



FIZIKA KAFEDRASI



Fizika II

2019

MEXANIK VA ELEKTROMAGNIT TEBRANISHLAR

3 – ma'ruza

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



**TÁBIYIY HÁM
ANÍQ PÁNLER
KAFEDRASÍ**



Fizika II

2023

MEXANIKALÍQ HÁM ELEKTROMAGNIT TERBELISLER

3 – lekciya. Tolqin qubilislari.

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



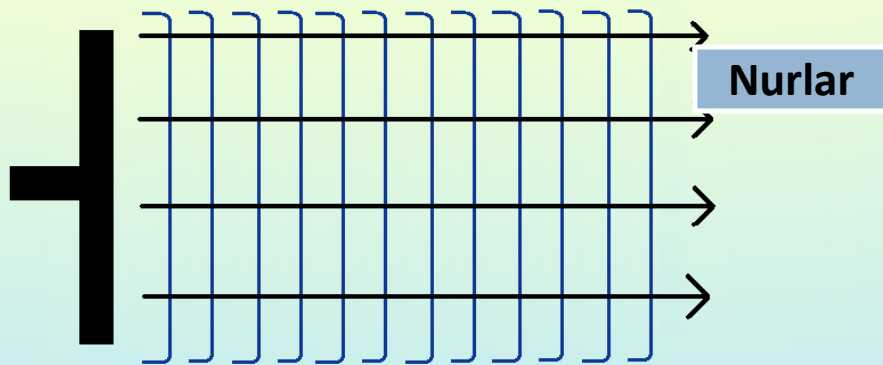
Lekciya rejesi

- Jıljıw teńlemesi hám tegis tolqınnıń diferencial teńlemesi.
- Tolqınnıń amplitudası, fazası, jiyiligi, tolqın uzınlığı hám tolqın tarqalıw tezligi.
- Tolqınlardıń toparlıq tezligi.
- Tolqın energiyası. Umov vektori.

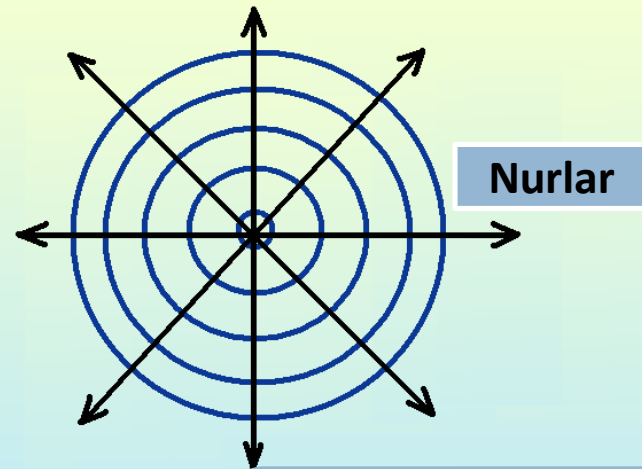
- Keńislikte zatlar yaki maydanlardıń túrli kórinistegi qobaljíwınıń tarqalıwı - *tolqın* dep ataladı.
- Tolqın hádiysesi qobaljíw energiyasınıń kóshiwinde kórinedi.
- *Mexanikalıq tolqın* – bul qobaljíw yaki terbelistiń elastik ortalıqtaǵı tarqalıw procesi. Bul tolqınlardı júzege keltiriwshi dene *tolqın deregi* dep ataladı.
- Elastik tolqın ortalıq bóleksheleri terbeliwi garmonikalıq xarakterde bolsa *garmonikalıq terbelis* dep ataladı.

Ortalıqtıń terbelip atırǵan bólekshelerin ele terbeliwge úlgermegenlerinen ajratıwshı bet *tolqın frontı* dep ataladı.





Tegis tolqınnıń tolqın frontı



Sferalıq tolqınnıń tolqın frontı

Ortalıqtıń terbelip atırǵan bólekshelerin ele terbeliwge úlgermegenlerinen ajratıwshı bet tolqın frontı dep ataladı.

Birdey fazalarda terbelip atırǵan noqatlardan ótiwshı bet *tolqın beti* dep ataladı. Óz náwbetinde tolqın frontı tolqın betleriniń biri esaplanadı. Tolqın betleriniń kórinisi dereklerdiń jaylasıwı hám ortalıqtıń qásiyeti menen anıqlanadı.

Tolqin túrleri

Tolqin frontı yaki tolqin betleriniń kórinisi, dereklerdiń jaylasıwı hám ortalıqtıń qásiyetlerine qarap tolqınlar tómendegi túrlerge bólinedi:

- *tegis tolqınlar* - olar tek birdey bağıtta tarqaladı (olardıń tolqin beti tarqalıw bağıtına perpendikulyar esaplanadı);
- *sferalıq tolqınlar* – derekten bárshe bağıtlarda tarqaladı (tolqin betleri koncentrik sferalardan ibarat boladı);
- *cilindrlik tolqınlar* - tolqin tarqalıw bağıtın kórsetiwshi sızıq *tolqin nuri* dep ataladı. Izotrop ortalıqlarda tolqin nurları tolqin betlerine normal esaplanadı.

Tegis tolqınlar



Sferalıq tolqınlar



Tegis tolqınlar, olar tek birdey bağıtta tarqaladı (olardıń tolqın beti tarqalıw bağıtına perpendikulyar);

Sferalıq tolqınlar – derekten bárshe bağıtlarda tarqaladı (tolqın betleri koncentrik sferalardan ibarat boladı).

Tolqın túrleri

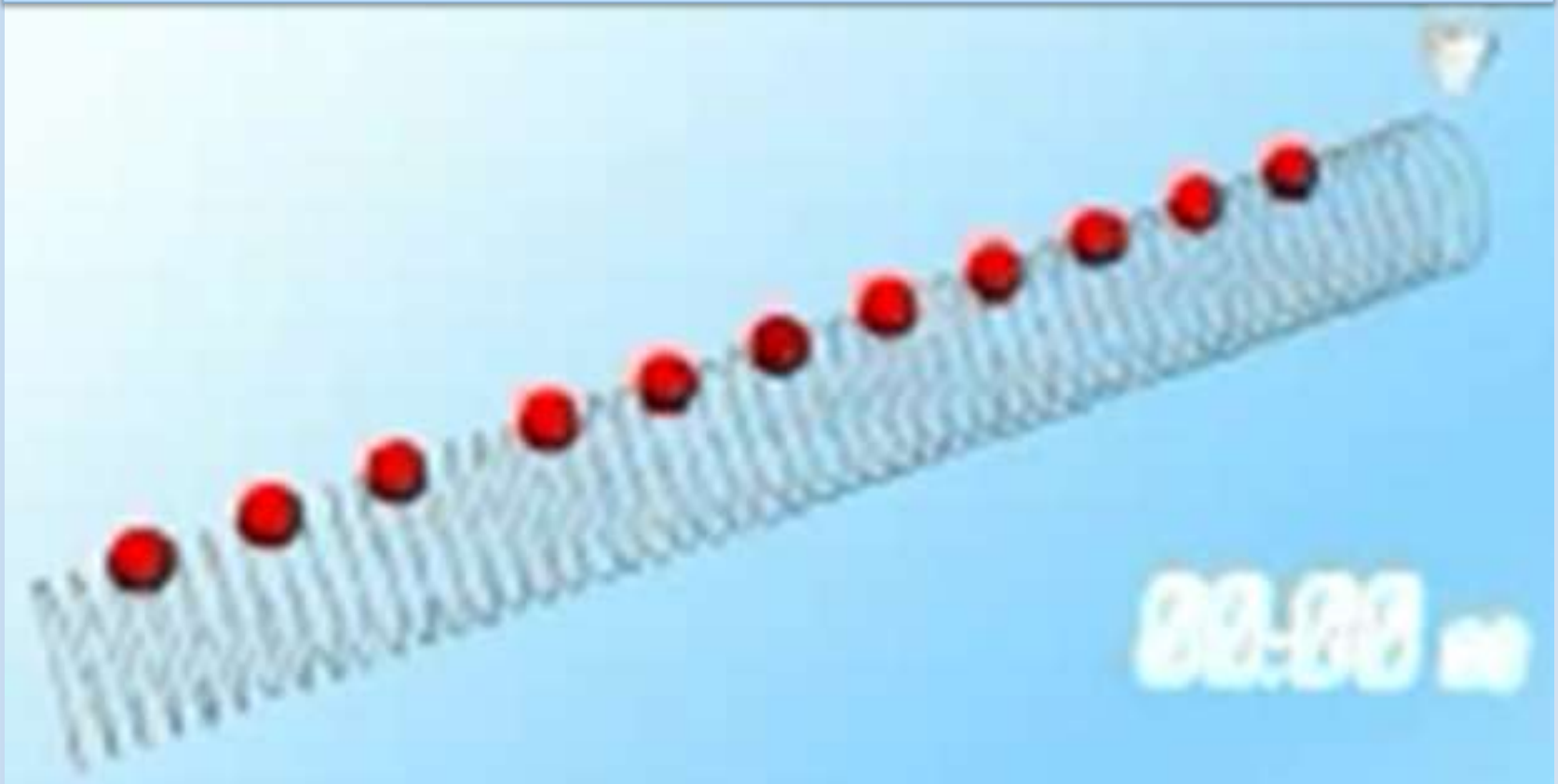
Ortalıqta payda bolatuǵın elastik deformaciyalardıń xarakterine qarap tolqınlardı tómendegi túrlerge ajratıw múmkin:

- *boylama tolqınlar* – ortalıqtıń bóleksheleri tolqın tarqalıw baǵıtı boylap terbeledi. Boylama tolqınlardıń tarqalıwı elastik ortalıqtıń qısılıw hám sozılıw deformaciyalarına baylanıslı hám bárshe ortalıqlarda: suyıqlıq, qattı dene hám gazlarda júz beredi;

- *kóndeleń tolqınlar* – ortalıq bóleksheleri tolqın tarqalıw baǵıtına perpendikulyar baǵıtta terbeledi. Kóndeleń tolqınnıń tarqalıwı jılıw deformaciyasına baylanıslı boladı hám ol tek qattı denelerde baqlanadı.

Boylama tolqinlarda ortalıqtıń bóleksheleri tolqın tarqalıw bağıtı boylap terbeledi.

Boylama tolqınlar



Kóndeleń tolqınlarda ortalıq bóleksheleri tolqın tarqalıw bağıtına perpendikulyar bağıtlarda terbeledi.

Kóndeleń tolqınlar



Boylama tolqınlardıń tarqalıw tezligi

$$V_b = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

dan ibarat. Bul jerde E – Yung moduli; ρ – elastik ortalıqtıń tıǵızlıǵı.

Kóndeleń tolqınlardıń tarqalıw tezligi

$$V_k = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

dan ibarat. Bul jerde G - jıljıw moduli. Yung moduli jıljıw modulinen úlken bolǵanı ushın $(E > G)$, boylama tolqın tezligi kóndeleń tolqın tezliginen úlken boladı:

$$V_b > V_k .$$

Tolqin teńlemesi

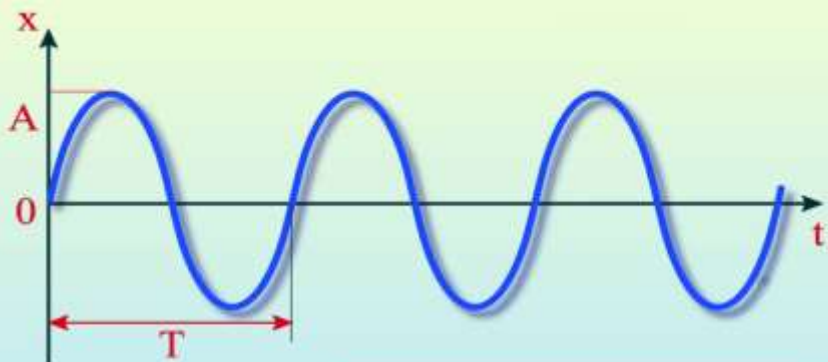
Ortalıq bóleksheleriniń teń salmaqlılıq halatlarınan jıljıwı – tolqın procesiniń xarakteristikası. Jıljıwdıń waqıtqa hám koordinataǵa ǵárezliligi tolqın teńlemesi dep ataladı. Tolqın deregi koordinatası 0 noqatta bolǵanda ortalıq bóleksheleri tómendegi garmonikalıq nızam boyınsha terbeledi:

$$\xi = A \sin(\omega t + \varphi)$$

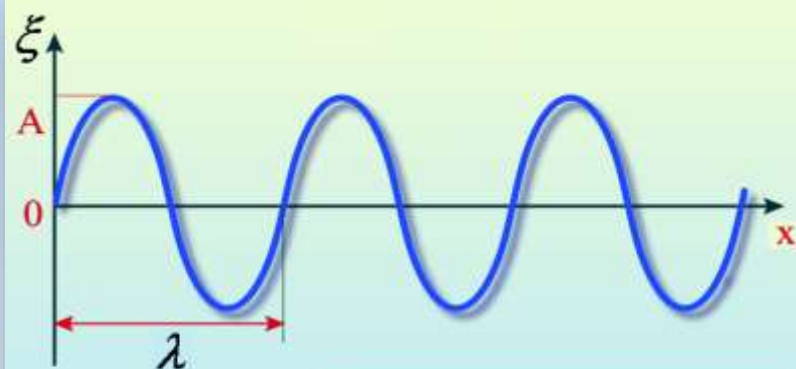
bul jerde A, ω, φ - terbelistiń amplitudası, cikllıq jiyiligi hám baslanǵısh fazası. Ol halda OX kósherindegi M noqatta ξ shamanıń terbelisi ξ_0 terbelisinen faza boyınsha arqada qaladı:

$$\xi = A \sin[(\omega t - \tau) + \varphi] = A \sin\left(\omega t - \frac{\omega}{v} x + \varphi\right) = A \sin(\omega t - kx + \varphi)$$

Tolqın uzunlıǵı dep tolqın frontınıń T bir dáwirge teń waqıtta kóshken aralıǵına aytıladı.



A- tolqın amplitudası
T- terbeliw dáwiri



A- tolqın amplitudası
 λ - tolqın uzunlıǵı

$$\lambda = vT = \frac{v}{\nu} = \frac{2\pi v}{\omega}$$

$$v = \lambda \nu$$

$$T = \frac{1}{\nu}$$

ν - tolqın jıyılıǵı,
 λ -tolqın uzunlıǵı.

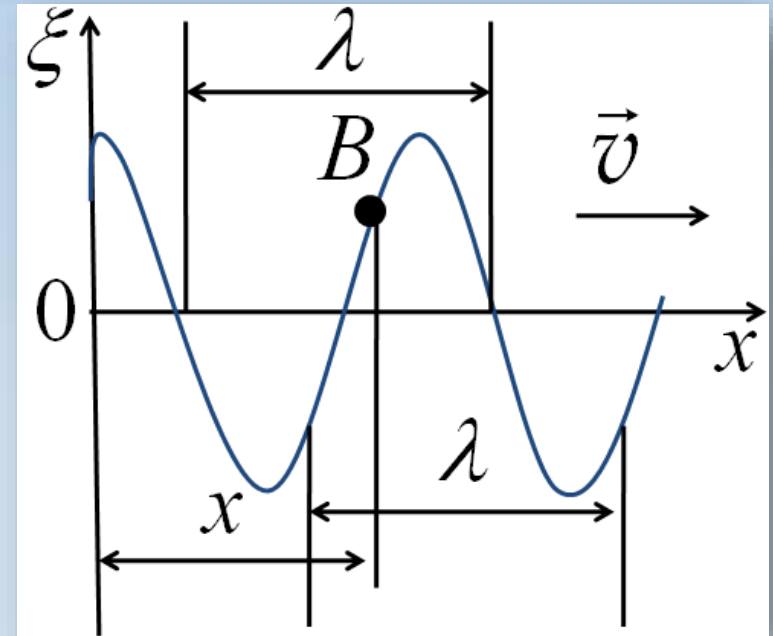
Tolqındaǵı bóleksheniń terbelis teńlemesi

Tolqındaǵı $x=0$ tegislikte jatqan bárshe noqatlar garmonikalıq nızam boyınsha terbeledi.

$$\xi(0, t) = A \cos \omega t$$

x tegislikte jatqan bárshe noqatlar tómendegi nızam boyınsha terbeledi.

$$\xi(x, t) = A \cos \omega \left(t - \frac{x}{v} \right)$$



**Terbelistiń toqtaw
waqtı**

$$\tau = \frac{x}{v}$$

Tegis tolqın teńlemesi

Ulıwma halda ortalıqtaǵı kósherdiń oń baǵıtı boylap tarqalıp atırǵan, energıyanı jutpaytuǵın tegis tolqınnıń teńlemesi tómendegishe esaplanadı:

$$\xi(x, t) = A \cos \left[\omega \left(t - \frac{x}{v} \right) + \varphi_0 \right]$$

A- tolqın amplitudası
 ω -cikllıq jiyilik

φ - baslanǵısh faza

$\omega \left(t - \frac{x}{v} \right) + \varphi_0$ - tegis tolqın fazası

**k tolqin sanın inabatqa alǵandaǵı tegis shabar
tolqinniń teńlemesi**

$$\xi(x, t) = A \cos(\omega t - kx + \varphi_0)$$

Eksponencial kórinistegi tegis tolqinniń teńlemesi

$$\xi(x, t) = A e^{i(\omega t - kx + \varphi_0)}$$

$$k = \frac{\omega}{v} = \frac{2\pi}{Tv} = \frac{2\pi}{\lambda} \quad - \text{tolqin sanı}$$

Sferalıq tolqınnıń teńlemesi

$$\xi(x, t) = \frac{A}{r} \cos(\omega t - kx + \varphi_0)$$

Sferalıq tolqın terbeliw amplitudası tegis tolqın amplitudasınan parqlı, aralıq asıwı menen tómendegi nızam boyınsha kemeyip baradı:

$$\frac{1}{r}$$

r – tolqın orayınan ortalıқтаğı baqlanıp atırğan noqatqa shekemgi bolğan aralıq.

Tolqınnıń fazalıq tezligi

- Sinusoidal tolqınlardıń tarqalıw tezligi *fazalıq tezlik* dep ataladı. Ol fazanıń belgilengen mánisine sáykes keletuǵın tolqın betleriniń kóshiw tezligin bildiredi hám ortalıqtıń mexanikalıq qásiyetlerine baylanıslı boladı:

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{\omega}{k}$$

- Tolqın tezligi tolqın fazasınıń tarqalıw tezligi esaplanadı.

Tolqınlardıń toparlıq tezligi

- Ámelde, bǎrhama tolqınlar toparına dus kelemiz, yaǵnıy real tolqıńa jaqın jıyilikke iye bolǵan kóp sanlı sinusoidal tolqınlardıń ústpe-úst túsken *tolqın paketinen* ibarat boladı. Bul tolqın paketiniń tarqalıw tezligi – *toparlıq tezlik* dep ataladı.

- Toparlıq hám fazalı tezlikler baylanısı

$$u = \frac{dx}{dt} = \frac{d\omega}{dk}$$

$$u = v - \frac{dx}{d\lambda}$$

Tolqın teńlemesi

Tolqın teńlemesiniń differential kórinisi

$$\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial z^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} \text{ yaki } \Delta \xi = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2}$$

Berilgen differential teńlemeniniń seshimi tegis hám sferalıq tolqınlardıń teńlemesi esaplanadı.

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

Laplas operatori

Tolqin energiyası aǵımınıń tıǵızlıǵı

Birlik waqıtta qandayda bir maydannan kóshiriletuǵın energiya maydan arqalı kóshiriletuǵın energiya aǵımı dep ataladı. $\Delta\Phi$

Birlik waqıtta tolqın tarqalıw baǵıtına perpendikulyar bolǵan birlik bet maydanınan kóshiriletuǵın energiya – *energiya aǵımınıń tıǵızlıǵı* dep ataladı. Energiya aǵımı tıǵızlıǵı vektorınıń baǵıtı energiya kóshiwi baǵıtına sáykes keledi.

Ortalıqtıń hár bir noqatındaǵı
energiya tıǵızlıǵı

$$w = \frac{\rho A^2 \omega^2}{2}$$

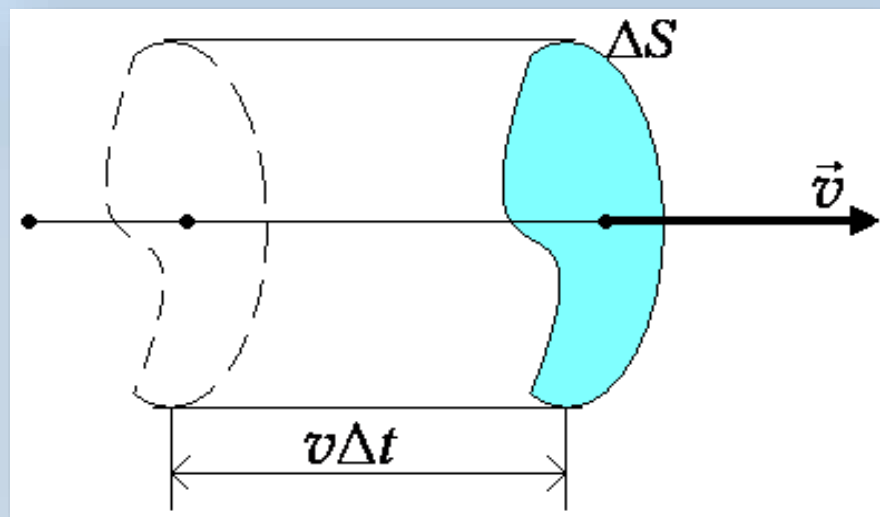
Energiya aǵımı tıǵızlıǵı vektory *Umov vektory* dep ataladı.

$$j = \frac{\Delta E}{\Delta S_{\perp} \Delta t} - \text{energiya aǵımınıń tıǵızlıǵı.}$$

$$\Delta \Phi = \frac{\Delta E}{\Delta t} \quad j = \frac{\Delta \Phi}{\Delta S_{\perp}}$$

$$\Delta E = w \Delta S_{\perp} v \Delta t$$

$$\vec{j} = w \vec{v} - \text{Umov vektory.}$$



Umov vektorınıń
ortasha mánisi-

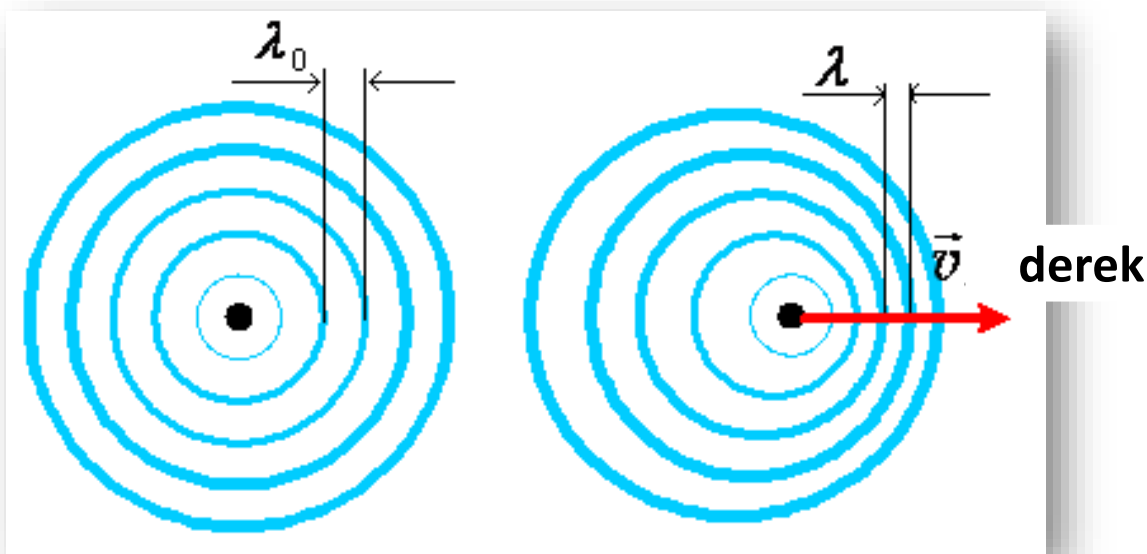
$$j = wv = \frac{1}{2} \rho A^2 \omega^2 v$$

Juwmaqlaw

Energiya kóshiwi muǵdar jaǵınan *energiya aǵımı tıǵızlıǵı vektori* menen xarakterlenedi. Bul vektordıń baǵıtı energiyanıń tarqalıw baǵıtı menen sáykes túsedı, onıń moduli birlik waqıtta tolqınǵa perpendikulyar jaylasqan birlik maydannan kóshirilip atırǵan energiyaǵa teń.

Dopler effekti

Dopler effekti dep, terbeliw deregi hám qabıl etiwshi qurılmanıń bir-birine salıstırǵandaǵı háreketinde qabıl etiwshi qurılmadaǵı terbeliw jıyılıǵınıń ózgeriwine aytıladı.





**Ses deregi hám
qabıl etiwshi
qurılma olardı
tutastırıwshı
tuwrı sızıq boylap
háreket etsin.**

**ω hám ν_P – derek hám qabıl etiwshiniń tezlikleri
(jaqınlasqanda oń hám uzaqlasqanda teris esaplanadı);**

ν_0 – derek terbeliwiniń jiyiligi;

ν – berilgen ortalıqtaǵı sestıń tarqalıw tezligi.

Derek hám qabıl etiwshi ortalıqqa salıstırǵanda tınısh turıptı:

$$v_i = v_P = 0$$

Tolqın uzınlıǵı:

$$\lambda = vT = \frac{v}{v_0}$$

Tolqın ortalıqta tarqalıp, qabıl etkishke jetip baradı hám onda

$$v = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{vT} = v_0$$

jiyilikli terbelis payda qıladı.

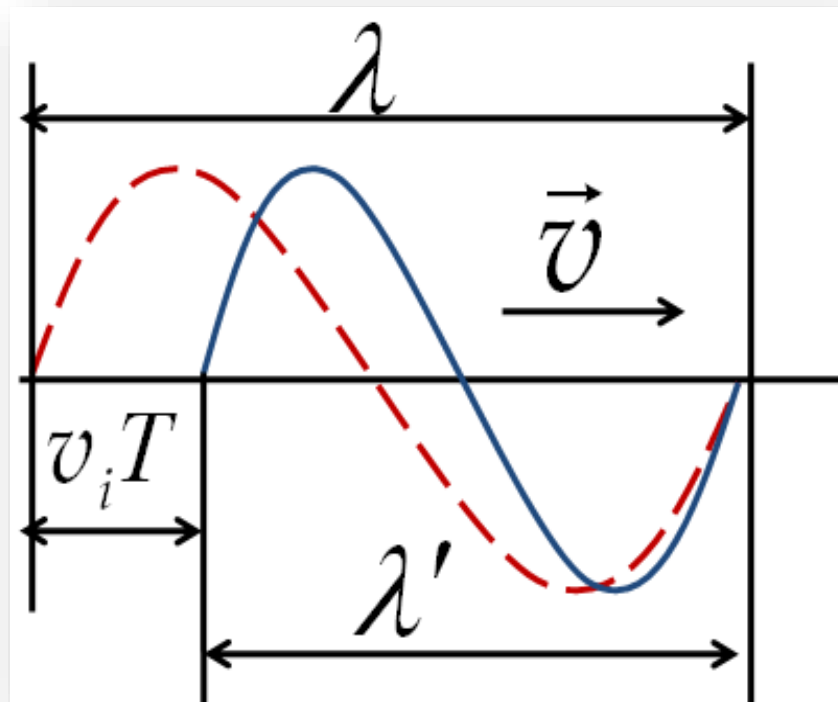
2) Qabıl etkish derekke jaqınlaspaqta, derek tınısh halatta turıptı

$$v_i = 0, v_P > 0$$

Tolqınnıń tarqalıw tezligi ózgermeydi, nátiyjede

$$v = \frac{v + v_P}{\lambda} = \frac{v + v_P}{vT} = \frac{v + v_P}{v} v_0$$

Qabıl etkish qabıl etip atırǵan jıyılık asadı.



3) Dərek qabıl etkishke jaqınlaspaqta, qabıl etkish tınısh turıptı

$$v_P = 0, v_i > 0$$

Qabıl etkish qabıl etip atırğan jıyılık asadı

$$\nu = \frac{v}{\lambda'} = \frac{v}{(v - v_i)T} = \frac{v}{(v - v_i)} \nu_0$$

4) Qabıl etkish hám derek bir-birine salıstırǵanda háreketlenbekte

Qabıl etkish qabıl qılatuǵın jıyilik:

$$v = \frac{v \pm v_P}{v \mp v_i} v_0$$

Qabıl etkish hám derek bir-birine qarap háreketlengende (jaqınlasıp atırǵanda) “-” belgi alınadı.

Qabıl etkish hám derek bir-birine salıstırǵanda uzaqlasıp atırǵanda “+” belgi alınadı.

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 kursi boyinsha prezentaciyaliq multimediali shiniğıwlar toplami". Elektron oqiw qollanba. Nókis. 2022 j. O'zR OO'MTV 2021.31.05 dagi "237"-sonli buyrug'i.
7. "Fizika-1 kursi 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

Normal Modes

- Oscillator
- Normal Modes
- Polarization

PhET is supported by

You?
(support PhET today and help education worldwide.)

↓ DOWNLOAD

</> EMBED

PEDAGOGIKALÍQ DÁSTÚRIY QURALLAR

- <https://phet.colorado.edu/en/simulation/wave-on-a-string>

Wave on a String



- Waves
- Frequency
- Amplitude

DONATE

PhET is supported by

PEARSON

and educators like you.



DOWNLOAD



EMBED