



FIZIKA KAFEDRASI



Fizika II

2019

TEBRANISH VA TO'LQINLAR

5 – ma'ruza

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



**TÁBIYIY HÁM
ANÍQ PÁNLER
KAFEDRASÍ**



Fizika II

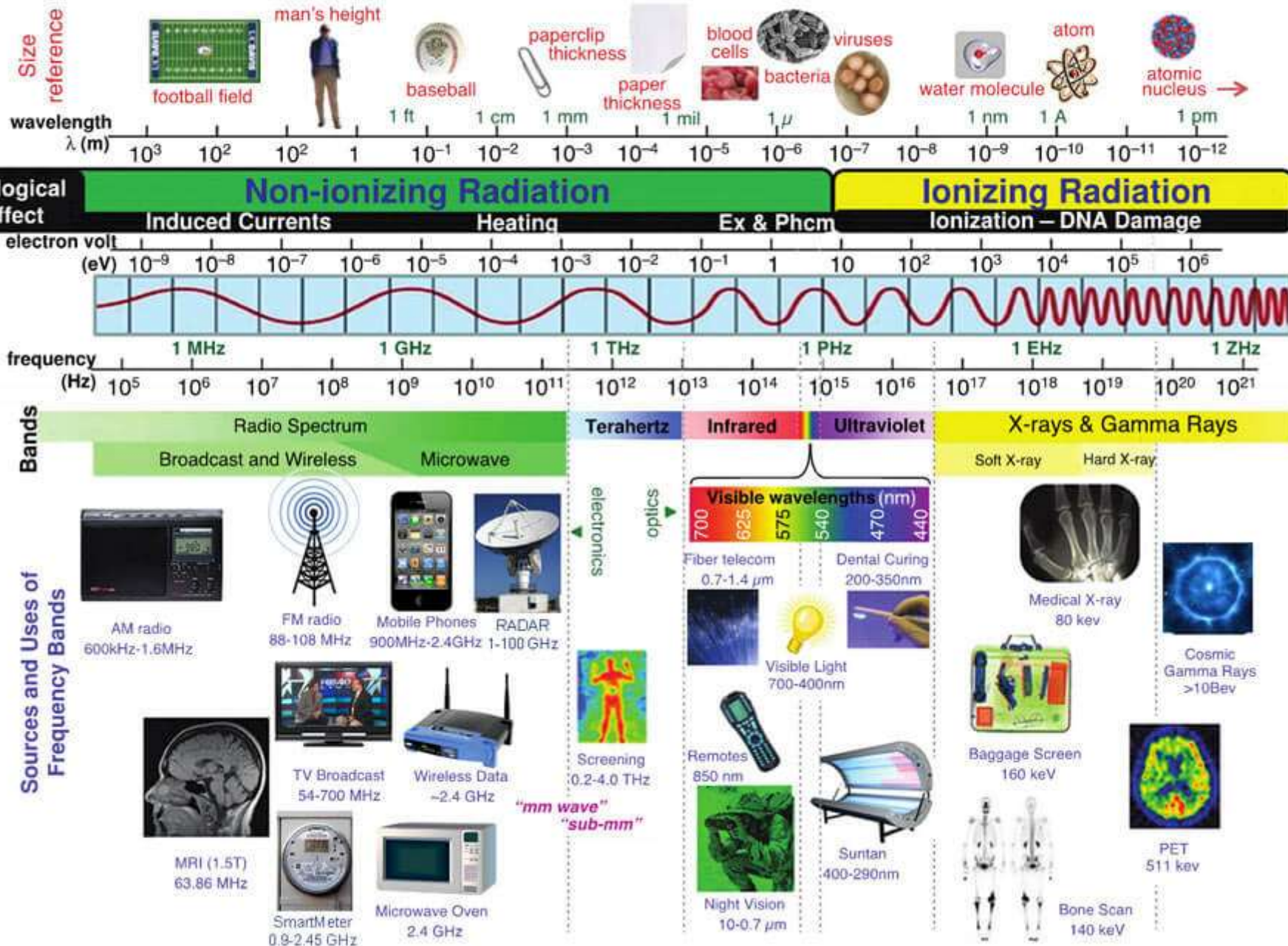
2023

TERBELIS HÁM TOLQÍNLAR

5 – lekciya. Elektromagnit tolqinlar.

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

ELECTROMAGNETIC RADIATION SPECTRUM

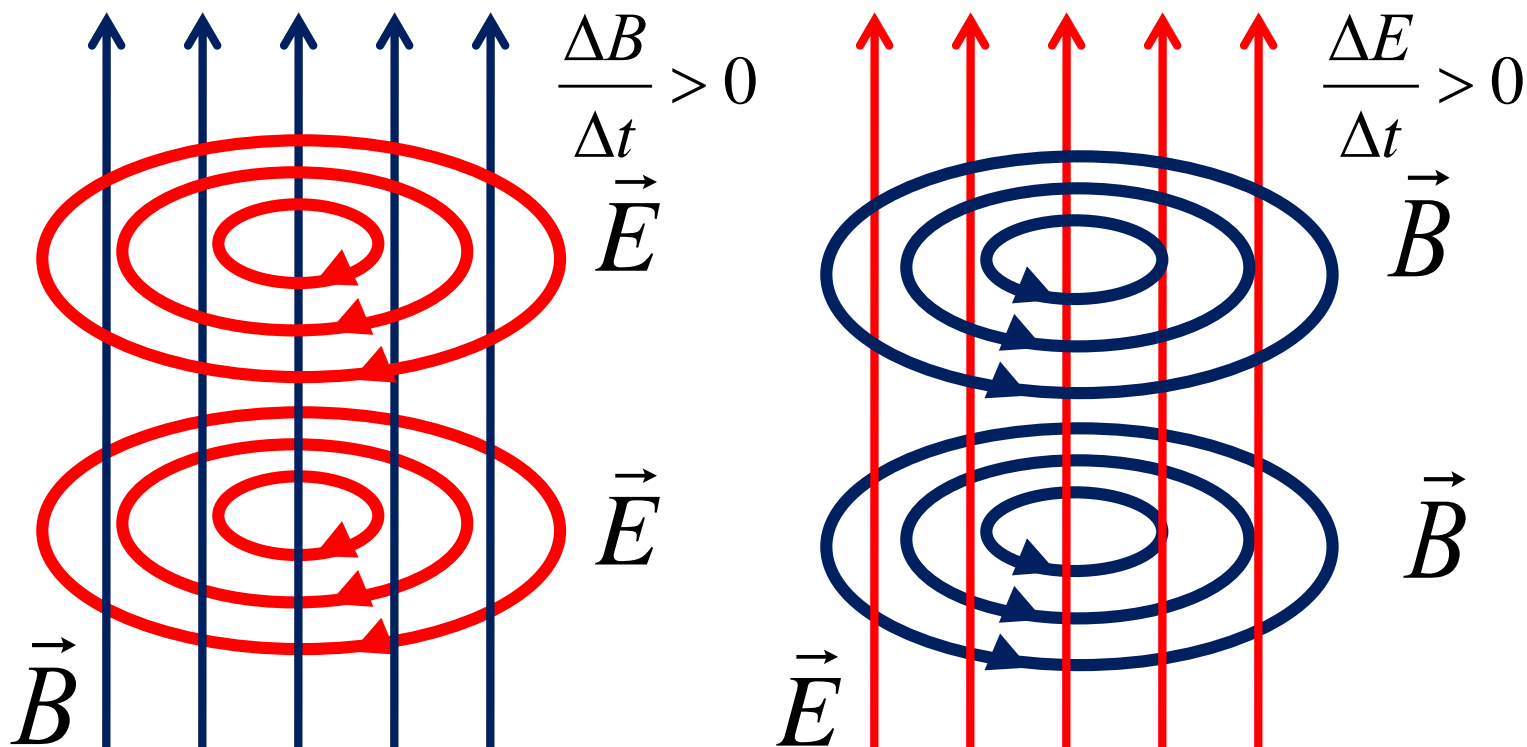


Lekciya rejesi

- Elektromagnit tolqınlardıń differencial teńlemesi.
- Elektromagnit tolqınlardıń qásiyetleri.
- Differencial kórinistegi Maksvell teńlemeleri.
- Integral kórinistegi Maksvell teńlemeleri.
- Jılıw tokı.
- Elektromagnit tolqınlar energiyası. Energiya tıgızlıǵı.
- Elektromagnit tolqınlardıń telekommunikaciya hám maǵlıwmatlardı uzatıwda qollanılıwı.

Elektr hám magnit maydanlarınıń baǵıtları hám óz-ara ótiwleri

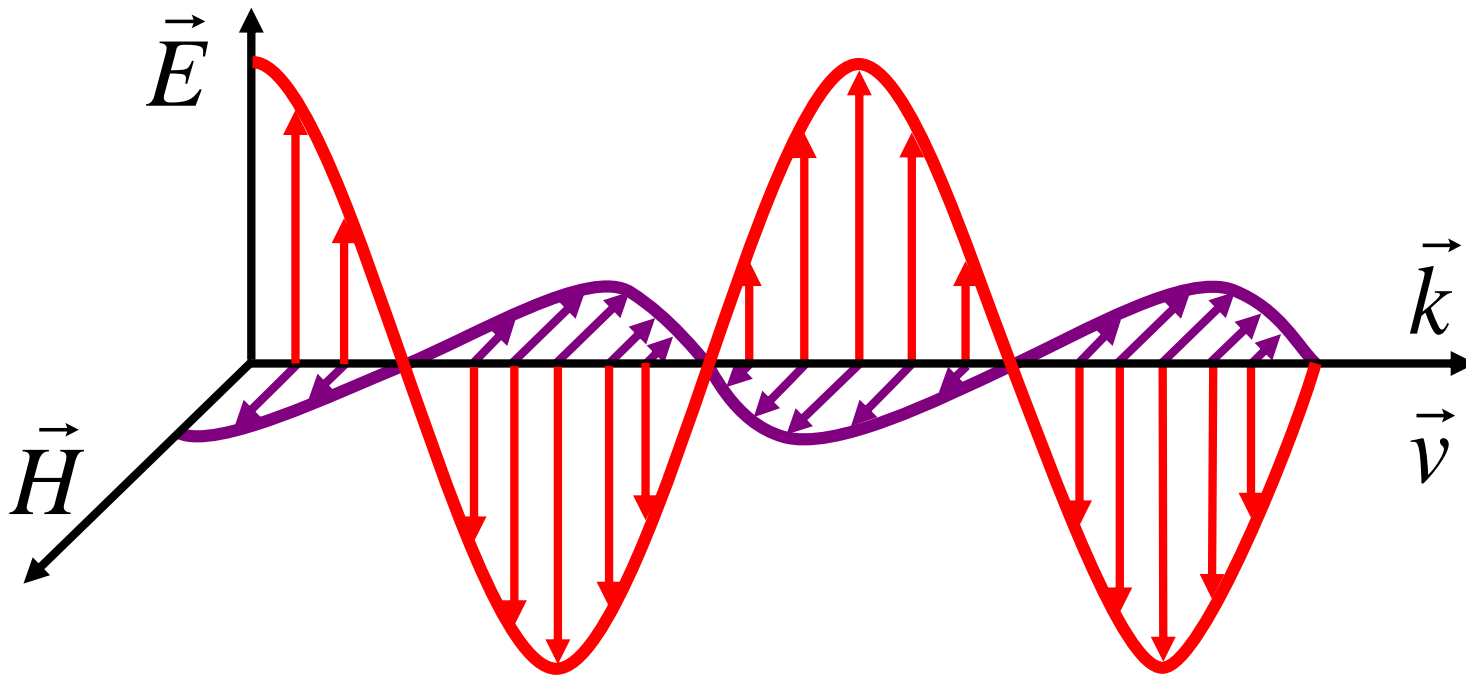
Magnit maydanınıń qálegen ózgeriwı átirapındaǵı keńislikte, kúsh sızıqları jabıq bolǵan, iyirimli elektr maydanın payda etedi.



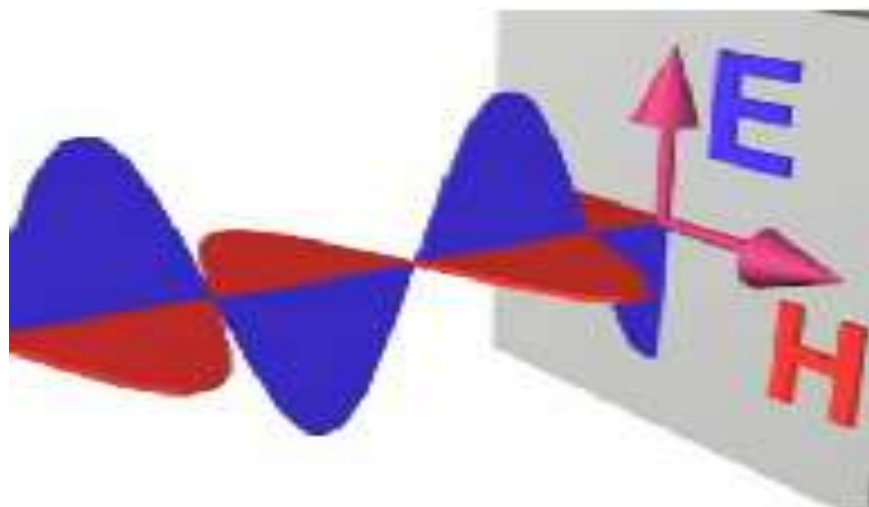
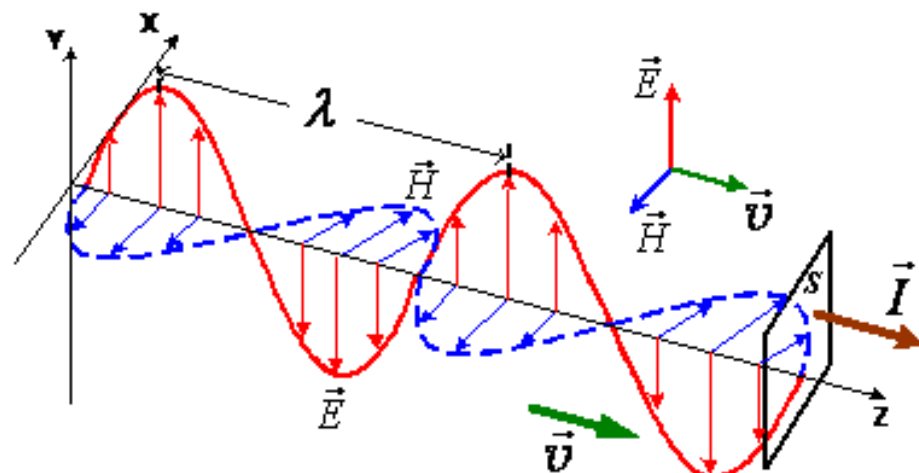
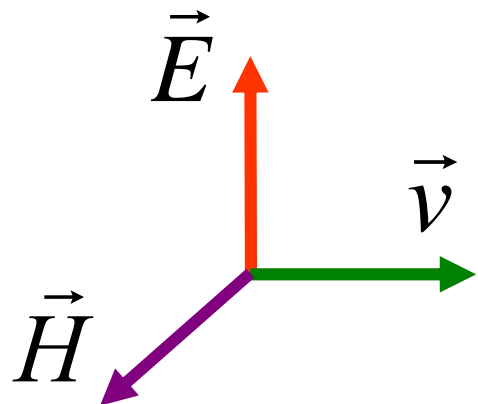
Waqıt boyınsha ózgeriwshi elektr maydanı átirapındaǵı keńislikte magnit maydanın payda etedi.

Elektromagnit tolqınlar

Elektromagnit tolqınlar -
keńislikte sheklengen tezlik penen tarqalatuǵın
ózgermeli elektr maydan bolıp tabıladı.



EMT – kóndeleń tolqınlar bolıp tabıladı.



$$\sqrt{\varepsilon\varepsilon_0}E = \sqrt{\mu\mu_0}H$$

Vektorlar bağıtları oń burǵı qádesine tiykarlanıp anıqlanadı.

Elektromagnit tolqınlardıń differencial teńlemesi

$$\frac{\partial^2 E_y}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 E_y}{\partial t^2} \qquad \frac{\partial^2 H_z}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 H_z}{\partial t^2}$$

Bul teńlemelerdiń sheshimleri tegis monoxromatik tolqınlar bolıp tabıladı.

$$E_y = E_0 \cos(\omega t - kx + \varphi) \qquad H_z = H_0 \cos(\omega t - kx + \varphi)$$

E_0, H_0 - elektr hám magnit maydan kernewlilikleriniń amplitudası sáykes túrde

ω - cikllıq jiyilik,

k - tolqın sanı,

ϕ - baslanǵısh faza.

Elektromagnet tolqınnıń differencial teńlemesiniń ulıwma kórinisi

$$\Delta \vec{E} = \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} \quad \Delta \vec{H} = \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 \vec{H}}{\partial t^2}$$

Tolqınnıń fazalı tezligi

$$v = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} \frac{1}{\sqrt{\varepsilon \mu}} = c \frac{1}{\sqrt{\varepsilon \mu}}$$

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

Laplas operatori

Vakuumdagı EMT tezligi ($\varepsilon = \mu = 1$):

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

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}, \quad \mu_0 = 1,256 \cdot 10^{-6} \text{ H/m}$$

Zatlarda elektromagnit tolqinlardıń tarqalıw tezligi mudamı vakkumdaǵıǵa salıstırǵanda kishi bolıp tabıladı.

$$v = \frac{c}{\sqrt{\mu\varepsilon}} = \frac{c}{n} \qquad n = \sqrt{\mu\varepsilon}$$

Ortalıqtıń absolyut sındırıw kórsetkishi dep,ortalıqta, vakuumdaǵıǵa qaraǵanda elektromagnit tolqinlardıń tarqalıw tezligi neshe ese kishiligin kórsetiwshi n shamaǵa aytıladı:

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

Vakuum ushın

$$\mu = 1$$

Vakuumda EMT uzınlıǵı:

$$\lambda = cT = 2\pi c\sqrt{LC}$$

Differencial kórinistegi Maksvell teńlemeleri

$$\text{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\text{div} \vec{D} = \rho$$

$$\rho = \frac{dq}{dV}$$

zaryadtıń kólemlik tıǵızlıǵı

$$\text{rot} \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

$$\text{div} \vec{B} = 0$$

$$j = \frac{dI}{dS}$$

tok tıǵızlıǵı

Erkin elektr zaryadları hám makroskopik toklarǵa iye bolmaǵan keńislik tarawı ushın:

a vektordıń cirkulyaciyasın keńisliktiń hár bir noqatında ańlatatuǵın rotor

$$\text{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\text{rot} \vec{H} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

$$\text{rot} \vec{a} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ a_x & a_y & a_z \end{vmatrix} = \left(\frac{\partial a_z}{\partial y} - \frac{\partial a_y}{\partial z} \right) \vec{i} + \left(\frac{\partial a_x}{\partial z} - \frac{\partial a_z}{\partial x} \right) \vec{j} + \left(\frac{\partial a_y}{\partial x} - \frac{\partial a_x}{\partial y} \right) \vec{k}$$

Bir tekli hám izotrop dielektrik ushın Maksvell teńlemeleri

$$\operatorname{rot} \vec{E} = -\mu\mu_0 \frac{\partial \vec{H}}{\partial t} \qquad \operatorname{div} \vec{H} = 0$$

$$\operatorname{rot} \vec{H} = \varepsilon\varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \qquad \operatorname{div} \vec{E} = 0$$

$$\vec{D} = \varepsilon\varepsilon_0 \vec{E}$$

$$\vec{B} = \mu\mu_0 \vec{H}$$

$$j = \gamma E$$

$$\operatorname{div} \vec{a} = \frac{\partial a_x}{\partial x} + \frac{\partial a_y}{\partial y} + \frac{\partial a_z}{\partial z} = \omega(x, y, z)$$

Integral formadağı Maksvell teńlemeleriniń ulıwma kórinisi

$$\oint_L \vec{E} d\vec{l} = - \oint_S \left(\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \right) d\vec{S} \qquad \oint_S E dS = \left(\frac{1}{\varepsilon_0} \right) \oint_V \rho dV$$

$$\oint_L B dl = \mu_0 \oint_S \left(j + \frac{dD}{dt} \right) dS \qquad \oint_S \vec{B} d\vec{S} = 0$$

$$\oint_L \vec{E} d\vec{l} = - \oint_S \left(\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \right) d\vec{S}$$

Elektromagnit indukciya nızamınıń juwmaǵı: ózgermeli magnit maydanı iyirimli elektr maydanın payda etedi.

$$\oint_S E dS = \left(\frac{1}{\varepsilon_0} \right) \oint_V \rho dV$$

$q = \rho dV$ zaryadlar toplamın orap alıwshı qálegen jabıq betten ótiwshi elektr maydan kernewliligi vektori aǵımın ushın Ostrogradskiy – Gauss teoreması.

Birinshiden, Gauss teoremasına tiykarlanıp oń hám teris zaryadlar elektr maydanın payda etedi. Bul maydan potencial xarakterge iye.

Ekinshiden, Faradey nızamına tiykarlanıp ózgermeli magnit maydanı iyirimli elektr maydanın payda etedi.

Jılıw tokı

- Jılıw tokın zaryadlardıń tártipli háreketi emes, bálkim, ózgermeli tokqa uqsap magnit maydanı júzege keltiredi.

- Jılıw tokınıń tıǵızlıǵı

$$j_j = \frac{dD}{dt}$$

- Ótkizgishlik hám jılıw toklarınıń jıyındısı tolıq tok dep aytıladı hám onıń tıǵızlıǵı tómendegige teń

$$j_{\text{tolıq}} = j_o + j_j = j + \frac{dD}{dt}$$

$$\oint_L B dl = \mu_0 \oint_S \left(j + \frac{dD}{dt} \right) dS$$

I jabıq kontur boyınsha magnit indukciyası cirkulyaciyası sol konturdı qorshap alğan betten sıırılıp ótetuğın tolıq tokqa teń bolıp tabıladı.

$$\oint_S \vec{B} d\vec{S} = 0$$

Ostrogradskiy – Gauss teoremasına tiykarlanıp qálegen jabıq S betten ótiwshi magnit ağımı nolge teń. Bul teńleme tábiyatta erkin magnit zaryadları joq degen tastıyıqlawdıń nátiyjesi bolıp tabıladı.

Bul eki teńleme magnit maydanı haqqındağı teńlemeler bolıp tabıladı. Magnit maydanı bárhama iyirimli xarakterge iye. Sol sebepli, Gauss teoremasına tiykarlanıp magnit indukciyası vektorı ağımı bárhama nolge teń. Magnit maydanı hárekettegi elektr zaryadları ózgermeli elektr maydanı arqalı júzege keledi.

EMT energiyası

EMT kóshiretuǵın energiyasınıń kólemlik tıǵızlıǵı

$$w = w_e + w_m = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 E^2}{2} + \frac{\mu \mu_0 H^2}{2}$$

$$w = \sqrt{\varepsilon_0 \mu_0} \sqrt{\varepsilon \mu} EH$$

Birlik waqıtta birlik maydan arqalı kóshiriletuǵın elektromagnit energiya *aǵımı tıǵızlıǵı*

dep ataladı.

$$S = w \cdot v = EH$$

Moduli $S = EH$ qa ten bolǵan elektromagnit tolqın tarqalıw baǵıtı menen sáykes túsetuǵın elektromagnit energiyası aǵımı tıǵızlıǵınıń vektory

$$\vec{S} = [\vec{E} \vec{H}]$$

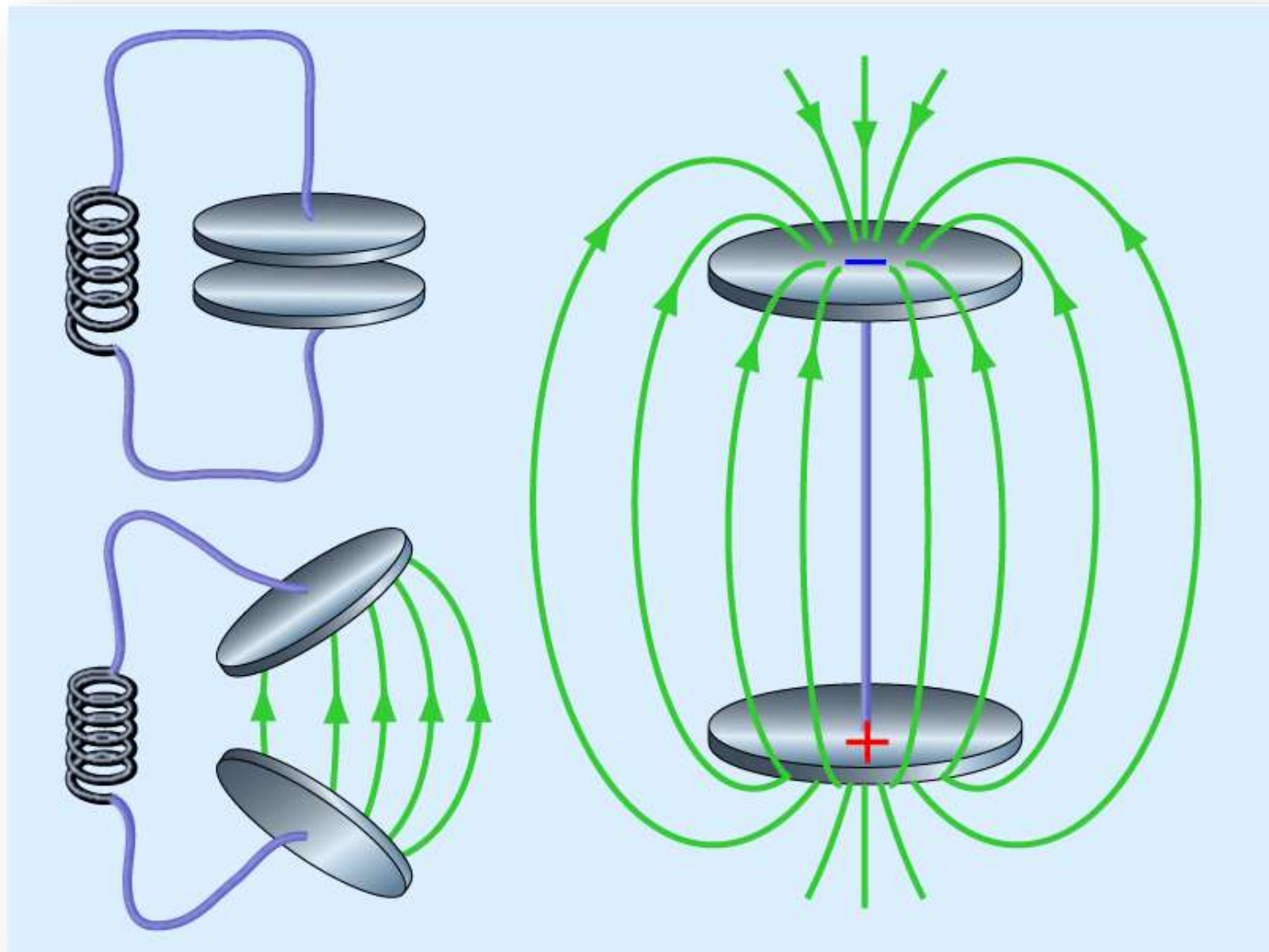
Umov-Poyting vektory dep ataladı.

Vakuumda, sinusoidal tolqındaǵı elektromagnit energiyası aǵımı tıǵızlıǵınıń ortasha mánisi :

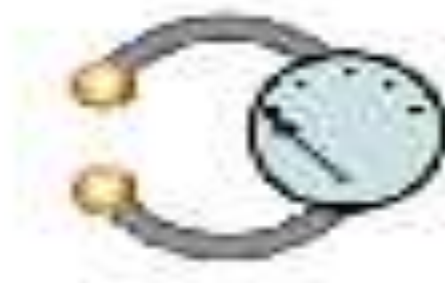
$$S_{or} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}} \cdot E_0^2$$

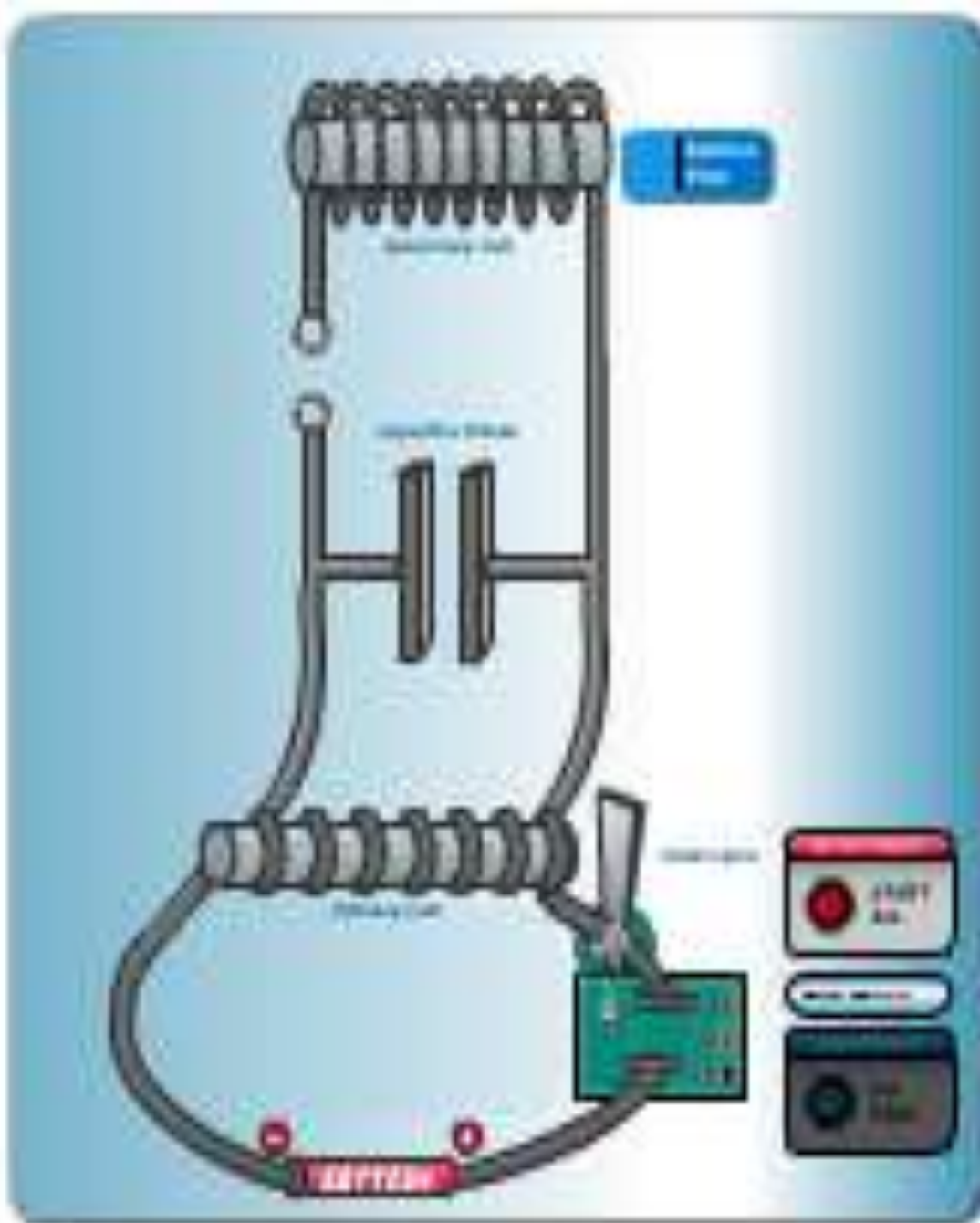


Ashiq terbeliw konturı



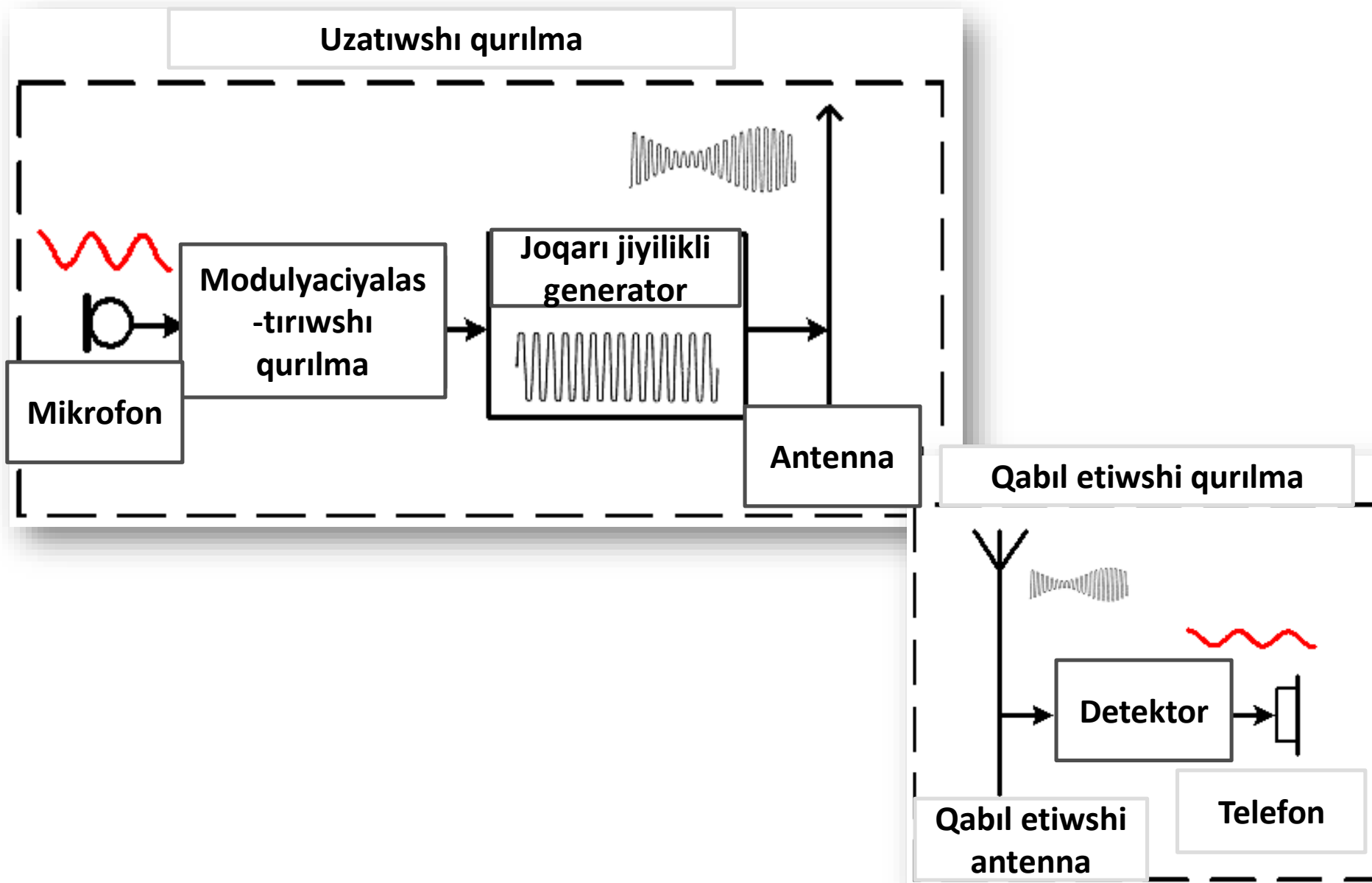
Gerc uzatqishiniń sızılması



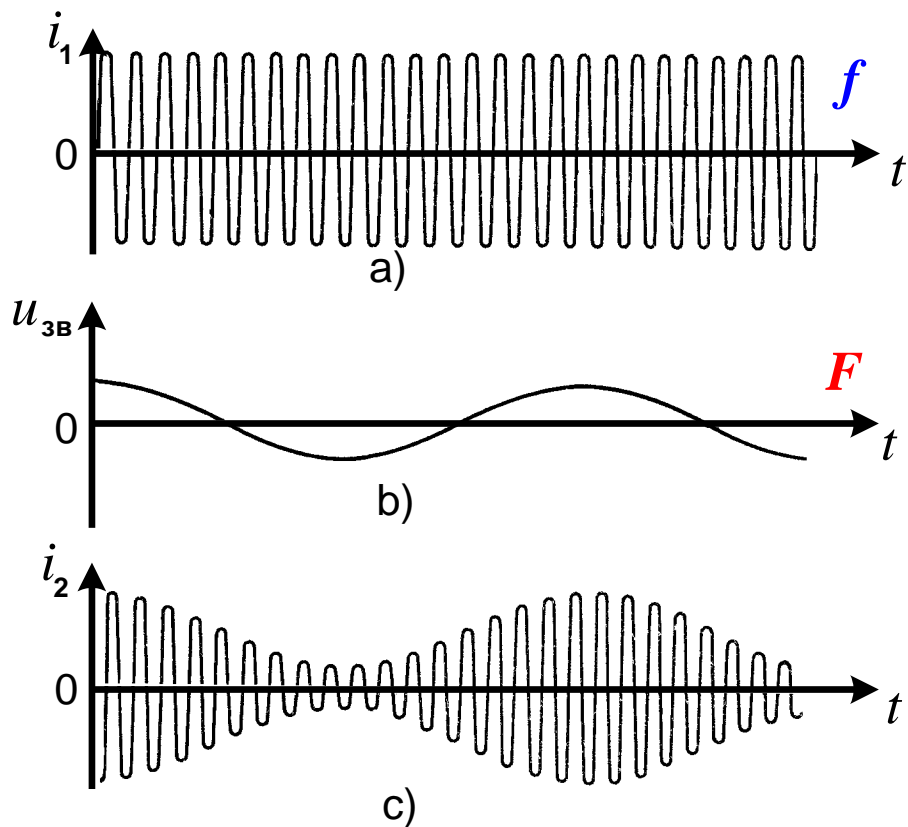


**Radio tolqinlardı
uzatıw hám qabıl etiw
rejimlerinde terbeliw
konturınıń islew
principi PR**

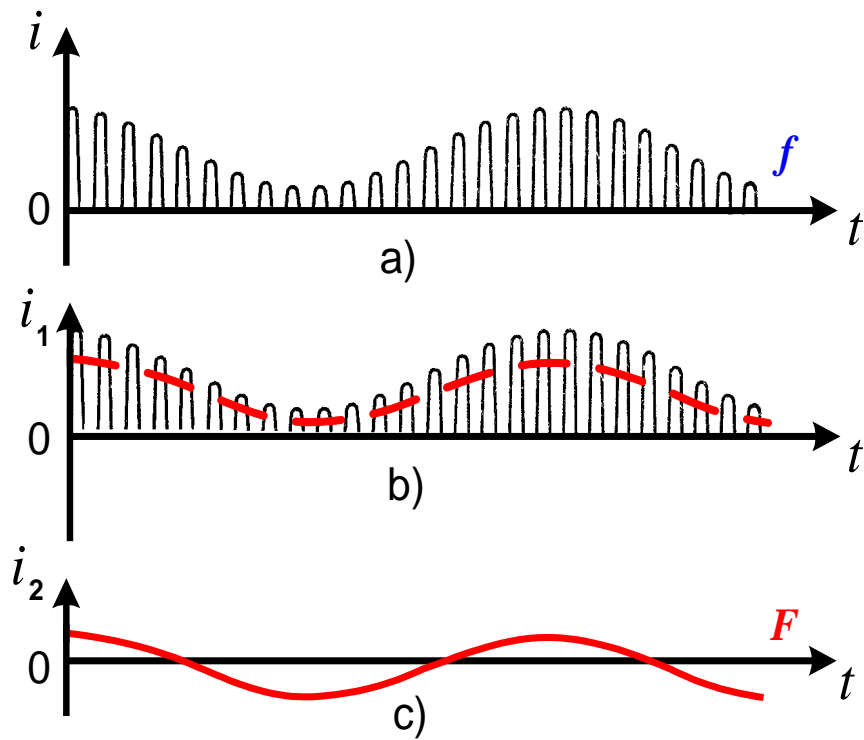
Radiobaylanıstıń fizikalıq tiykarları



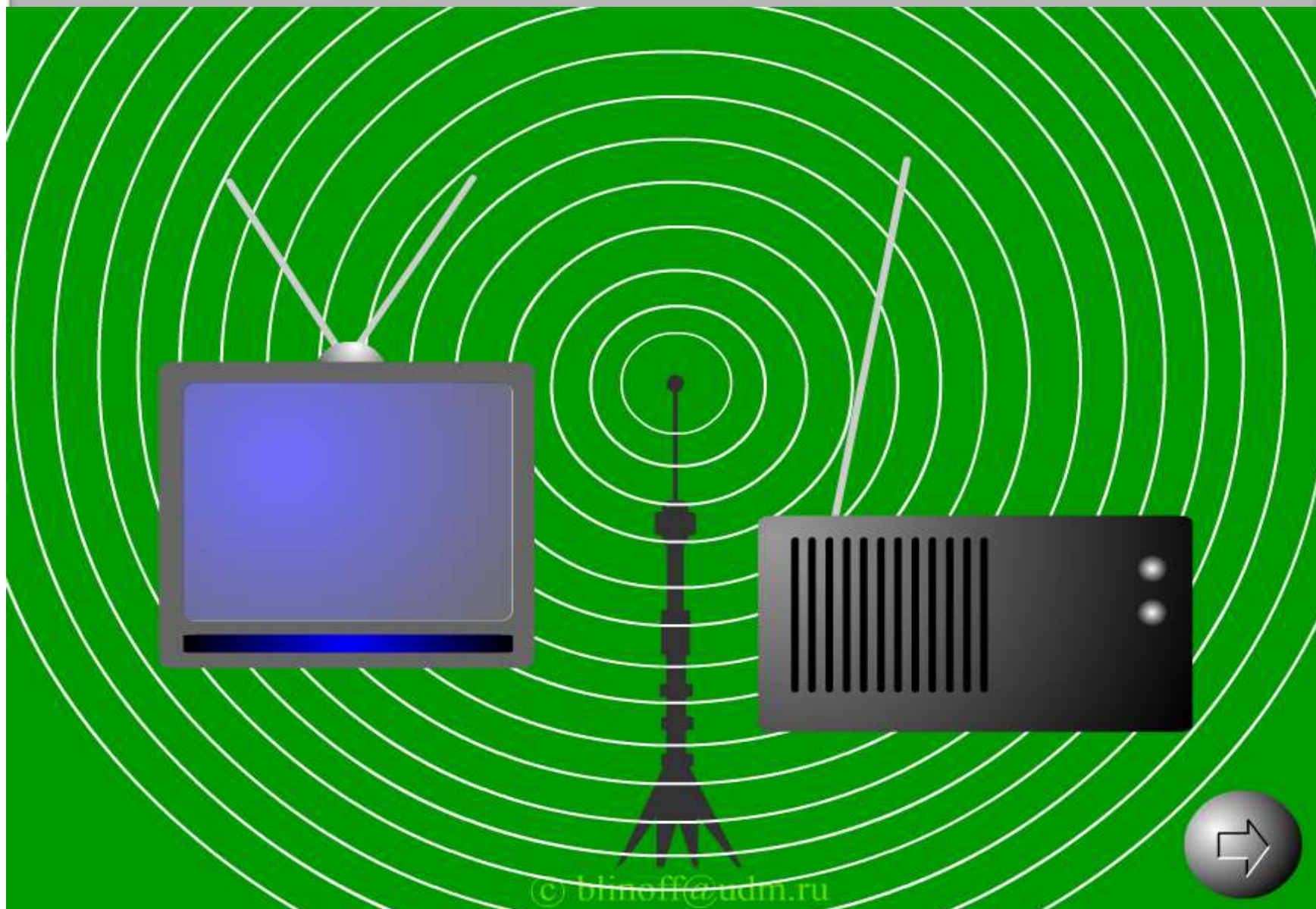
AMPLITUDALÍ MODULYACIYA



DETEKTORLAW



Radiobaylanis prinsipleri



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

- <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/radio-waves>

Radio Waves & Electromagnetic Fields



- Radio Waves

DONATE

PhET is supported by

newschools
venture fund
and educators like you.



↓ DOWNLOAD

</> EMBED