



FIZIKA KAFEDRASI



Fizika II

2019

OPTIKA

7 – ma'ruza

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



**TÁBIYIY HÁM
ANÍQ PÁNLER
KAFEDRASÍ**



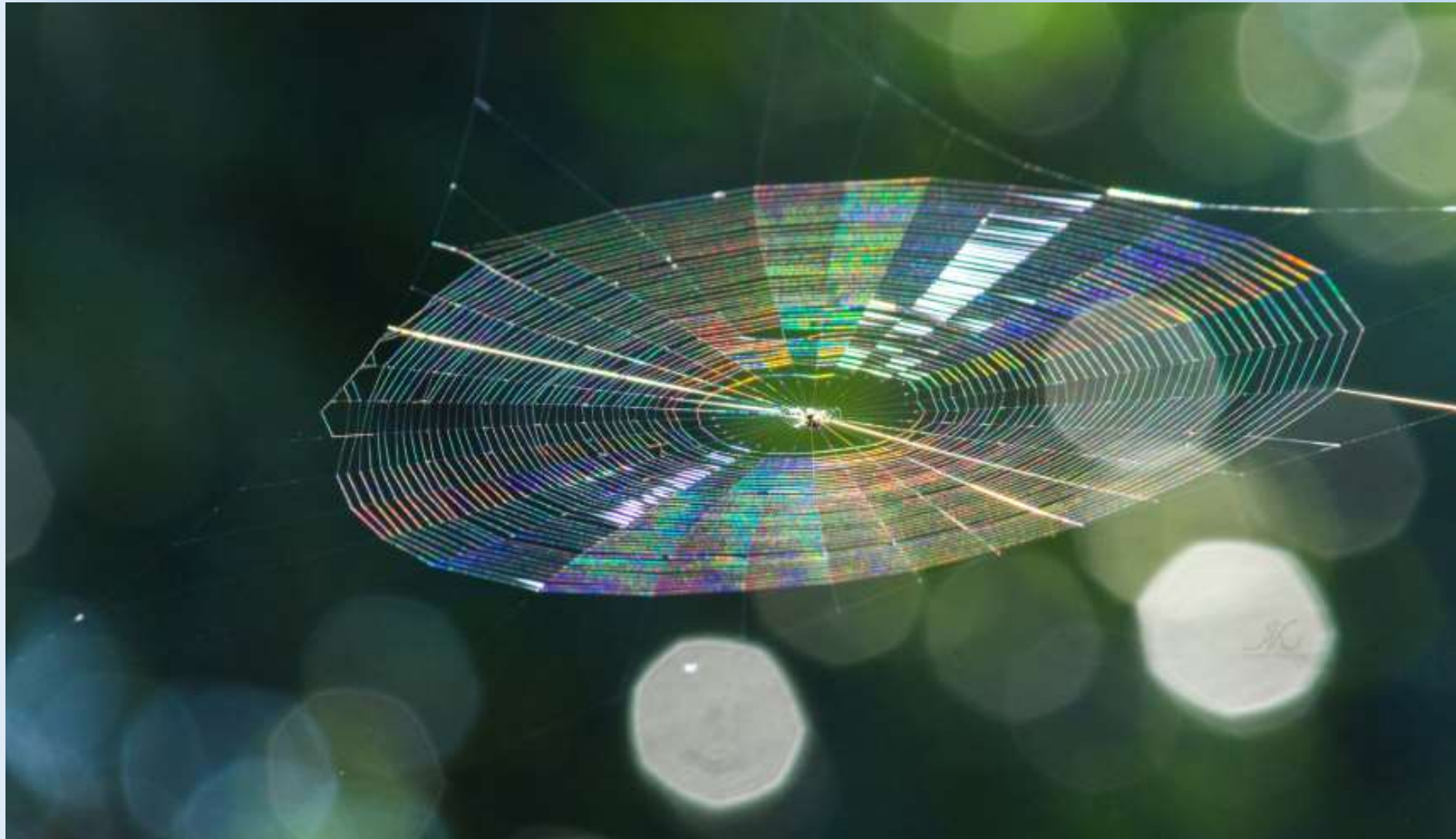
Fizika II

2023

OPTIKA

7 – lekciya. Jaqtılıq difrakciyası.

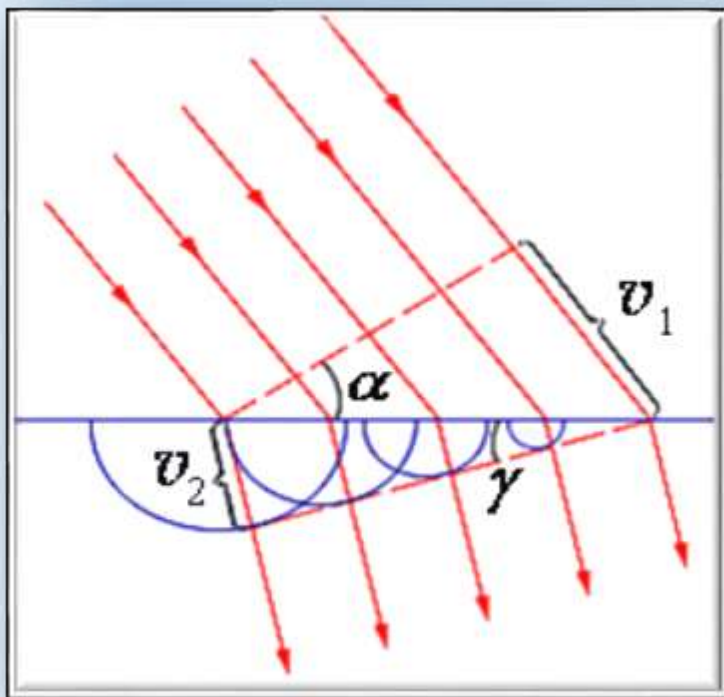
**Qaraqalpaq tiline awdarmalağan
S.G. Kaypnazarov**



Lekciya rejesi

- Difrakciya hádiysesin baqlaw shárti.
- Guygenc – Frenel principi.
- Frenel difrakciyası.
- Frenel tarawları usılı.
- Fraungofer difrakciyası.
- Bir hám kóp sańlaqtaǵı difrakciya hádiyseleri.
- Difrakciyalıq pánjere.
- Rentgen nurlarınıń difrakciyası.

Jaqtılıqtıń tosqınlıqlardı aylanıp ótiw hádiyseyi *jaqtılıqtıń difrakciyası* dep ataladı. Optikada bul hádiyse jaqtılıqtıń geometriyalıq saya tarawlarına kiriwin bildiredi.



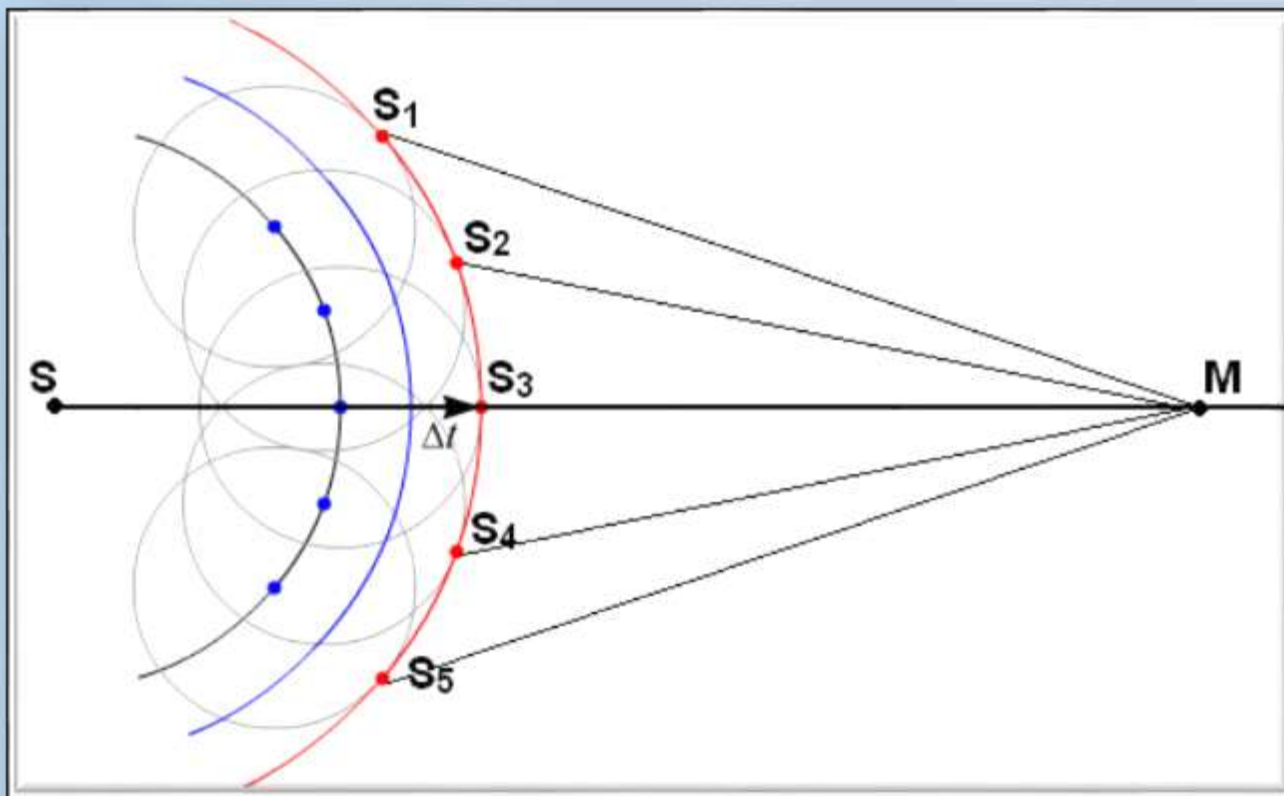
Guygenc principini

Guygenc principine tiykarlanıp, tolqın jetip barǵan eki ortalıq shegarasındaǵı hár bir noqat ekilemshi tolqınlar dereğine aylanadı, derekti orap alıwshı iymek sızıq keyingi zamattaǵı tolqın frontı halatın belgileydi.

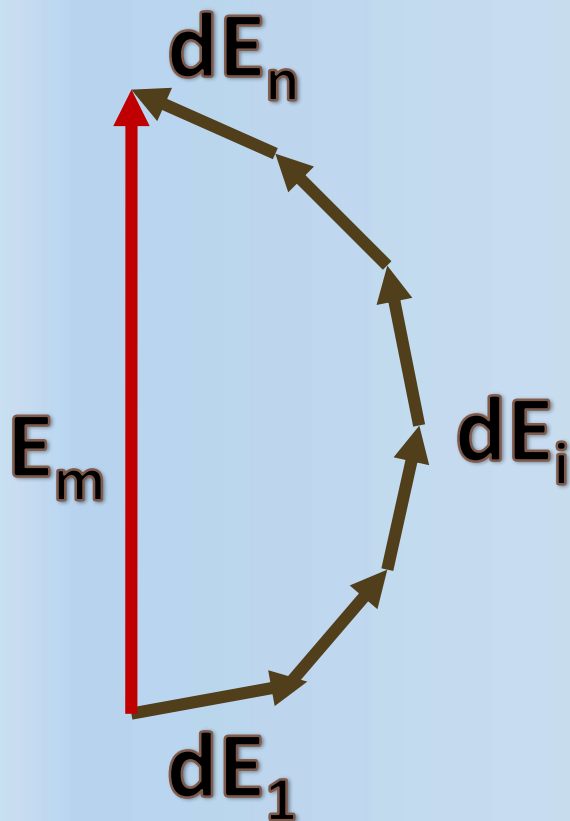


Guygenc – Frenel principi

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



Qandayda bir S bette jatqan M noqattaǵı terbelistiń juwmaqlawshı amplitudasın anıqlaw ushın S bettegi b́arshe dS elementlerinen sol noqatqa kelip atırǵan b́arshe terbelisler amplitudasın tabıw zárúr, keyin olardıń amplituda h́am fazaların esapqa alǵan halda qosıw kerek. S bettiń b́arshe dS elementleri kogerent dep esaplanadı.

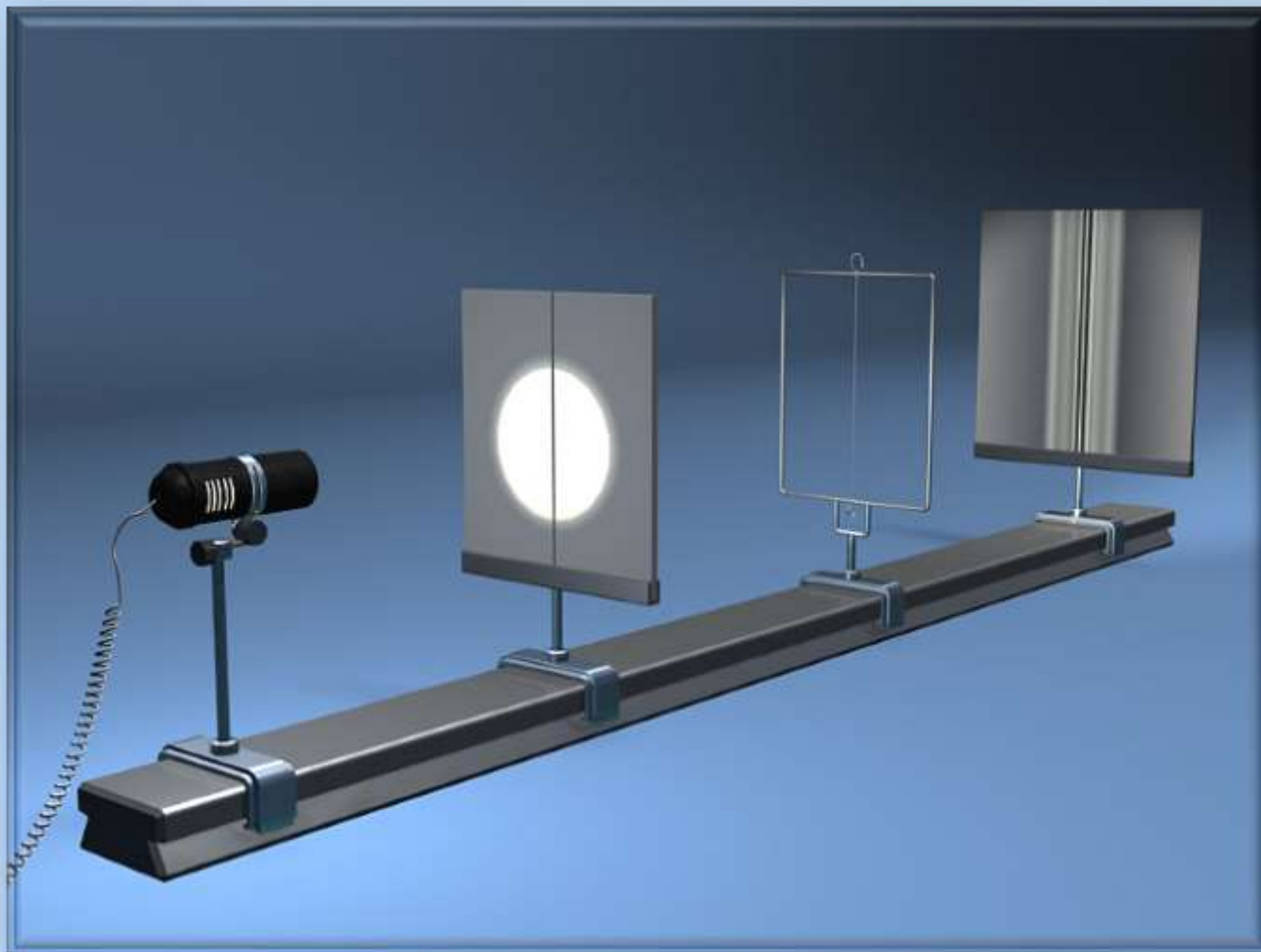


Diagrammada E_m vektor – S bettegi b́arshe dS elementlerinen M noqatqa kelip atırǵan dE terbelisler amplitudalarınıń vektor jıyındısınan ibarat juwmaqlawshı amplituda.

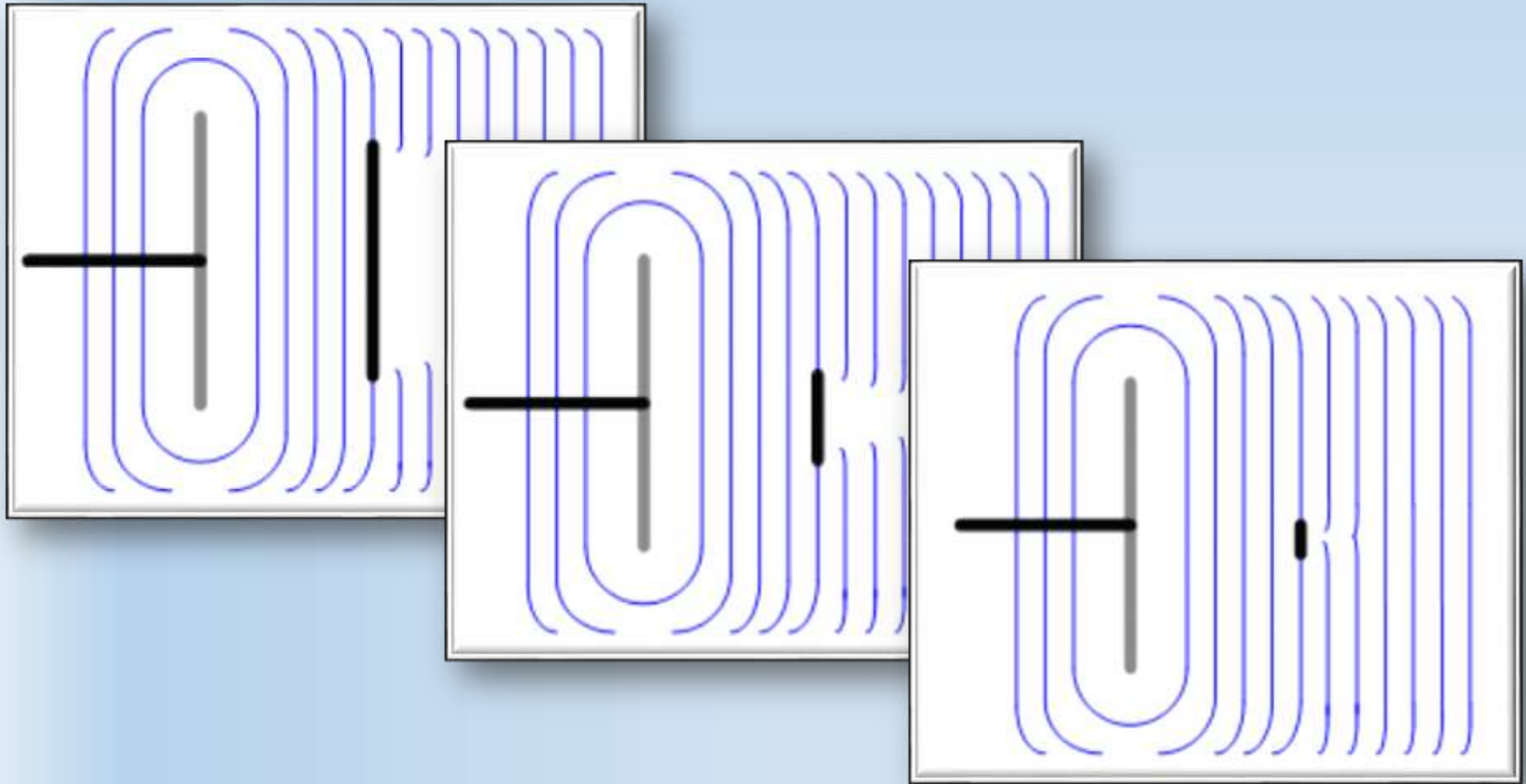
Parallel jaqtılıq nurlarınıń domalaq tosqınlıqta payda qılǵan dikrakciyalıq súwretleniwi



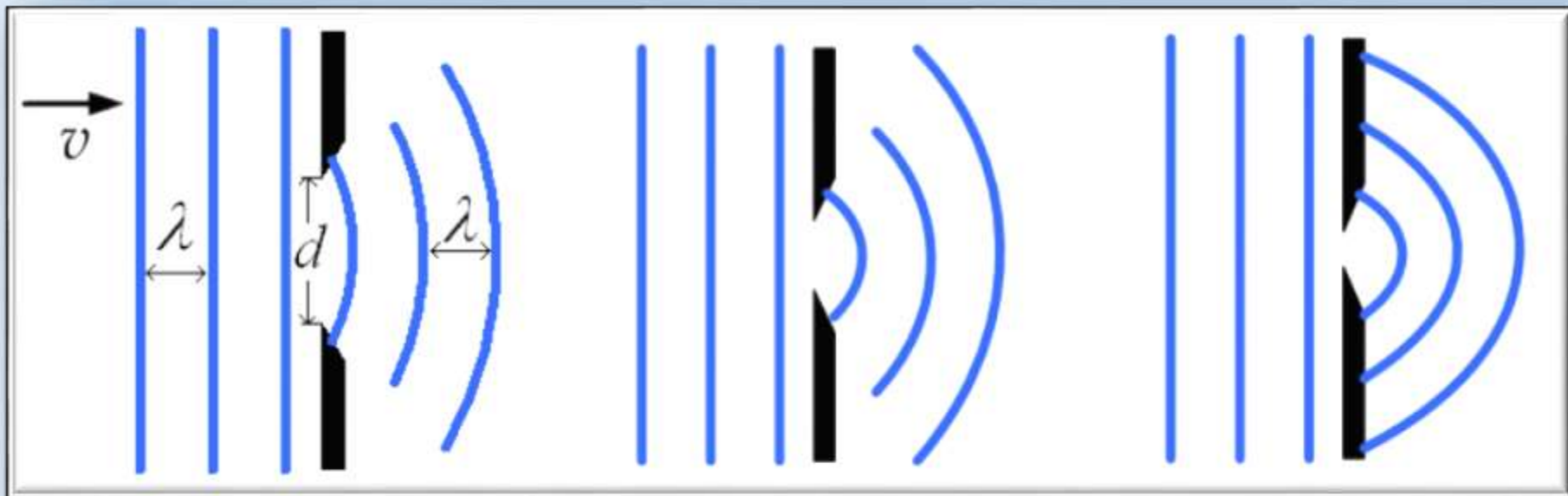
Parallel jaqtılıq nurları dástesiniń sızıqlı tosqınlıqta payda qılǵan difrakciyalıq súwretleniwi



λ tolqin uzunlığı hám / tosqınlıq ólshemleri
qatnası juwmaqlawshı tolqınnıń kórinisin
anıqlaydı.

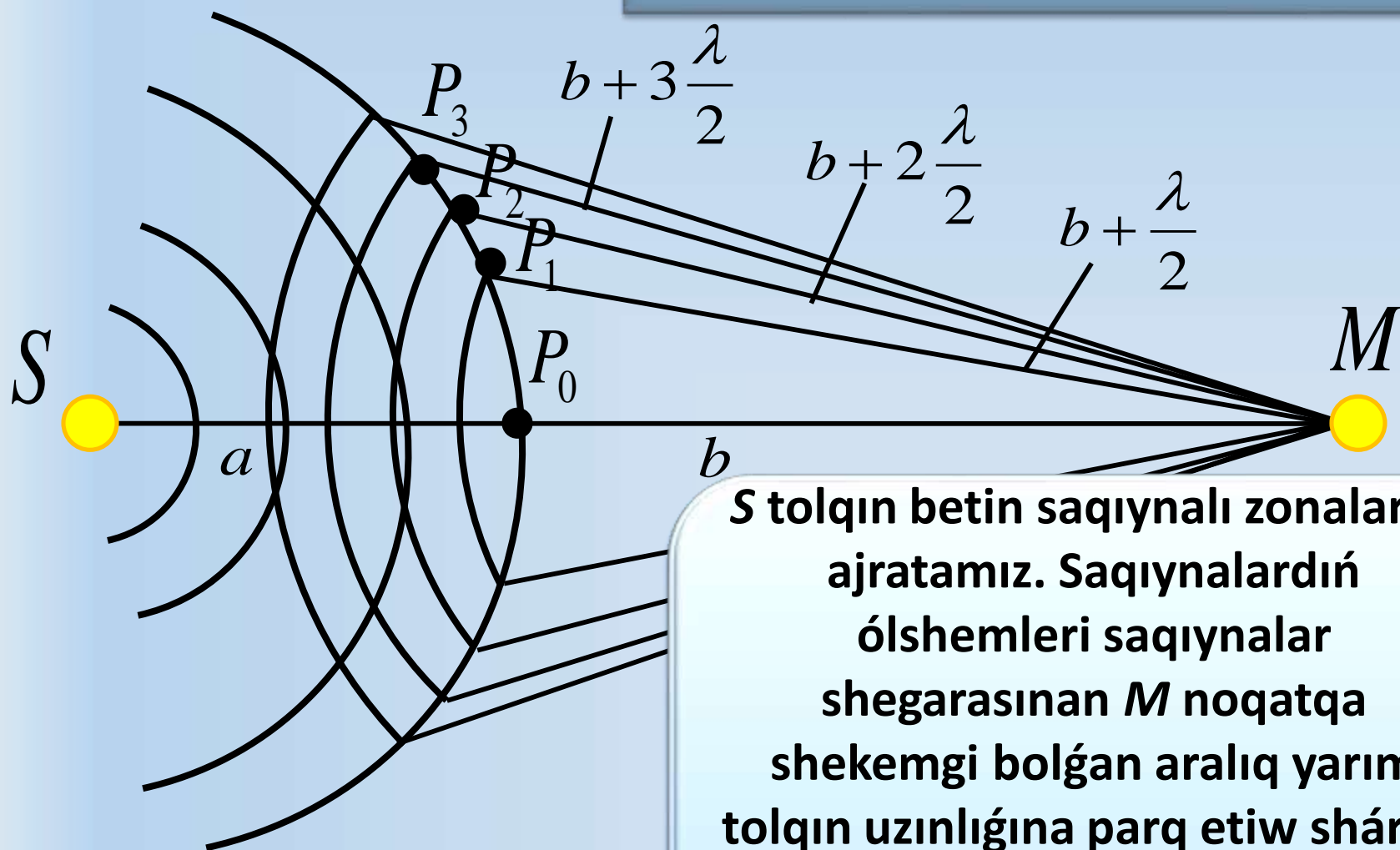


Tosqinliqlar ólshemleri 10^{-6} – 10^{-7} m tártipte bolǵanda jaqtılıq tolqınları difrakciyasın baqlaw múmkin.



Tosqinliqlar ólshemleri tolqın uzınlıǵı tártibinde bolǵanında, tosqinliqlar ekilemshi sferalıq tolqınlar dereğine aylanadı, jaqtılıq tosqinlıq artındaǵı sayanı iyeleydi hám bul tolqınlardıń interferenciyası tosqinliqlar artındaǵı jedellik bólistiriliwi súwretleniwin belgileydi.

Frenel zonaları



S tolqın betin saqıynalı zonalarğa ajratamız. Saqıynalardıń ólshemleri saqıynalar shegarasınan M noqatqa shekemgi bolğan aralıq yarım tolqın uzınlığına parq etiw shártin qanaatlandıruı kerek.



m – zonaniń sırtqı shegarasınan M noqatqa shekemgi bolǵan aralıq

$$b_m = b + m \frac{\lambda}{2}$$

1-, 2-, ... m –zonalardaǵı terbelisler amplitudaları

$$A_1, A_2, \dots, A_m$$

$$A_1 > A_2 > A_3 \dots > A_m$$

Juwmaqlawshı terbelis amplitudası

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

m - Frenel zonasındaǵı terbelis amplitudası sol zonaǵa jantasqan zonadaǵı terbelisler amplitudalarınıń arifmetikalıq jıyındısına teń

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

M noqattaǵı terbelistiń juwmaqlawshı amplitudası

$$A = \frac{A_1}{2} + \left(\frac{A_1}{2} - A_2 + \frac{A_3}{2} \right) + \left(\frac{A_3}{2} - A_4 + \frac{A_5}{2} \right) + \dots =$$

$$= \frac{A_1}{2} \pm \frac{A_m}{2} = \frac{A_1}{2}$$

Bárshe Frenel zonalariniń maydanı

$$\sigma = \pi \lambda \frac{ab}{a+b}$$

m - Frenel zonasiniń sırtqı shegarası radiusı

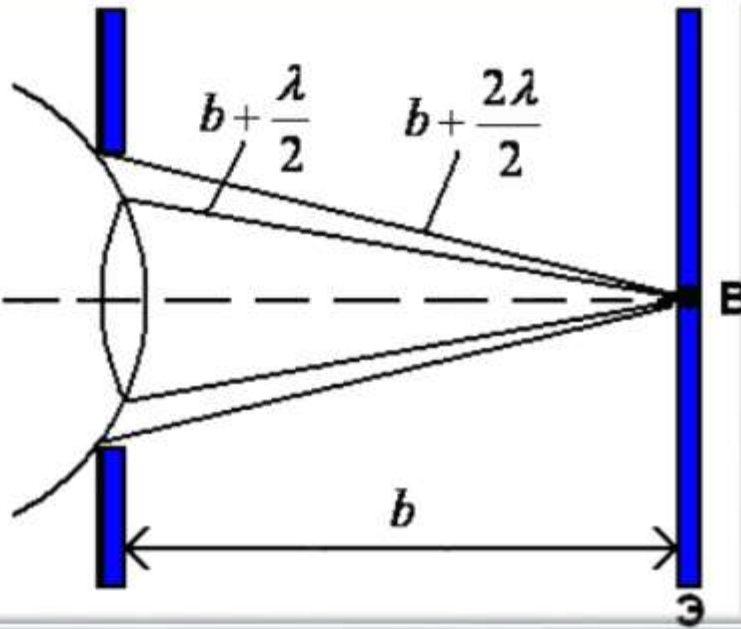
$$r_m = \sqrt{\frac{ab}{a+b} m \lambda}$$

Tolqın frontınıń jolına domalaq tesikli ekran jaylastıramız. Domalaq tesikli ekran tek Freneldiń birinshi zonasın ashqanda M noqattaǵı jedellik, tolqın betindegi zonalar tolıq ashılǵandaǵıǵa salıstırǵanda 4 márte úlken boladı. Ekinshi zona ashılıwı baslanıwı menen M noqattaǵı jedellik tolıq ashılǵandaǵıǵa salıstırǵanda kemeyip baradı hám ekinshi zona tolıq ashılǵanda derlik nolge teń boladı.

Жыналатуғын нurlар дифракциясы (Frenel дифракциясы) – тосқынлықтан shegarаланған аралықта сфералық толқындардың дифракция сүwретленіwін бақlaw.

Parallel нurlардың дифракциясы Fraunhofer дифракциясы болып, дифракцияны qozdırıwshı тосқынлықтан jaqtılıq deregi hám baqlaw noqatı úlken аралыққа uzaqlastırılғанда baqlanadı. Parallel нurlар – noqatlıq jaqtılıq deregi жıynawshı linza fokusına jaylastırılғанда payda boladı. Тосқынлықтан keyin орnatılған ekinshi жıynawshı linza арqalı ekranda дифракциялы сүwретленіw баqlaw ushın fokuslanadı.

Domalaq tesiktegi Frenel difrakciyası



E ekranniń *B* noqatında jaqtılıq amplitudası: Taq Frenel zonaları ashılǵanda “+” belgi menen, juq zona ashılǵanda “-” belgi menen belgilenedi.

Difrakciyalıq súwretleniw *B* noqat orayında tákrarlanatuǵın jaqtı hám qarańǵı saqıynalar kórinisine iye boladı.

- m — pútin bolǵanda, oraylıq saqıyna qarańǵı boladı.
- m — taq bolsa, jaqtı boladı.

$$A = \frac{A_i}{2} \pm \frac{A_m}{2}$$

Domalaq disktegi Frenel difrakciyası

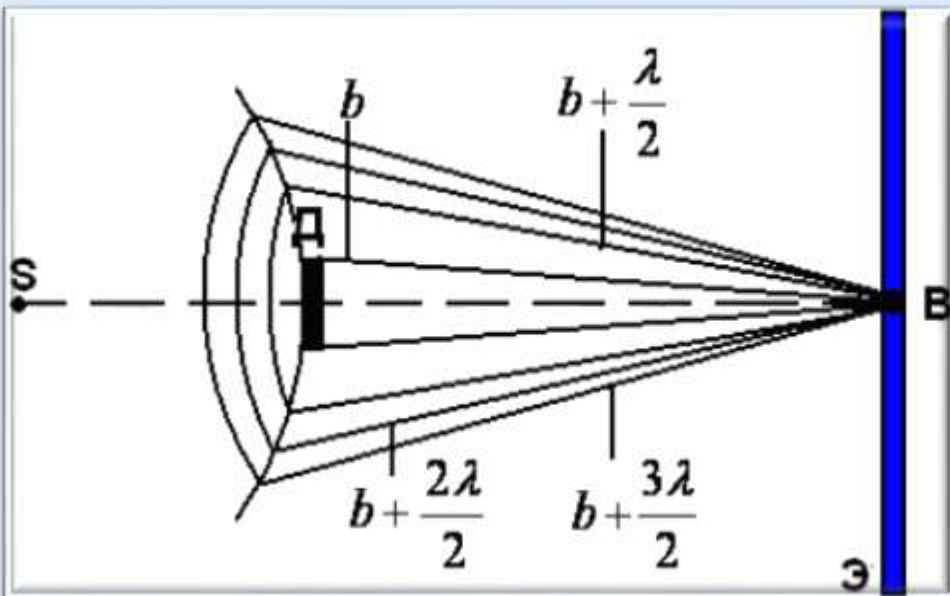
E ekrannıń *B* noqatındaǵı
jaqtılıqtıń amplitudası
tómendegishe boladı

B noqatta b́arhama,
birinshi ashılǵan Frenel
zonası yarınıń tásirine
tiyisli interferenciya
maksimumı baqlanadı.
Oraylıq maksimum
átirapında koncentrlık jaqtı
hám qarańǵı saqıynalar
baqlanadı

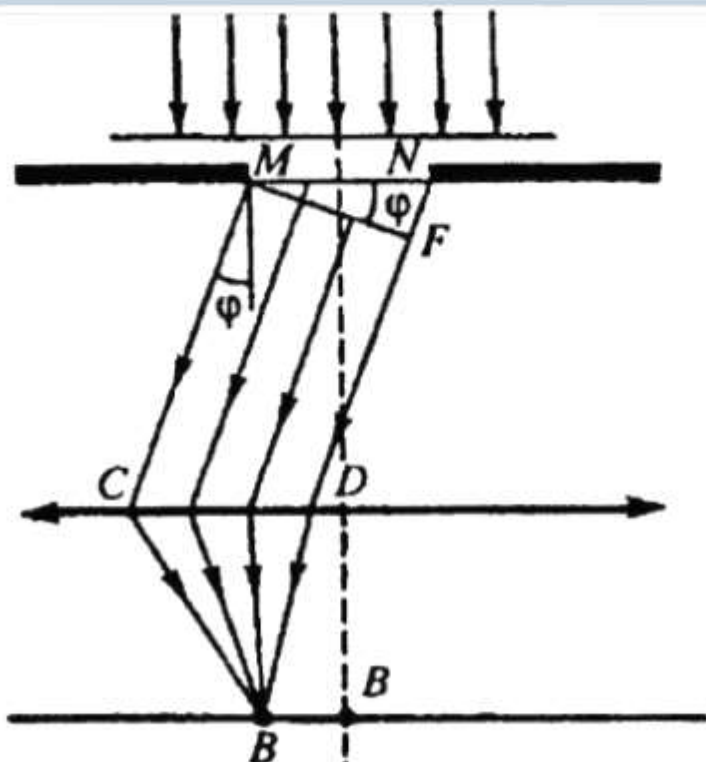
$$A = A_{m+1} - A_{m+2} + A_{m+3} - A_{m+4} \dots =$$

$$= \frac{A_{m+1}}{2} + \left(\frac{A_{m+1}}{2} - A_{m+2} + \frac{A_{m+3}}{2} \right) + \dots$$

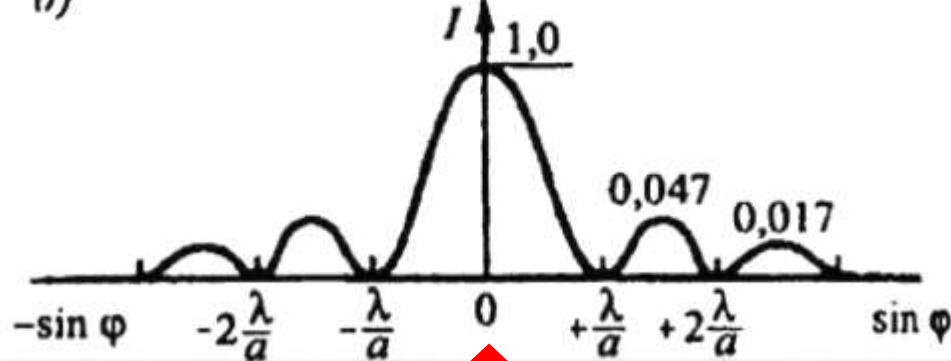
$$A = \frac{A_{m+1}}{2}$$



a)



b)



Difrakciyalıq spektr

Sheksiz uzun tesiktegi Fraungofer difrakciyası

Frenel zonaları sanı jup bolğanda

Difrakciya minimumınıñ
baqlanıw shártı

$$a \sin \varphi = \pm 2m \frac{\lambda}{2} \quad (m = 1, 2, 3 \dots)$$

Frenel zonaları sanı taq bolğanda

Difrakciya maksimumınıñ
baqlanıw shártı

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

Amplituda maksimal bolatugin bağıtlar

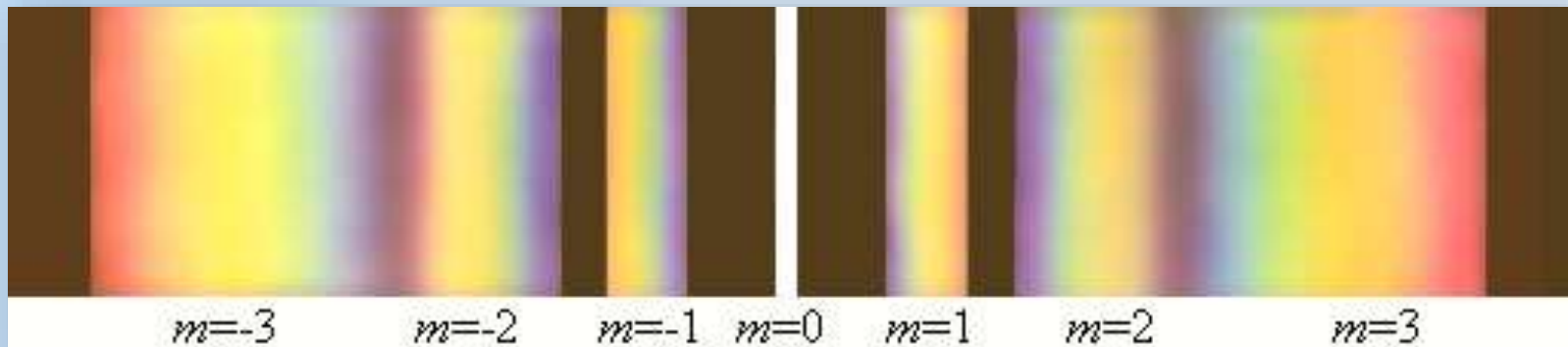
$$\sin \varphi_{\max} = \pm \frac{(2m+1)\lambda}{2a}$$

Amplituda nolge teń bolatugin bağıtlar

$$\sin \varphi_{\min} = \pm \frac{m\lambda}{a} (m = 1, 2, 3, \dots)$$

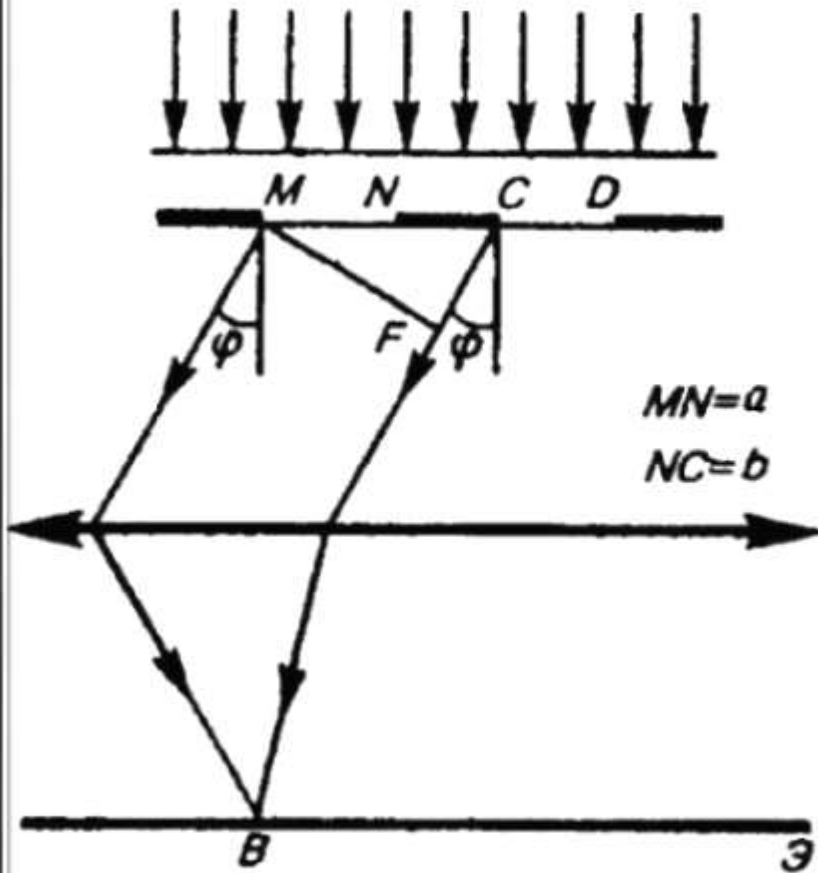
Difrakciya nátiyjesinde ekranda alınatugin jedellikler bólistiriliwi *dikrakciyalıq spektr* dep ataladı.

Sañlaq aq nur menen jaqtırtılğanda oraylıq maksimum aq jol kóriniste baqlanadı. Jantasqan maksimumlar reńbereń bolıp, difrakciya súwretleniwi orayında fiolet reńinde boladı.

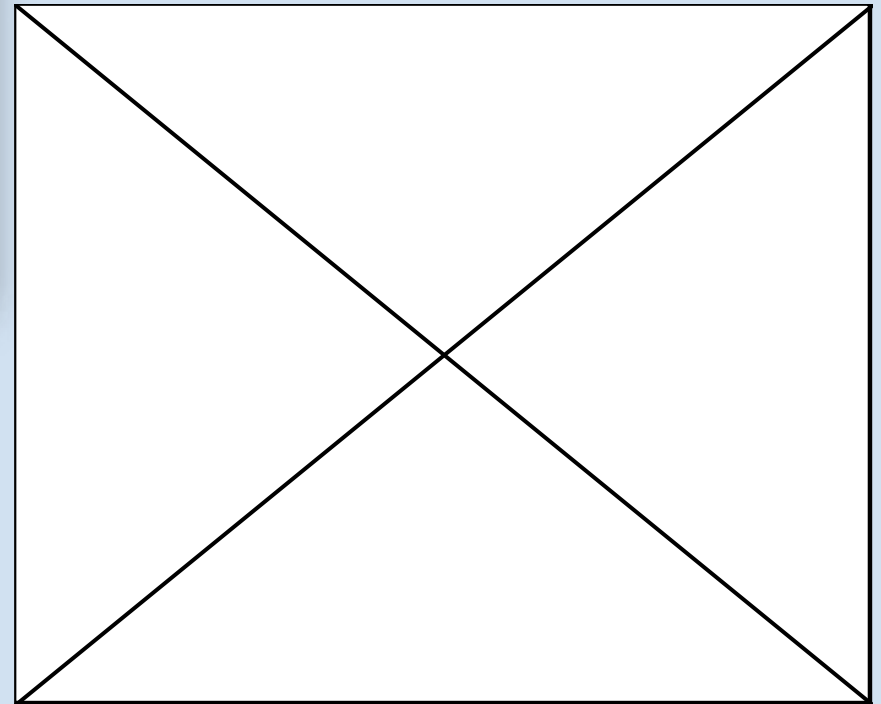


Difrakciyalıq pánjerede Fraungofer difrakciyası

Bir ólshemli difrakciyalıq pánjere –
bir tegislikte jatqan hám birdey
qalıńlıқтаǵı tınıq bolmaǵan
aralıqlar menen bólingen, teń
qalıńlıқтаǵı parallel sańlaqlar.



a — hár bir sańlaqtıń keńligi
 b — sańlaqlar arasındǵı tınıq
bolmaǵan zonalar keńligi
 N_o — birlik uzınlıqqa tuwrı keliwshi
sańlaqlar sanı
 N — sańlaqlar sanı



Difrakciyalıq pánjerede bárshe sańlaqlardan shıǵıwshı difrakciyalanǵan kogerent nurlar dástesiniń kóp nurlı interferenciyası ámelge asırıladı.

Difrakciyalıq pánjere turaqlısı

$$d = a + b \quad d = \frac{1}{N_0}$$

Tiykargı maksimumlar baqlanatuǵın shárt

$$d \sin \varphi = \pm m \lambda \quad (m = 1, 2, 3, \dots)$$

Tiykargı minimumlar baqlanatuǵın shárt

$$a \sin \varphi = \pm m \lambda \quad (m = 1, 2, 3, \dots)$$

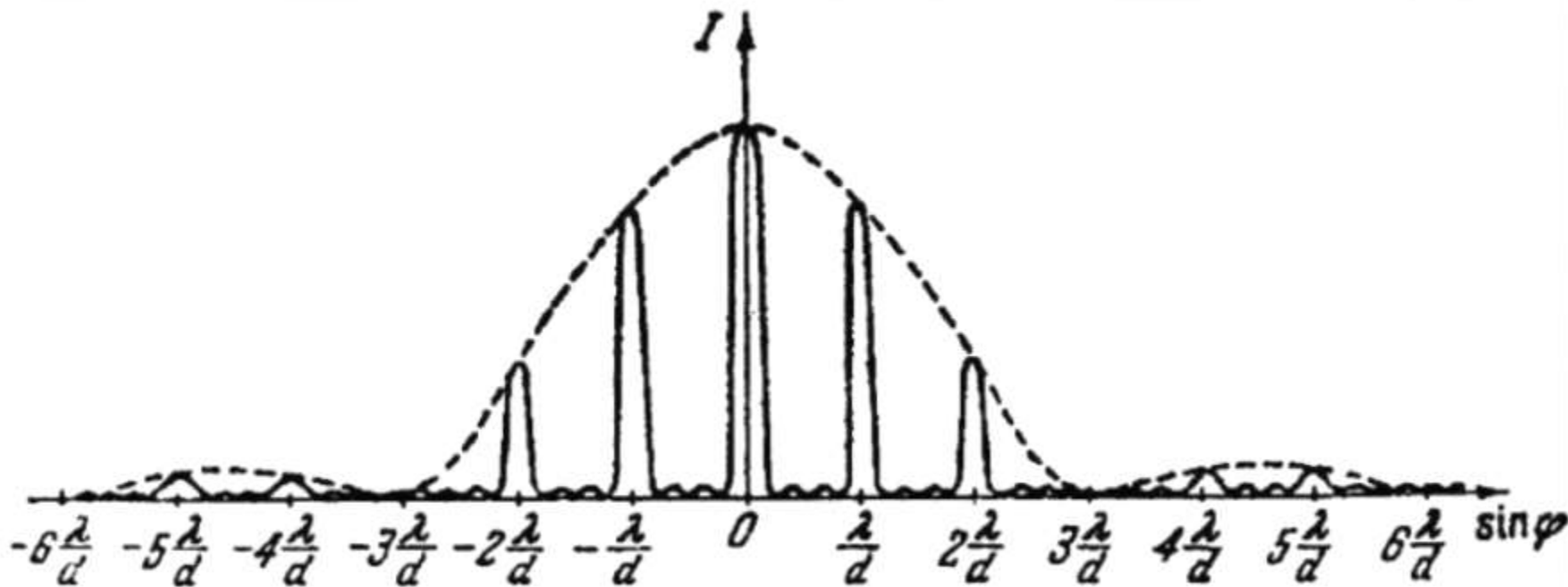
Bas maksimum amplitudası hár bir sańlaqtan shıǵıp atırǵan terbelisler amplitudalarınıń jıyındısı

$$A_{\max} = N A_1$$

Bas maksimumnıń jedelligi sol baǵıttaǵı bir sańlaq payda qılatuǵın terbelis jedelliginen úlken

$$I_{\max} = N^2 I_1$$

Tórt sańlaqtaǵı difrakciyalıq súwretleniw (N=4)

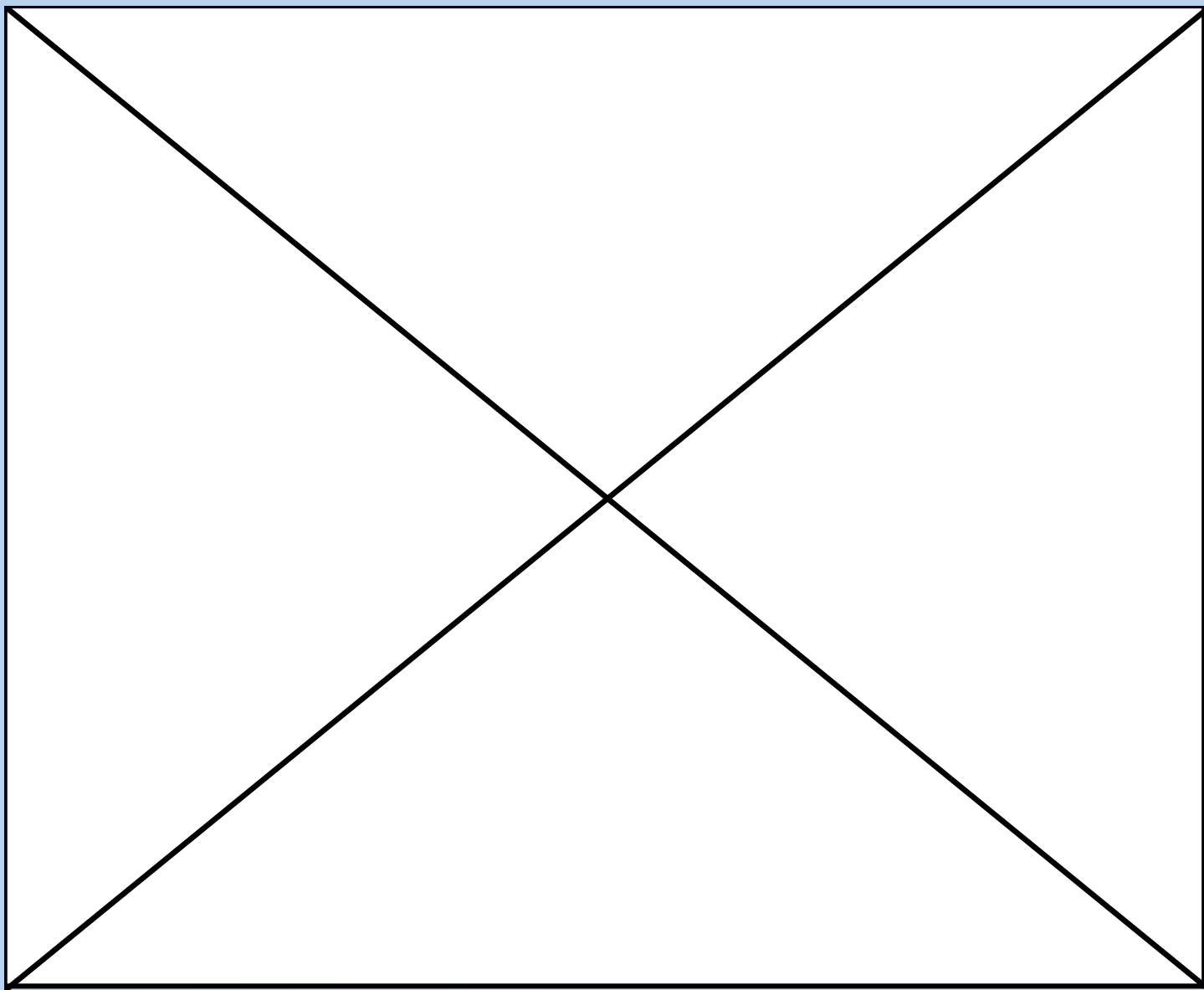


Difrakciyalıq pánjere payda qılatuǵın
tiykarǵı maksimumlar sanı

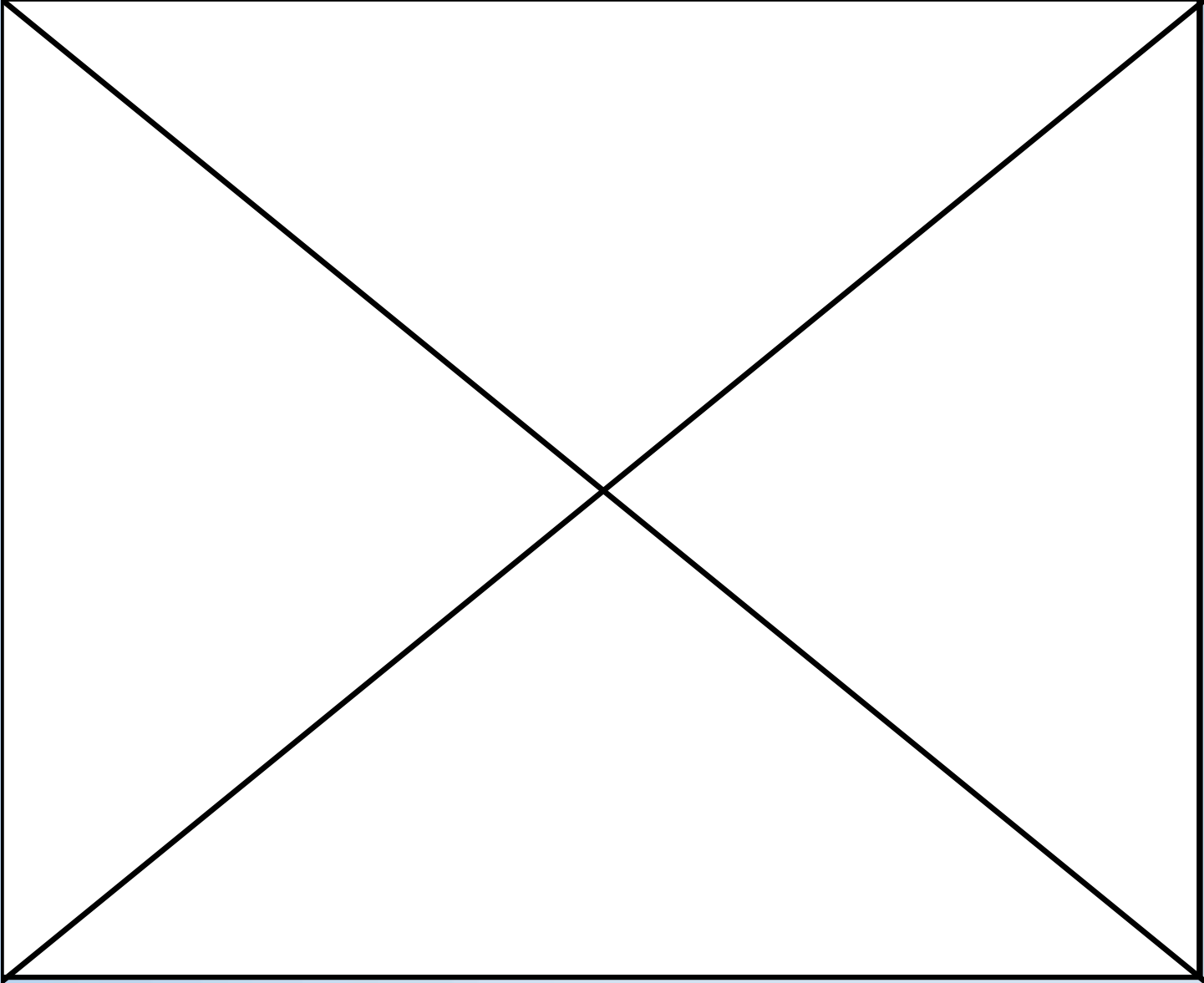
$$m \leq \frac{d}{\lambda}$$

Qosımsha mimumlar baqlanatuǵın shárt

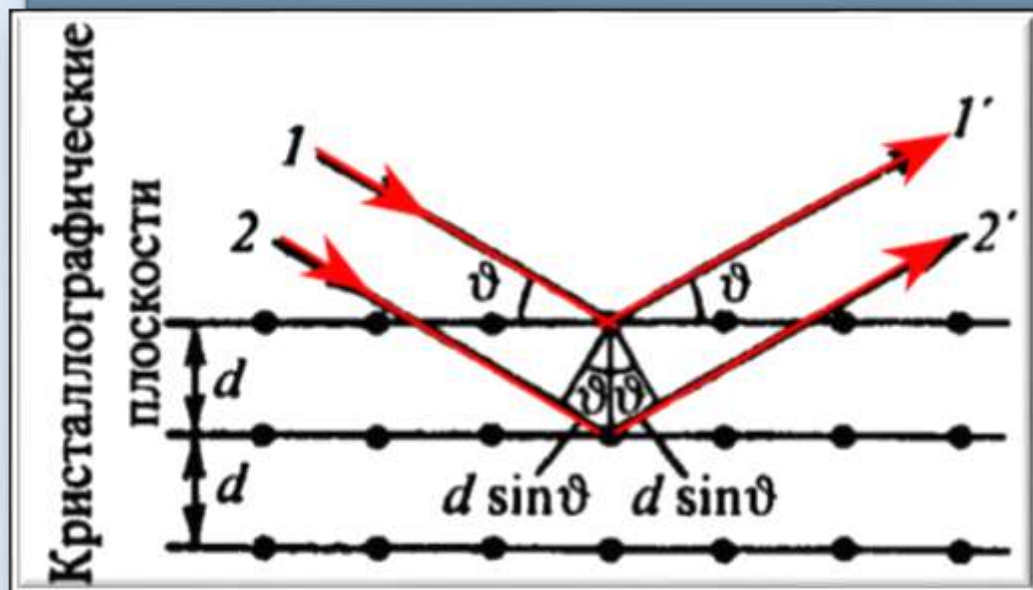
$$d \sin \varphi = \pm m' \frac{\lambda}{N}$$



Interferenciya súwretleniwiniń sańlaqlar arasındaǵı aralıqqa baylanıslı ózgeriwi



Rentgen nurlarınıń difrakciyası.



ϑ - sırganaw múyeshi

Jedellik maksimumları atomlar tegisliginen shaǵılısqan, birdey fazada bolǵan bárshe tolqınlar baǵıtında baqlanadı.

Úsh ólshemli, pánjere turaqlısına iye bolǵan *kristallar* rentgen nurlanıwı difrakciyasın baqlaw ushın qollanıladı.

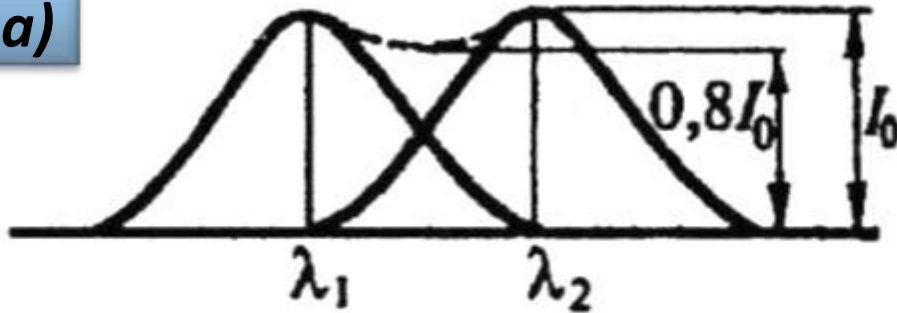
$$(\lambda \approx 10^{-12} \div 10^{-8} \text{ м})$$

$$2d \sin \vartheta = m\lambda$$

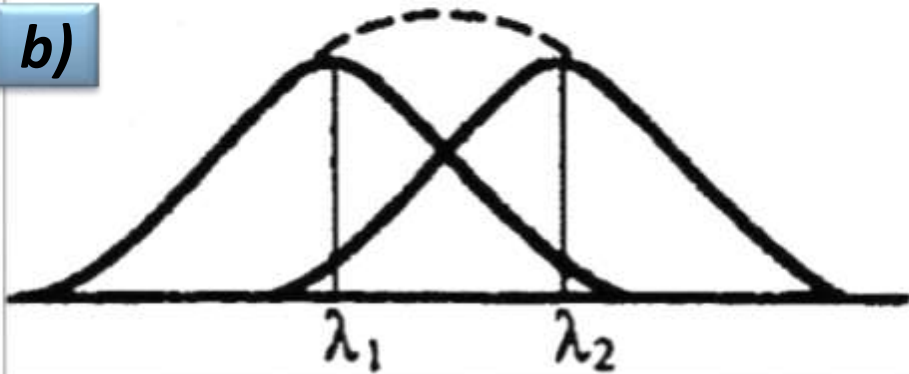
- Vulf-Bregg ańlatpası.

Difrakciyalıq pánjereniń anıqlaw kúshi

a)



b)



$$R = \frac{\lambda}{\delta\lambda}$$

a) eki sızıq bólek sızıqlar dep oylanadı;
b) eki sızıq bir dep oylanadı.

Difrakciyalıq *pánjereniń*
anıqlaw kúshi dep

$$R = \frac{\lambda}{\delta\lambda}$$

ólshemsiz shamaǵa aytıladı.

Bul shama eki qońsılas
turǵan spektral sızıqlardı
bólek anıqlaw imkanıyatın
kórsetedi.

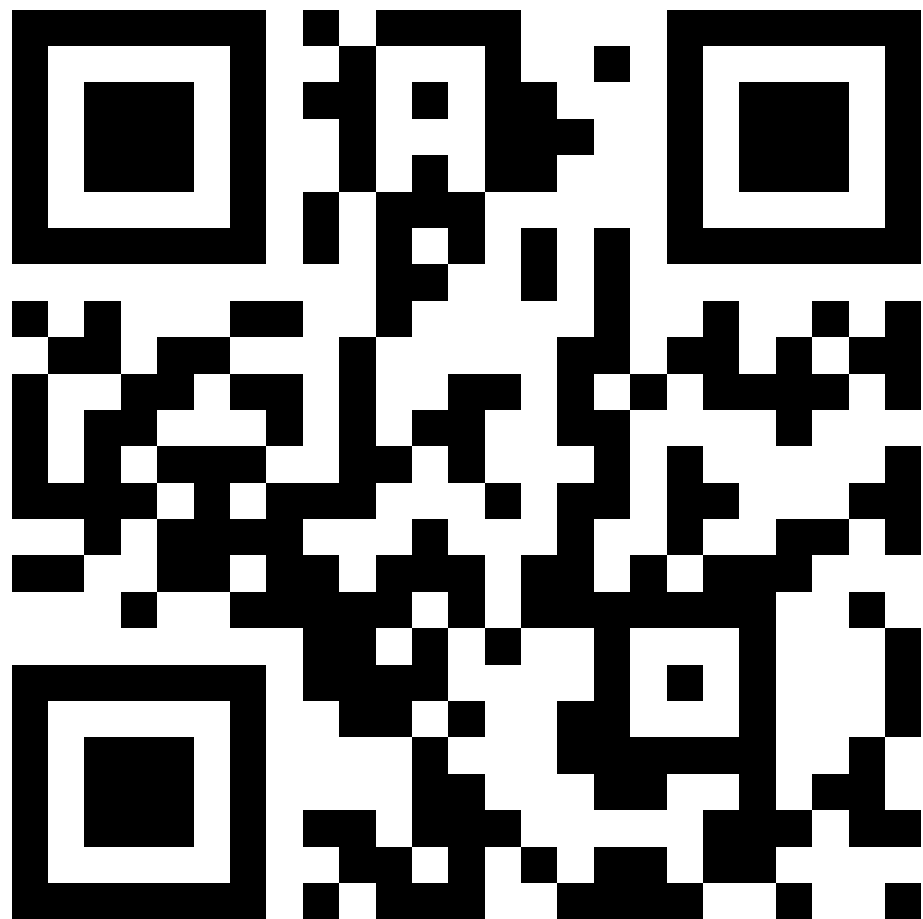
Difrakciyalıq pánjereniń anıqlaw kúshi

Egerde, bir maksimum orayı, ekinshisiniń orayınan shamalap d , eń kishi tolqın uzınlıǵı aralıǵında jaylassa, bul halda spektral sızıqlar bólek anıqlanǵan esaplanadı. Difrakciyalıq pánjere ushın anıqlaw kúshi $R = mN$ ge teń. Bul jerde N sańlaqlar sanı, m – maksimum baqlanıw tártibi.

$$R_{DR} = \frac{\lambda}{\delta\lambda} = mN$$

PAYDALANÍLGAN ÁDEBIYATLAR

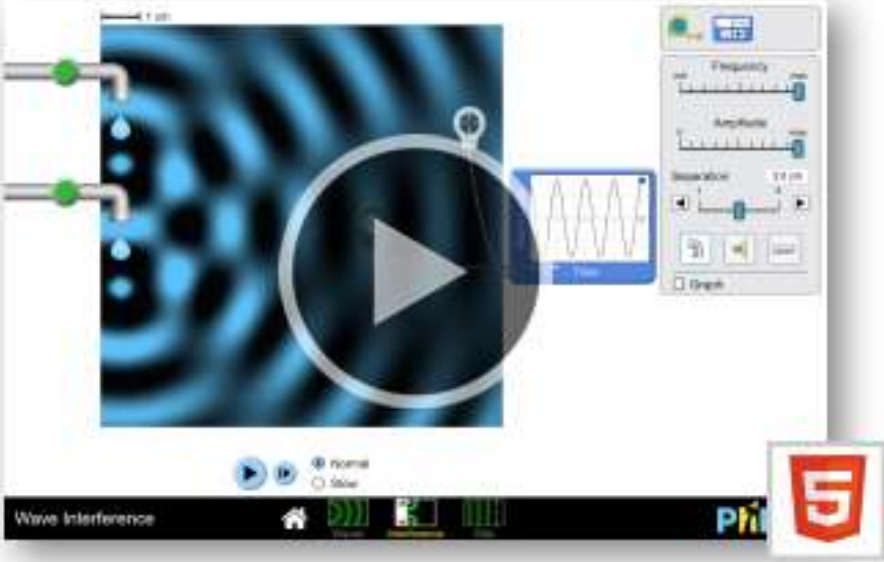
1. Q.P.Abduraxmanov, V.S.Xamidov, N.A.Axmedova. FIZIKA. Darslik. Toshkent. "Aloqachi nashriyoti". 2018 y. O'zR OO'MTV 2017.24.08 dagi "603"-sonli buyrug'i.
2. B.A.Ibragimov, G.Q.Atajanova. "FIZIKA". Oqiwliq. Tashkent. 2018 j.
3. Q.P.Abduraxmanov, O'.Egamov. "FIZIKA". Darslik. Toshkent. O'quv-ta'lim metodika" 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/wave-interference>


Wave Interference



- Interference
- Double Slit
- Diffraction

DONATE

PhET is supported by



and educators like you.

