



FIZIKA KAFEDRASI



Fizika II

2019

OPTIKA

6 – ma'ruza

**K.P.Abduraxmanov,
V.S.Xamidov, M.F.Raxmatullaeva**



**TÁBIYIY HÁM
ANÍQ PÁNLER
KAFEDRASÍ**



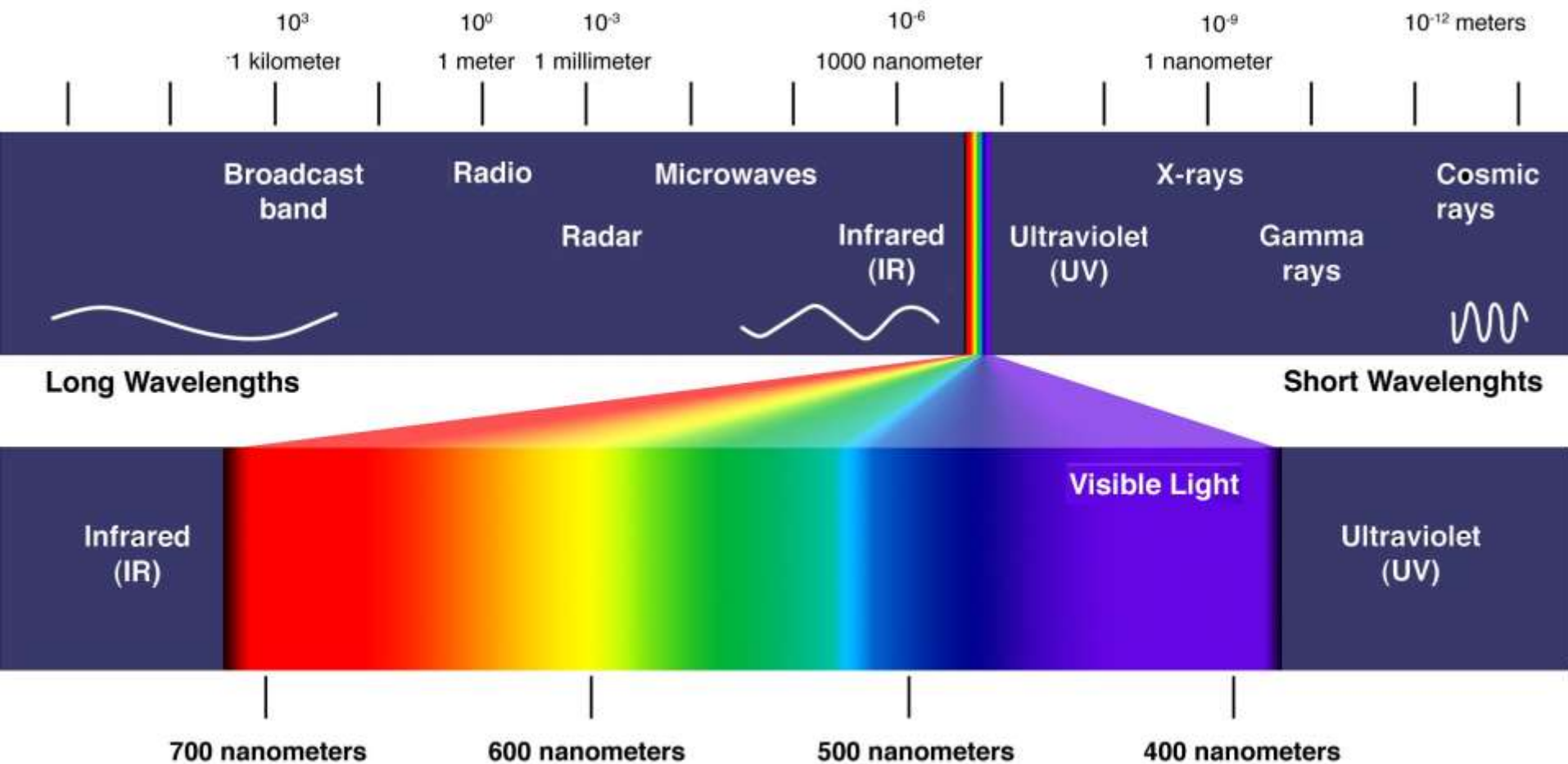
Fizika II

2023

OPTIKA

6 – lekciya. Jaqtılıq nurları.

**Qaraqalpaq tiline awdarmalağan
S.G. Kaypnazarov**

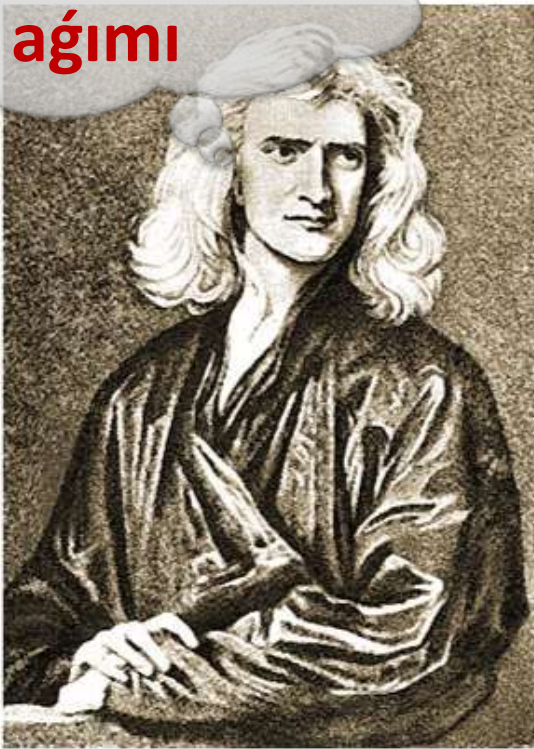


Lekciya rejesi

- Jaqtılıqtıń elektromagnit tolqın teoriyası.
- Jaqtılıq tolqınlarınıń keńislik hám waqıt boyınsha kogerentligi.
- Kogerent jaqtılıq tolqınların alıw usılları.
- Interferenciya hádiysesi.
- Teń qalıńlıqlardıń interferenciya tarawları.
- Nyuton saqıynaları.
- Interferenciya hádiysesiniń texnikada qollanılıwı.

Jaqtılıqtıń korpuskulyar-tolqın dualizmi

Jaqtılıq-
bóleksheler
aǵımı



Isaak Nyuton

Jaqtılıq-tolqın



Xristian Gyuygenc

Maksvelldiń jaqtılıq tuwralı elektromagnit tolqın teoriyası

Jaqtılıq – tómendegi teńleme menen ańlatılatuǵın elektromagnit tolqın esaplanadı.

$$\vec{E} = \vec{E}_m \cos(\omega t - kr + \varphi_0)$$

Jaqtılıq tezligi vakuumdaǵı elektromagnit tolqınǵa uqsas ($\varepsilon = \mu = 1$) ge teń

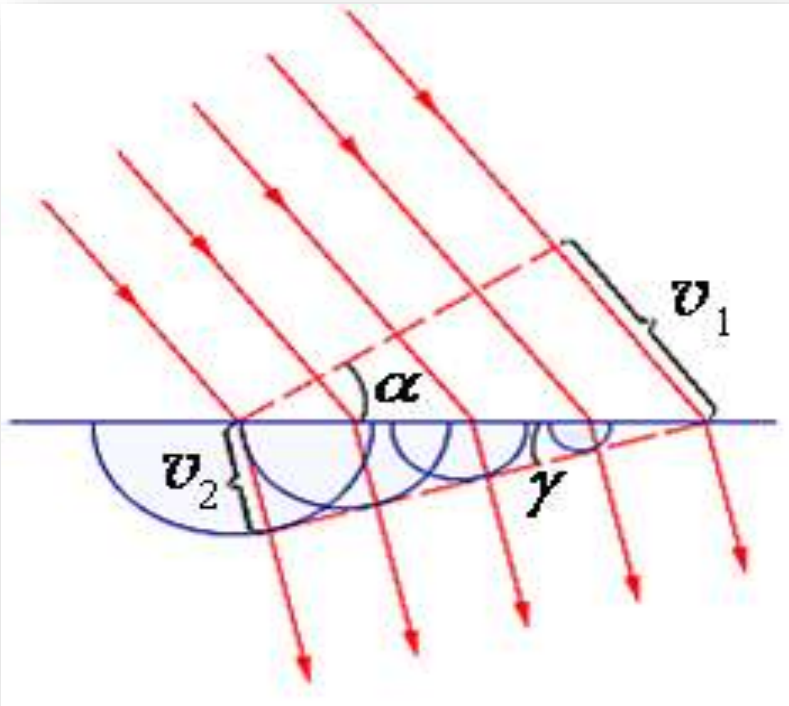
$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} = 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m/s} \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Móldir ortalıqlarda jaqtılıq tezligi kemeyedi

$$v = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon}} = \frac{c}{n} \quad n = \sqrt{\varepsilon}$$

ESLETPE

Optikada jaqtılıq degende tek kórinetuǵın nurlardı emes, bálkim oǵan jantasatuǵın keń diapozondaǵı elektromagnit nurlanıw spektri – (IQ) infraqızıl hám (UF) ultrafiolet spektrleri túsiniledi. Kórinetuǵın jaqtılıq nurları elektromagnit tolqınlar spektriniń 400 nm den 780 nm ge shekemgi diapazonında jatadı.

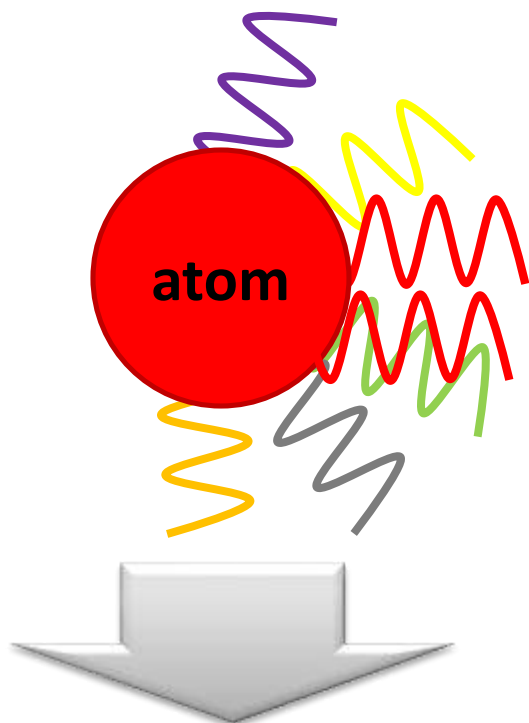


Gyuygenc principi:
 bul principke tiykarlanıp, tolqın háreketi jetip barǵan hár bir noqat ekilemshi tolqınlar deregine aylanadı, bul tolqınlardı orap alıwshı iymek sızıq keyingi momenttegi tolqınlar frontı halatın belgileydi.

Gyuygenc – Frenel principi:
 Tolqın frontı betinde jatqan bárshe ekilemshi derekler bir birine salıstırǵanda kogerent esaplanadı. Keńisliktiń qálegen noqatındaǵı tolqınlar amplituda hám fazası – bul ekilemshi derekler nurlaǵan tolqınlar interferenciyası nátiyjesi esaplanadı.

Jaqtılıq tolqınlarınıń kogerentligi

Tolqın frontı betinde jatqan bárshe ekilemshi derekler bir- birine salıstırǵanda kogerent esaplanadı. Keńisliktiń qálegen noqatındaǵı tolqınlar amplituda hám fazası – bul ekilemshi derekler nurlaǵan tolqınlar interferenciyası nátiyjesi esaplanadı.



Atomların bók qısqa impulske uqsas úzik-úzik jaqtılıq nurlanıwı – *tolqın sisteması* dep ataladı.

Nurlanıw waqtı $\tau = 10^{-8} \text{ s}$

Bir sistemanıń ortasha dawam etetuǵın waqtı – *kogerentlik waqtı* dep ataladı.

Qálegen nomonoxromatikalıq jaqtılıq tolqınların bir-biriniń ornın alatuǵın, bir-birine baylanıslı bolmaǵan garmonikalıq sistemalar kompleksinen ibarat dep esaplaw mǘmkin

Kogerentlik tek lenta dawamında saqlanıp, kogerentlik waqtı nurlanıw waqtınan artıq bola almaydı.

Tolqın interferenciyası baqlanıwı shártı olardıń *kogerentliginde*, yaǵnıy bir neshe terbelmeli hám tolqın procesleriniń waqıt boyınsha hám keńislikte bir-birine muwapiq túrde keshiwi esaplanadı.

Bir sistemanıń ortasha dawam etetuǵın waqtı – *kogerentlik waqtı* dep ataladı.

Interferenciya hádiysesin baqlaw imkanın beretuǵın eki jaqtılıq dereginiń ólshemleri hám ózara jaylasıwı *keńislikli kogerentlik* dep ataladı.

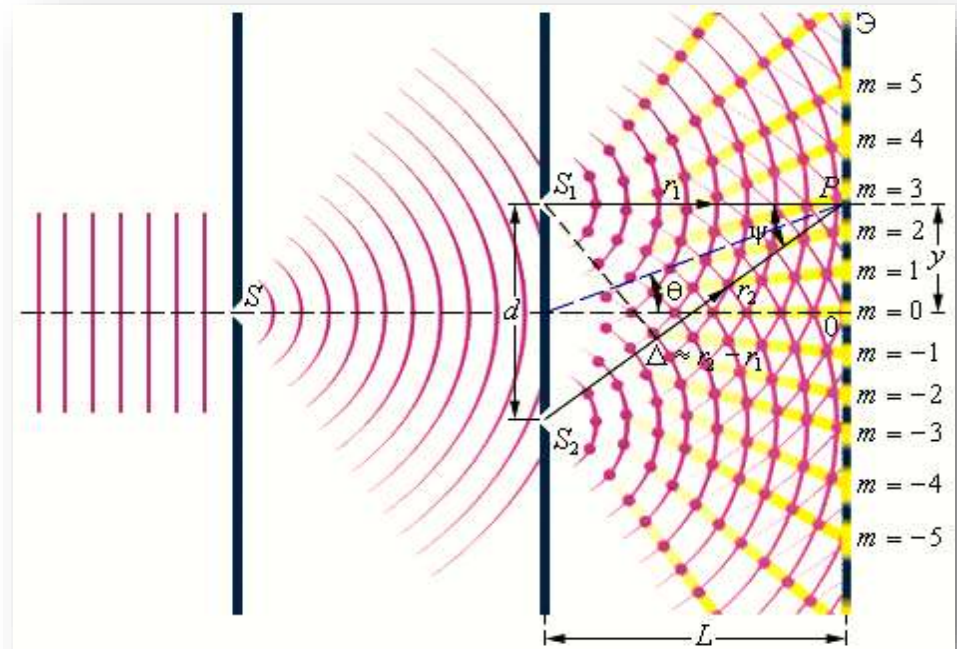
Keńislikli kogerentlik uzınlıǵı (yaki kogerentlik radiusı) dep, kóndeleń baǵıtta tolqın tarqalıwdıń maksimal aralıǵına aytıladı.

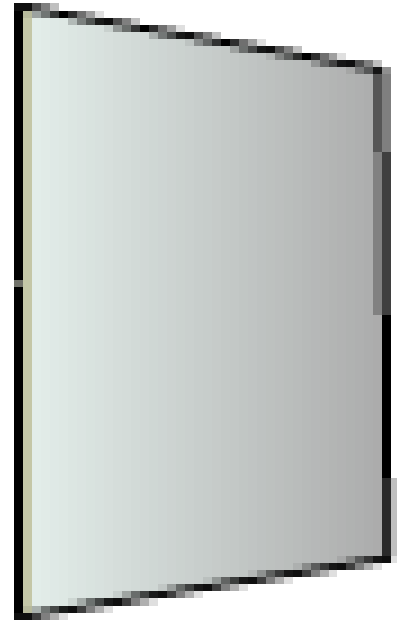
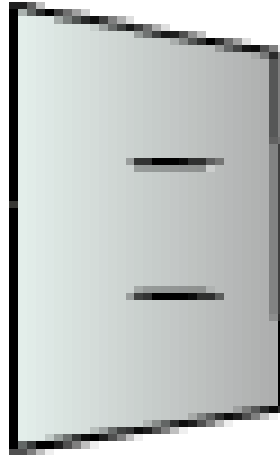
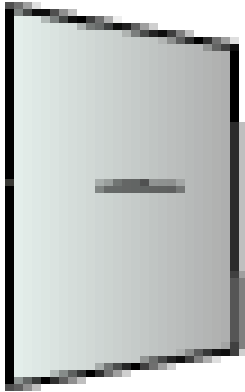
$$r_{KOG} \sim \frac{\lambda}{\Delta\varphi}$$

Eki kogerent jaqtılıq tolqınları biri-biriniń ústine túskende jaqtılıq aǵımınıń keńisliktegi qayta bólistiriliwi – *jaqtılıq tolqınınıń interferenciyası* baqlanıp, ayırım noqatlarda tolqın jedelliginiń maksimumı, basqa noqatlarda minimumı baqlanadı.

- derekten shıqqan monoxromatikalıq jaqtılıq tolqın S tar sańlaqlı 1 ekranǵa túsedi hám onnan ótip S_1 hám S_2 sańlaqlı 2 ekranǵa ótedi.

- Bul eki sańlaq kogerent tolqınlar deregi esaplanadı.
- S_1 hám S_2 sańlaqtan shıqqan kogerent tolqınlar E ekranda bir-biriniń ústine túsip sol tarawda interferenciya kórinisin payda etedi.





M noqatta terbelislerdi júzege keltiriwshi eki tegis tolqın teńlemesi

$$x_1 = A_1 \cos \omega \left(t - \frac{r_1}{v_1} \right), \quad x_2 = A_2 \cos \omega \left(t - \frac{r_2}{v_2} \right)$$

Juwmaqlawshı terbelis amplitudası

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos \delta$$

Juwmaqlawshı tolqınnıń jedelligi

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1I_2} \cos \delta$$

M noqatqa shekemgi birinshi tolqın n_1 sındırıw kórsetkishli ortalıqta v_1 fazalıq tezlik penen r_1 jol basadı, ekinshi tolqın bolsa, n_2 ortalıqta v_2 fazalıq tezlik penen r_2 jol basadı.

M noqatta qozdirilatuǵın tolqınlardıń fazalar ayırması

$$\delta = \omega \left(\frac{r_2}{v_2} - \frac{r_1}{v_1} \right) = \omega \left(\frac{r_2}{c/n_2} - \frac{r_1}{c/n_1} \right) = \frac{\omega}{c} (r_2 n_2 - r_1 n_1) = \frac{2\pi \nu}{c} (L_2 - L_1) = \frac{2\pi}{\lambda_0} \Delta$$

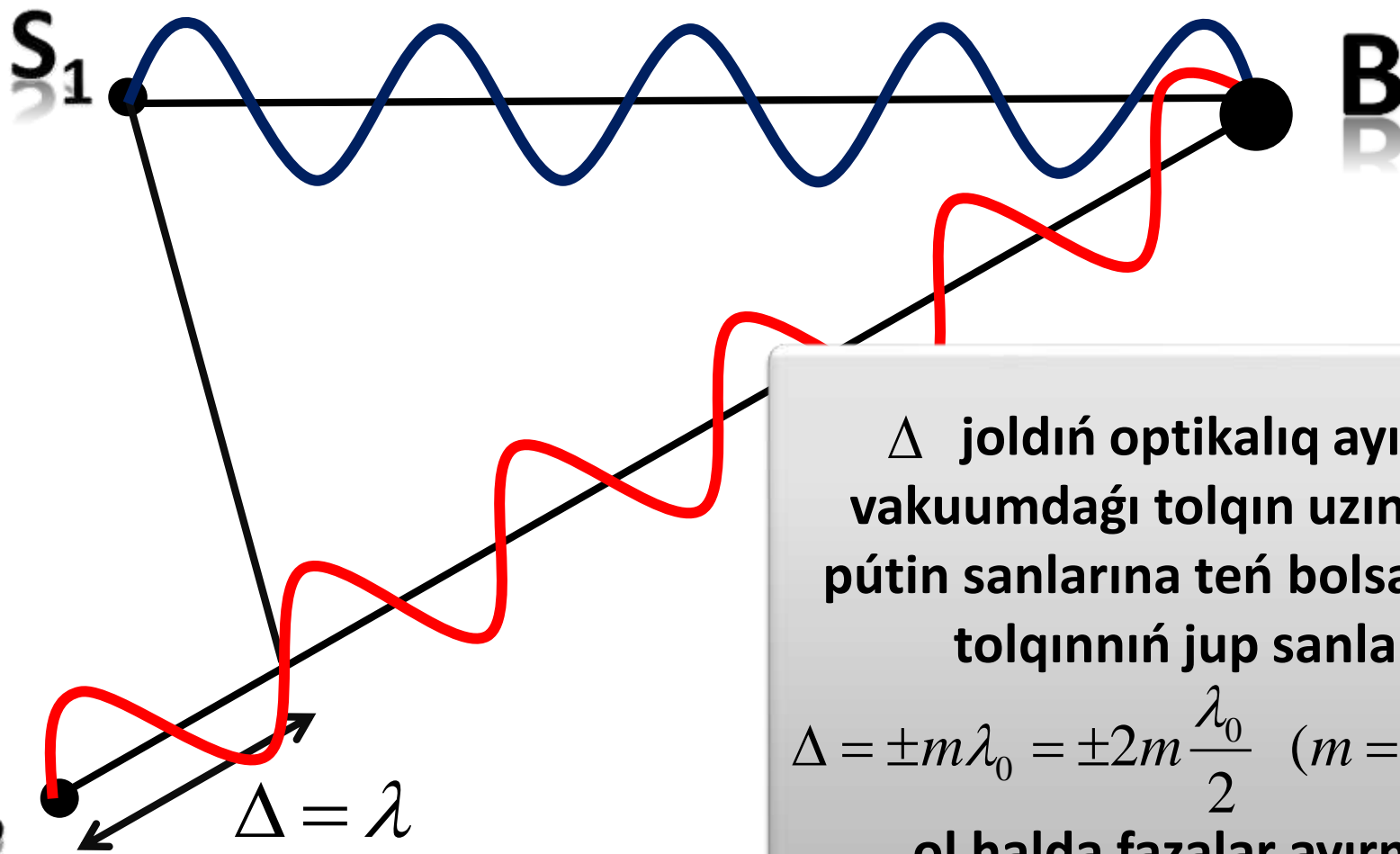
Berilgen ortalıqtaǵı joldıń geometriyalıq uzınıǵın ortalıqtıń sındırıw kórsetkishine kóbeymesi *joldıń optikalıq uzınıǵı* dep ataladı.

$$L = r \cdot n$$

Ótetuǵın tolqınlardıń optikalıq uzınıqları ayırması *joldıń optikalıq ayırması* dep ataladı.

$$\Delta = L_2 - L_1 = r_2 n_2 - r_1 n_1$$

Interferenciya maksimumın baqlaw shárti

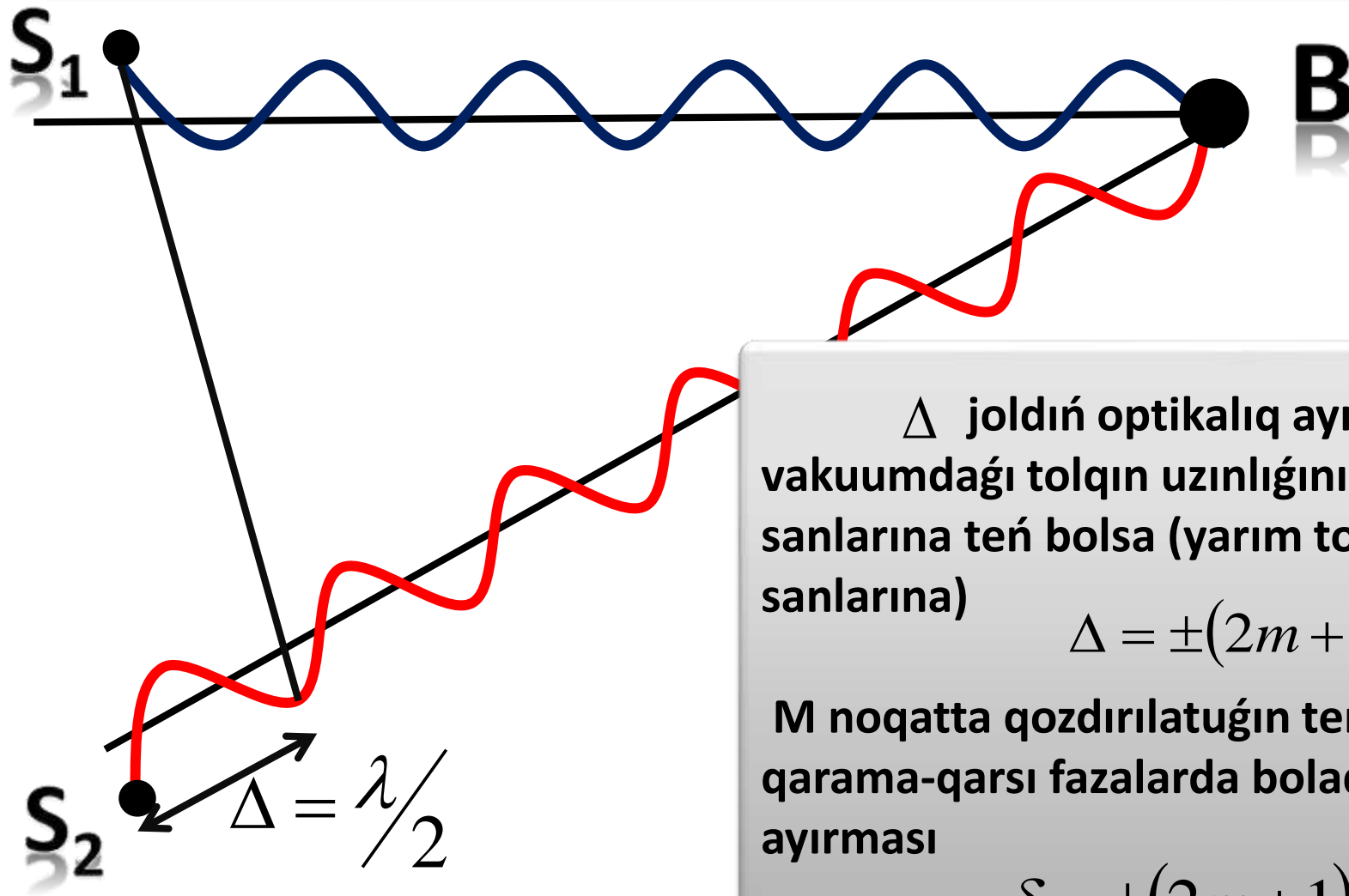


Δ joldıń optikalıq ayırması
vakuumdagı tolqın uzınlıgınıń
pútin sanlarına teń bolsa (yarım
tolqınnıń jup sanları)

$$\Delta = \pm m \lambda_0 = \pm 2m \frac{\lambda_0}{2} \quad (m = 0, 1, 2, \dots)$$

ol halda fazalar ayırması
 $\delta = \pm 2m\pi$

Interferenciya minimumın baqlaw shárti



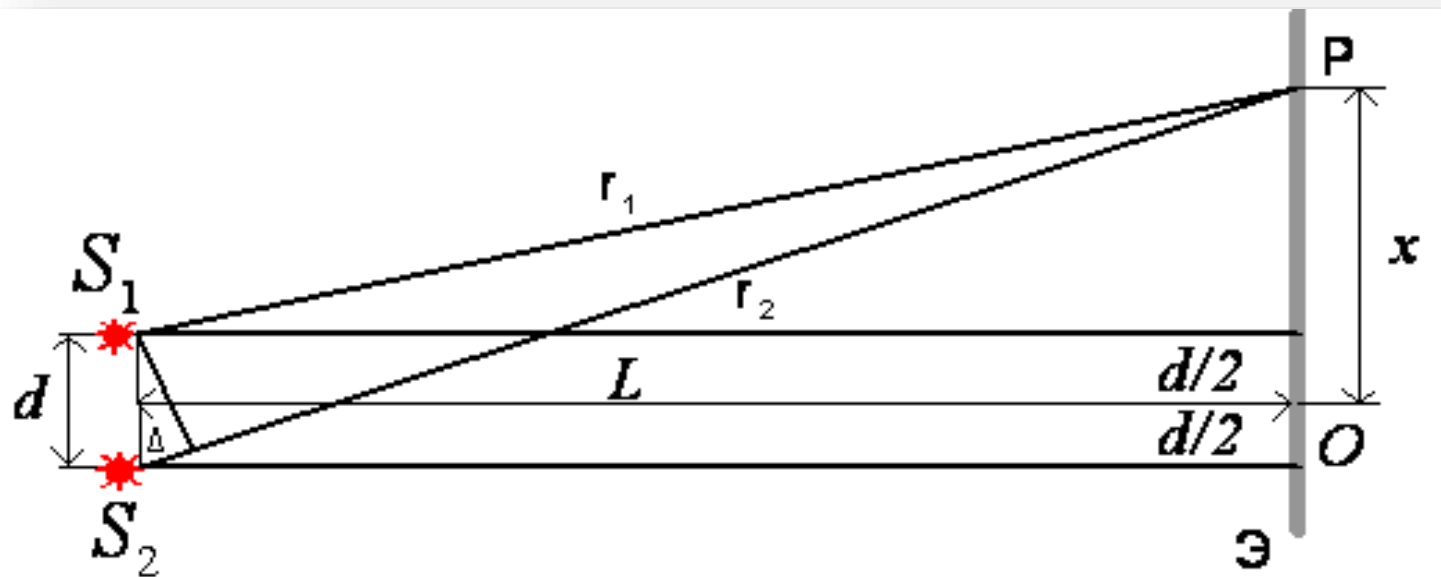
Δ joldıń optikalıq ayırması
vakuumdaǵı tolqın uzınlıǵınıń taq
sanlarına teń bolsa (yarım tolqınnıń jup
sanlarına)

$$\Delta = \pm(2m + 1)\frac{\lambda_0}{2}$$

M noqatta qozdırılatuǵın terbelisler
qarama-qarsı fazalarda boladı. Fazalar
ayırması

$$\delta = \pm(2m + 1)\pi$$

Eki derek interferenciya kórinisin esaplaw.



$$L \gg d$$

$$\Delta = r_2 - r_1$$

- jollar
ayirması.

Súwretten kórinıp turıptı

$$r_2^2 = L^2 + (x + \frac{d}{2})^2; \quad r_1^2 = L^2 + (x - \frac{d}{2})^2, \quad \Rightarrow \quad r_2^2 - r_1^2 = 2xd,$$

yaki $\Delta = r_2 - r_1 = \frac{2xd}{r_1 + r_2}$. Shártten $L \gg d$ kelip shıǵadı

$r_1 + r_2 \approx 2L$, sonıń ushın: $\Delta = \frac{xd}{L}$.

$$\Delta = \pm(2m+1)\frac{\lambda_0}{2}$$

$$\Delta = \frac{xd}{L}$$

$$\Delta = \pm m\lambda_0 = \pm 2m\frac{\lambda_0}{2}$$

**Jedellik minimumları
baqlanatuğın shárt**

$$x_{\min} = \left(m + \frac{1}{2}\right) \frac{L}{d} \lambda_0$$

$(m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$

**Jedellik maksimumları
baqlanatuğın shárt**

$$x_{\max} = m \frac{L}{d} \lambda_0$$

$(m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$

***Interferenciya lentaları keńligi dep atalatuğın eki qońsı
maksimumlar (minimumlar) arasındaqı aralıq***

$$\Delta x = \frac{L}{d} \lambda_0$$

Juqa plyonkalardağı interferenciya

$$\lambda_0 = \frac{c}{\nu}$$

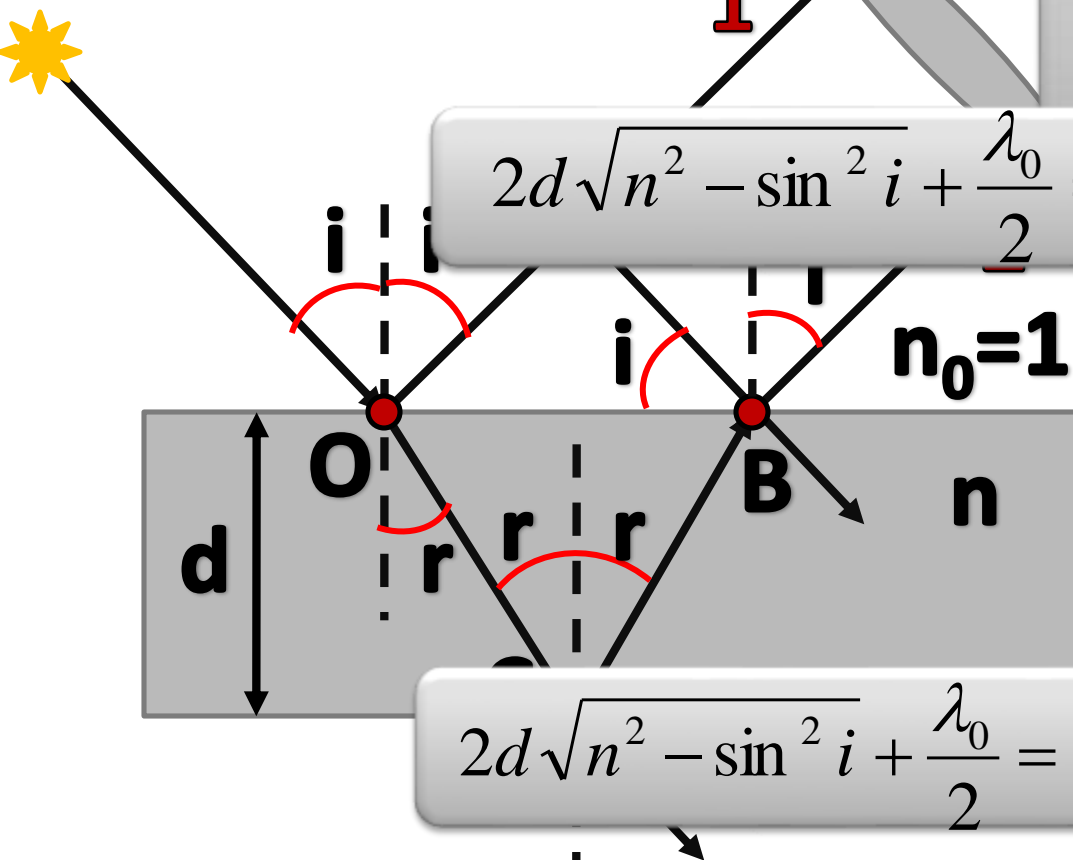
vakuumdagi

P noqatta interferenciya maksimumi baqlanatuğın shárt

$$2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i} + \frac{\lambda_0}{2} = 2m\frac{\lambda_0}{2} \quad m = 0, 1, 2, 3, \dots$$

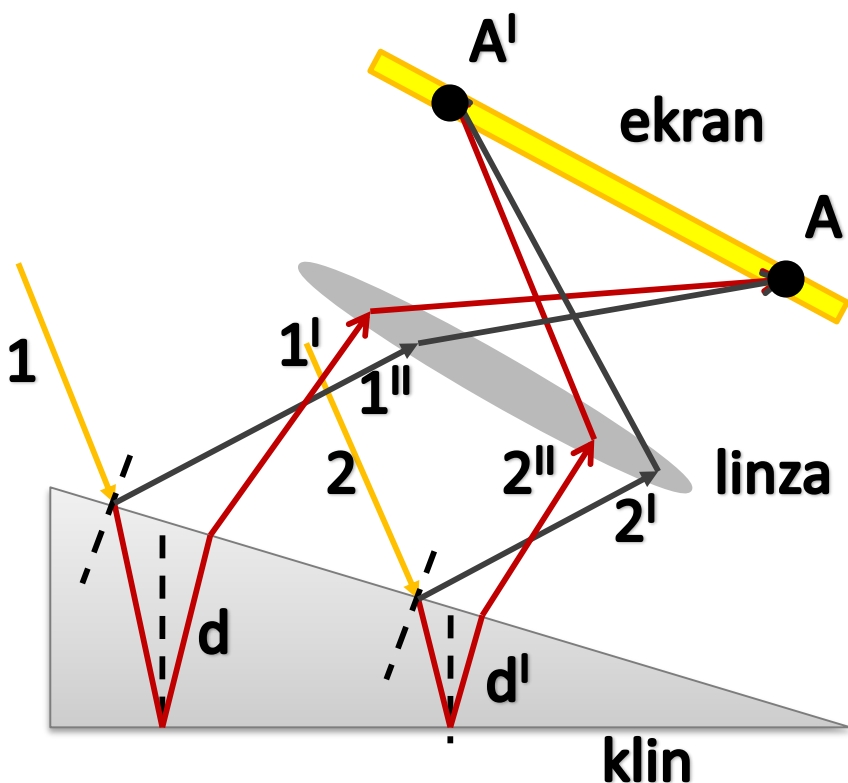
P noqatta interferenciya minimumi baqlanatuğın shárt

$$2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i} + \frac{\lambda_0}{2} = (2m + 1)\frac{\lambda_0}{2} \quad m = 0, 1, 2, 3, \dots$$



Teñ qalıńlıqlar lentası

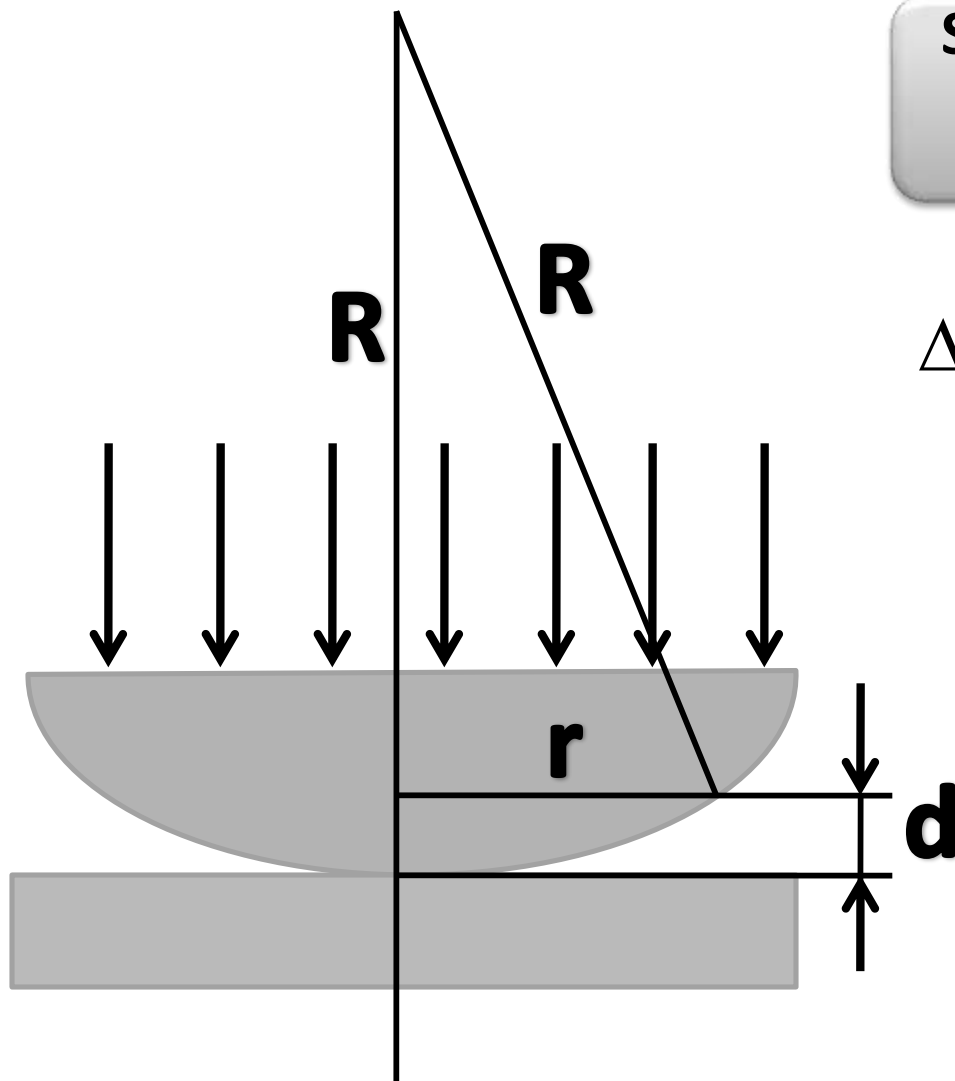
(1' hám 1'', 2' hám 2'') kogerent jup nurlar pona beti átirapında kesilisedi hám ekranniń (A hám A') noqatlarında linza arqalı jıynaladı.



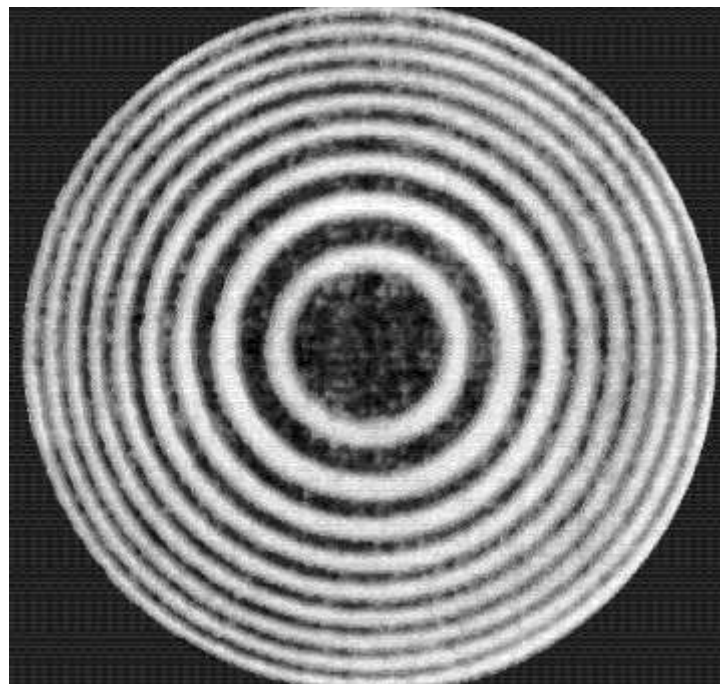
Ekranıa interferenciya lentaları sisteması – olardıń hár biri plastinkadaǵı birdey qalıńlıqtaǵı noqatlarınan shaǵılısıwı nátiyjesinde payda boladı. Teñ qalıńlıqlar lentası pona betinde jaylasqan.

Nyuton sağıynaları

Shağılısqan jaqtılıqtağı joldıń
optikalıq ayırması:



$$\Delta = 2d + \frac{\lambda_0}{2} = 2\frac{r^2}{2R} + \frac{\lambda_0}{2}$$



Jaqtı saqıynalar radiusları

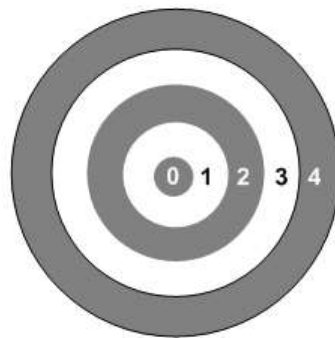
$$r_m = \sqrt{\left(m - \frac{1}{2}\right) \lambda_0 R} \quad m = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Qarańǵı saqıynalar radiusları

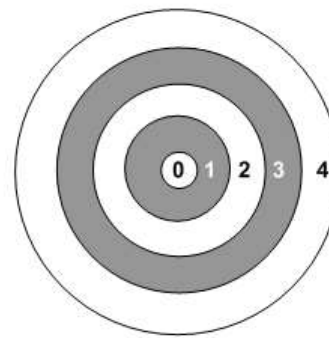
$$r_m = \sqrt{m \lambda_0 R} \quad m = 0, 1, 2, 3, \dots$$

ESLETPE:

Interferenciya kórinisin ótetuǵın nurlarda da baqlaw múmkin, biraq ótetuǵın nurlarda interferenciya maksimumları shaǵılısqan nurlar interferenciyası minimumları menen sáykes túsedı.



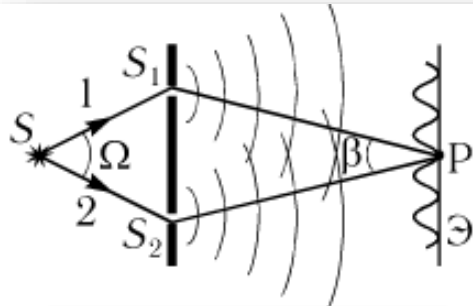
Shaǵılısqan
nurda



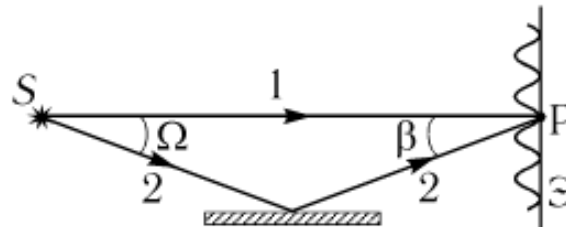
Ótken
nurda

Islew principi jaqtılıqtıń interferenciyası hádiyesine tiykarlangan ólshew qurılımları *interferometrler* dep ataladı.

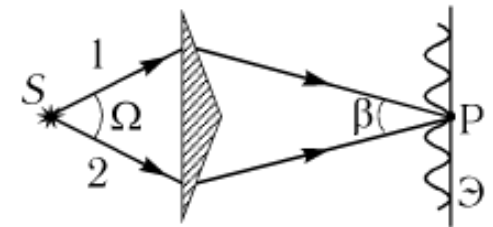
n



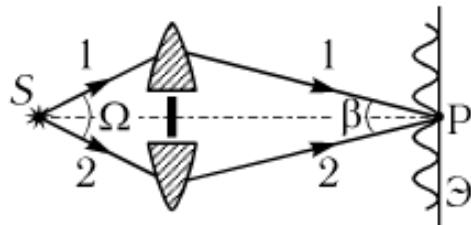
Yung tájiriybesi



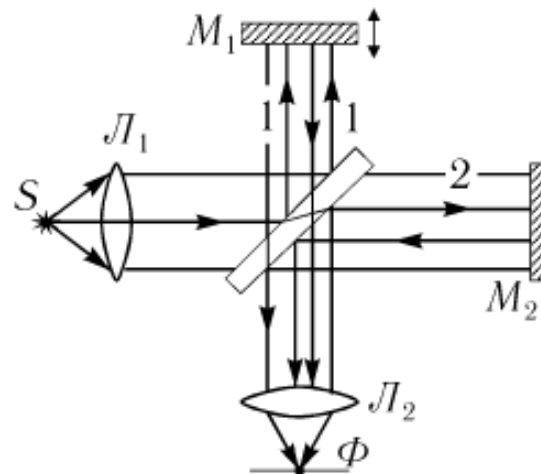
Lloyda binası



Frenel biprizması



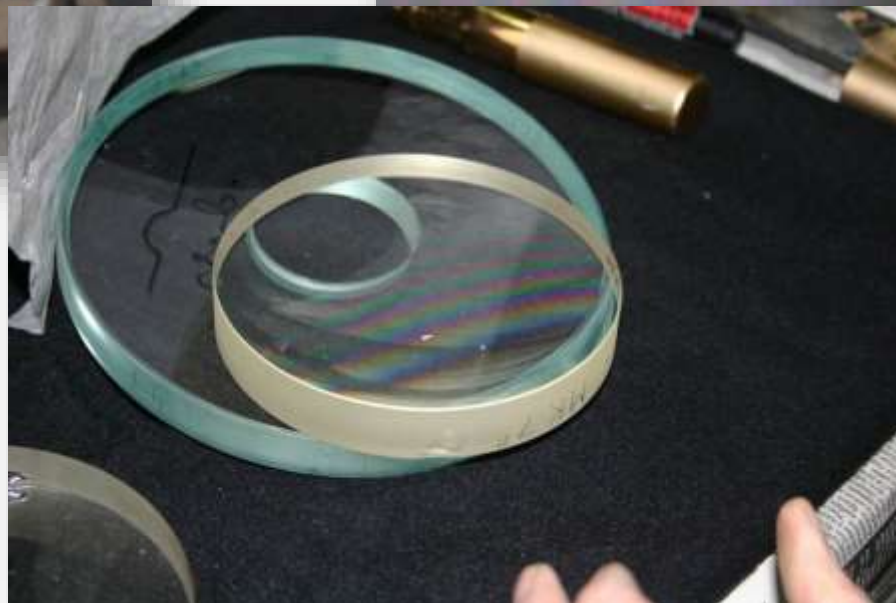
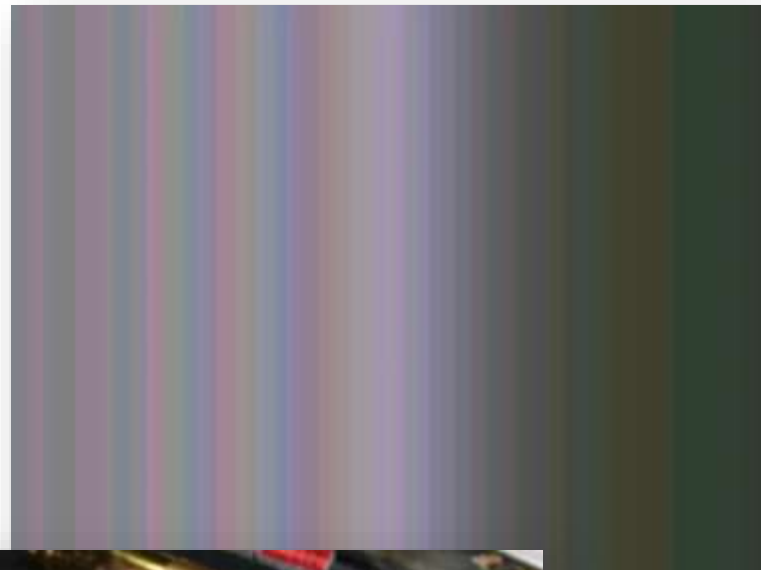
Biye bilinzası



Maykelson
interferometri

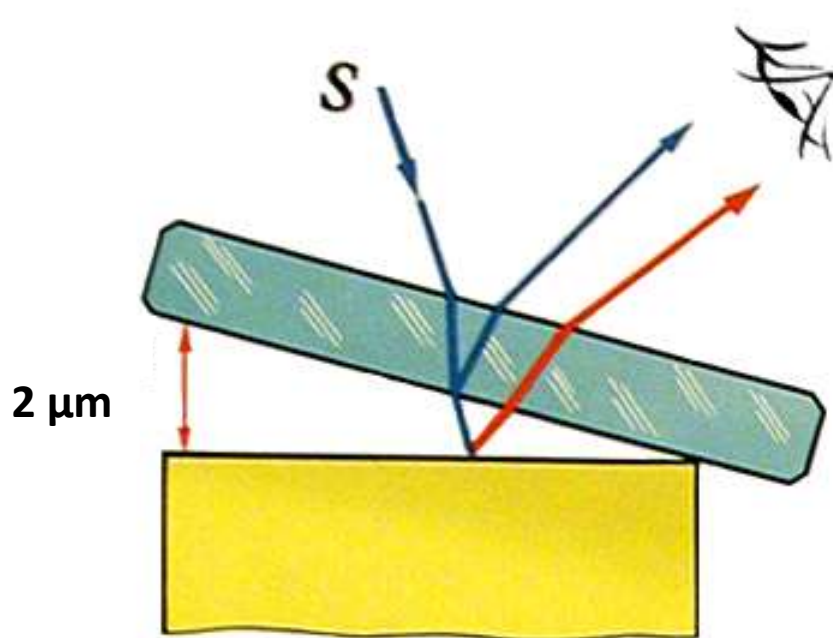


Interferenciya hádiyselerine mısallar



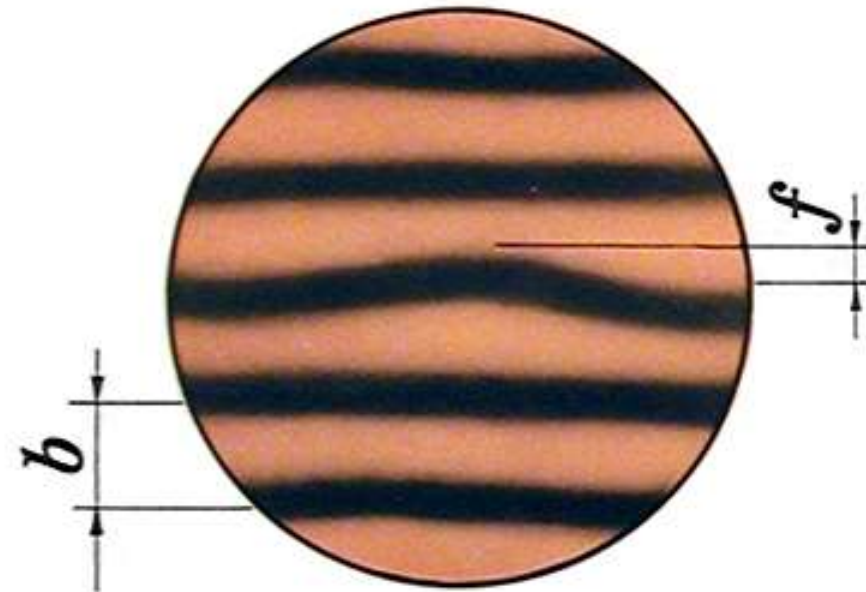
Interferenciyanıñ texnikada qollanılıwı

Tegislik betin baqlawda



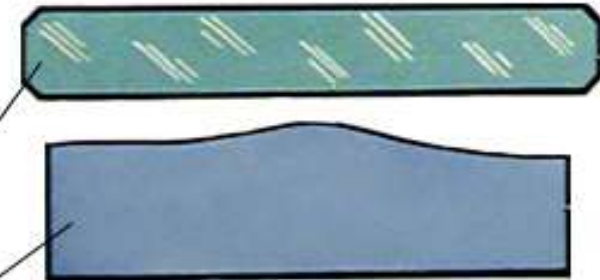
Interferenciyanı baqlaw
sxeması

$$h = \frac{f}{b} \cdot \frac{\lambda}{2}$$



Shishe

Baqlanıp atırğan bet
maydanı

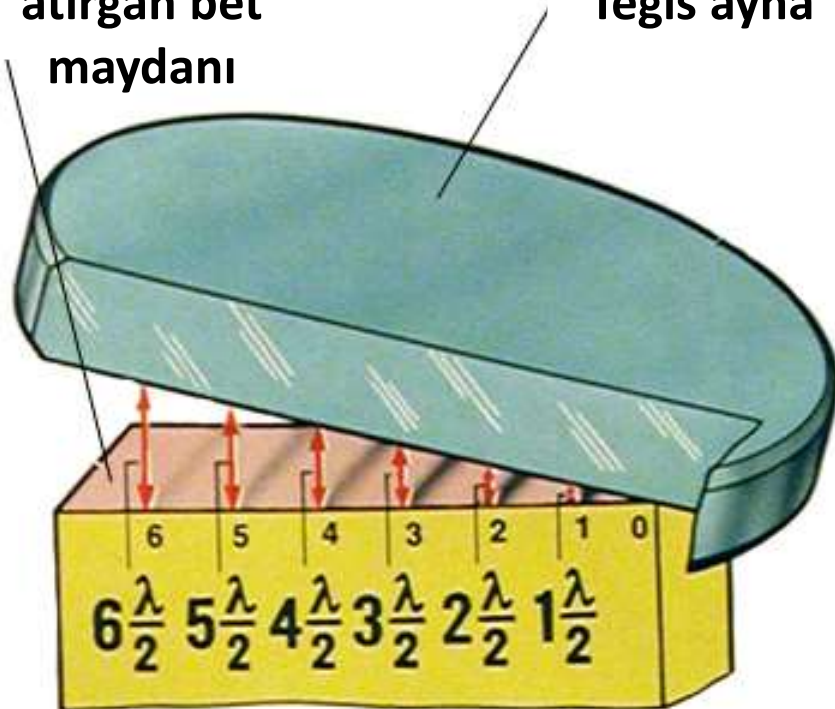


Interfenciyanıń texnikada qollanılıwı

Tegislik betiniń iymeklik dárejesin baqlawda

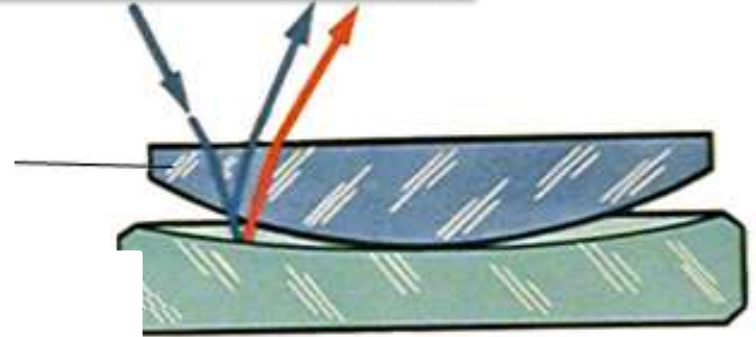
Tekserilip
atırǵan bet
maydanı

Tegis ayna



Interferenciyanı baqlaw
sxeması

Linza



Interferenciya hádiysesiniń qollanıwı

Astronomiyada:

- *Juldızlar diametrleri hám halatların anıqlaw.*

Fizikada:

- *Nurlanıwdı izertlew ásbapları sıpatında;*
- *Texnikada qollanılatuǵın sızıqlı ólshemlerdi salıstırıwda;*
- *Optikalıq hám mexanikalıq detallardıń ólshemlerin baqlawda;*
- *(akustikalıq hám radio) tolqınlardıń tarqalıw tezligin ólshewde;*
- *Betlerden shaǵılısıp atırǵan nurlardı kúsheytiw yaki páseytiwde;*
- *Eki tolqın derekleri arasındaǵı aralıqtı ólshewde;*

PAYDALANÍLGAN ÁDEBIYATLAR

1. Q.P.Abduraxmanov, V.S.Xamidov, N.A.Axmedova. FIZIKA. Darslik. Toshkent. "Aloqachi nashriyoti". 2018 y. O'zR OO'MTV 2017.24.08 dagi "603"-sonli buyrug'i.
2. B.A.Ibragimov, G.Q.Atajanova. "FIZIKA". Oqiwliq. Tashkent. 2018 j.
3. Q.P.Abduraxmanov, O'.Egamov. "FIZIKA". Darslik. Toshkent. O'quv-ta'lim metodika" bosmaxonasi. 2015 y. O'zROO'MTV 2009.26.02. dagi "51"-sonli buyrug'i.
4. Douglas C. Giancoli. Physics. Principles with Applicathions. 2004 USA ISBN-13 978-0-321-62592-2.
5. Physics for Scientists and Engineers, Raymond A. Serway, John W. Jewett. 9th Edition, 2012.
6. S.G. Kaypnazarov. "Fizika I kursı boyınsha prezentaciyalıq multimedialı shınıǵıwlar toplamı". Elektron oqıw qollanba. Nókis. 2022 j. O'zR OO'MTV 2021.31.05 dagi "237"-sonli buyrug'i.
7. "Fizika-1 kursı bo'yicha taqdimot multimediali ma'ruzalar to'plami". Elektron o'quv qo'llanma. Toshkent. 2019 y. O'zR OO'MTV 2019.04.10 dagi "892"-sonli buyrug'i.



PEDAGOGIKALÍQ DÁSTÚRIY QURALLAR

- <https://phet.colorado.edu/en/simulation/bending-light>

Bending Light



- Snell's Law
- Refraction
- Reflection

DONATE

PhET is supported by

You?

(support PhET today and help education worldwide.)



DOWNLOAD

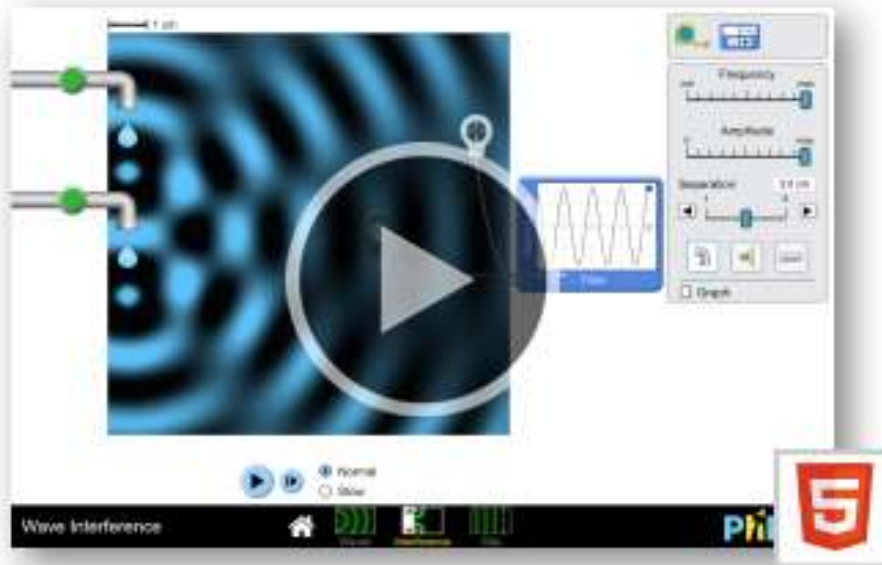


EMBED

PEDAGOGIKALÍQ DÁSTÚRIY QURALLAR

- <https://phet.colorado.edu/en/simulation/wave-interference>

Wave Interference



- Interference
- Double Slit
- Diffraction

DONATE

PhET is supported by



and educators like you.

