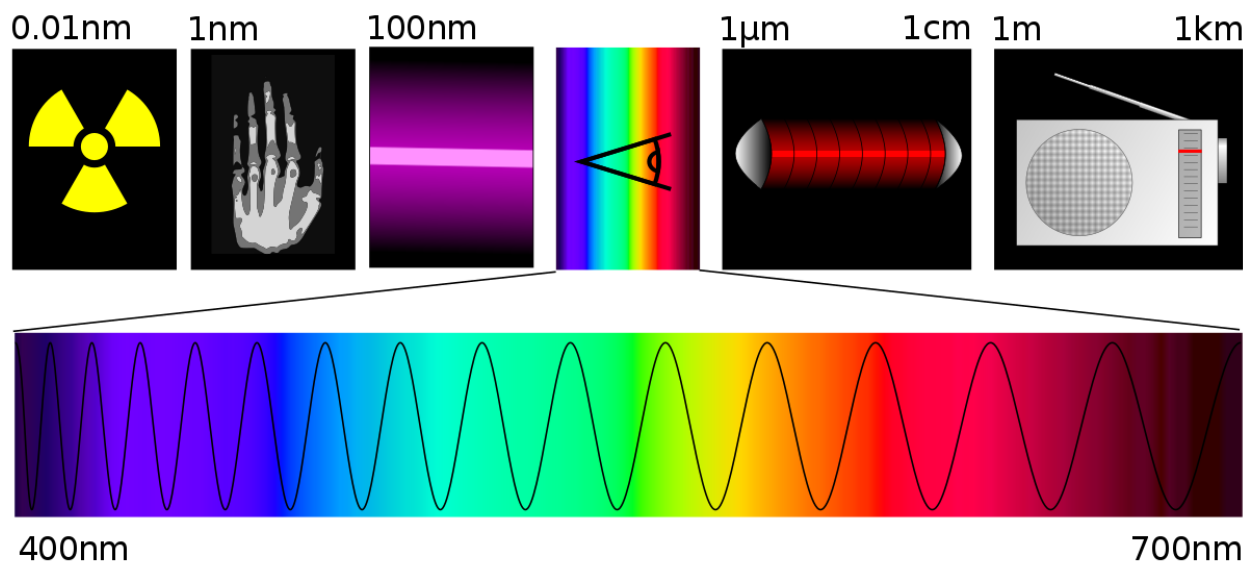


Қарағанды техникалық университеті

Физика кафедрасы

Пән атауы: “Физика”

Тақырып: Жарық толқындарының қасиеттері



Дәріскер: физика магистрі, аға оқытушы
Копбалина К.Б.

Дәріс жоспары

1. Жарық толқындарының таралу ерекшеліктері.
Когоренттілік
2. Жарак интерференциясы
3. Гюйгенс - Френель принципі. Юнг әдісі
4. Жұқа қабықшадағы интерференция
5. Ньютон сақинасы
6. Жарық дифракциясы
7. Бір саңылаудағы және көп саңылаудағы дифракция.
8. Френель зонасы
9. Фраунгофер дифракциясы
10. Голография.

Кеңістікте бір уақытта
бірнеше электромагниттік
толқындар болған жағдайда
олардың электрлік және
магниттік өрістері
суперпозиция принципі
бойынша қосылады.

Жарык дегеніміз электромагниттік толқындар.



Адамның көзі қабылдай алатын көрінетін жарық дегеніміз — ұзындығы 780 нм-ден (қызыл жарық) 400 нм (күлгін жарық) аралығында болатын электромагниттік толқындар. Мұның физикалық негізінде басқа электромагниттік толқындардан (радиотолқыннан, инфрақызыл, ультракүлгін, рентген және гамма сәулелерден) ешқандай өзгешелігі жоқ.

Көрінетін жарықтың, сондай-ақ инфрақызыл және ультракүлгін сәуле шығару механизмі "Атомдық физика" тарауында қарастырылады.

Фазалар ығысуы тұрақты және жиіліктері бірдей толқындардың кездесуі кеңістіктің кейбір нүктелерінде толқындардың қабаттасуынан бір-бірін күшейтетін, ал басқа бір нүктелерінде керісінше бір-бірін әлсірететін толқындар туады. Бұны интерференция құбылысы деп атаймыз. Фазалары қарама-қарсы болса олар бірін – бірі әлсіретеді, ал бірдей болса олар бірін – бірі күшейтеді.

Фазалар ығысуы - уақытта **периоды** мен бірдей **жиілікпен** ауысып отыратын, бастапқы екі түрлі толқындардың фазаларының айырмасы. Фазалық ығысу **радианмен** (градус) өлшеді.







Күңгірт және ашық жолақтар кезектесіп орналасады.

Жарықтың интерференциясы механикалық толқындардың интерференциясы сияқты өтеді.

Егер екі жарық көзінен бірдей жиілікті синусоидалық жарық толқындары шығарылса, онда олар кездескен жерде интерференция көрінісі пайда болады.

Бірақ осы көріністі бір-біріне қатысы жоқ жарық шығаратын екі жарық көзінен шыққан толқындар арқылы алу мүмкін емес. Яғни когерентті толқындар болмаса біз интерференция құбылысын байқай алмаймыз.



Тербелістер мен толқындардың когеренттігі және интерференциясы

Периодтары бірдей бір бағытта тербелетін екі гармоникалық тербеліс қосылған кезде қайтадан гармоникалық тербеліс алынады:

$$s_1 = a_1 \sin(\omega t + \varphi_1) \quad (1)$$

$$s_2 = a_2 \sin(\omega t + \varphi_2)$$

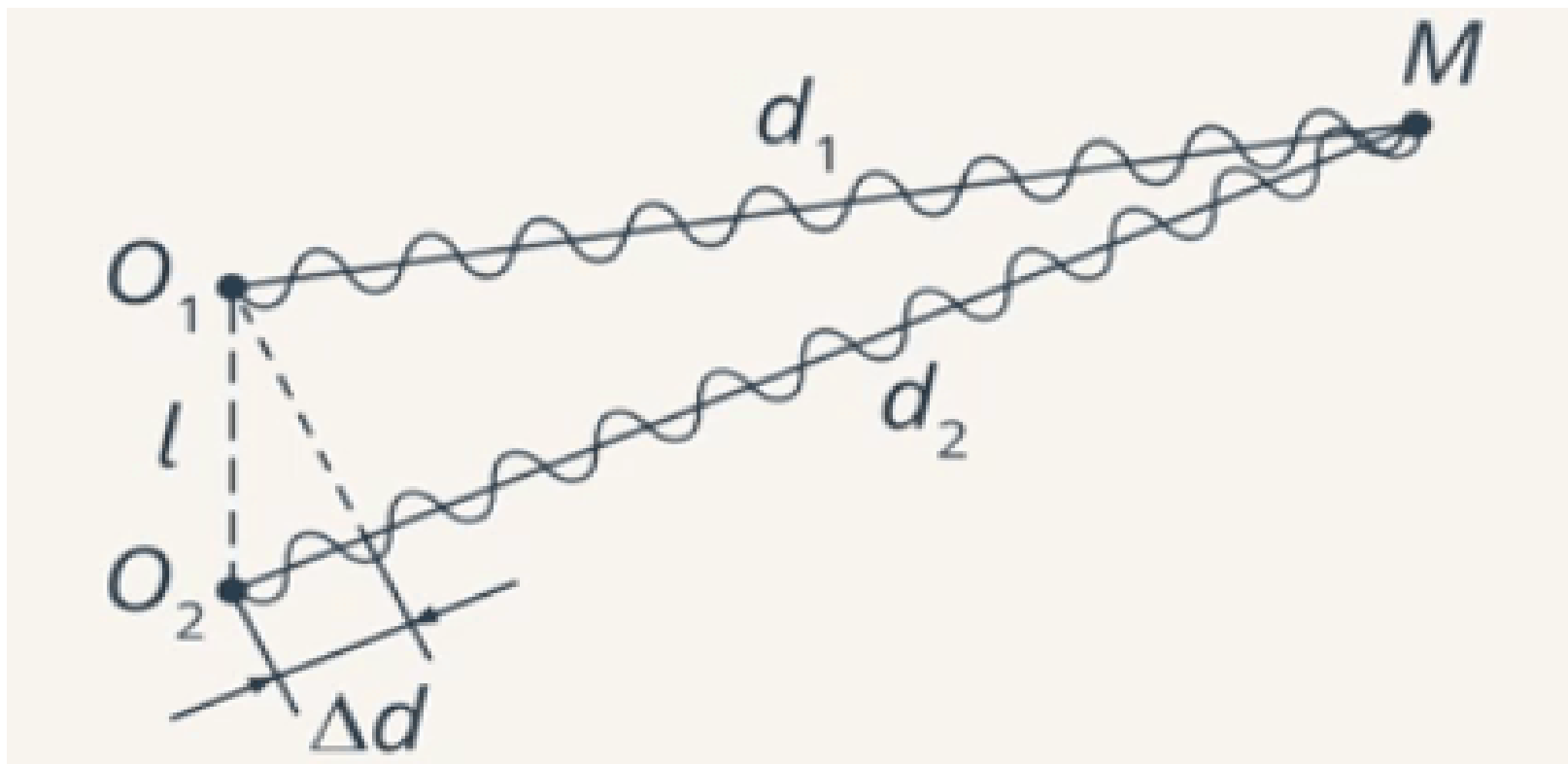
$$s = s_1 + s_2 = A \sin(\omega t + \varphi) \quad (2)$$

$$A^2 = a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1) \quad (3)$$

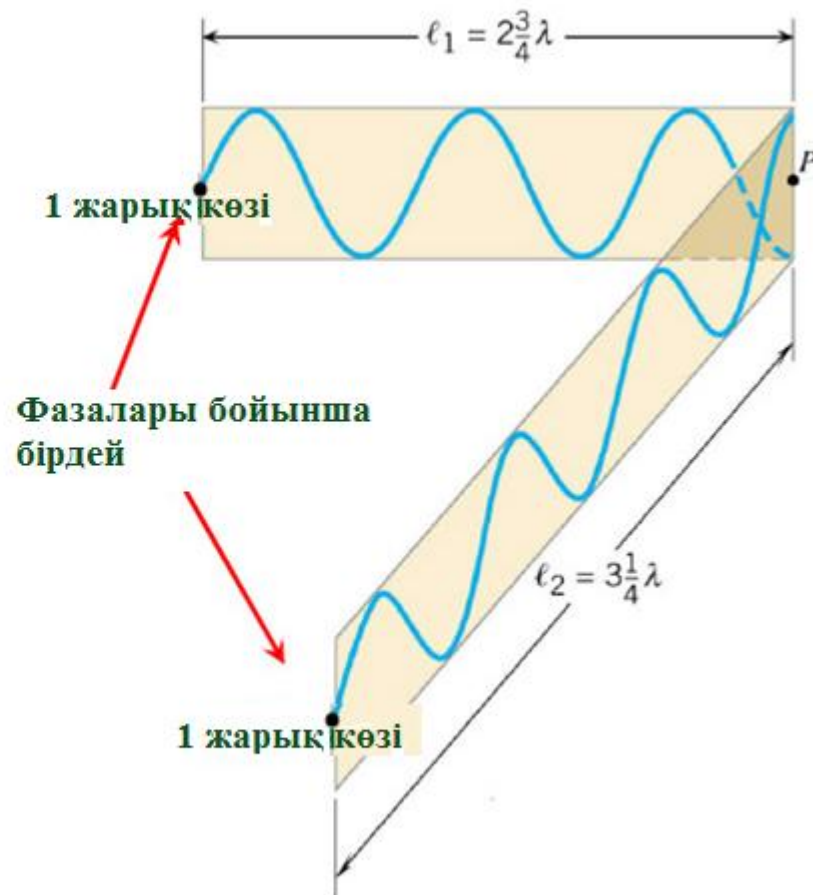
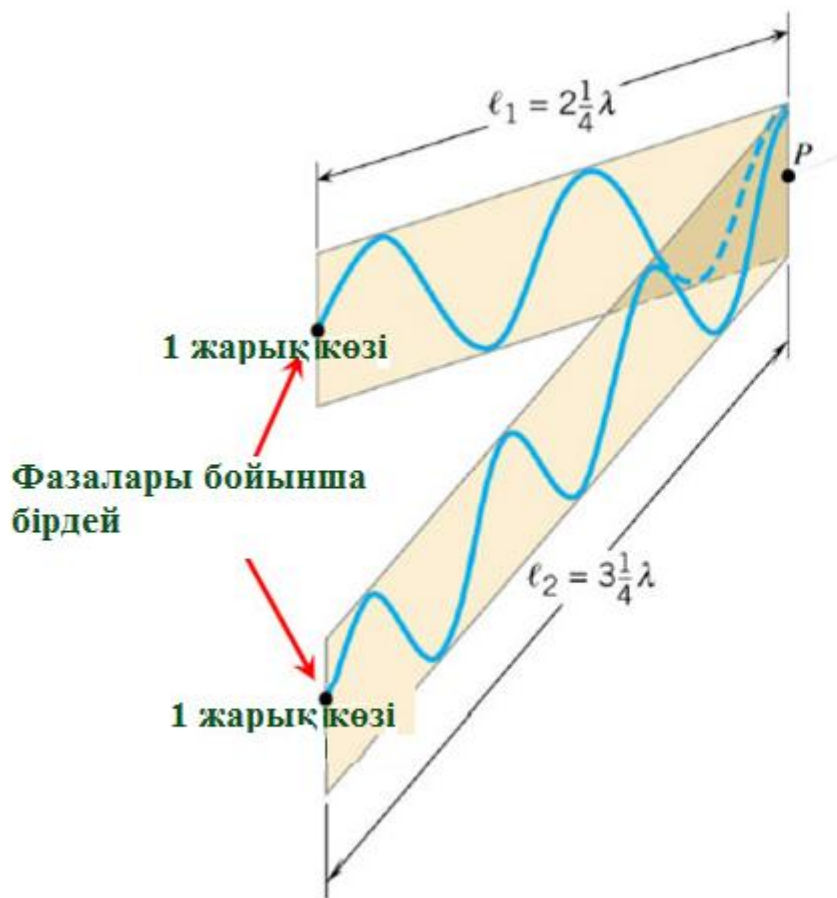
Фазалар айырымы бірдей болған жағдайда тербеліс амплитудасы және қарқындылығы мына формула бойынша анықталады:

$$\langle A \rangle^2 = a_1^2 + a_2^2, \text{ яғни } \langle I \rangle = I_1 + I_2$$

*Интерференция құбылысындағы тах
және тіп - дар шартының орындалуы
толқындардың оптикалық жол
айырымына тәуелді.*



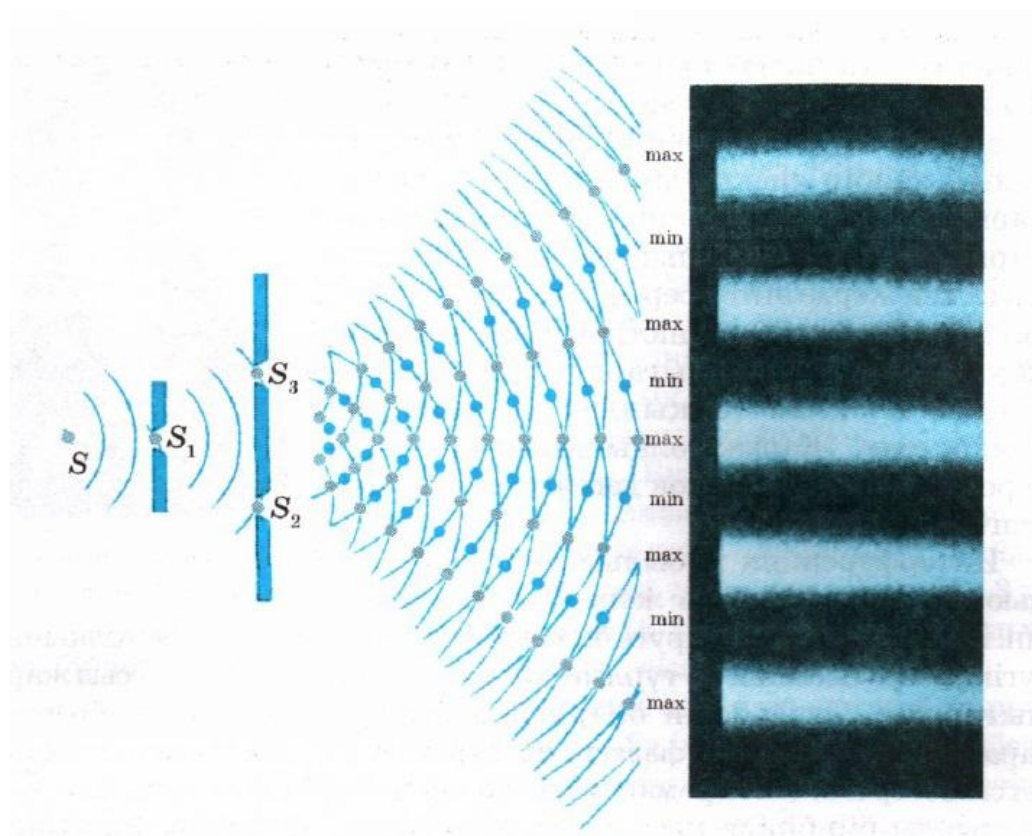
ОПТИКАЛЫҚ ЖОЛ



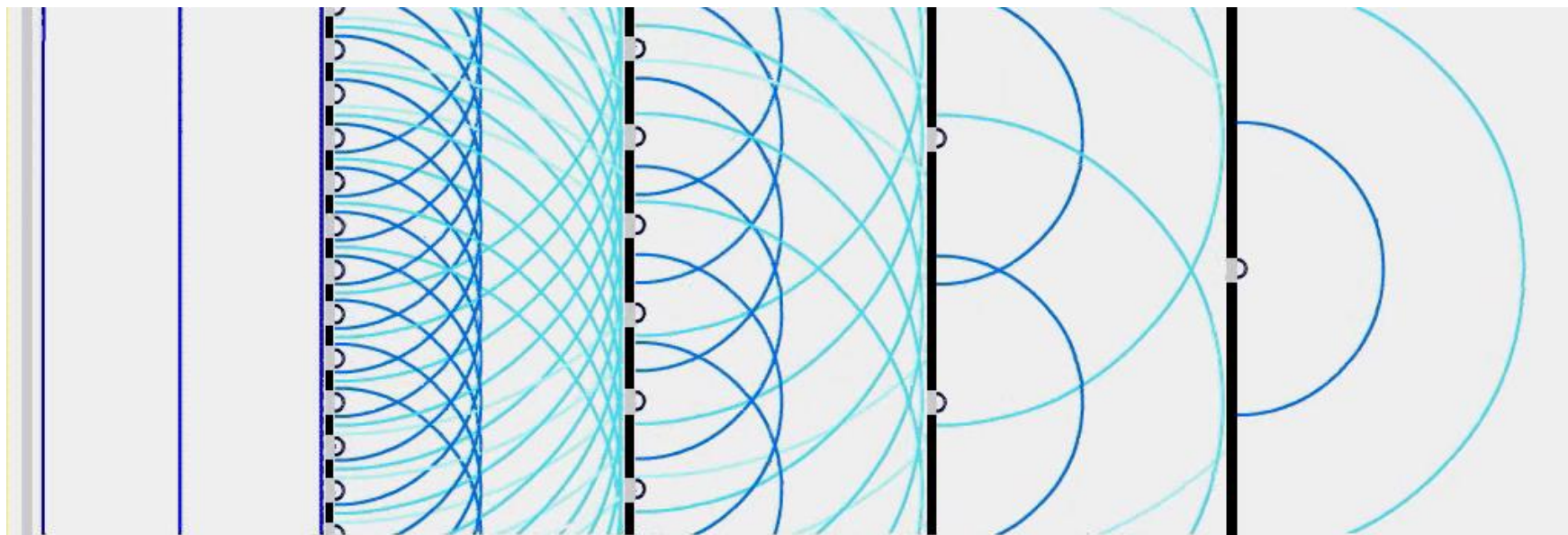
$$L = nS.$$

$$L = \int_S n dS.$$

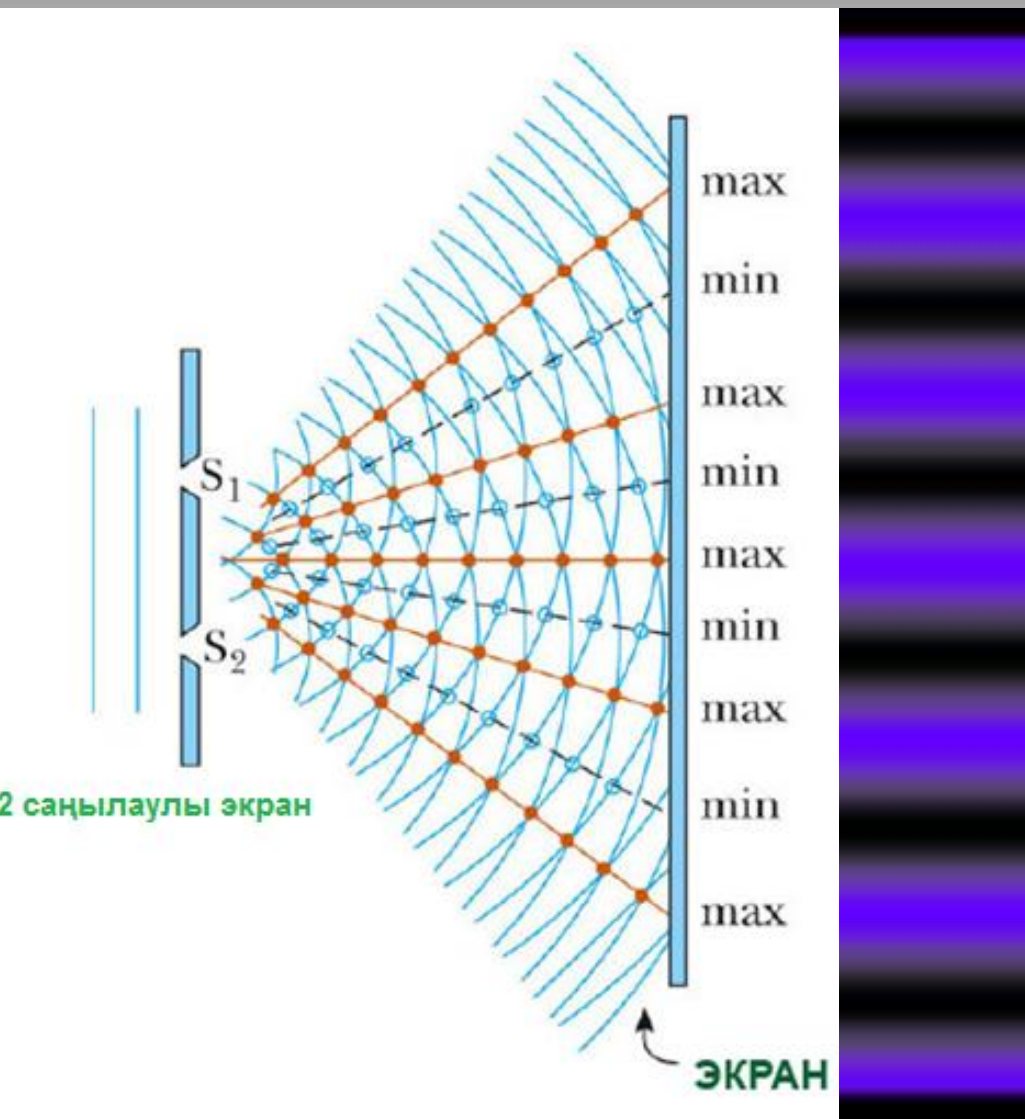
Ол S жарық көзінің алдына кішкентай саңылауы бар S_1 тосқауылды орналастырды. Жарық толқындары ол саңылаудан өтіп, бірдей фазамен бір уақытта екі кішкене S_2 және S_3 саңылауларға жетеді. Бұл саңылаулар бір-біріне жақын және жарық көзіне қатысты симметриялы орналастырылған. Сондықтан S_2 және S_3 саңылаулары бір толқындық бетте жатыр деп есептеуге болады.



Гюйгенс принципі бойынша толқындық беттің әрбір нүктесі екінші толқын көзі болып табылады.



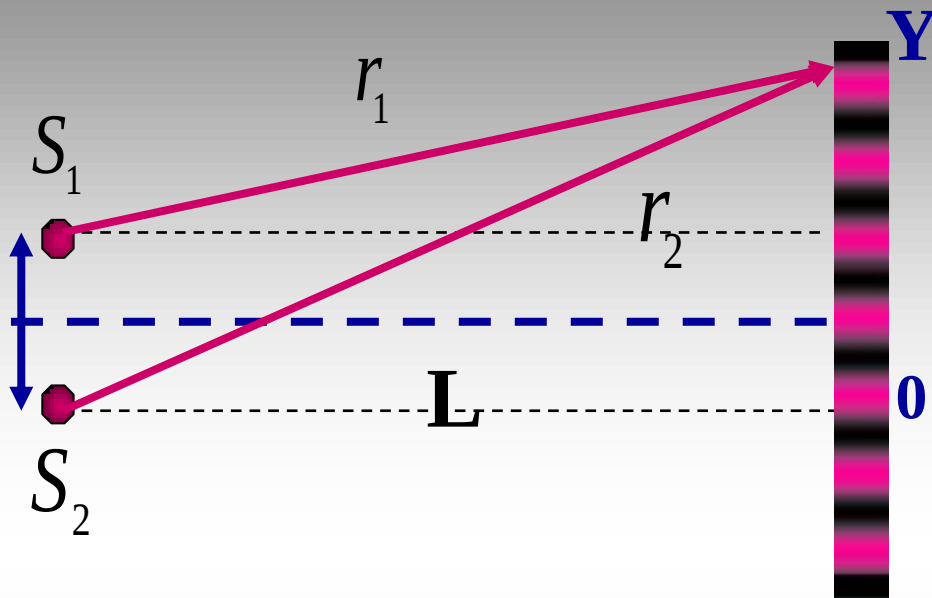
ЮНГ ТӘСІЛІ



Томас Юнг

**Екі саңылау арқылы
өту кезінде
толқындардың
бөлінуінің нәтижесінде
когеренттік
толқындар алынады.**

Юнг әдісі



$$r_1^2 = L^2 + \left(y - \frac{d}{2}\right)^2$$

$$r_2^2 = L^2 + \left(y + \frac{d}{2}\right)^2$$

$$r_2^2 - r_1^2 = 2yd$$

$$\Delta \cdot 2L = 2yd$$

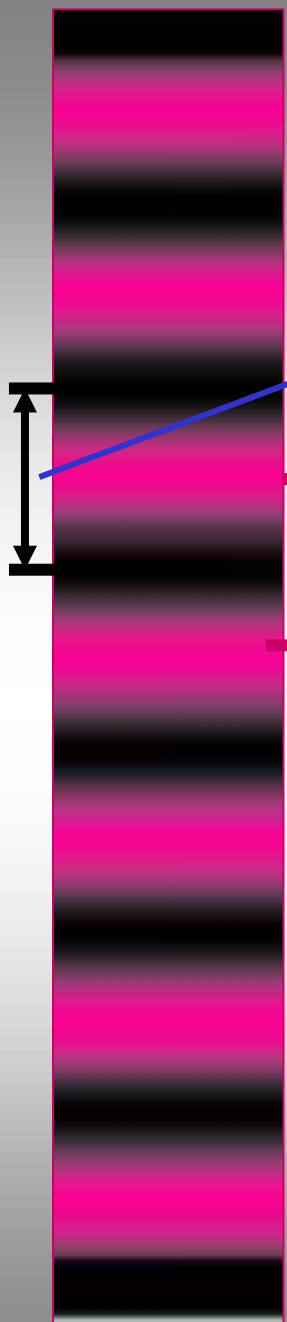
$$r_2 + r_1 \approx 2L$$

*Интерференцияланған
максимумның
орналасуы*

$$\Delta = \frac{yd}{L} = k\lambda$$



$$y_k = \frac{k\lambda L}{d}$$



*екі көрші минимум мен
максимумның ара
қашықтығы.*

$$\Delta y = y_k - y_{k-1}$$

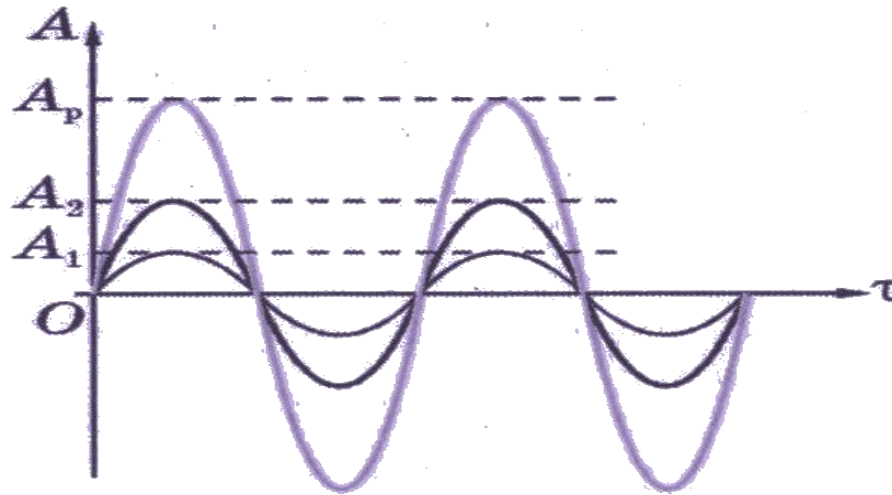
$$\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$$

ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ

Интерференция тербелістердің түрлілігіне байланысты болады. *нәтижесі фазаларының біріккен әр*

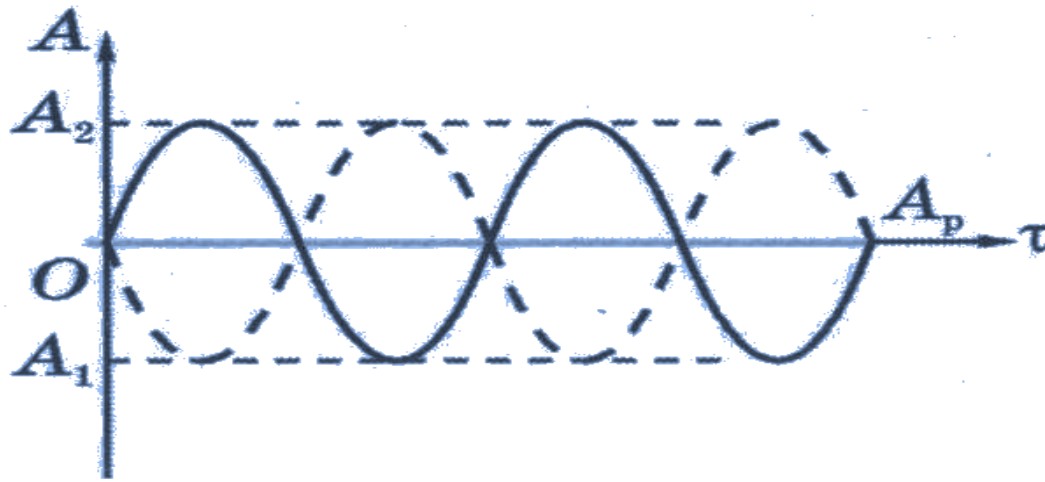


$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$$



Максимумдар шарты:

Егер ортаның берілген нүктесіндегі тербелістерді тудыратын екі толқынның жол айырмасы бүтін санды толқын ұзындықтарына тең болса, онда сол нүктедегі тербеліс амплитудасы максимал болады.
 $\Delta d = k\lambda$, мұндағы $k=0, 1, 2, \dots$



Минимумдар шарты :

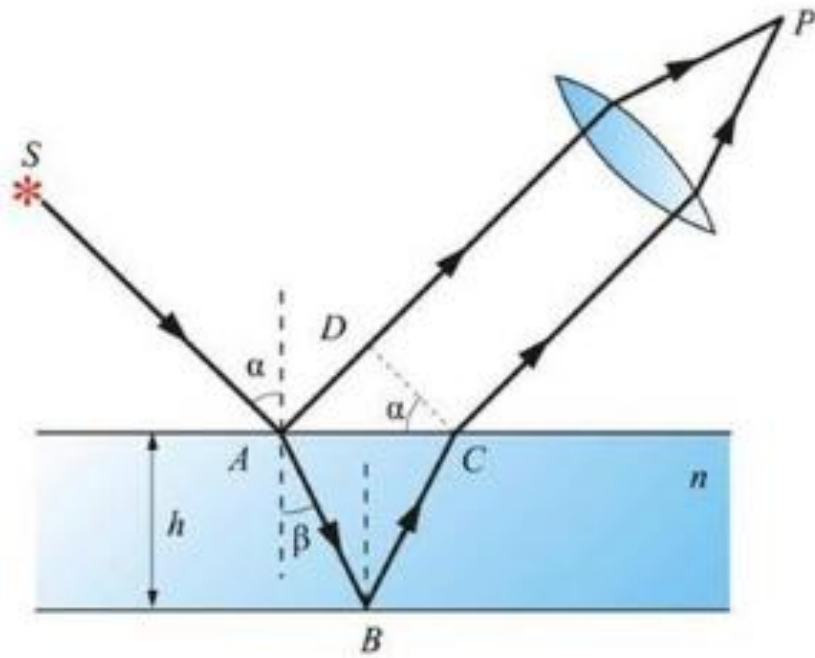
Егер ортаның берілген нүктесіндегі тербелістерді тудыратын екі толқынның жолдарының айырмасы тақ санды жарты толқын ұзындықтарына тең болса, онда сол нүктедегі тербеліс амплитудасы минимал болады:

$$\Delta d = (2k+1)\lambda/2, \text{ мұндағы } k=0, 1, 2, \dots$$

Жұқа қабықшадағы интерференция

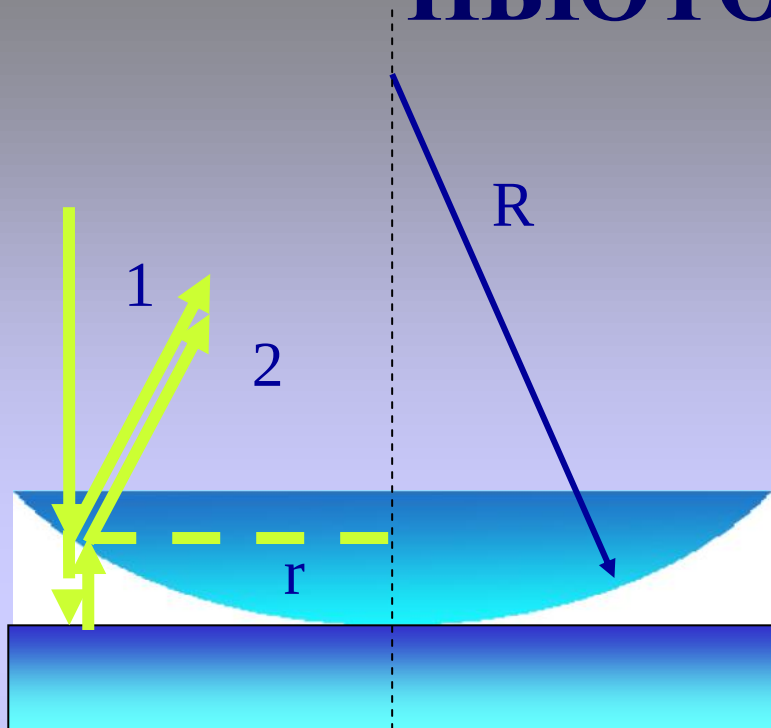


$$\Delta d = n(AB + BC) - AD$$





НЬЮТОН САҚИНАСЫ



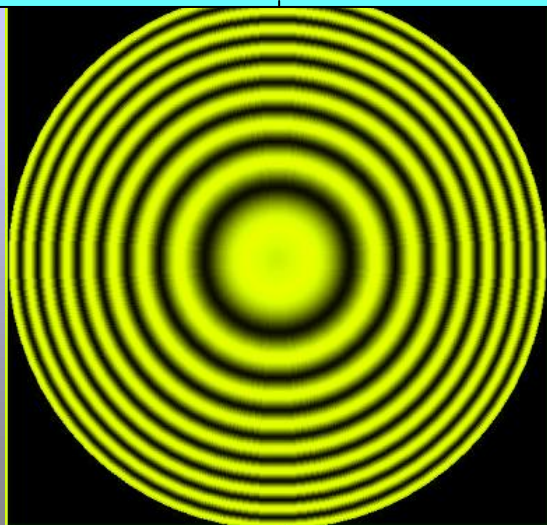
Жарық сақиналар радиусы

$$r_k = \sqrt{R\lambda \left(k + \frac{1}{2} \right)}$$

Күңгірт сақиналар радиусы

$$r_k = \sqrt{R\lambda k}$$

шағылған жарықта!



ЖАРЫҚ ДИФРАКЦИЯСЫ

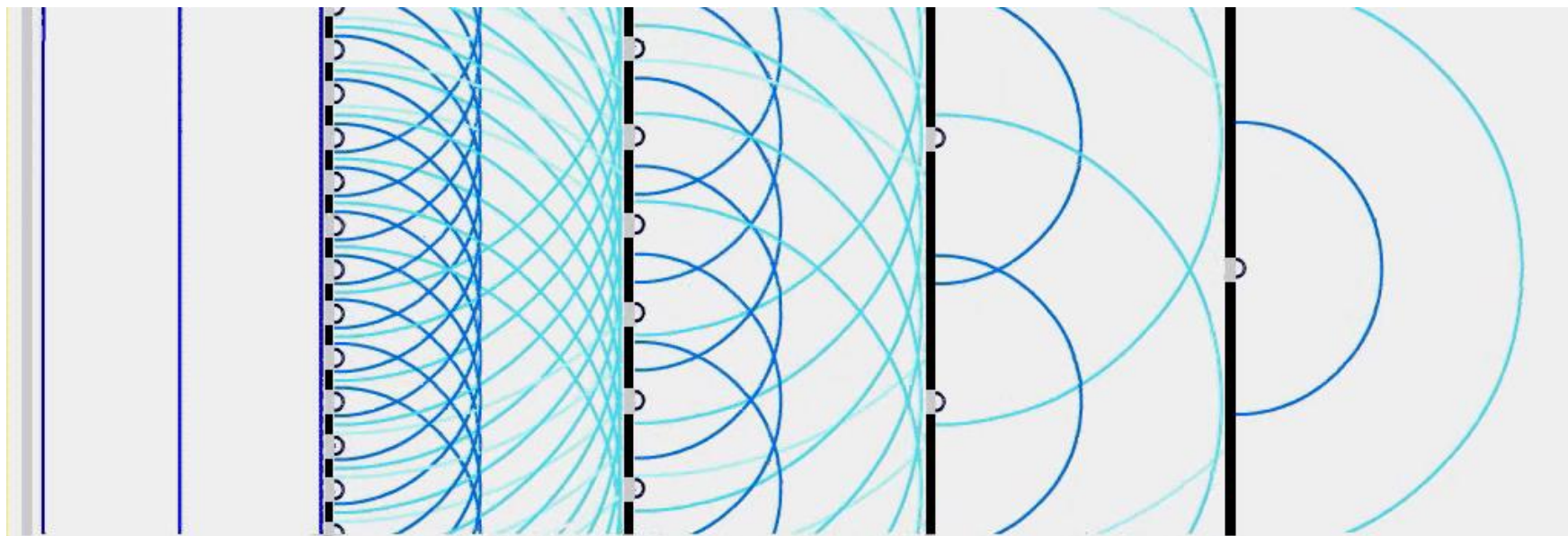
— жарықтың толқындық қасиетін дәлелдейтін негізгі құбылыстардың бірі.

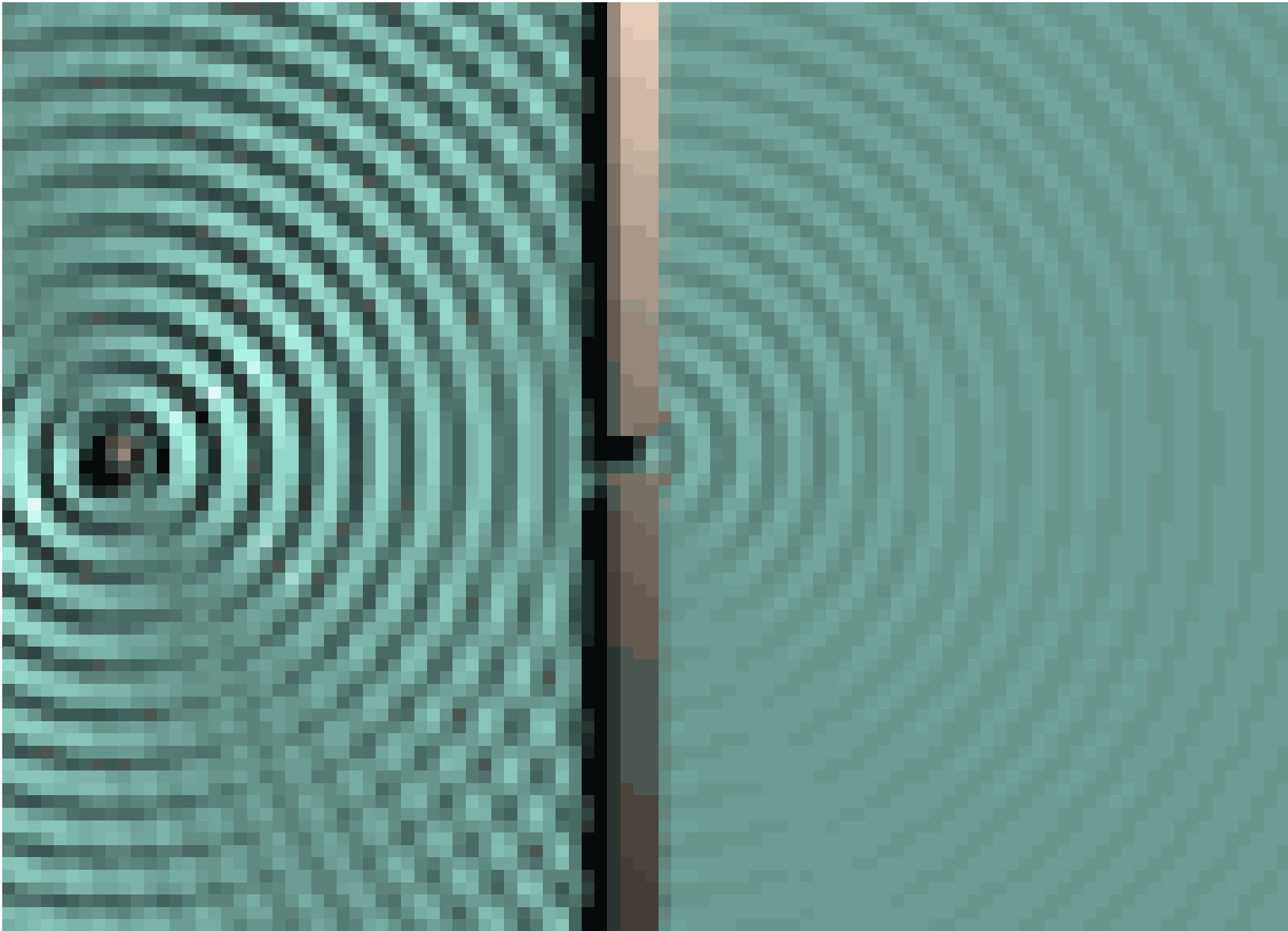


Жарық дифракциясы деп жарық сәулесі өзінің таралу жолындағы кедергінінің жанынан өткен кездегі өзінің алғашқы бағытынан бұрылу (ауытқуын) қасиетін айтамыз.

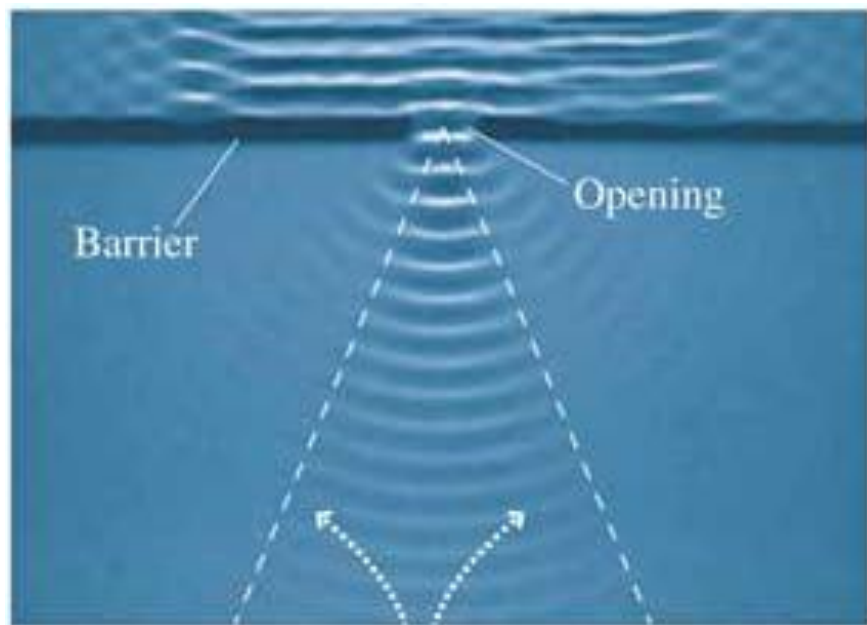


Дифракция құбылысы Гюйгенс принципі көмегімен түсіндіріледі, ол толқын жететін әрбір нүкте екінші ретті толқындардың центрі болып табылады, ал бұл толқындарды таралу уақыттың келесі сәтінде толқындық фронт қалыптасады.

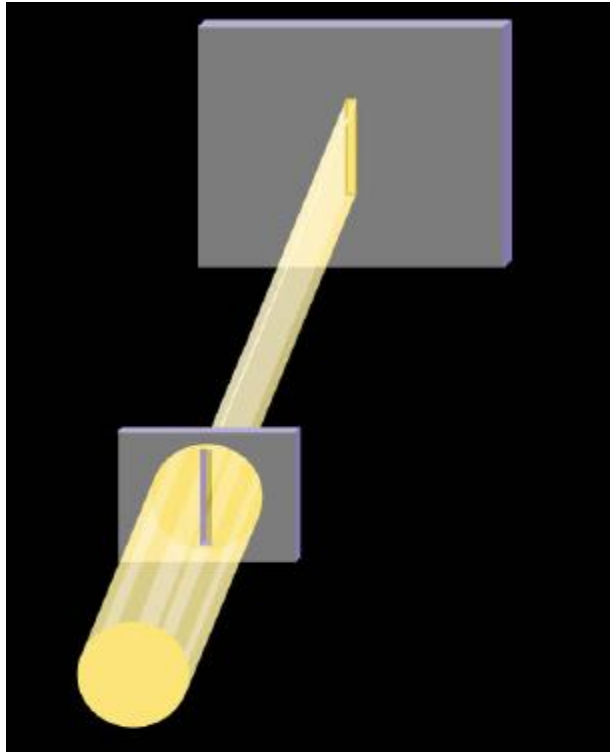




Жарық дифракциясы – геометриялық оптика заңынан айналулармен байланысты және кішкене саңылау, мөлдір емес дененің маңайындағы ортада жарық таралғанда байқалайтын құбылыс.

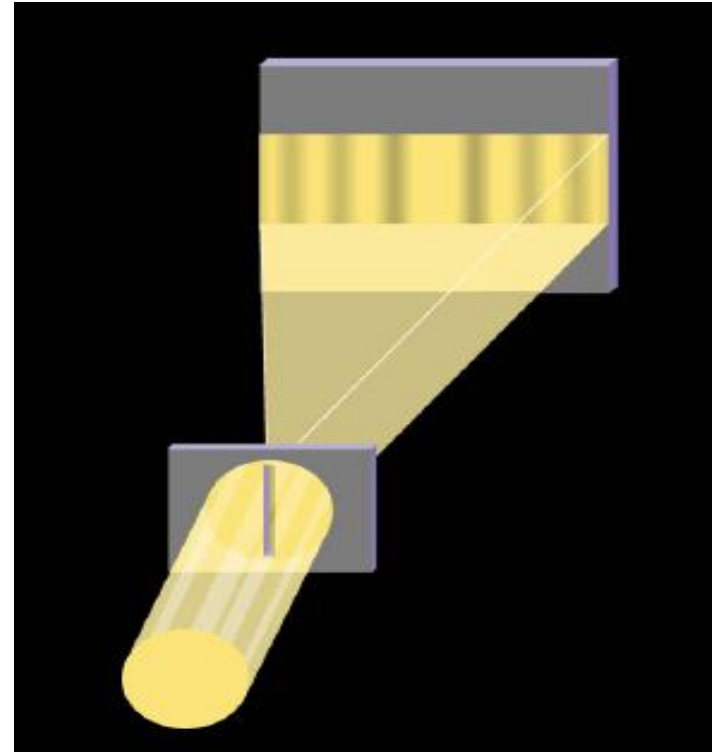


Дифракция



**Дифракция
байқалмайды**

$$d \gg \lambda$$



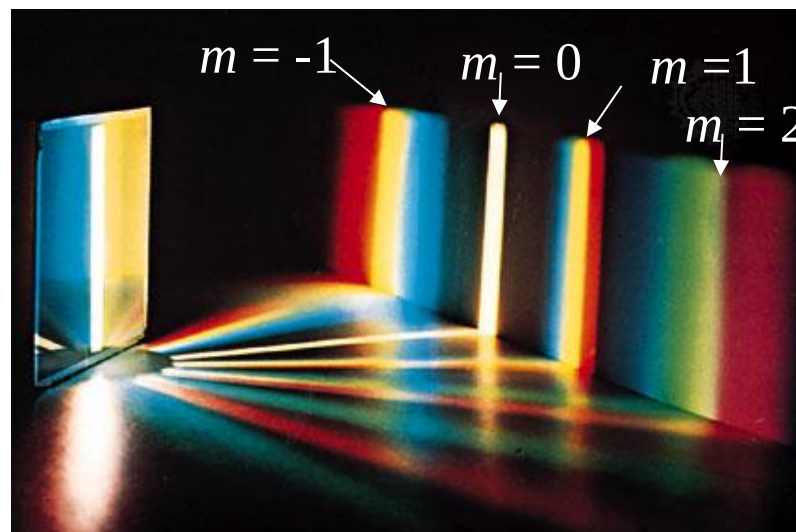
**Дифракциялық
бейне анық**

$$d \ll \lambda$$

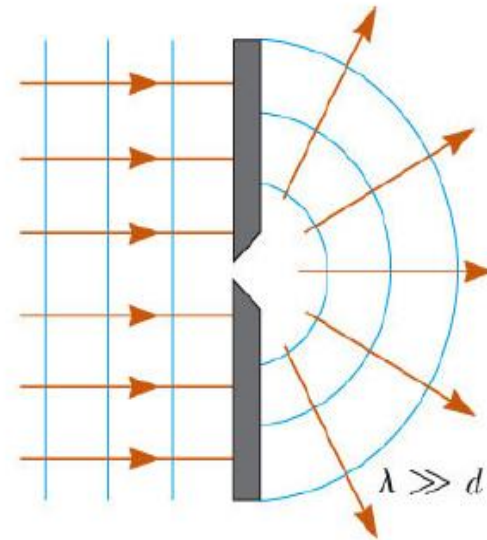
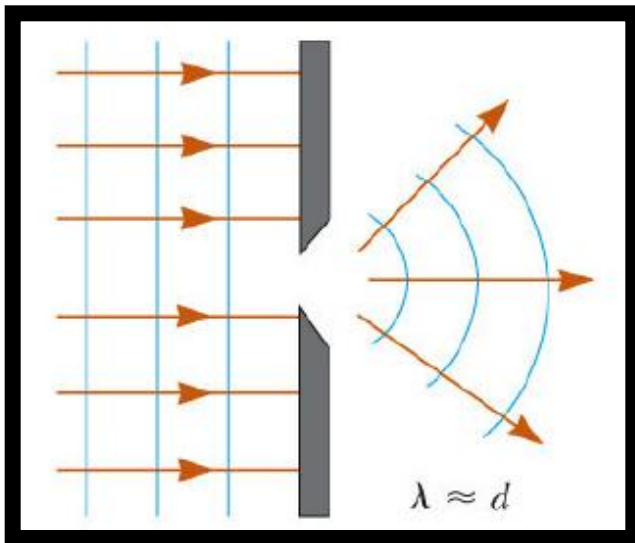
Дифракциялық тор – мөлдір емес ара қашықтықтармен бөлінген бірдей қашықтықта паралель орналастырылған саңылаулар жиынтығы.

$$d \sin \varphi = m\lambda$$

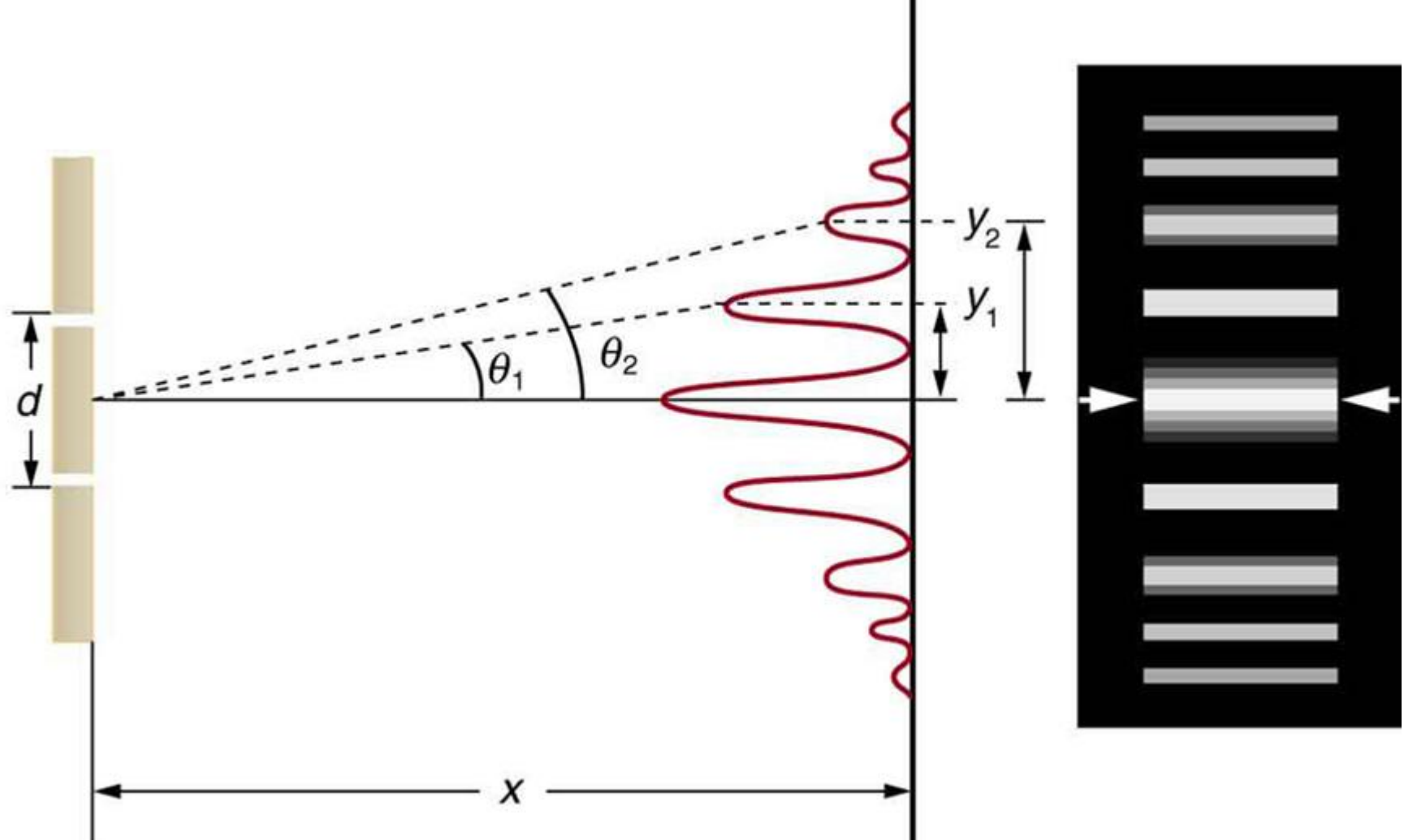
Дифракциялық тордың максимум шарты:



Дифракция құбылысын бақылау шарты



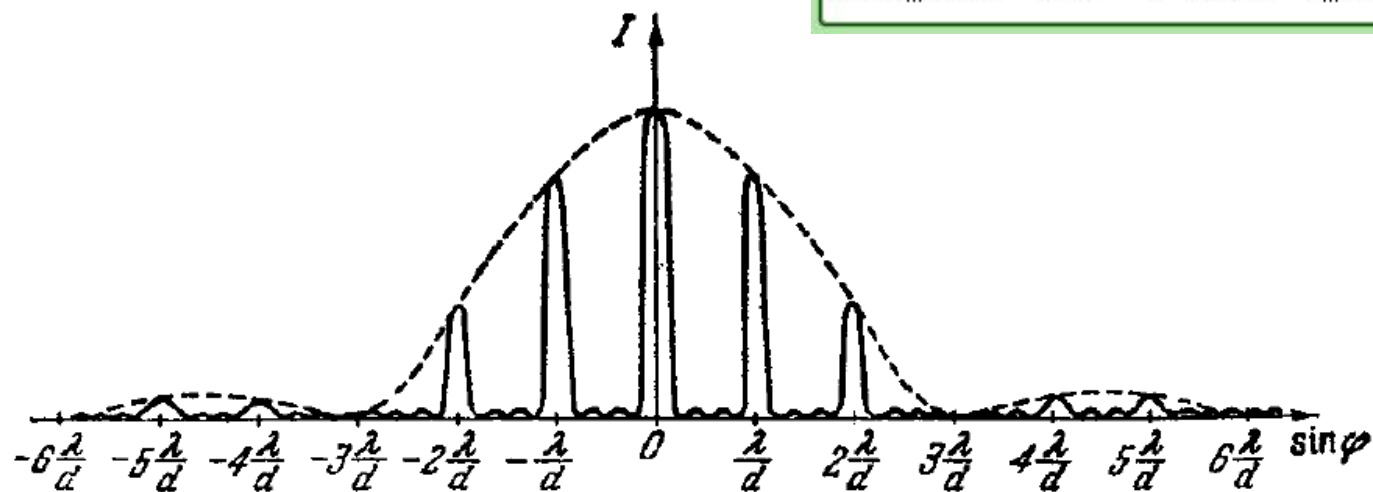
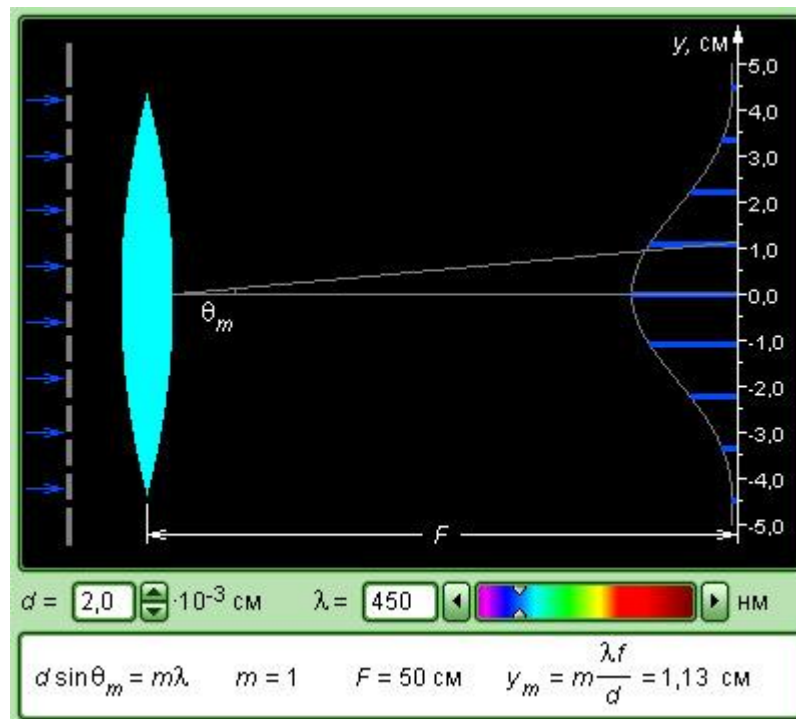
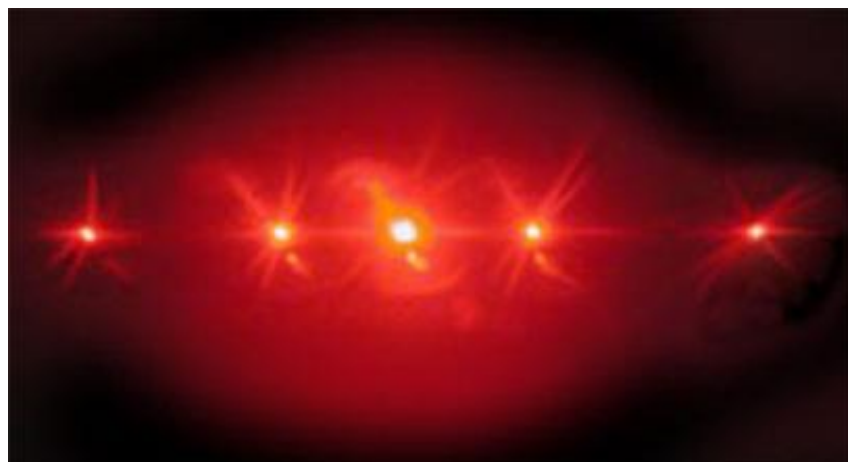
Жарықтың, толқын ұзындығымен салыстырылатын, тар саңылаудан өтуі кезінде дифракция анық көрінеді.



Қос саңылауға арналған кедергі үлгісі бұрышпен түсетін қарқындылыққа ие. Фотосуретте екі жарық саңылауынан өтетін жарықтан пайда болған бірнеше ашық және қараңғы сызықтар немесе жолақтар көрінеді.



ДИФРАКЦИЯЛЫҚ ТОР





Бұл CD-мен шағылысқан түстер әртүрлі түсу бұрышына байланысты өзгереді. Мұндай түстер жарықтың толқындық сипатының тікелей дәлелі болып табылады.



(a)



(b)

(a) Бұл асыл тас (опал) және (б) көбелектің қанаттарында өте жіңішке бөліктерге бөлінген сызықтардың қатарлары бар, олар әр түрлі бұрыштарда әр түрлі түстерді шағылыстырғыш торлар ретінде әрекет етеді.



(a)



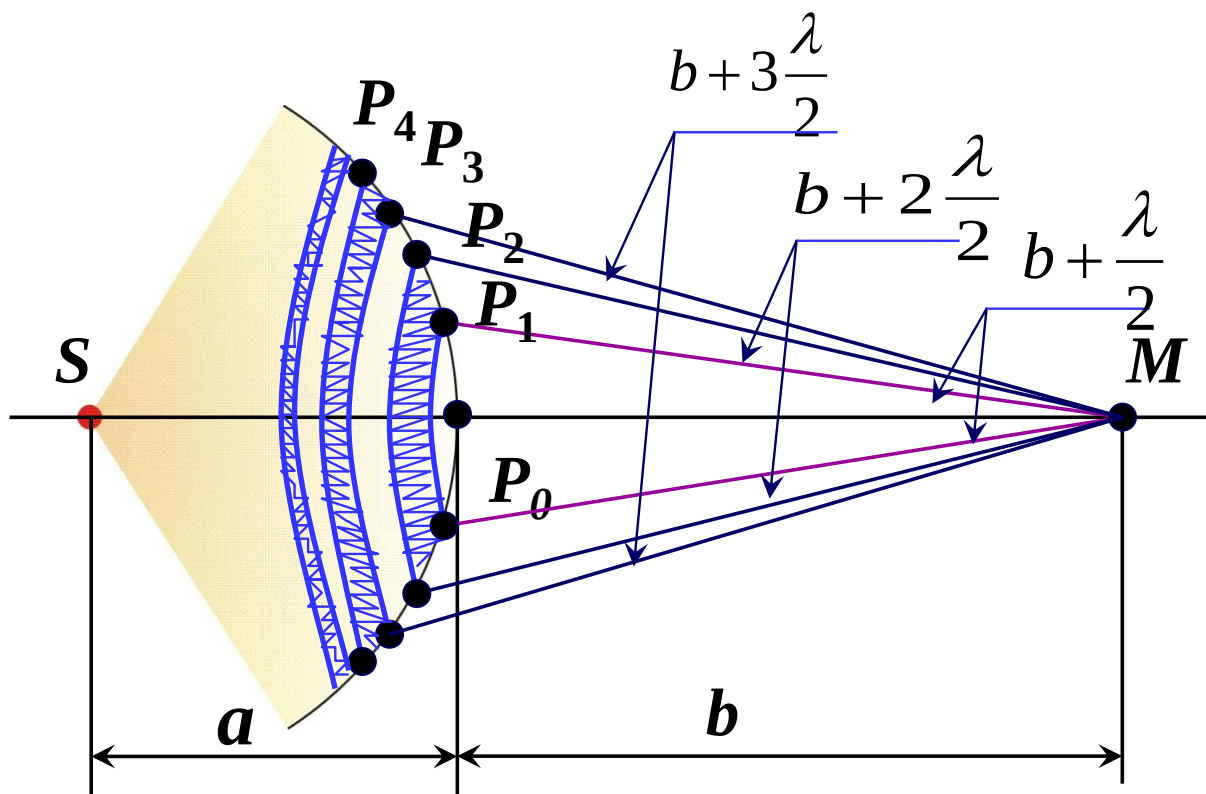
(b)



(c)

(a) кішкентай дөңгелек диафрагмадан өткен монохроматтық жарықтың дифракциялық суретті берілген. (b) бір-біріне жақын орналасқан екі нүктелік жарық көзі дифракцияға байланысты бір-біріне сәйкес келетін кескіндер жасайды. (c) егер олар бір-біріне жақын орналасса, оларды шешуге немесе ажыратуға болмайды.

Френель зоны



М нүктесінде радиусы:

$$b + \frac{\lambda_0}{2} \quad b + 2 \frac{\lambda_0}{2} \quad b + 3 \frac{\lambda_0}{2}$$

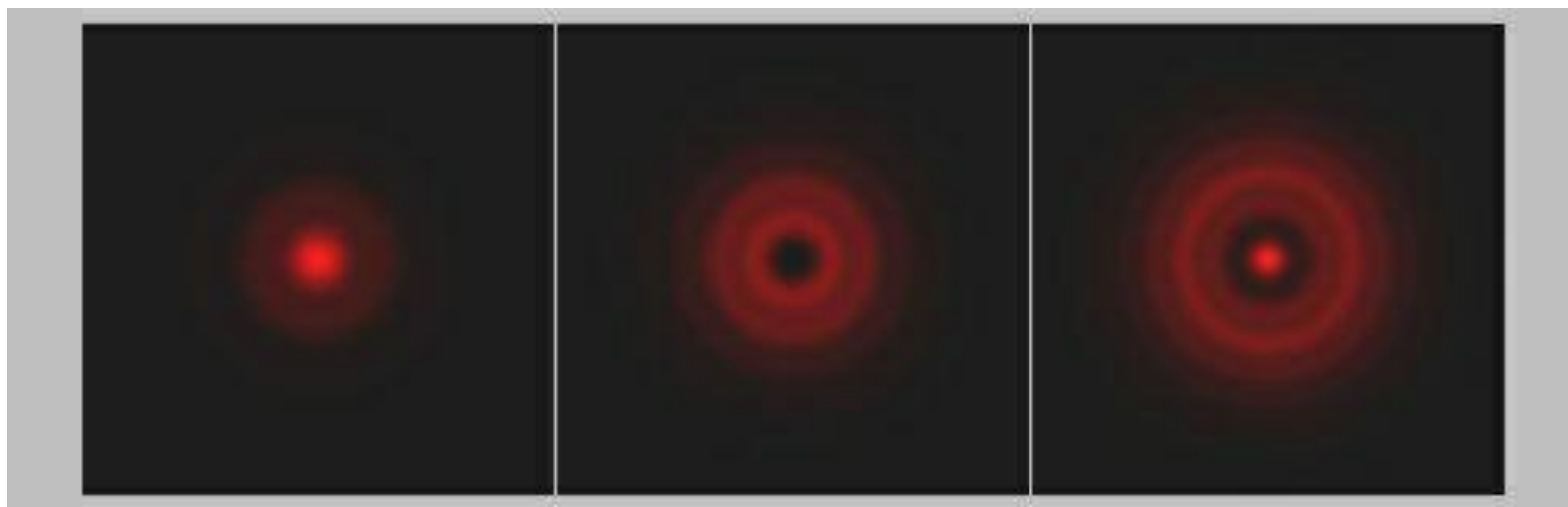
Сондықтан, М нүктесіндегі жарық тербелісінің амплитудасы:

$$A = A_1 - A_2 + A_3 - A_4 + \dots,$$

$$A_m = \frac{A_{m-1} + A_{m+1}}{2}.$$

Фраунгофер дифракциясы

Сәулелер бір саңылаудан өткен кезде экранда пайда болатын сақиналар жиынтығын Фраунгофер дифракциясы дейміз.



Тақ және Жүп Френель зонасының дөңгелек қуыстағы ДИФРАКЦИЯСЫ

Сонымен Френель
зонасының саны
жұп болса, онда:

$$a \sin \varphi = \pm 2m \frac{\lambda}{2}$$

Егер Френель
зонасының саны
тақ болса, онда:

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

Саңлаудағы дифракция

дифракция
МИНИМУМЫНЫҢ
шарты

$$a \sin \varphi = k\lambda$$

дифракция
МАКСИМУМЫНЫҢ
шарты

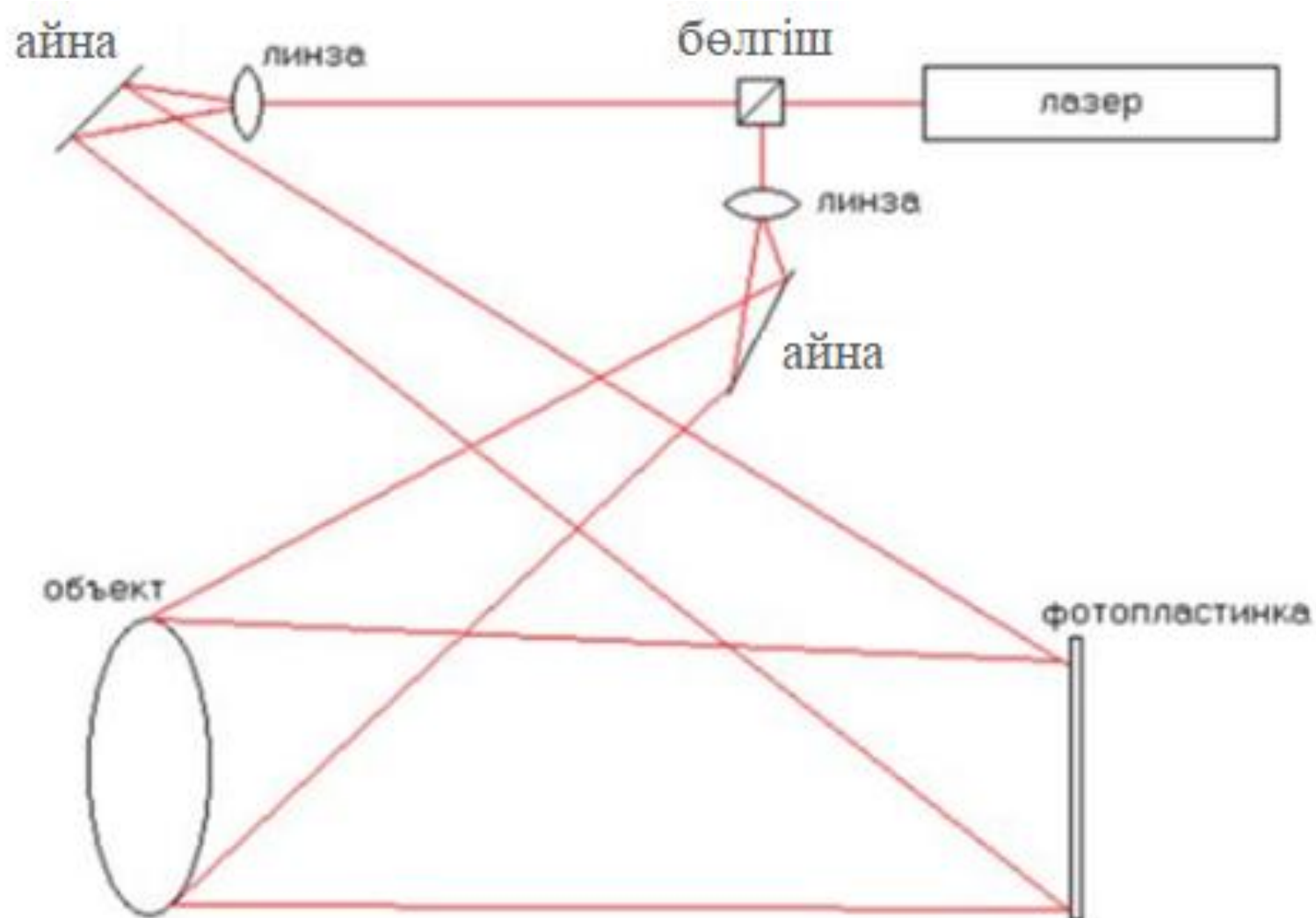
$$a \sin \varphi = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}$$

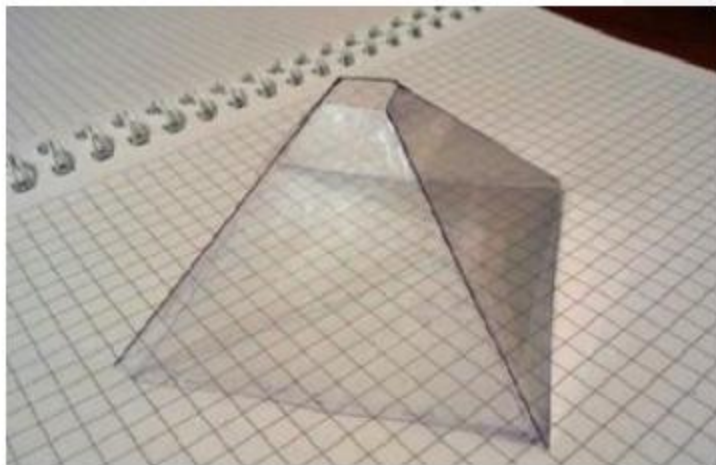
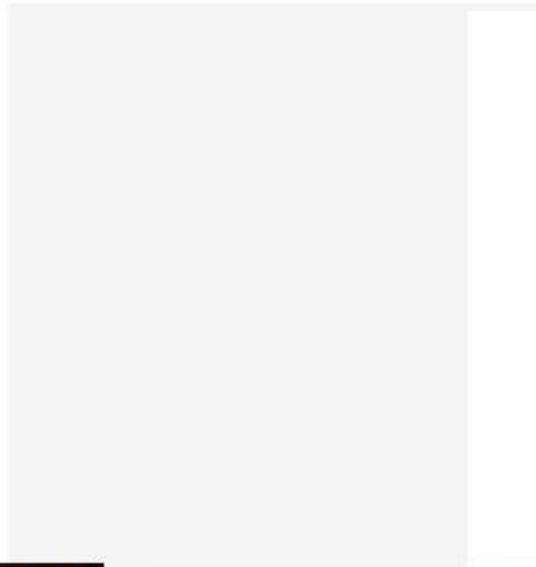
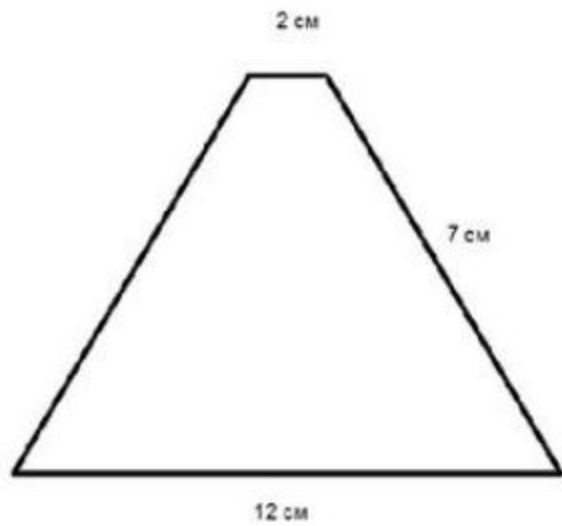
Голография

жарық толқындарының дифракциясы және интерференциясы құбылыстарына негізделген.

Голография - бұл голограммаларды құрудың ғылымы мен тәжірибесі. Голограмма - бұл объектив қалыптастырған кескін емес, Жарық өрісінің фотографиялық бейнесі.



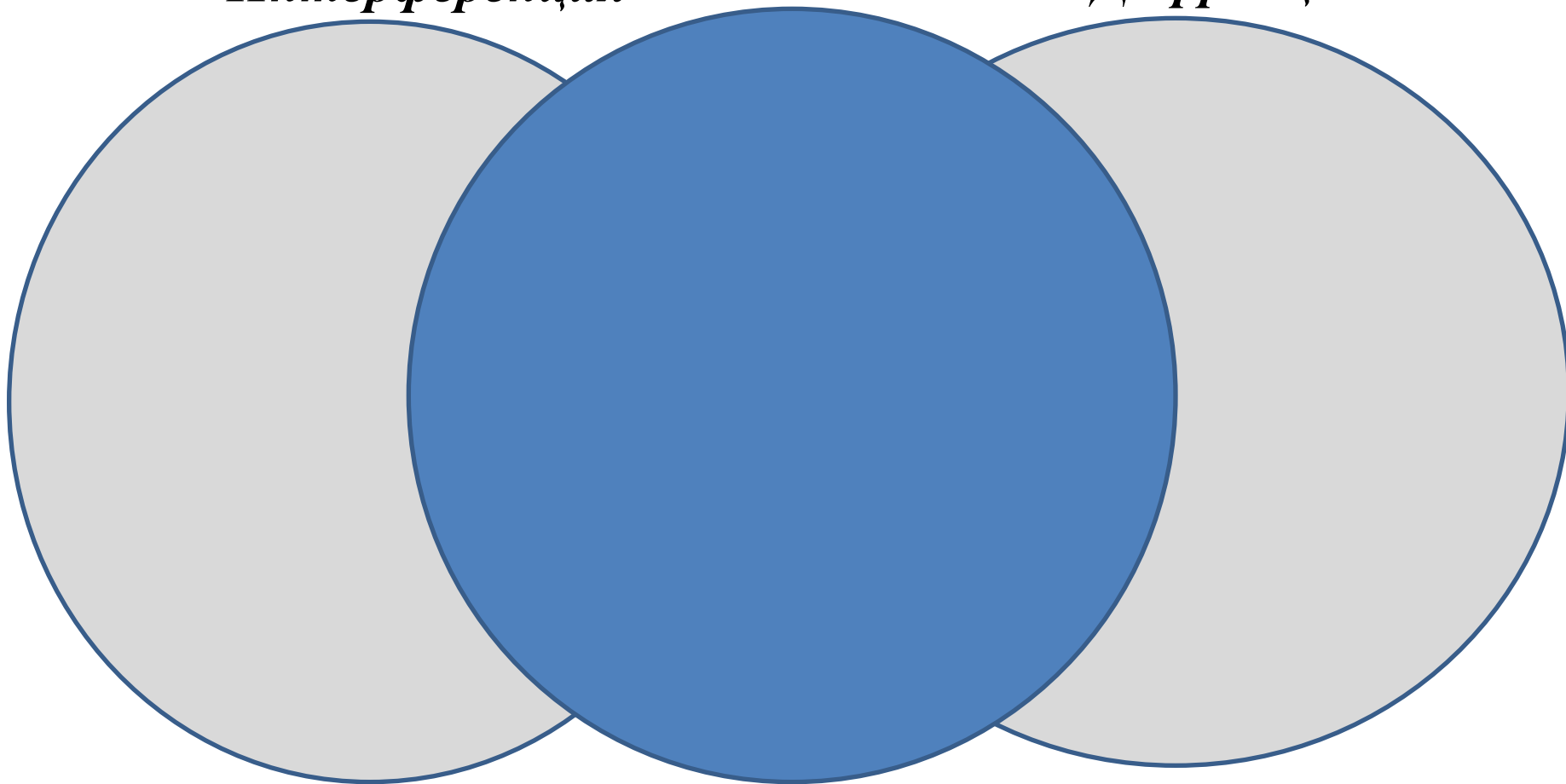




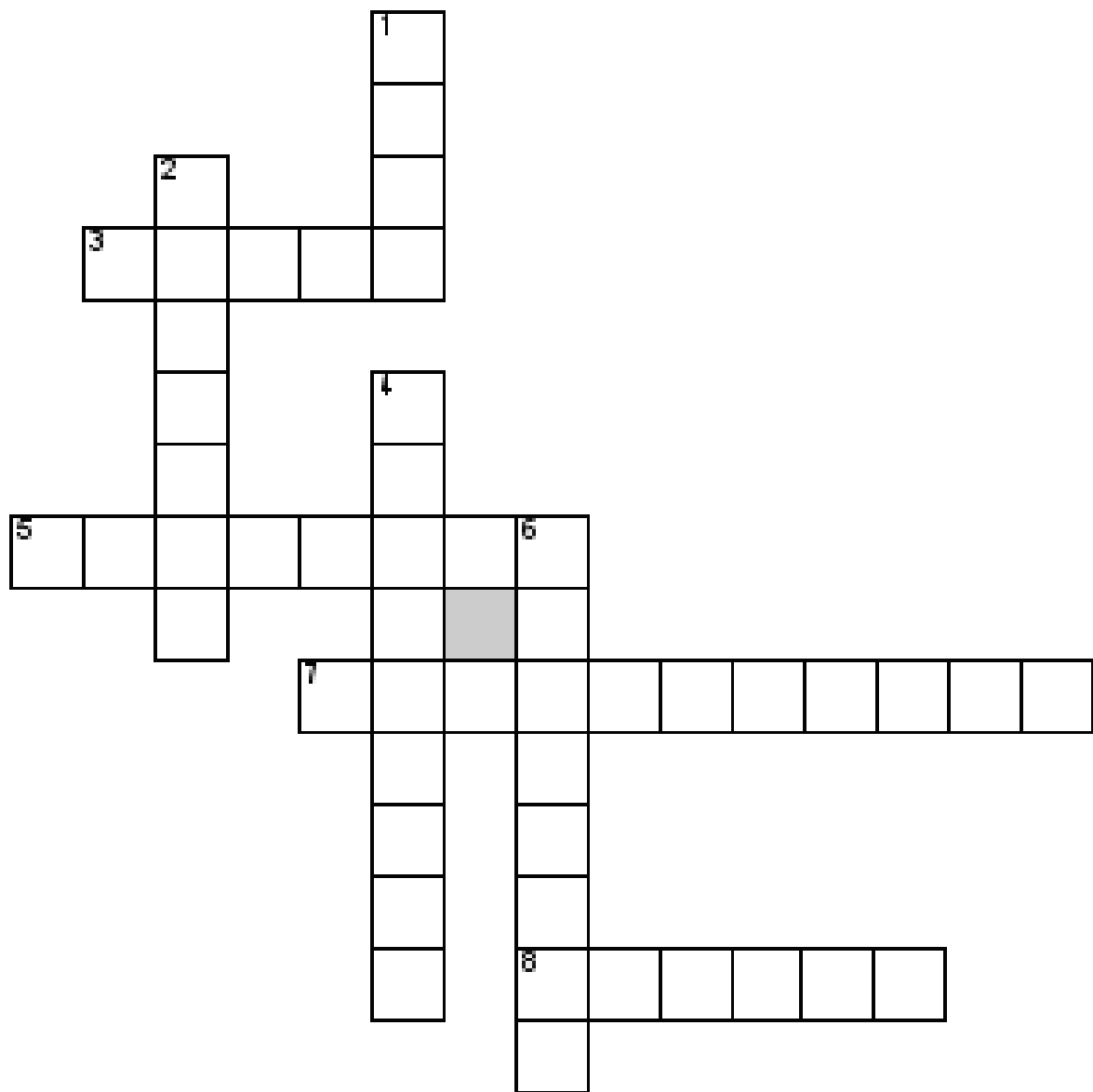
Венн диаграммасы

Интерференция

Дифракция



Өмір дегенге,
Тіршілікте сірә жетер ме ой.
Жарық сәуледен басқаның бәрі бекер ғой.
Бекер ғой бәрі,
Бекер ғой бәрі, бөтен ғой.
Өмір дегенің бір күндік сәуле екен ғой.
Тамшыдай ғана нұрына, міне зарықтым.
Өмір осы екен сырыңа, міне қанықтым.
Жаса сен мәңгі,
Жаса сен мәңгі жарық күн!
Күн-тіршіліктің көзі, жарықтың көзі, өмірдің өзі- жарық екенін
дәлелдедік деп қорытындылаймыз.



Көлденеңінен

- 3. Дөңес немесе ойыс беттермен шектелген мөлдір дене.
- 5. Электромагниттік сәулеленуді (мысалы, көрінетін жарық) жинау арқылы алыс объектілерді байқауға көмектесетін құрал.
- 7. Жарықты қолдана отырып, материалдық объектілердің қимылсыз кескіндерін алуға және бекітуге арналған құрылғы.
- 8. Физиканың [сәуле](#) (жарық) шығару табиғатын, жарықтың таралуын және оның затпен әсерлесу құбылыстарын зерттейтін бөлімі.

Тігінен

- 1. Кішкентай, бірақ салқын және үлкен шыны.
- 2. Алыс объектілерді екі көзбен бақылау үшін бір-біріне қосылған екі параллель телескоптан тұратын оптикалық құрылғы.
- 4. Үлкейтілген кескіндерді алуға, сондай-ақ көзге көрінбейтін немесе нашар көрінетін заттарды немесе құрылымдық бөлшектерді өлшеуге арналған құрылғы.
- 6. Үлкен экранда кішкентай жалпақ заттың нақты бейнесін жасауға арналған оптикалық құрылғы.

СӨЖ арналған бақылау сұрақтары

1. Интерференция дегеніміз не ?
2. Қарқындылығы бірдей екі толқынның максимум интерференциясы кезіндегі қарқындылығы 4 есе ұлғаятынын дәлелде.
3. Когерентті толқындар дегеніміз не?
4. Жарық толқындары неге электромагниттік деп аталады?
5. Неге екі табиғи жарық кездесіп беттескенде интерференция болмайды?
6. Жұқа пленкадан өткен және шағылған сәулелердің интерференцияларын бақылаған кезде олардың максимумы мен минимумының орнының неліктен ауысып көрінетінін түсіндір.

СӨЖ арналған бақылау сұрақтары

1. Егер дифракция торының периоды 3,6 мкм болса, дифракцияның 3-ретінде қан-дай толқын ұзындығы байқалады?
2. Дифракция торының штрихтарының арақашықтығы $d = 4$ мкм. Торға толқын ұзындығы $\lambda = 0,6$ мкм сәуле тік келіп түседі. Тордың максимумдарының ең көп реттік санын анықтандар.

3. Саңылауға толқын ұзындығы λ монохроматты жарық сәулелері параллель келіп түседі. Саңылаудың ені 6λ болса, спектрдің үшінші минимумы қандай бұрышпен көрінеді?

4. Егер дифракция торының периоды $d = 2$ мкм болса, онда, толқын ұзындығы $\lambda = 5890 \text{ \AA}$ сары спектр сызығының ең үлкен ретін анықта.

Негізгі әдебиеттер тізімі

1. Абдулаев Ж. Физика курсы. Білім, Алматы, 1994 ж.
2. Ахметов А. Қ. Физика. Алматы, 2000 ж.
3. Трофимова Т.И Физика курсы. Мәскеу Academia 2006.
4. 4. Савельев И.В. Жалпы физика курсы 3 том. Алматы -2004

Қосымша әдебиеттер тізімі

1. Әбдіғаппаров Қ., Ақылбаев А. Қ. *Физика Алматы, 1995 ж.*
2. Жылқыбаева М. *Жалпы физика курсының есептері Алматы, 1992 ж.*
3. Қойшибаев Н. *Оптика , Алматы 2006 ж.*
4. Маженов Н.А. *Оптика, Караганды, 2010 ж.*

*Назар
аударғандарыңызға
рахмет!*

