\Delta t$  уақыт өтетінін бағалаңыз.

4.  $R = 60$  см қисықтық радиусы бар көлденең орналасқан цилиндрлік ойыс айна сумен толтырылған. Айнаның фокустық қашықтығын анықтаңыз. Судың сыну коэффициенті  $n = 4/3$ . Судың тереңдігі  $R$  айнасының қисықтық радиусымен салыстырғанда аз екенін қабылдаңыз.

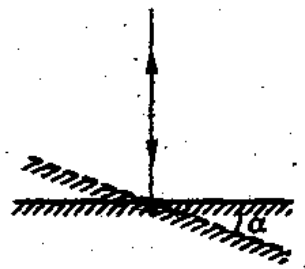


5. Күн көкжиектен  $60^\circ$  бұрышта орналасқан, биіктігі  $h = 1,84$  м (көз деңгейі жерден  $1,73$  м) адам өзінен қандай қашықтықта күннің шағылысуын көру үшін жазық айна қоюы керек?





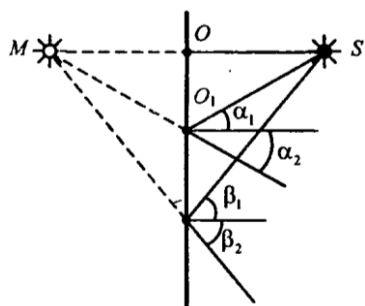
6. Сәуле жазық айнаға перпендикуляр түседі . Айна  $\alpha = 20^\circ$  бұрышқа бұрылса, шағылысқан сәуле қанша бұрышқа бұрылады?



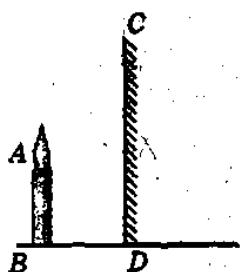
7. Неліктен көлікте жазық айна қолдануға болмайды?

8. Көліктің бүйірінде жүргізушінің алдында көліктің корпусынан сәл шығып тұрған дөңес айна орналасқан. Бұл айнада жүргізуші оның артында болып жатқан қозғалысты бақылайды. Неліктен ойыс айна бұл мақсатқа жарамайды?

9. Жарқыраған нүкте мен оның жазық айнадағы бейнесі айнадан бірдей қашықтықта екенін дәлелдеңіз. Неліктен нүкте кескіні жалған деп аталады?



10. АВ шамы суретте көрсетілгендей CD айнасының алдындағы үстелде орналасқан. Құрастыру арқылы шамның кескінін көрсетіңіз.

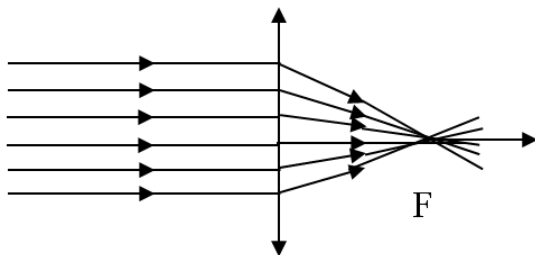


## 5. Линзалар. Линзаның оптикалық күші. Жұқа линза

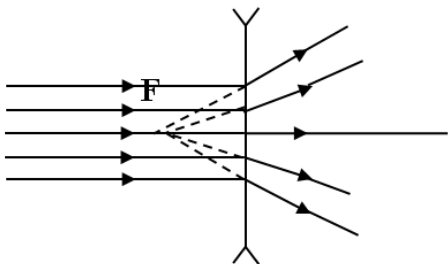
**Линза** - екі сфералық бетпен шектелген мөлдір дене. Егер оның қалыңдығы беттердің қисықтық радиустарымен салыстырғанда аз болса, онда оны **жұқа линза** деп атайды.

Линзалар барлық дерлік оптикалық құрылғылардың бөлігі болып табылады. Линзалар **жинағыш және шашыратқыш** болып екіге бөлінеді. Жинағыш линзаның ортасын жиектеріне қарағанда қалың, шашыратқыш линза, керісінше, ортаңғы бөлігінде жұқа.

**Жинағыш линза.** Оптикалық оське параллель болатын сәулелер линзадан сынғаннан кейін фокусқа жиналады. (Егер түскен сәуле негізгі оптикалық оське параллель болса, линзадан өткеннен кейін сәулелер оның фокусында жиналады.)



**Шашыратқыш линза.** Линзадан өткеннен кейін параллель сәулелер шашыраңқы болады. Егер түскен сәуле негізгі оптикалық оське параллель болса, онда линзадан өткеннен кейін сәулелердің жалғасы параллель сәуле түсетін линзаның сол жағында орналасқан фокус арқылы өтеді.



### Линзаның оптикалық күші

Линзадан оның фокусына дейінгі қашықтық **фокустық қашықтық** деп аталады. Фокустық қашықтыққа кері шама линзаның **оптикалық күші** деп аталады:

$$D = \frac{1}{F}$$

$D$  – линзаның оптикалық күші;  $F$  – линзаның центрінен оның фокусына дейінгі қашықтық, яғни фокустық қашықтық.

Оптикалық күштің өлшем бірлігін **диоптрия**(дптр) деп атайды.

$$1 \text{ дптр} = \frac{1}{\text{м}} = \text{м}^{-1}$$

**Ескере кететін жағдай:** *шашыратқыш линзаның оптикалық күші теріс.*

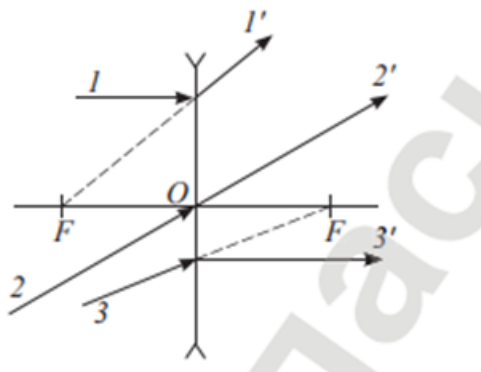
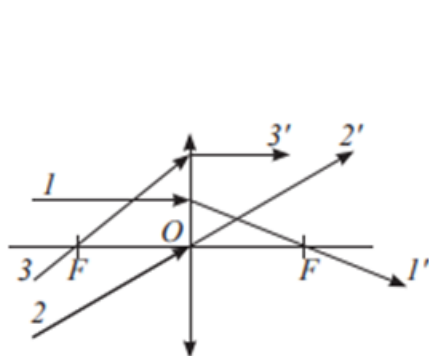
Бір-бірімен тығыз орналасқан линза жүйесінің оптикалық күші әр линзаның оптикалық күшінің қосындысымен анықталады:

$$D = D_1 + D_2 + \dots + D_n$$

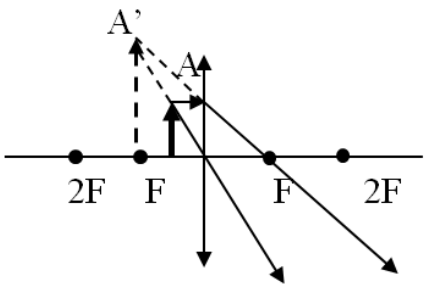
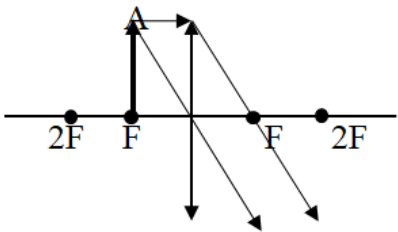
Мұндағы,  $n$  – жүйедегі линза саны.

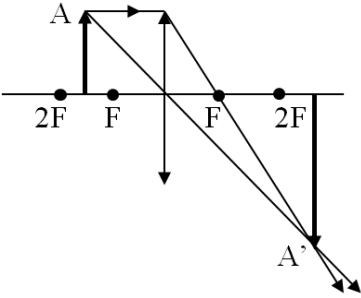
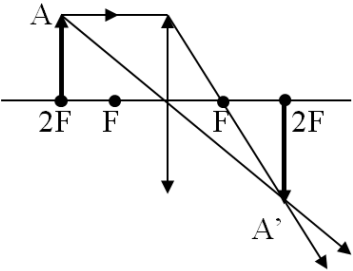
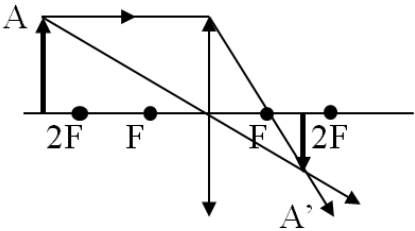
### Линзалардағы сәулелердің жолы

1. Линзаның бас оптикалық осіне параллель 1- сәуле линзадан сынғаннан кейін линзаның фокусы арқылы өтеді  $1'$ . Бұл сәуле ойыс линзадан өткенде, оның жалғасы алдыңғы фокус арқылы өтеді.
2. Линзаның оптикалық центрі арқылы өткен 2-сәуле сынбайды  $2'$ .
3. Линзаның фокусы арқылы өткен 3-сәуле линзадан сынғаннан кейін бас оптикалық оське параллель болады  $3'$ . Шашыратқыш линзадағы 3-сәуленің жалғасы артқы фокус арқылы өтеді.

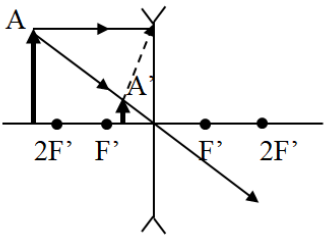


### Дөңес жинағыш линзаның кескінін салу

<p><b>1. Оптикалық центр мен линзаның фокусының арасында орналасқан</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Жалған</li> <li>- Тура</li> <li>- Үлкейтілген</li> <li>- заттың арғы жағында орналасады</li> </ul>
<p><b>2. Линзаның фокусында орналасқан</b></p> 	<p>Кескін болмайды</p>
<p><b>3. Линзаның екі еселенген фокусы мен фокустың арасында орналасқан</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Шын</li> <li>- төңкерілген</li> <li>- үлкейтілген</li> <li>- линзаның басқа жағында екі еселенген фокустық қашықтығынан әрірек қашықтықта орналасады</li> </ul>

	
<p><b>4. Линзаның екі еселенген фокусында орналасқан</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- шын</li> <li>- төңкерілген</li> <li>- өлшемі дененің өлшемімен бірдей</li> <li>- линзаның басқа жағында екі еселенген фокустық қашықтығында орналасады.</li> </ul>
<p><b>5. Екі еселенген фокустық қашықтықтың арғы жағында орналасқан</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- шын</li> <li>- төңкерілген</li> <li>- кішірейтілген</li> <li>- линзаның басқа жағында фокус пен екі еселенген фокустық қашықтық арасында орналасады</li> </ul>

#### Ойыс шашыратқыш линзада кескін салу

	<p>Линзаның оптикалық осінде дене қалай орналасса да, оның кескіні</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- жалған</li> <li>- тура</li> <li>- кішірейтілген</li> </ul>
---	--

#### Жұқа линза формуласы

$d$  – заттан линзаға дейінгі қашықтық,  $f$  – линзадан кескінге дейінгі қашықтық және  $F$  – фокустық қашықтық бір – бірімен мына қатынас арқылы байланысады:

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

Осы қатынасты **жұқа линзаның** формуласы деп атайды. Жұқа линза формуласын есептер шығару барасында мынаған назар аудару керек: шашыратқыш линзаның фокустық қашықтығы мен жалған кескінге дейінгі қашықтық теріс мәнге ие.

$$D = (n_{21} - 1) \left( \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1} \right)$$

Бұл өрнек те **жұқа линза** формуласы болып табылады. Линза затының салыстырмалы сыну көрсеткіші және сфералық беттердің қисықтық радиусы қаншалықты көп болса, линзаның оптикалық күші де соншалықты көп.

$n_{21} < 1$  болғанда қосдөңес линза сәулелерді шашыратады, осы кезде оның оптикалық күші теріс мәнге ие болады

### **Линзаның сызықтық ұлғаюы**

Линза беретін кескіннің өлшемі зат өлшемінен өзгеше болады. Осыған байланысты сызықтық ұлғаю шамасы енгізілген. Ол кескінде заттың сызықтық өлшемдерінің өзгеруін анықтайды.

**Сызықтық ұлғаю** – кескін биіктігінің зат биіктігіне қатынасы.

$$\Gamma = \frac{H}{h}$$

мұндағы,  $H$  – кескіннің биіктігі,  $h$  – заттың биіктігі,  $\Gamma$  – заттың сызықтық ұлғаюы.

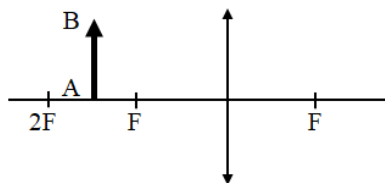
Зат кескінінің ұлғаюын кескіннен линзаға дейінгі қашықтығының заттан линзаға дейінгі қашықтығына қатынасы арқылы анықтауға болады.

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

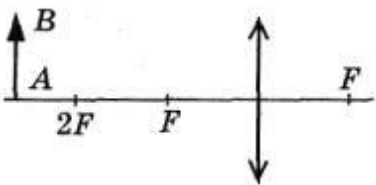
## **5. «Линзалар. Линзаның оптикалық күші. Жұқа линза» тақырыбына тапсырмалар**

### **А деңгейі**

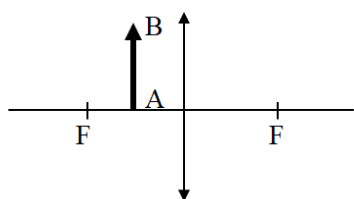
1. Линзаның әрекеті қандай физикалық құбылысқа негізделген?
2. Жинағыш линзаны шашыратқыш линзадан қалай ажыратуға болады?
3. Үстелдегі бір тамшы су линза сияқты әрекет етеді. Бұл жинағыш линза ма әлде шашыратқыш линза ма?
4. Кескін жарамды болуы үшін затты жинағыш линзадан қандай қашықтықта орналастыру керек?
5. Сіз жинағыш линзаның көмегімен жалған сурет ала аласыз ба? Ал шашыратқыш линзада ше?
6. Жарық нүктесі жинағыш линзаның фокусында орналасқан. Бұл нүктенің суреті қайда?
7. Берілген заттың суретін линзада салыңыз. Бұл қандай сурет?



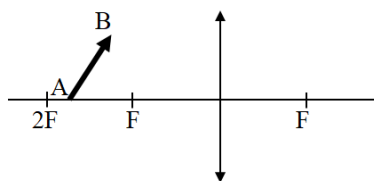
8. Берілген заттың суретін линзада салыңыз. Бұл қандай сурет?



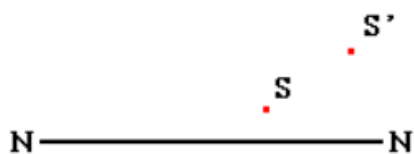
9. Берілген заттың суретін линзада салыңыз. Бұл қандай сурет?



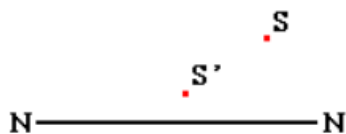
10. Берілген заттың суретін линзада салыңыз. Бұл қандай сурет?



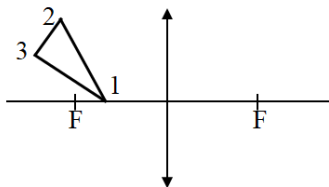
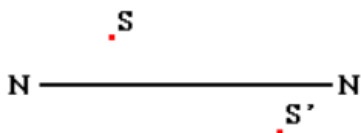
11. Суретте NN линзаның негізгі оптикалық осі, S дене және оның  $S'$  кескіні көрсетілген. Оптикалық центрді және линзаның фокустарының орналасуын графикалық түрде анықтаңыз.



12. Суретте NN линзаның негізгі оптикалық осі, S дене және оның  $S'$  кескіні көрсетілген. Оптикалық центрді және линзаның фокустарының орналасуын графикалық түрде анықтаңыз.



13. Суретте NN линзаның негізгі оптикалық осі, S дене және оның  $S'$  кескіні көрсетілген. Оптикалық центрді және линзаның фокустарының орналасуын графикалық түрде анықтаңыз.



15. "Линза", "жұқа линза" ұғымдарын анықтаңыз.

16. Линзаның сызықтық ұлғаюы қандай формулалармен анықталады?

17. Жұқа линзаның формуласын шығарыңыз. Жұқа линза формуласын қолданған кезде белгілер ережесін белгілеңіз.

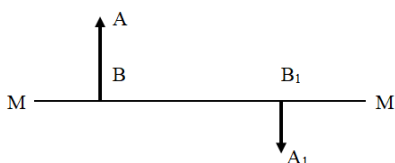
18. Қандай линзалар жинағыш және шашыратқыш деп аталады?

19. Жұқа линзаларда кескін салу кезінде әдетте қандай сәулелер қолданылады?

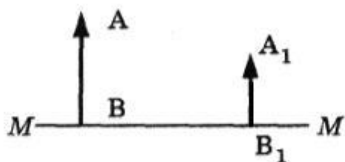
20. Шашыратқыш линзаның кескін құрылысы жинағыш линзамен салыстырғанда несімен ерекшеленеді?

### В деңгейі

1. Суретте ММ линзаның негізгі оптикалық осі, АВ дене және оның  $A_1B_1$  кескіні көрсетілген. Оптикалық центрді және линзаның фокустарының орналасуын графикалық түрде анықтаңыз.



2. Суретте ММ линзаның негізгі оптикалық осі, АВ дене және оның  $A_1B_1$  кескіні көрсетілген. Оптикалық центрді және линзаның фокустарының орналасуын графикалық түрде анықтаңыз.

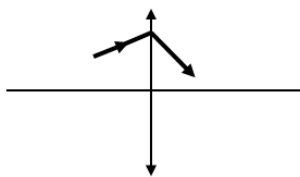


3. Суретте ММ линзаның негізгі оптикалық осі, АВ дене және оның  $A_1B_1$  кескіні көрсетілген. Оптикалық центрді және линзаның фокустарының орналасуын графикалық түрде анықтаңыз.

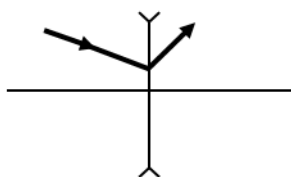


4. Заттың биіктігі 2 см. Биіктігі 1 м кескін алу үшін, экраннан 4 м қашықтықта орналасқан линзаның фокустық қашықтығы қандай болу керек?

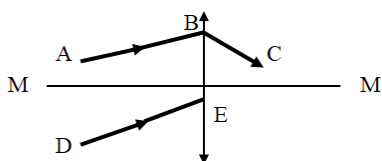
5. Егер негізгі оптикалық ось және ерікті сәуленің жүрісі берілсе, линзаның фокустарының орналасуын анықтаңыз.



6. Егер негізгі оптикалық ось және ерікті сәуленің жүрісі берілсе, линзаның фокустарының орналасуын анықтаңыз.



7. Суретте жұқа линзаның MM оптикалық осі және ABC сәулесінің жүрісі көрсетілген. DE ерікті сәулесінің құрылысын табыңыз.



8. Линзаның оптикалық күші 5 дптр. Бұл қандай линза – жинағыш немесе шашыратқыш?

9. Линзаның оптикалық күші 4 дптр. Бұл қандай линза – жинағыш немесе шашыратқыш?

10. Фокустық қашықтығы 10 см болатын жинағыш линза қандай оптикалық күшке ие?

11. Оптикалық күші 2,5 дптр болатын линза жарықтандырылған заттан 0,5 м қашықтықта орналастырылды. Заттың айқын бейнесін көру үшін экранды қандай қашықтықта орналастыру керек?

12. Биіктігі 3 см болатын зат жинағыш жұқа линзадан 40 см қашықтықта орналасқан. Линзаның оптикалық күші 4 дптр-ға тең болса, кескіннің биіктігін анықтаңыз.

13. Жинағыш және шашыратқыш линзалардың формуласының айырмашылығы неде?

14. Дененің кескіні линзадан 30 см қашықтықта пайда болды. Егер линзаның оптикалық күші 4 дптр екені белгілі болса, сызықтық ұлғаюды табыңыз.

15. Дене жұқа жинағыш линзадан 10 см қашықтықта орналасқан, егер оны линзадан 5 см алыстатса, онда дененің кескіні линзаға екі есе жақындайды. Осы линзаның оптикалық күшін табыңыз.



1. Суретте бірдей шыныдан жасалған линзалар көрсетілген. Қай линзаның фокустық қашықтығы ұзағырақ? Қайсысының оптикалық күші көп?



2. Суретте бірдей шыныдан жасалған линзалар көрсетілген. Қандай линзаның фокустары оған жақын?



3. Мүзбен от жағуға бола ма?

4. Дөңес беттері бар линзалар әрқашан жиналады, ал ойыс беттері бар линзалар шашырайды ма?

5. Линзаның оптикалық күші 2,5 дптр құрайды. Экранда шамның өлшеміне тең кескін алу үшін одан қандай қашықтықта шам мен экранды қою керек?

6. Затты жинайтын линзадан қандай қашықтықта орналастыру керек, зат пен оның нақты кескіні арасындағы қашықтық минималды болуы үшін. Линзаның фокустық қашықтығы  $F$ .

7. Бас оптикалық оське перпендикуляр түзу бойымен және линзадан  $a = 18$  см қашықтықта орналасқан құмырсқа  $u = 1,6$  см/с жылдамдықпен қозғалады. Егер линзаның фокустық қашықтығы  $F = 12$  см болса, құмырсқаның кескіні қандай жылдамдықпен  $v$  қозғалады?

8. Дене негізгі оптикалық оське перпендикуляр орналасқан. Линза берген дене пен оның тура кескіні арасындағы қашықтық  $l = 5$  см. Сызықтық ұлғаю  $\beta = 0,5$ . Линзаның фокустық қашықтығын анықтаңыз.

9. Нүктелік жарық көзі мен экран арасындағы қашықтық  $L$ . Олардың арасына қойылған кінза екеуінде айқын кескін береді олардың арасындағы қашықтық  $l$ . Линзаның фокустық қашықтығын анықтаңыз.

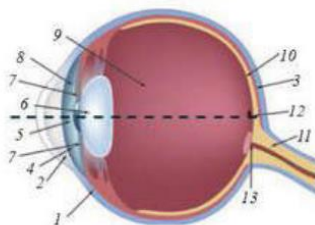
10. Заттың линзадан қашықтығы 36 см болса, кескіннің биіктігі 10 см. Егер заттың линзадан қашықтығы 24 см болса, кескіннің биіктігі 20 см. Линзаның фокус аралығын табындар.

**Оптикалық аспаптар** – линзалар жүйесі жәрдемімен зерттелетін объектіден келіп түскен жарықты түрлендіретін(сындыратын, шағылдыратын) құрылғылар. Негізгі бөлігі нәрсенің кескінін беретін қандай да бір оптикалық жүйе болып табылатын сан алуан оптикалық аспаптардың жұмыс істеу әрекеті геометриялық оптика заңдарына негізделген. Атқаратын қызметтеріне қарай оптикалық аспаптар проекциялық аппараттар, микроскоптар, телескоптар, фотоаппараттар және т.б болып бөлінеді.

**Проекциялық оптикалық аспаптар.** Проекциялық аспаптарға экранда нәрсенің шын, үлкейтілген кескінін беретін оптикалық аспаптар жатады. Бұл аспаптардың үш түрі бар: диаскоп экранға мөлдір денелерді проекциялайды; эпископ мөлдір емес нәрселерді проекциялайды; эпидиаскоп мөлдір де, мөлдір емес те нәрселерді проекциялайды. Барлық жағдайларда да нәрсе объектив пен фокус және қос фокус аралығында орналастырылады. Дене фокусқа неғұрлым жақын орналасса, проекциялық аппарат соғұрлым үлкейтілген кескін береді.

**Фотоаппарат** дегеніміз – линзалар жүйесінің көмегімен жарықсезгіш қабыршақта сақталатын, нәрсенің кескіні алынатын оптикалық қондырғы болып табылатын оптикалық қондырғы болып табылады. Фотоаппараттың негізгі бөліктері: объектив, мөлдір емес жарық өткізбейтін камера, фотоқабыршақ. Объектив дегеніміз – кескінді фотоқабыршаққа проекциялайтын линзалардың күрделі жүйесі. Фотоқабыршақтың жазықтығында нәрсенің шын, кішірейтілген, төңкерілген кескіні алынады. Суретке түсіру кезінде нысанды қос фокус аралығынан әрі қояды, сонда оның кескіні фокус және қос фокус аралығынан әрі қояды, сонда оның кескіні фокус және қос фокус аралығында алынады.

**Көз.** Қоршаған орта туралы адамдар мен жануарлардың миына жетіп өңделетін сансыз мол ақпараттардың кем дегенде 80%-ын жарық сәулелері тасиды. Ал жарық сәулелерін көріп, олардан тарайтын ақпараттарды миға жеткізетін бірден-бір құрал – көз. Көз – табиғи оптикалық жүйе болып табылады. Көз өзінің тор алмасының тор қабатында кішірейтілген, нақты, төңкерілген кескін береді.

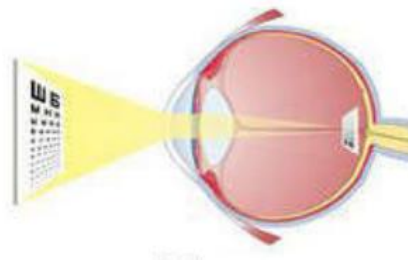


1. Склера – көз алмасының сыртқы қабығы.
2. Қасаң қабықша – склераның алдыңғы мөлдір бөлігі(сыну көрсеткіші 1,38)
3. Тамырлы қабық көзді қоректендіретін қан тамырларынан тұрады.
4. Түсті қабықша – тамырлы қабықтың алдыңғы бөлігі. Әр адамның көзінің түсі де, қабығының түсі де әртүрлі болады.
5. Қарашық – түсті қабықтың ортасындағы тесік, ол арқылы жарық өтеді. Қарашықтың диаметрі рефлексиялық түрде, жарықтануға қарай 2-ден 8 мм-ге дейін өзгере алады.
6. Көз жанары(көзбұршақ) – кескінді көз алмасының тор қабатына проекциялайтын, қос дөңес линза тәрізді мөлдір, серпімді, қат-қабат дене. Көз жанарының қисықтық радиусы оның жан-жағындағы бұлшық еттердің әсерінен өзгере алады, сол себепті әртүрлі қашықтықта орналасқан денелердің кескіні тура тор қабықтың сезімтал қабатына проекцияланады. Бұл процесс аккомодация деп аталады. Сонымен, аккомодация – бұл көз жанарының қисықтық радиусын өзгерте отырып, көздің әртүрлі қашықтықтан анық көруге бейімделуі. Нәрсенің

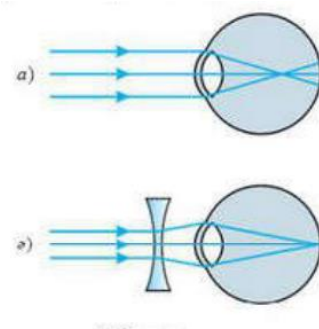
бөліктерін дұрыс көріп, қарауға ең ыңғайлы болатын, нәрседен көзге дейінгі қашықтықтың ең жақсы көру қашықтығы деп аталады. Қалыпты көз үшін бұл қашықтық 25 см.

7. Бұлшық еттер көз жанрын деформациялап, қисықтық радиусын өзгертеді. Сонымен қатар, бұлшық еттер көздің осі қарап отырған денеге бағытталатындай етіп, көзді бұрып отырады. Дене неғұрлым жақын болса, сол көз бен оң көздің бұлшық еттерінің жиырылуының айырмашылығы да соғұрлым көп.
8. Су тәрізді сұйық.
9. Шыны тәрізді дене – бұл көз алмасын толтырып тұрған іркілдеген сұйық.
10. Тор қабық – көз алмасының түбін түгел жауып тұрады. Ол көру жүйесінің тарамдарынан тұрады.
11. Көру жүйкесі, оның ұштары құтышалар немесе таяқша деп аталады. Бұл – жарық сезгіш элементтер.
12. Сары дақ – тор қабықтағы жарыққа ең сезімтал жер.
13. Соқыр дақ – тор қабықтағы көру жүйкесі кіретін жер.

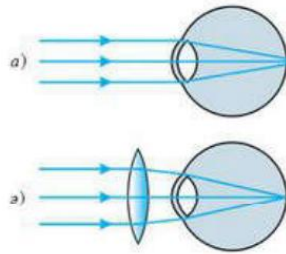
Өзінің құрылымы бойынша көз фотоаппаратқа ұқсайды. Рөлін көз жанары мен шыны тәрізді дене атқарады. Кескін тор қабықтың сезімтал бетінде пайда болады. Айқын кескін аккомодация арқылы жүзеге асады. Қарашық өлшемдері өзгеріп тұратын диафрагманың рөлін атқарады.



**Көзілдірік.** Дұрыс көретін көз (ең жақсы көріну қашықтығы 25 см) нәрсенің кескінін тор қабыққа проекциялайды. Кебйір адамның көзі қалыпты жағдайда кескінді тор қабыққа емес, оның алдына проекциялайды. Мұндай адамдарда алыстан нашар көрушілік деп аталатын көз кемшілігі бар. Алыстан нашар көретін адам нәрсені тек белгілі бір қашықтықтан бастап айқын көре алады. Ол жақын тұратын нәрселерді жақсы көреді, бірақ нәрсе алыстаған сайын оны нашар көре бастайды. Көздің мұндай кемшілігін түзету үшін шашыратқыш линзалардан жасалған (минустық) көзілдіріктер қолданылады.



Егер көз нәрсенің кескінін тор қабықтың артында берсе, мұндай кемістік алыстан көргіштік деп аталады. Мұндай адамдар алыстағы нәрселерді көреді, бірақ айқын көре алмайды, олардың ұсақ бөлшектерін ажырата алмайды. Ал жақындағы нәрселерді олар нашар, бұлдыратып қана көреді. Бұл адамдардың аккомодациясының жақын шегі 25 см-ден артық. Алыстан көргіштік жинағыш линзалардан жасалған көзілдіріктерді киіп, түзетеді.



Адамға көздегі сәулелер жолын түзету үшін қажетті көзілдіріктің оптикалық күшін анықтайық. Алыстан көретін адамның жақсырақ көру қашықтығы 25 см-ден артық, ал жақыннан көретін адамның жақсы көру қашықтығы 25 см-ден кем болады. Көзілдірік көру қабілеті қалыпты адамның жақсы көру қашықтығында кескін беруі қажет. Линзадағы кескін көз бұршағында зат болып қабылданады. Жинағыш линзадағы алынған сурет сол зат тұрған жақта болады, демек ол - жалған кескін. Шашыратқыш линзалар тек жалған кескіндер береді. Линзаның оптикалық күші былай болады:

$$D = \frac{1}{F} = \frac{1}{d_0} - \frac{1}{d}$$

Мұндағы  $d_0=0,25$  м,  $d$  алыстан және жақыннан жақсы көру қашықтығы.

**Екі көзбен көрудің артықшылығы.** Екі көзбен көрудің арқасында біз айналамыздағы денелердің қаншалықты алыс не жақын орналасқанын анықтай аламыз. Оң және сол көздің тор қабығындағы кескін әртүрлі болады: әр көз денені бір қырынан көреді. Дене жақын болған сайын, көріністің айырмашылығы айқынырақ болады. Өте алыста орналасқан заттардың кескіні екі көз үшін бірдей болады, олардың көлемі байқалмайды. Екі көзбен көру айналадағы заттарды көлемді етіп көруге мүмкіндік береді.

**Лупа.** Нәрсенің ұсақ бөлшектерін ажыратып көру үшін оны үлкен көру бұрышымен қарау керек. Оптикалық аспаптардың көмегімен нәрсені көзге жақындату арқылы көру бұрышын үлкейтуге болады. Үлкен көру бұрышына тор қабықтағы үлкен кескін сәйкес келеді. Ұсақ нәрселерді қарап, көру үшін қолданылатын ең қарапайым құрал – қысқа фокусты(10см) жинағыш линза. Оны лупа деп те атайды. Әдетте лупаны көзге жақын ұстайды, ал қарайтын нәрсені оның фокаль жазықтығына орналастырады. Осы кезде тор қабықтағы кескін көзге күш түсірмей ақ пайда болады. Лупаны сағат жөндейтін шеберлер, геологтер, криминалистер т.б қолданылады.

**Перископ.** Тағы бір қарастыратын оптикалық аспап – перископ. Бұл тығылып отырған жерден бақылау жасауға мүмкіндік беретін оптикалық аспап.

**Микроскоп.** Өте ұсақ кішкентай нәрселерді көру үшін микроскоп қолданылады. Ең қарапайым микроскоп екі линзадан тұрады. Нәрсеге қарап тұрған фокусты жинағыш линза объектив деп аталады. Ол нәрсенің нақты, үлкейтілген кескінін береді. Бұл кескін екінші жинағыш қысқа фокусты линза(лупа) арқылы қаралады, оны окуляр деп атайды. Зерттелетін нәрсе объективтің фокусына таяу жерде орналастырылады. Сол кезде объектив үлкейтілген нақты кескін береді, ол объективтің артында, окулярдың фокусына таяу жерде пайда болады.

**Телескоп** – аспан денелерін бақылауға арналған оптикалық аспап. Телескоптарды линзалық (рефракторлық) және айналық(рефлекторлық) деп бөледі.

Лупаның, микроскоптың және телескоптың негізгі міндеті – қарастырылатын нысандардың көру бұрышын ұлғайту. **Оптикалық аспаптың бұрыштық ұлғайтуы** – денені оптикалық аспаппен

қарағандағы көру бұрышының тангенсінің ең жақсы көру қашықтығынан қарағандағы көру бұрышының тангенсіне қатынасы.

$$\gamma = \frac{tg\varphi}{tg\varphi_0}$$

**Лупаның** бұрыштық ұлғайтуы ең жақсы көру қашықтығының линза фокусына қатынасымен анықталады.

$$\gamma = \frac{d_0}{F}$$

Микроскоптың бұрыштық ұлғайтуы объектив пен окулярдың сызықтық ұлғайтуларының көбейтіндісіне тең.

$$\gamma = \Gamma_{об} \cdot \Gamma_{ок}$$

Телескоптың(көру түтігінің) бұрыштық ұлғаюы объектив пен окулярдың фокустық қашықтарының қатынасына тең.

$$\gamma = \frac{F_1}{F_2}$$

## **6. «Оптикалық аспаптар. Көз – оптикалық жүйе» тақырыбына тапсырмалар**

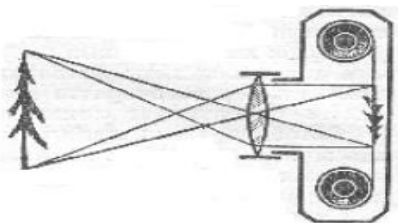
### **А деңгейі**

1. Көздің қай бөліктері оптикалық жүйені құрайды?
2. Екі көзбен көрудің артықшылығы неде?
3. Адамның көзіне ұқсайтын қандай оптикалық аспап бар?
4. Микроскоп қандай оптикалық элементтерден құралады?
5. Фотоаппаратта қандай кескін пайда болады, жалған әлде тура?
6. Шашыратқыш линзасы бар көзілдірік қандай көздің ақауын жөндейді?
7. Жинағыш линзасы бар көзілдірік қандай көздің ақауын жөндейді?
8. Оқушы оптикалық күші +2 дптр болатын көзілдірік тағады. Көзілдіріктің фокустық арақашықтығы қандай? Бұл көзілдірік қандай көз ақауына арналған?
9. Жақыннан көретін адам аралда жүр. Ол көзілдірігіндегі линза арқылы отын жаға алады ма?
10. Су астында адам денелерде бұлдыратып көреді. Демек көз су астында жақыннан көре ме әлде алыстан көре ме?
11. Дәрігер Арманға оптикалық күші -1 дптр болатын көзілдірік тағуды ұсынды. Арманның көзінде қандай ақау бар? Көзілдіріктің фокустық арақашықтығы қандай?
12. Көзімізде қандай экранда кескін пайда болады? Ол қандай кескін – шын әлде жалған?
13. Телескоп қандай оптикалық элементтен құралады?

14. Сіз көзілдірік тауып алдыңыз. Көзілдірік иесінің көз ақауын қалай анықтауға болады?
15. Микроскоп қандай кескін береді – шын әлде жалған? Тура немесе төңкерілген?
16. Телескоп жұлдыздарды үлкейтіп көрсетеді ме?
17. Судан шығарып алған балықта қандай көз ақауы пайда болады – жақыннан көргіштік немесе алыстан көргіштік?
18. Жарнамадағы әріпті қандай жағдайда оңай көре аламыз: а) әріптің биіктігі 25 см және жарнаманы 20 м қашықтықтан қарап тұр; б) әріптің биіктігі 55 см және жарнаманы 40 м қашықтықтан қарап тұр?
19. Лупаның фокустық арақашықтығы 12,5 см. Лупаның үлкейтілуін табыңыз.
20. Қандай жағдайда көз жанары дөңес болады: егер жақын жердегі денені қарасақ немесе алыстағы денені қарасақ?

### В деңгейі

1. Егер вагонның биіктігі 9 мм, ал нақты биіктігі 3 м болса, пойыздың суреті қандай қашықтықтан түсірілген? Камера объективінің фокустық ұзындығы 15 см.
2. Проекциялық құрылғының объективінің фокустық қашықтығы 15 см. экранда 45х60 см кескін алу үшін объективтен 9х12 см диапазонды қандай қашықтықта орналастыру керек?
3. Егер адамның бойы 1,8 м болса және түсірілім 3 м қашықтықтан жасалса, фильмдегі адам бейнесінің биіктігі қандай? линзаны бір Жинау линзасы ретінде қарастыруға болады деп есептеңіз.
4. Егер ұшақтың ұзындығы 20 м болса және оның пленкадағы кескінінің өлшемі 1 мм болса, ұшақ фотографтың үстінен қандай биіктікте ұшты? Линзаның фокустық қашықтығы 30 мм.
5. 100 км биіктіктен ғарыштық суретке түсіру кезінде фокустық ұзындығы 50 см объектив қолданылады. фотопленкада алынған мектеп ауласының өлшемі 50 X 50 м болатын кескіннің өлшемдері қандай?
6. Ауданы 2х2 м сурет одан 4,5 м қашықтықта орналасқан камерамен түсіріледі. Осыдан алынған кескіннің өлшемі 5х5 см. құрылғы объективінің фокустық қашықтығы қандай? Біз кескіннен объективке дейінгі қашықтық фокустық қашықтықтан үлкен болады деп болжаймыз.
7. Суреттегі камера қандай сурет береді? (кішірейтілген, шын, төңкерілген)



8. Қалыпты көру қабілеті бар адам оптикалық күші +5 дптр болатын көзілдірік арқылы қарай бастайды. Қарастырылып отырған объект анық көрінуі үшін қандай екі шекті позицияның арасында орналасуы керек?

9. Кәдімгі камера объективтен 50 см-ден жақын емес заттарды алып тастай алады. Егер объективке +2 дптр оптикалық күші бар саптама линзасын қойсаңыз, сол камерамен қанша қашықтықтан түсіруге болады?

10. Позитивтің өлшемі 8x8 см. экрандағы позитивтің кескіні 1,2x1,2 м болуы керек болса, проекциялық камераның объективі бола алатын жинайтын линзаның оптикалық Күшін анықтаңыз. линзадан экранға дейінгі қашықтық 4 м.

11. Проекциялық фонарь объективінің оптикалық Күшін анықтаңыз, егер экран 6 м объективтен алыс болған кезде биіктігі 2 м экранда 5 см дипозитив алынса.

12. 1 км биіктіктен өзен суретке түсті. Егер суретте 4 см болса, өзеннің Шири анықтаңыз. камера объективінің оптикалық күші 8 дптр құрайды.

13. Ғимараттың бүкіл қасбеті 24x36 мм пленка кадрына сәйкес келуі үшін ұзындығы 50 м ғимаратты қандай қашықтықтан суретке түсіру керек? Линзаның фокустық қашықтығы 50 мм.

14. Фотосуреттегі ғимараттың биіктігі 7 см. егер объективтің негізгі фокустық қашықтығы 20 см екендігі белгілі болса, ғимараттың нақты биіктігін анықтаңыз, ал түсірілім кезінде құрылғы ғимараттан 80 м қашықтықта орналастырылған.

15. 100 м қашықтықтан суретке түсіру кезінде ағаштың теріс биіктігі 12 мм-ге тең болды, егер объективтің фокустық қашықтығы 50 мм болса, ағаштың нақты биіктігін табыңыз.

### С деңгейі

1. Жолдан 10 м қашықтықта тұрған Фотограф 36 км/сағ жылдамдықпен өтіп бара жатқан велошабандозды суретке түсіреді. камера объективінің фокустық қашықтығы 50 мм. егер велосипедтің ұзындығы 2 м болса, пленкадағы велосипед кескінінің ұзындығы қандай? Фильмдегі кескіннің "бұлыңғырлығы" 0,1 мм-ден аспауы үшін камераның ысырмасын түсіру кезінде қанша уақыт ашу керек?

2. Микроскопты үлкейту 400. Егер окулярдың фокустық қашықтығы 5 см, ал түтіктің Ұзындығы 20 см болса, объективтің оптикалық Күшін анықтаңыз.

3. Микроскопты үлкейту 600. Егер окулярдың фокустық қашықтығы 4 см, ал түтіктің Ұзындығы 24 см болса, объективтің оптикалық Күшін анықтаңыз.

4. Микроскоп объективінің фокустық қашықтығы 1,25 мм, окуляр-10 мм. линза мен окуляр арасындағы қашықтық 16 см. қарастырылып отырған нысанды қайда орналастыру керек және бақылаушы үшін микроскоптың ұлғаюы қандай, оның ең жақсы көру қашықтығы 25 см?

5. Пулковтағы рефракторлардың бірінің линзасының фокустық қашықтығы 14,1 М. фокустық қашықтығы 2,5 см окулярды қолданған кезде рефрактордың ұлғаюы қандай?

6. Объективтің фокустық қашықтығы 3 м болатын астрономиялық құбырдан окуляр алынып тасталды және объективтің негізгі фокусында алынған кескінді жай көзбен қарайды. Құбыр өте алыс затқа бағытталған. Бұл жағдайда құбыр қандай өсім береді?

7. Айды бақылау үшін оптикалық түтік орнатылған. Құбырдан 100 м қашықтықта орналасқан заттарды қарастыру үшін окулярды қандай қашықтыққа және қай жаққа жылжыту керек? Линзаның фокустық ұзындығы 60 см.

8. Оқушы кітапты көзінен 20 см қашықтықта ұстап оқуға дағдыланған. Оқушы кітапты ең жақсы көру қашықтығы 25 см қашықтықта оқу үшін көзілдіріктің оптикалық күші қандай болуы керек?

9. Бақылаушы қашықтағы затты Кеплердің көру түтігі арқылы қарастырады. Объектив пен окуляр ретінде фокустық ұзындығы  $F_1 = 30$  см және  $F_2 = 5$  см линзалар қолданылады. бақылаушы объектив пен құбыр окуляры арасындағы қашықтық  $L_1 = 33$  см-ден  $L_2 = 34,5$  см-ге дейін болса, бақылаушы заттың нақты бейнесін көреді. бақылаушы объектінің суретін қандай қашықтықта көреді? Адам қашықтағы затты қарастырады.

10. Микроскопта объективтің фокустық қашықтығы  $F_1 = 5,4$  мм, ал окуляр  $F_2 = 2$  см. нысан объективтен  $A_1 = 5,6$  мм қашықтықта орналасқан. Қалыпты көзге арналған микроскоптың ұлғаюын және микроскоп түтігінің ұзындығын анықтаңыз.



## Жауаптары

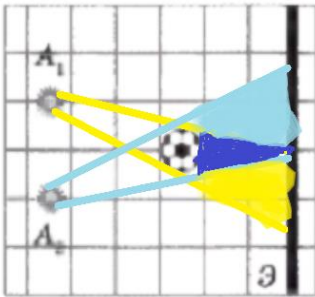
### 1. Жарықтың түзусызықты таралу заңы

#### А деңгейі

1. Әр жаңа айда күннің тұтылуын байқамауымыздың себебі-ай орбитасының көлбеуінде. Айдың орбитасы Жер орбитасының жазықтығымен салыстырғанда 5 градусқа қисайған; 2. Тұтылу кезінде Ай Жердің көлеңкесінде қалып, қызыл-қызыл түске боялған. Бұл визуалды эффект біздің планетамыздың атмосферасы спектрдің қызыл-қызғылт сары бөлігінің күн сәулесін өткізіп, қалғанын көрсетеді; 3. Бұл жарықтың дифракциясы(кедергілерді айналып өту) және адам мен оның көлеңкесі(жерде) арасындағы қашықтықты арттыру арқылы пайда болады. Егер сіз мұқият қарасаңыз, көше шамымен жарықтандырылған кезде аяқтың көлеңкесі әрқашан бастың көлеңкесінен айқынырақ болады; 4. Шам-сіз нүктелік көз ретінде бола аласыз, демек біз көлеңке аламыз. Люстра-көздің көлемін ұлғайтады, ал егер көзі үлкен болса, біз жартылай көлеңке аламыз; 5. Жарық пен көру болмаса, біз ештеңені "көре" алмас едік; 6. Жоқ, Айдың өзі жарық көзі емес, ол басқа жарықтың – күннің жарығын көрсетеді; 7. Табиғи жарық көздері: найзағай, от. Жасанды: шам, теледидар; 8. Тек оның жалыны жарық көзі болып саналады; 9. Табиғи: найзағай, күн, мысықтың қараңғыда жарқыраған көздері, Аврора, жұлдыздар, отшашулар, кемпірқосақ. Жасанды: шам, теледидар экраны, сіріңке, от, электр шамы, флуоресцентті шам, автомобиль фаралары; 10. Нүктелік жарық көзі: алыстағы жұлдыздар, отшашулар, бір шамды фонарь. Ұзартылған жарық көзі: диффузорлы фонарь, күн; 11. Егер жарық көзі ұзақ болса; 12. Күн тұтылуы Күн , Ай және жер бір түзу сызықта тұрғанда және ай күн мен жердің арасында болғанда пайда болады. Айдың тұтылуы Күн , Ай және жер бір түзу сызықта және ай күн мен жердің артында тұрған кезде пайда болады; 13. В) Жұлдыздар-нүктелік жарық көзі, Жалын және сәлем-кеңейтілген жарық көздері; 14. Адам немесе зат жартылай көлеңкеде болған кезде, жартылай көлеңкеден Жарық шығатын көздің бір бөлігі көрінеді; 15. Жарық сәулесі; 16. Күн, отшашулар, жұлдыздар, су астындағы балықтар жарқырайды; 17. Теледидар экраны, телефон, от, флуоресцентті шам; 18. Айдың тұтылуы; 19. Суық жарық көзінің температурасы бөлме температурасына жақын; 20. Ай, айна

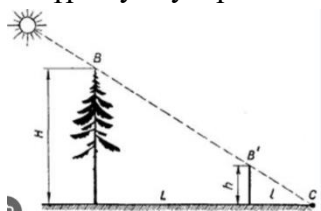
#### В деңгейі

1. Ұзартылған көзді нүкте ретінде қарастыруға болады, егер көзден жарық түсетін объект одан көздің өлшемдерінен едәуір асып түсетін қашықтыққа алыс болса; 2. Жарық көзі мен таяқша арасындағы қашықтықты өзгерту арқылы олардың көлеңкелерінің ұзындығын өзгертуге болады; 3.



; 4. Ауада ұшатын бөгде заттардың (шаңның) арқасында жарық сәулесін көруге болады. Бұл ұшатын қоқыстардың барлығы жарық сәулесінің кедергісі болып табылады. Сәуле мұндай даққа түскенде, ол оны жарықтандырады, ал дақ оған түскен сәулені ішінара көрсетеді (барлық денелер сәулелерді шағылыстыра алады). Енді ауада қанша үлкен немесе әрең көрінетін дақтар бар екенін елестетіп көріңіз, олардың барлығы сәулелердің бір бөлігін көрсетеді. Әрі қарай, шағылысқан жарық сәулелерінің бір бөлігі көздің тор қабығына жетеді және Біз бүйірден жарық сәулелерін көреміз; 5. Жарықтың түзусызықты таралу заңы; 6. Жарық көзінің өлшемдері

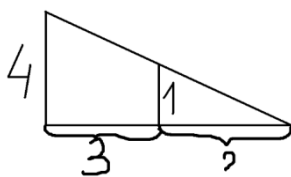
неғұрлым аз болса, көлеңке мөлшері соғұрлым аз болады; **7.** Ашық ауа-райында айқын көлеңке берген нысан бұлтты ауа-райында барлық жағынан жарықтандырылады, сондықтан жарықтан көлеңкеге күрт ауысулар байқалмайды.; **8.** Иә, күн Зенитте немесе экваторда болған кезде ғана; **9.**



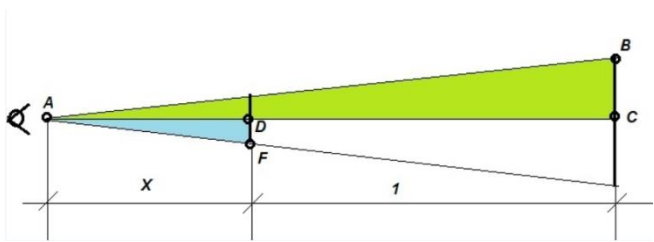
$H = \frac{L \cdot h}{l}$ ; **10.** Өйткені дене көбірек жарық сәулелерін жабады; **11.** Күннің тұтылуы Жаңа айда, Күн, Ай және жер бір түзу сызықта орналасқан кезде пайда болады. Айдың тұтылуы Ай Жердің көлеңкесін кесіп өткенде пайда болады. Бұл кезде ай күннің қарама-қарсы жағында болады, сондықтан айдың тұтылуы әрқашан толық ай фазасында болады; **12.** Жарық көзі-фонарь, өйткені  $\frac{H}{h} = \frac{L}{l}$  шарты орындалмайды; **13.** Оттан шыққан ауа біркелкі емес қызады және біркелкі болмайды (тығыздығы әртүрлі) ауа ағындары үнемі қозғалады. Мұндай гетерогенді ортадағы жарық сәулелері әртүрлі жолдармен сынады, сурет үнемі өзгеріп отырады; **14.** Қарсы келе жатқан көлік жүргізушілеріне жолды көруге кедергі келтіретін Жарық энергиясының ағынын азайту үшін; **15.** Сыныптардағы үстелдер терезелер сол жақта болатындай етіп орналастырылады және жазу қолының көлеңкесі қағазға түспейді;

### С деңгейі

1. 1 м;

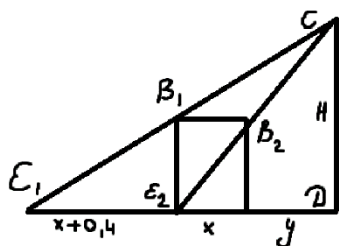


2.  $\frac{4}{1} = \frac{x+3}{x} \rightarrow x = 1\text{м}$



3.  $\frac{AC}{AD} = \frac{BC}{DF} \rightarrow \frac{x+1}{x} = \frac{6}{0.5} \rightarrow x = 9\text{см.}$

4.  $\frac{H_1}{L_1} = \frac{H_2}{L_2} \rightarrow L_1 = \frac{L_2 \cdot H_1}{H_2} = 3.2\text{ км};$



5.

$\frac{1.2}{H} = \frac{x}{E_2 \cdot D}; E_2 \cdot D = x + y$

$$\begin{cases} H(x + 0.4) = 1.2(x + y + 1.2) \\ H * x = 1.2(x + y) \end{cases}$$

H=3.6м;

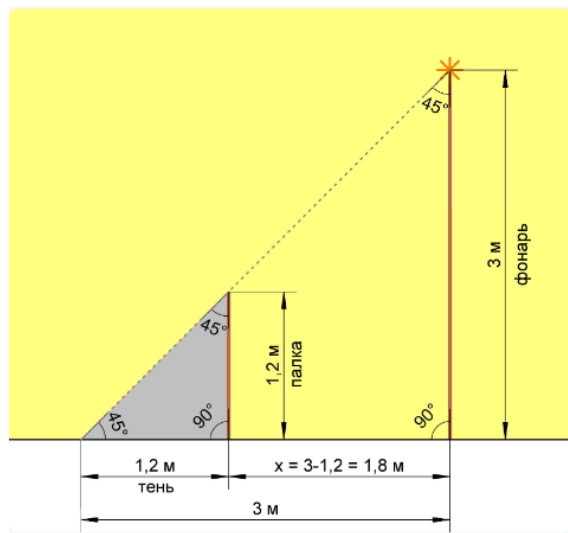
**6. Тапсырманы түсінікті ету үшін эскиз салған дұрыс (төмендегі суретті қараңыз).**

Біз екі үшбұрышты көреміз-кіші (көлеңке аймағы) және үлкен (көлеңке мен фонарьдың соңы арасында).

Кішкентай үшбұрыш-тікбұрышты, изоссельді (өйткені оның екі аяғы да тең). Сонымен, оның екі өткір бұрышы да 45 градусқа тең.

Үлкен үшбұрыш-тікбұрышты және 45 градусқа тең кіші үшбұрышпен ортақ өткір бұрышы бар. Сонымен, үлкен Үшбұрыш та тең қабырғалы, ал оның екінші аяғы 3 метр.

Осы жерден біз қалаған қашықтықты есептейміз. Эскиз оның тең екенін көрсетеді:  $x = 3 - 1,2 = 1,8$  м



7. 34 м;

**8. 1)** Шыбынның және оның көлеңкесінің бұрыштық жылдамдығы жарық көзіне қатысты бірдей. Яғни бірдей уақыт аралығында шыбын мен оның көлеңкесі бірдей бұрышқа бұрылады:  $\alpha_1 = \alpha_4 = \alpha$ . 1-ші бұрыш шыбынның жарық көзіне қатысты 1 м арақашықтықтағы бұрылу бұрышы. 2-ші бұрыш шыбынның көлеңкесінің бұрылу бұрышы.

2) Бірдей уақыт аралығында шыбын мен оның көлеңкесінің жолын анықтайық:

$$S_1 = v_1 \cdot t = \text{tg}(\alpha_1) \cdot r_1 = \text{tg}(\alpha) \cdot r_1$$

$$S_4 = v_4 \cdot t = \text{tg}(\alpha_4) \cdot r_4 = \text{tg}(\alpha) \cdot r_4$$

3) екі теңдеуден уақытты өрнектейміз:

$$t = \sin(\alpha) \cdot r_1 / v_1$$

$$t = \sin(\alpha) \cdot r_4 / v_4$$

4) теңдеуді шешеміз:

$$\sin(\alpha) \cdot r_1 / v_1 = \sin(\alpha) \cdot r_4 / v_4$$

$$r_1 / v_1 = / v_4$$

$$v_4 = v_1 \cdot r_4 / r_1 = 2[\text{м/с}] \cdot 4[\text{м}] / 1[\text{м}] = 8[\text{м/с}];$$

9. Сіріңке нүктеге неғұрлым жақын болса, соғұрлым ол көп сәулелерді ұстайды; нәтижесінде көздің қарашығы сіріңкенің "көлеңкесінде" болуы мүмкін; 10. Өйткені семсерлесушінің көзіне тор арқылы жеткілікті жарық түседі. Біз семсерлесушінің бетіне қарасақ, семсерлесушінің бетінен шағылысқан жарық ішінара тормен кешіктіріледі.

## 2. Жарықтың шағылуы. Шағылу заңдары

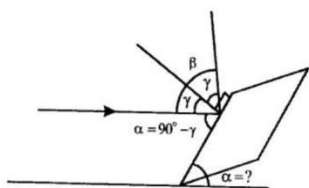
### А деңгейі

1. Жарықтың шағылуы деп екі түрлі ортаның шекарасына түскен кезде жарық сәулесінің таралу бағытының өзгеру құбылысын айтады; 2. Шағылудың екі түрі бар: дұрыс және шашыранды; 3. Түсу бұрышы - түсуші толқынның таралу бағыты мен толқын түсетін екі орта бөлігінің бетіне перпендикуляр арасындағы бұрыш; 4. Шағылу бұрышы – шағылған сәуле мен екі орта бөлігінің бетіне перпендикуляр арасындағы бұрыш; 5. Түскен сәуле, шағылған сәуле және екі ортаның шекарасындағы сәуленің түсу нүктесінде тұрғызылған перпендикуляр бір жазықтықта жатады; 6. 45°; 7. 30°; 8. 52°; 9. 60°; 10. 10°; 11. 60°; 12. 50°; 13. 30°; 14. 40°; 15. Түскен сәуле және шағылған сәуле өзара сәйкес келеді, егер бұрыш 0° болса; 16. 1. Түскен сәуле, шағылған сәуле және екі ортаның шекарасындағы сәуленің түсу нүктесінде тұрғызылған перпендикуляр бір жазықтықта жатады, 2. Түскен сәуле шағылған сәулеге тең:  $\alpha = \beta$ ; 17. №1; 18. №3; 19. 0°; 20. 70° және 20°.

### В деңгейі

1. Өйткені от үстіндегі ауаның сыну көрсеткіші температураға байланысты біршама өзгереді; 2. 35°; 3. 30° азаяды; 4. 14 м/с себебі, адам айнаға қарай жылжыған кезде кескін де қозғалады; 5. 40 см; 6. Өйткені заттарға соғылған жарық шағылысып, көзімізге түседі; 7. 10°, 5°; 8. Шыны терезелер көшеден күн сәулесін жақсы өткізеді және оны жақсы көрсетпейді, сондықтан олар қараңғы болып көрінеді. Физика заңдары бойынша мөлдір ортадан өткенде жарықтың бір бөлігі бағытын өзгерте отырып, оған өтеді; 9. 32°; 10. Өйткені тегіс бет жарықты қаншалықты жақсы шағылыстырса да, оның бір бөлігін жұтып, шашыратады; 11. 25°; 12. Жоқ, шағылу заңы тек айнадан шағылуы үшін жарамды, яғни шағылысатын беттің біркелкілігі түскен жарықтың толқын ұзындығынан әлдеқайда аз болғанда; 13. 60°; 14. Бұл судан түсетін жарық жүргізушінің көзіне түспейді, ал асфальттан түсетін жарық шашыраңқы болады; 15. 70° артады.

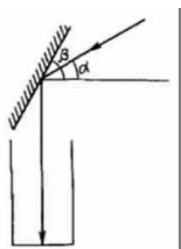
### С деңгейі



1. Жарықтың түсу бұрышы  $\gamma$  шағылу бұрышына тең. Сондықтан, сәуленің айналу бұрышы  $\beta = 2\gamma$ .

$$\alpha = 90^\circ - \gamma = 90^\circ - \frac{\beta}{2}$$

$$\alpha = 90^\circ - \frac{90^\circ}{2} = 45^\circ;$$



2. Жарық шоғы құдық түбін жарықтандыру үшін шағылған жарық тігінен төмен түсуі керек, яғни. горизонтальға  $90^\circ$  бұрышта, яғни. түсу бұрышы мен шағылу бұрышының қосындысы  $90^\circ + \alpha$  тең болады, мұндағы  $\alpha = 60^\circ$ . Бұрыштардың қосындысы

$$90^\circ + \alpha + 2\beta = 180^\circ$$

$$\beta = \frac{180^\circ - 90^\circ - 60^\circ}{2} = 15^\circ.$$

$$\alpha + \beta = 60^\circ + 15^\circ = 75^\circ;$$

3. Екі ортаның шекарасында мыналар байқалады: жарықтың шағылысуы; жарықтың сынуы; жарықтың жұтылуы. Шағылған және сынған жарық ағындары арасындағы байланыс орталар арасындағы шекараға жарық ағынының түсу бұрышына байланысты;

4. Если зеркало поставить вертикально, то угол будет те же  $24^\circ$ . Значит надо повернуть зеркало на  $\frac{24^\circ}{2} = 12^\circ$  «вверх», то есть зеркало будет наклонено к горизонту на  $90^\circ - 12^\circ = 78^\circ$

Егер айна тігінен орналасса, бұрыш бірдей  $24^\circ$  болады. Бұл айнаны  $\frac{24^\circ}{2} = 12^\circ$  «жоғары» бұру керек дегенді білдіреді, яғни айна көкжиекке  $90^\circ - 12^\circ = 78^\circ$  бұрылады;



5.  $2x + 50^\circ = 180^\circ, x = 65^\circ;$

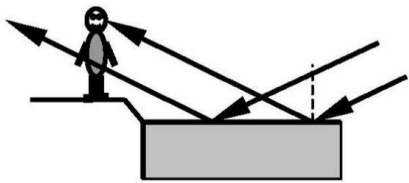
6. Кескін жағаға жақындайды. Бұл күн сәулелерінің сынуымен байланысты;

7. Вертикаль мен күн сәулесінің арасындағы бұрыш  $\gamma = 90^\circ - 40^\circ = 50^\circ$

Әрі қарай күн сәулесімен бұрыш жасайтын  $\gamma$  бұрышының биссектрисасын салайық  $\theta = 25^\circ$

Осылайша, жазық айна NM бұрышпен орналастырылса  $\alpha = \frac{\gamma}{2} + 40^\circ = 25^\circ + 40^\circ = 65^\circ$

сонда күн сәулесі құдық түбіне аман-есен жетеді, өйткені ол қабырғаларына параллель өтеді;



8. Адам көлден алыстаған сайын күн бейнесі жағаға жақындай береді;

9. Түсу бұрышы шағылу бұрышына тең. Тігінен жоғары - яғни  $90^\circ$  көкжиекке бұрышта. Бұл айнаны горизонтқа сәулеге қарай  $20^\circ$  бұрышта орналасуы керек дегенді білдіреді және айнаға түсу бұрышы  $50^\circ + 20^\circ = 70^\circ$  болады. Сәуле айнадан оған  $70^\circ$  бұрышпен шағылысатын болады, бұл көкжиекке  $70^\circ + 20^\circ = 90^\circ$  дегенді білдіреді; 10. Бірінші сәуленің шағылу бұрышы  $40^\circ$ . Екінші сәуленің шағылу бұрышы  $60^\circ$ .

### 3. Жарықтың сынуы. Жарықтың сыну заңы. Толық ішкі шағылу

#### А деңгейі

1. Жарықтың сынуы – екі ортаның шекарасындағы сәуле бағытының өзгеруі, бұл кезде жарық екінші ортаға өтеді; 2. Толық ішкі шағылысу – түсу бұрышы белгілі бір сыни бұрыштан асатын жағдайда ішкі шағылысу; 3. Жарық сәулелері альфа бұрышымен сынады, сондықтан суда көрген суретіміз бұрмаланған; 4. Жарық жылдамдығы баяу болатын орта оптикалық тығыздық; 5. Егер сіз қасықты немесе қарындашты стақан суға батырсаңыз, онда ауа мен судың жанасу сызығында біз қасықтың екі шекарасында жарықтың сынуынан болатын «қисықтығын» байқаймыз; 6. Егер екі ортаның сыну көрсеткіштері бірдей болса және сәуле ортаның бетіне перпендикуляр болса, сәуленің сыну бұрышы түсу бұрышына тең болады; 7. Жарық сәулесі ауадан шыныға өткенде, сыну бұрышы түсу бұрышынан кіші болады; 8. Жарық сәулесі шыныдан ауаға өткенде, сыну бұрышы түсу бұрышынан үлкен болады; 9. Екі ортаның шекарасындағы сыну заңы бойынша екінші ортаның бірінші ортаға қатысты сыну көрсеткіші  $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$  формуласымен табылады, мұндағы  $\alpha$  – сәуленің түсу бұрышы,  $\beta$  – осы сәуленің сыну бұрышы, біз  $\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n}$  екенін аламыз; 10. Түсу бұрышы үлкенірек. Егер сәуле судан ауаға өтсе, сыну бұрышы үлкен болады; 11. Жуынатын бөлмеде адамның денесінің бөліктері шындығынан жақынырақ көрінеді; 12. Дәл солай  $0^\circ$ . Сәуле екі ортаның шекарасына перпендикуляр түседі; 13. Егер жарық сәулесі оптикалық тығыздығы аз ортадан оптикалық тығыздық ортаға өтсе, онда сыну бұрышы түсу бұрышынан кіші болады; 14. Егер жарық сәулесі оптикалық тығыз ортадан оптикалық жағынан азырақ ортаға өтсе, онда сыну бұрышы түсу бұрышынан үлкен болады; 15. Егер екі ортаның сыну көрсеткіштері бірдей болса және сәуле орта арасындағы шекараға перпендикуляр болса, сәуленің сыну бұрышы түсу бұрышына тең болады; 16.  $35^\circ$ ; 17. Шағылу болмайды; 18.  $58^\circ$ ; 19.  $35^\circ$ ; 20. Жарық екі ортаның шекарасынан өткен кезде сыну бұрышын есептеу үшін бірінші және екінші ортаның абсолютті сыну көрсеткіштерінің қатынасына тең салыстырмалы сыну көрсеткіші қолданылады.

#### В деңгейі

1. Стақан судың тығыздығы ауамен салыстырғанда жоғары. Сондықтан мұндай ауысу кезінде жарық «сынады»; 2.  $30^\circ$ ; 3. Өйткені су ауадан оптикалық тығыздық орта; 4.  $80^\circ$ ; 5. Жарықтың судағы сынуы терең объектілерді тереңірек етіп көрсетеді; 6.  $84^\circ$ ; 7. Судағы заттан шағылысқан сәулелер су мен ауаның түйіскен жерінде әрқашан энергиясының бір бөлігін жоғалтады және суда белгілі бір қашықтықты жүреді; 8.  $55^\circ$ ; 9. Өйткені күн сәулелері біркелкі шағылыспайды, барлығы

әртүрлі бұрыштарда; **10.**  $30^\circ$ ; **11.** Өрт үстіндегі ауаның сыну көрсеткіші от үстіндегі ауа температурасына байланысты өзгереді; **12.**  $50^\circ$ ; **13.** Тығыздығы азырақ ортадан тығызырақ ортаға өткендегі жарықтың сынуы; **14.** Суға түсетін жарық жер бетінен толық шағылыспайды. Ауа-су шекарасында сынған жарықтың бір бөлігі суға түседі; **15.**  $70^\circ$ .

### С деңгейі

$$1. \frac{H}{h} = n, H = h \times n = 3 \times 1.38 = 4.14 \text{ м};$$

$$2. 90^\circ + \alpha + \beta = 180^\circ$$

$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin(90^\circ - \alpha)} = n$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = n$$

$$\operatorname{tg} \alpha = n$$

$$\alpha \approx 59,5^\circ$$

$$\beta = 90^\circ - 59,5^\circ = 30,5^\circ;$$

$$3. \frac{\sin \beta}{1,5} = \frac{\sin 30^\circ}{1}$$

$$\sin \beta = \frac{3}{4}$$

$$\beta = \arcsin(0,75) = 48,6^\circ ;$$

$$4. n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n}$$

$$\Delta ABC: \frac{BC}{AB} = \operatorname{tg} \beta$$

$$l = BC = AB \times \operatorname{tg} \beta = h \times \frac{\sin \beta}{\cos \beta} = h \times \frac{\sin \beta}{\sqrt{1 - \sin^2 \beta}} = h \times \frac{\frac{\sin \alpha}{n}}{\sqrt{1 - (\frac{\sin \alpha}{n})^2}} = h \times \frac{\frac{\sin \alpha}{n}}{\sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{n^2}}} = h \times \frac{\frac{\sin \alpha}{n}}{\sqrt{\frac{n^2 - \sin^2 \alpha}{n^2}}} =$$

$$h \times \frac{\frac{\sin \alpha}{n}}{\frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}{n}} = \frac{n \times \sin \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}} = \frac{1 \times \sin 60^\circ}{\sqrt{1,33^2 - \sin^2 60^\circ}} \approx 0,858 \text{ м};$$



5.

$$r = 2htg\alpha_{\text{прел}}$$

$$\frac{\sin\alpha_{\text{прел}}}{\sin\alpha_{\text{пад}}} = \frac{1}{n}$$

$$\sin\alpha_{\text{прел}} = \frac{\sin\alpha_{\text{пад}}}{n}$$

$$r = \frac{2 \times 1,2 \times \sin 30^\circ}{\sqrt{\left(\frac{4}{3}\right)^2 - \sin^2 30^\circ}} = 0,97 \text{ м;}$$



6.

$$\angle BAD = \angle ABD = \alpha = 45^\circ \Rightarrow BD = AD = h$$

$$r = h - CD = h - htg\beta = h(1 - tg\beta)$$

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\beta = \arcsin\left(\frac{n_1}{n_2} \sin\alpha\right)$$

$$r = h(1 - tg \left[ \arcsin\left(\frac{n_1}{n_2} \sin\alpha\right) \right])$$

$$r = 32 \left( 1 - tg \left[ \arcsin \frac{1}{1,33} \times \sin 45^\circ \right] \right) = 11,9 \text{ см;}$$



7.

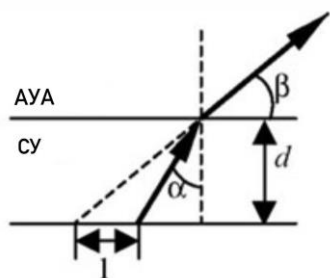
Өйткені судың сыну көрсеткіші ауаның сыну көрсеткішінен үлкен;



8. Судың сыну көрсеткіші 1,33, ал ауа үшін 1 болғандықтан, бетіне жақын орналасқан кез келген дене өзінің нақты өлшемінен кішірек болып көрінеді (алысқан сайын бұл әсер жоғалады), сондықтан сүңгуірге құс шын мәніне қарағанда алысырақ көрінеді;



9. Суреттен көрініп тұрғандай, айна сәулеге перпендикуляр болуы керек. Қабырғалардың перпендикулярлығына байланысты: сәулеге айналар; көкжиекке тік сызық, бұрыштары  $45^\circ$ ;



10.

$$X = htg\beta - htg\alpha = h(tg\beta - tg\alpha)$$

$$n = \frac{\sin\beta}{\sin\alpha}$$

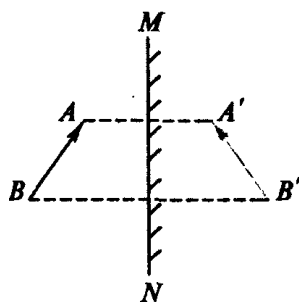
$$\alpha = \arcsin\left(\frac{\sin\beta}{n}\right) = \arcsin\left(\frac{\sin 45^\circ}{1,33}\right) = 32,1^\circ$$

$$X = h(tg\beta - tg\alpha) = 0,4(1 - tg 32,1^\circ) = 0,15 \text{ м} = 15 \text{ см.}$$

#### 4. Жазық айна. Сфералық айна. Сфералық айна көмегімен кескін алу

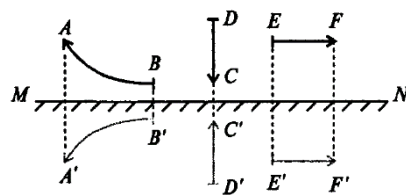
##### А деңгейі

1. Егер сәулелер конвергентті сәуле түзсе, онда кескін жарамды деп аталады; 2. Егер сәулелер ойдан шығарылған нүктеден алшақтаса, яғни сәулелердің жалғасы қиылысса, онда кескін жалған деп аталады;

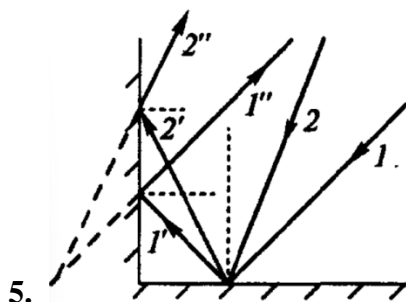


3.

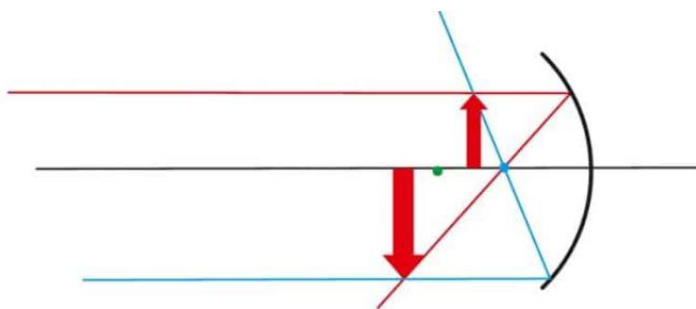
Тура, жалған кескін пайда болады; 4.



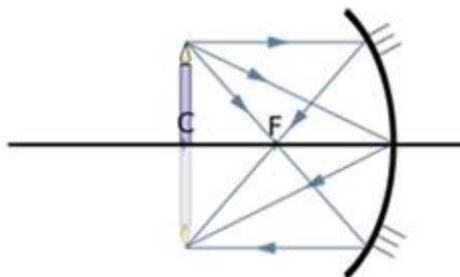
;



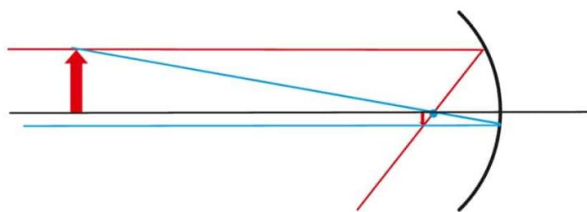
5. ; 6. Жазық айнадағы заттың бейнесі айнаның артында, яғни зат жоқ жерде пайда болады. Жарықтың шағылысу заңына байланысты объектінің қиялдағы бейнесі айна жазықтығына қатысты симметриялы түрде орналасады. (Яғни, айнадағы оң қолыңыз айнаға қарап сол жақта көрсетіледі); 7. Сфералық айналар ойыс және дөңес болып жіктеледі; 8. О нүктесі - оптикалық центр, Р-сфералық айна төбесі, Сфералық беттің центрі мен айна төбесі арқылы өтетін түзуді бас оптикалық ось деп атайды. F - негізгі фокусы; 9. шексіз; 10.  $D = \frac{1}{F} = \frac{2}{R}$ ; 11. 1. Айна төбесіне БОӨ-ке  $\alpha$  бұрыш жасай түскен 1-сәуле, 2. Сфералық беттің центрі арқылы өткен 2-сәуле, 3. Айнаның фокусы арқылы өткен 3-сәуле; 12. Айнаның оптикалық осінде дене қалай орналасса да, оның кескіні жалған, тура, кішірейтілген, айна беттің арғы жағында РF фокустық қашықтығында орналасқан; 13. Зат айнаның фокусында орналасқанда;



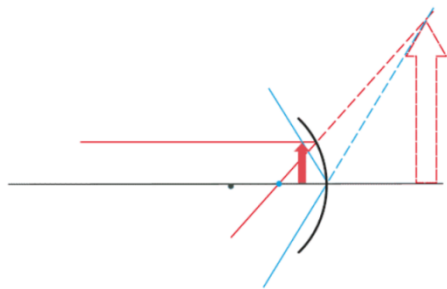
14. ; 15. Үлкейтілген, төңкерілген, жалған. Айнаның оптикалық центрінің арғы жағында орналасқан;



16. Зат сфералық беттің оптикалық центрінде орналасқан;



17. ; 18. Шын, кішірейтілген, төңкерілген, айнаның фокус нүктесі мен оның оптикалық центрінің арасында орналасқан;



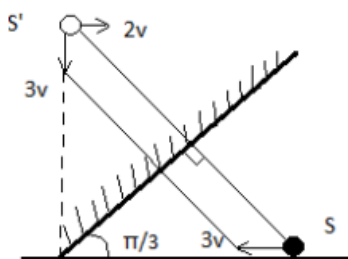
19. Зат айнаның F фокусы мен P төбесінің арасында орналасқан;
20. Сфералық айна деп айнаның беті сфераның бір бөлігі болып табылатын айна.

### В деңгейі

1. 4 метрге артады; 2. 95 см; 3. Егер  $d > 2F$  болса, кескін тура, төңкерілген, кішірейтілген; 4.  $F < d < 2F$  бұл жағдайда кескін тура, төңкерілген, үлкейтілген болады; 5.  $d = 2F$  бұл кезде кескін тура, төңкерілген, объектінің өзіне тең; 6.  $d < F$  содан кейін кескін ойдан шығарылған, түзу, үлкейтілген болады.; 7.  $30^\circ$ ; 8. 2м; 0,8м; 9. шексіз; 10.  $20^\circ$ ; 11. 3; 12. 5; 13. 7; 14. 11; 15.  $D = \frac{1}{F}$ ;  $F = \frac{R}{2} \rightarrow D = \frac{1}{F} = \frac{2}{R}$ .

### С деңгейі

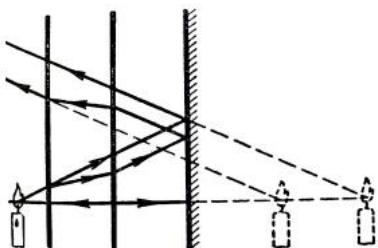
1. **Шешуі:** доптың айнаға қатысты жылдамдығы  $3v$  екені анық. енді айнаға қатысты анықтамалық жүйеге өтіп, жалған кескінді қарастырайық.



Суреттен мынаны көруге болады  $\vartheta_{ж.қ} = \sqrt{(2\vartheta)^2 + (3\vartheta)^2 + 2 \cdot 2\vartheta \cdot 3\vartheta \cdot \cos(\pi/3)} = \sqrt{19}\vartheta$

**Жауабы:** айнаға қатысты  $\vartheta' = 3\vartheta$ , жерге қатысты  $\vartheta_{ж.қ} = \sqrt{19}\vartheta$ ;

2. **Шешуі:** бірнеше сәулелердің қозғалысын салғаннан кейін, шам мен айна арасына жазық параллель шыны табақ қойылғаннан кейін, шамның бейнесі Айнаға жақындағанына көз жеткізу қиын емес.



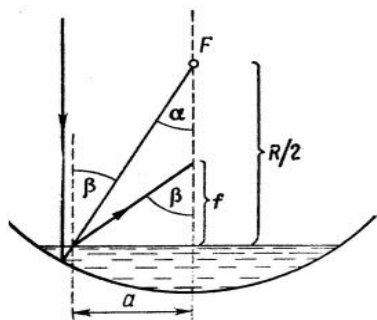
Суретте пластина болмаған кезде және ол болған кезде сәулелердің барысы көрсетілген.

**Жауабы:** шамның суреті Айнаға жақындайды;

**3. Шешуі:** сфералық айна формуласынан  $L$  фокустық ұзындықтардың қосындысына тең болады, бұл жағдайда айналар осіне параллель жүретін сәуле ( $h = 15$  см қашықтықта) фокустан өтіп, шағылысқан кезде  $h/10$  қашықтықтағы оське параллель жүреді (бұл үшбұрыштардың ұқсастығынан туындайды). Айналар арасында алты рет жүргеннен кейін, яғни  $6L$  қашықтық, сәуле үлкен айнадағы  $d$  диаметрлі тесік арқылы шығады. Сондықтан жарық импульсінің  $t$  кідіріс уақытын анықтау үшін  $6L = 3,3 \cdot 10^3$  жарық жылдамдығына  $3 \cdot 10^{10}$  см/с бөлінуі керек.

**Жауабы:**  $t = 1.1 \cdot 10^{-7}$  с;

**4. Шешуі:** суретке сәйкес белгіні енгіземіз.



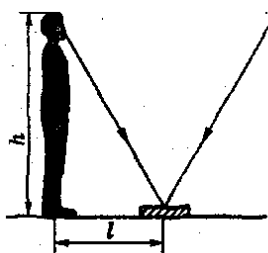
Егер су көрінбесе, шағылысқаннан кейін Сәуле  $R/2$  айна ортасынан алыс  $F$  нүктесі арқылы өтетін еді.

$$\frac{a}{2R} = \operatorname{tg} \alpha, \quad \frac{a}{f} = \operatorname{tg} \beta$$

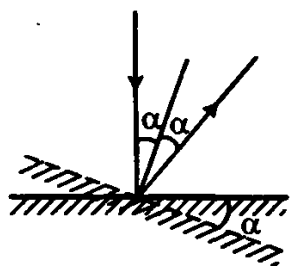
Кіші бұрыштарда  $\alpha$  және  $\beta$  (параллель сәуле жақыннан өтеді), тангенстер іс жүзінде синустарға тең.

Сәйкесінше,  $\frac{2a}{R} = \sin \alpha$ ,  $\frac{a}{f} = \sin \beta$

Яғни,  $n = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = R/2f$ . Сәйкесінше  $f = \frac{R}{2n}$ . Сандық өрнек бойынша  $f = \frac{60 \text{ см}}{2 \cdot \frac{4}{3}} = 22,5 \text{ см}$ ;



5.  $h_r$  — көз деңгейі, сол кезде  $\frac{h_r}{l} = \operatorname{tg} 60^\circ \rightarrow l = \frac{h_r}{\operatorname{tg} 60^\circ} = \frac{1,73 \text{ м}}{\sqrt{3}} \approx 1 \text{ м}$ ;



6. Егер айна  $\alpha$  бұрышына бұрылса, онда түскен сәуле мен айна арасындағы бұрыш  $\alpha$  өзгереді, түсу бұрышына тең шағылысу бұрышы да  $\alpha$  өзгереді, түсу бұрышы мен шағылысу бұрышының қосындысына тең түскен және шағылған сәулелер арасындағы бұрыш  $2\alpha$ -ға өзгереді. Сәйкесінше егер айна  $20^\circ$  бұрылса шағылған сәуле  $2 \cdot 20 = 40^\circ$  бұрышқа бұрылады;

7. жазық айна шынайы өлшемде қанша көрінсе, сонша көрінеді, яғни ол шолу бермейді. Алайда мұндай айналар көптеген автомобиль модельдерінде қолданылған;

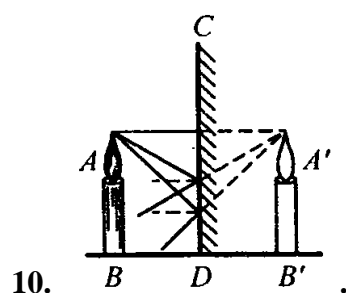
8. Ойыс айна кескінді үлкейтеді және бақыланатын сектор өте кішкентай. Дөңес айна кескінді кішірейтеді және көру секторын арттырады:

$$\angle OO_1M = 180^\circ - (\angle OO_1S + 2\alpha_1) = 180^\circ - (\angle OO_1S + \alpha_1) - \alpha_1 = 180^\circ - 90^\circ - \alpha_1 = 90^\circ - \alpha_1 = \angle OO_1S$$

$$\angle SOO_1 = \angle MOO_1 = 90^\circ$$

$OO_1$  – жалпы. Яғни,  $\triangle OMO_1 = \triangle OSO_1$

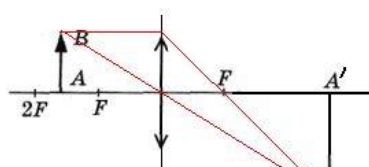
(2 бұрышы мен жағы бойынша), яғни  $MO = SO$ . М — жалған, өйткені ол жоқ;



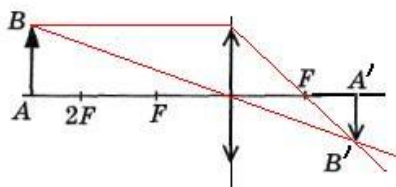
## 5. Линзалар. Линзаның оптикалық күші. Жұқа линза

### А деңгейі

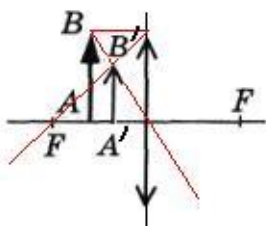
1. бір ортадан екіншісіне ауысқан кезде сәулелердің сынуы; 2. жинағыш-дөңес, шашыратқыш – ойыс; 3. жинау, өйткені су жарты шар тәрізді; 4. фокустық қашықтықтан үлкен қашықтықта; 5. Жоқ, иә; 6. линзаның фокусына орналастырылған нүкте кескін бермейді, өйткені линзада сынғаннан кейін сәулелер параллель жүреді;



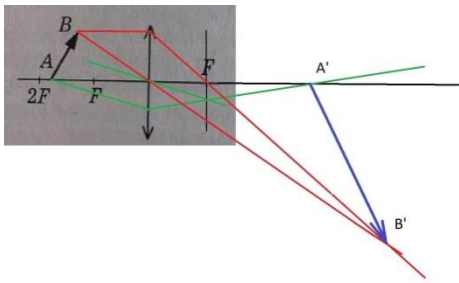
7. кескін шын, төңкерілген, үлкейтілген;



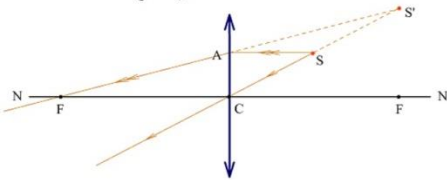
8. кескін шын, төңкерілген, кішірейтілген;



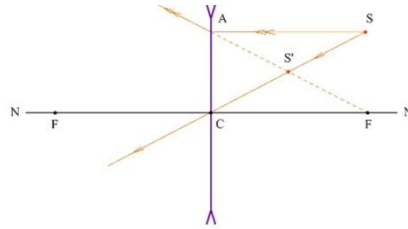
9. кескін жалған, тура, кішірейтілген;



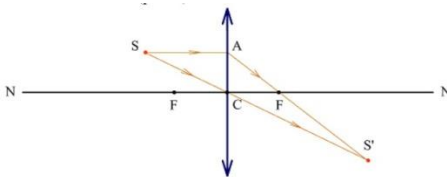
10. кескін шын, үлкейтілген, төңкерілген;



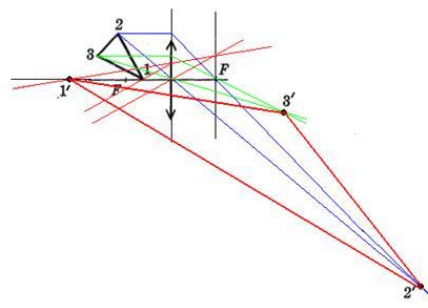
11. ; 12.



;



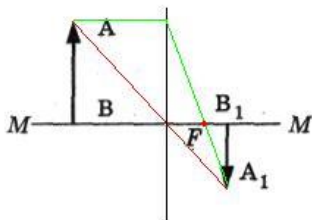
13. ; 14.



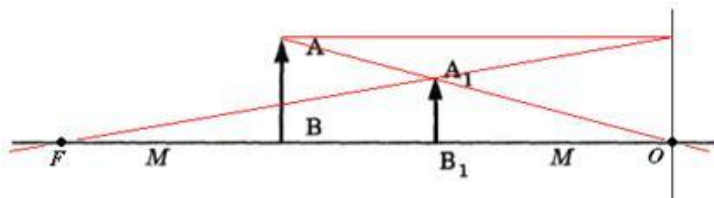
кескін тура, үлкейтілген;

15. Линза - екі сфералық бетпен шектелген мөлдір дене. Егер оның қалыңдығы беттердің қисықтық радиустарымен салыстырғанда аз болса, онда оны жұқа линза деп атайды; 16.  $\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$ ; 17.  $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$  Осы қатынасты жұқа линзаның формуласы деп атайды. Жұқа линза формуласын есептер шығару барасында мынаған назар аудару керек: шашыратқыш линзаның фокустық қашықтығы мен жалған кескінге дейінгі қашықтық теріс мәнге ие; 18. Жинағыш линзаның ортасын жиектеріне қарағанда қалың, шашыратқыш линза, керісінше, ортаңғы бөлігінде жұқа; 19. 1. Линзаның бас оптикалық осіне параллель 1- сәуле, 2. Линзаның оптикалық центрі арқылы өткен 2- сәуле, 3. Линзаның фокусы арқылы өткен 3-сәуле; 20. Линзаның оптикалық осінде дене қалай орналасса да, оның кескіні: жалған; тура; кішірейтілген.

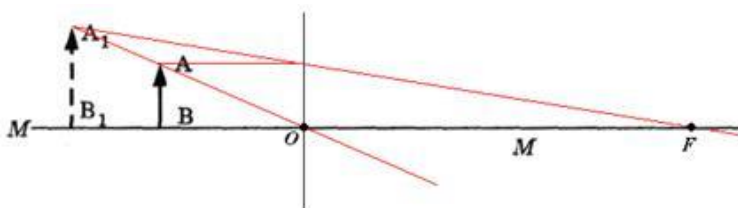
### В деңгейі



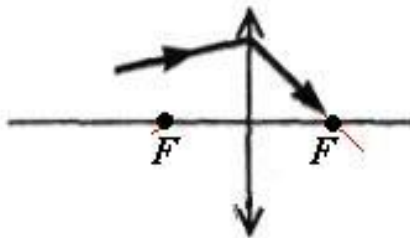
1. ; 2.



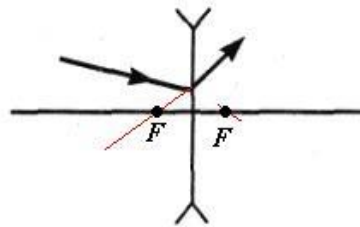
;



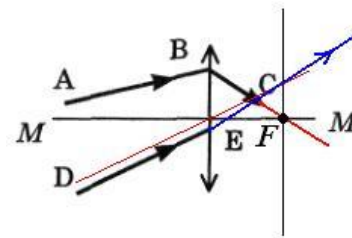
3. ; 4. 0,08м;



5.



; 6.

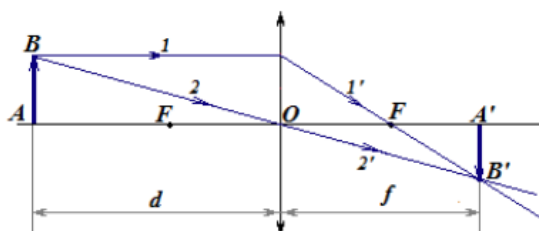


; 7.

8. жинағыш; 9. шашыратқыш; 10. 0,1 дптр; 11. 2м; 12. 0,05м; 13. Жинағыш линза үшін  $f$  оң, ал шашыратқыш үшін теріс алынады. Тиісінше, жинағыш линзада тура кескін, ал шашыратқыш линзада жалған кескін пайда болады; 14. 0,2; 15. 13,33 дптр.

### С деңгейі

1. фокустық қашықтық бірінші линзада, ал екіншісінде оптикалық күш үлкен; 2. екінші линзаның; 3. иә, мұздан жинайтын линза жасауға болады; 4. дөңес беттері бар линза, егер оның жұқа мөлдір қабырғалары болса, ішінде ауа болса және бұл линза суда болса, шашыраңқы болады. Мұндай жағдайларда ойыс беттері бар линза жиналады; 5. екі қашықтық 80 см болуы керек;



### 6. Шешуі:

Жұқа линзаның теңдеуін жазамыз

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

мұндағы  $d$ -заттан линзаға дейінгі қашықтық;  $f$ -кескіннен линзаға дейінгі қашықтық.

Біз кескіннен линзаға дейінгі қашықтықты табамыз

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d - F}{dF}$$

$$f = \frac{dF}{d - F}$$

Зат пен кескін арасындағы қашықтық

$$S = d + f = d + \frac{dF}{d - F} = \frac{d^2 - dF + dF}{d - F} = \frac{d^2}{d - F}$$

Тапсырма шартына сәйкес зат пен кескін арасындағы қашықтық

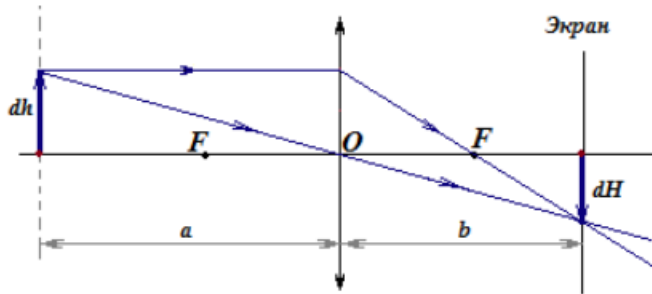
минималды.  $S$  туындысын  $d$  арқылы табамыз

$$S' \left( \frac{d^2}{d - F} \right)' = \frac{2d(d - F) - d^2}{(d - F)^2} = \frac{d^2 - 2dF}{(d - F)^2}$$

$d^2 - 2dF = 0$  кезінде туынды  $S' = 0$ . Яғни нақтырақ айтсақ  $d = 0$  және  $d = 2F$  кезінде.



Осылайша, зат пен кескін арасы минималды болады, егер зат  $d = 2F$  екі фокустық қашықтықта орналасса;



### 7. Шешуі:

Заттан линзаға дейінгі қашықтық өзгермейді, демек сурет экран жазықтығында линзадан тұрақты  $b$  қашықтықта қозғалады:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

$$b = \frac{aF}{a - F}$$

$dt$  уақыт кезінде құмырсқа  $dh = u \times dt$  қозғалысын орындайды. Кескін сол уақытта  $dH = \vartheta \times dt$  қозғалысына ауысады. Мұны көру қиын емес

$$\frac{dH}{dh} = \Gamma = \frac{b}{a} = \frac{aF}{a(a - F)} = \frac{F}{(a - F)}$$

$$\frac{u \cdot dt}{\vartheta \cdot dt} = \frac{F}{(a - F)}$$

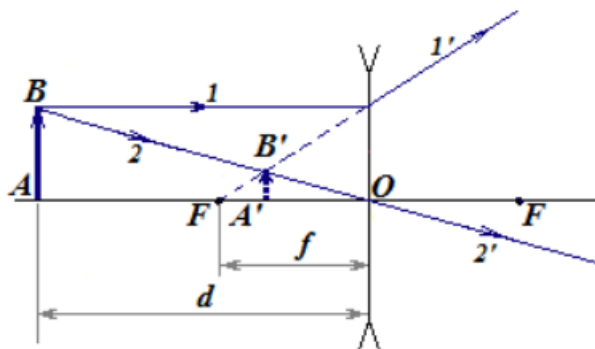
$$\frac{u}{\vartheta} = \frac{F}{(a - F)}$$

Кескін жылдамдығы мынаған тең:

$$u = \vartheta \cdot \frac{F}{(a - F)} = 1,6 \cdot \frac{18}{18 - 12} = 2,4 \left( \frac{\text{см}}{\text{с}} \right);$$

**8. Шешуі:** Тура кескінді жинағыш линза да, шашыратқыш линза да бере алады. Алайда, есептің шартына сәйкес сызықтық ұлғаю  $\beta = 0,5$  құрайды. Демек, кескін тура және кішірейтілген, мұндай кескінді шашыратқыш линза береді.



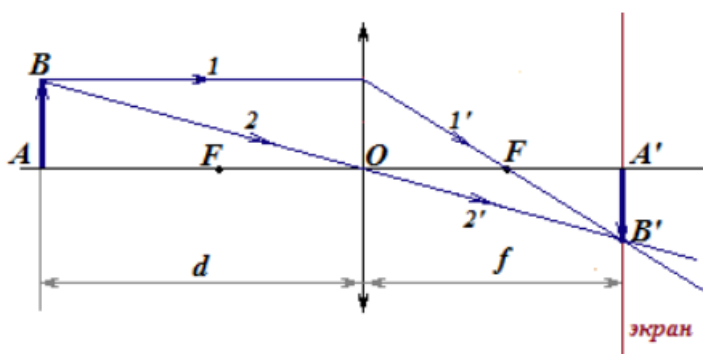


$$\begin{cases} d - f = l \\ \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \\ \beta = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} \end{cases}$$

$$d - \beta d = l \quad \rightarrow \quad d = \frac{l}{1-\beta} = 10 \text{ см} \quad \rightarrow \quad f = \beta d = 5 \text{ см}$$

Фокустық қашықтық  $F = -5$  см теріс, өйткені линза шашыратқыш линза;

**9. Шешуі:** Экранда тек жарамды кескін алуға болады. Өз кезегінде, заттың нақты бейнесін тек жинағыш линза арқылы алуға болады, ал зат пен кескіндер линзаның әр түрлі жағында болады



Жұқа линзаның теңдеуін жазамыз

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

мұндағы d-заттан линзаға дейінгі қашықтық; f-кескіннен линзаға дейінгі қашықтық.

Біз экранна линзаға дейінгі қашықтықты табамыз

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d - F}{dF}$$

$$f = \frac{dF}{d - F}$$

Есептің шарты бойынша

$$L = d + f = d + \frac{dF}{d - F}$$

$$d^2 - dL + FL = 0$$

Квадраттық теңдеуді шеше отырып, біз екі заттан линзаға дейінгі қашықтық табамыз, онда экранда айқын сурет пайда болады:

$$d_1 = \frac{L^2 + \sqrt{L^2 - 4FL}}{2}$$

$$d_2 = \frac{L^2 - \sqrt{L^2 - 4FL}}{2}$$

Есептің шарты бойынша

$$l = d_1 - d_2 = \sqrt{L^2 - 4FL}$$

$$F = \frac{L^2 - l^2}{4L};$$

10.Бер:  $d_1=36\text{см}$

$H_1=10\text{см}$

$d_2=24\text{см}$

$H_2=20\text{ см}$

т/к F-?

**Шешуі:** Бұл есепте сызықтық ұлғаю мен фокустық қашықтық формулаларын қолданамыз. Ең алдымен екі жағдай үшін сызықтық ұлғаю формуласын жазайық

$$\Gamma_1 = \frac{f_1}{d_1} = \frac{H_1}{h} \quad \rightarrow \quad h = \frac{d_1 H_1}{f_1}$$

$$\Gamma_2 = \frac{f_2}{d_2} = \frac{H_2}{h} \quad \rightarrow \quad h = \frac{d_2 H_2}{f_2}$$

Біз заттың биіктігінің (h) екі түрлі өрнегін теңестіреміз және  $f_1$  табамыз:

$$\frac{d_1 H_1}{f_1} = \frac{d_2 H_2}{f_2} \quad \rightarrow \quad f_1 = \frac{d_1 H_1 f_2}{d_2 H_2}$$

Жұқа линза үшін фокустық қашықтық формуласы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{d_1} = \frac{d_2 H_2}{d_1 H_1 f_2} + \frac{1}{d_1} = \frac{1}{f_2} + \frac{1}{d_2}$$

$$\frac{d_2 H_2}{d_1 H_1 f_2} + \frac{1}{d_1} = \frac{1}{f_2} + \frac{1}{d_2} \quad \rightarrow \quad \frac{d_2 H_2}{d_1 H_1 f_2} - \frac{1}{f_2} = \frac{1}{d_2} - \frac{1}{d_1}$$

$$\frac{1}{f_2} \left( \frac{d_2 H_2}{d_1 H_1} - 1 \right) = \frac{1}{d_2} - \frac{1}{d_1} \quad \rightarrow \quad f_2 = \frac{\frac{d_2 H_2}{d_1 H_1} - 1}{\frac{1}{d_2} - \frac{1}{d_1}} = \frac{\frac{24 * 20}{36 * 10} - 1}{\frac{1}{24} - \frac{1}{36}} = 24 \text{ см}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_2} + \frac{1}{d_2} = \frac{1}{24} + \frac{1}{24} = \frac{2}{24}$$

$$F = \frac{24}{2} = 12 \text{ см.}$$

## 6. Оптикалық аспаптар. Көз – оптикалық жүйе.

### А деңгейі

1. Қасаң қабықша, шылауық, көзбұршақ, шыны тәріздес дене; 2. Көру өрісі кеңейеді; кеңістіктегі заттардың салыстырмалы қашықтығын бағалау мүмкіндігі пайда болады; 3. Фотоаппарат; 4. Объектив, окуляр; 5. Кішірейтілген, шын, төңкерілген; 6. Жақыннан көргіштік; 7. Алыстан көргіштік; 8. 0,5 м, алыстан көргіштік; 9. Мүмкін емес, өйткені күннің жарығын бір нүктеге ойыс линза болғандықтан жинай алмаймыз(ойыс линза сәулені шашыратады); 10. Жоқ. Судың әр бөлігі әртүрлі температурада, жылдамдығы мен сыну көрсеткіші де әртүрлі болады. Сондықтан бұлдыр; 11. Жақыннан көргіштік, -1 м; 12. Көз торында, шын; 13. Объектив, окуляр; 14. Көзілдірік арқылы мәтінге қарау. Егер жазу кішірейсе – жақыннан көргіштік, үлкейтсе – алыстан көргіштік; 15. Жалған, төңкерілген; 16. Телескоптар планеталардың, олардың серіктерінің, кометалардың үлкейтілген бейнесін береді. Бірақ жұлдыздар жағдайында олардың телескоппен үлкейтілген бейнесі 1 минуттан аз бұрышта көрінеді. Телескоптағы жұлдыздар ешқандай детальсыз жай ғана жарқыраған нүктелер ретінде көрінеді; 17. Жақыннан көргіштік; 18. Б жағдайында; 19. 2; 20. Жақын жердегі денеге қарағанда.

### В деңгейі

1. 50 м; 2. 18 см; 3. 3 см; 4. 600 м; 5. 0,25x0,25 мм; 6. 0,115 м; 7. Кішірейтілген, шын, төңкерілген; 8. 0,3 м; 9. 0,25 м; 10. 0,27 м; 11. 6,8 дптр; 12. 320 м; 13. 50 м; 14. 28 м; 15. 24 м.

### С деңгейі

1. 1 см, 2 мс; 2.  $D = \frac{\Gamma * F_{ок}}{L * d} = 400 \text{ дптр}$ ; 3.  $D = \frac{\Gamma * F_{ок}}{L * d} = 400 \text{ дптр}$ ; 4.  $\Gamma = \frac{d * L}{F_{ок} * F_{ог}} = 3200$ ; 5. 0,07 дптр; 6. 12; 7.  $\Delta f = f - f = \frac{F^2}{d - F} = 0.36 \text{ см}$ ; 8.  $D = \frac{1}{0.25} - \frac{1}{0.2} = -1 \text{ дптр}$ ; 9.  $f_2 = \frac{d_2 * F_2}{F_2 - d_2} = 45 \text{ см}$ ;  $f_1 = \frac{d_1 * F_2}{F_2 - d_1} = 7.5 \text{ см}$ ; 10.  $l = b_1 + a_2 = \frac{a_1 F_1}{a_1 - F_1} + \frac{d F_1}{a + F_2} \approx 16.8 \text{ см}$ .