

Электромагниттік толқындар

Дәрістің жоспары

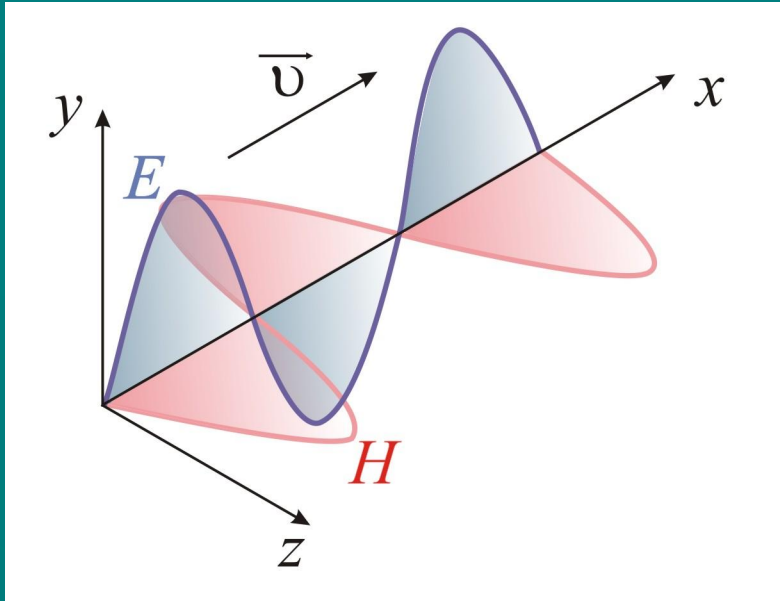
- 1.Электромагниттік толқын қасиеттері
Электромагниттік энергия құйынының
ТЫҒЫЗДЫҒЫ
- 3.Умов-Пойнтинг векторы
- 4.Фотометрия
- 5.Геометриялық оптика заңдары

Электромагниттік толқын деп кеңістікте соңғы жылдамдықпен айнымалы электр және магнит өрістерінің таралу процессін айтады

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



Электромагниттік толқын қасиеттері



$$\Delta H = \frac{1}{v^2} \frac{d^2 H}{dt^2}$$

$$\Delta E = \frac{1}{v^2} \frac{d^2 E}{dt^2}$$

$$E_y = E_0 \sin \omega(t - x/v)$$

$$H_z = H_0 \sin \omega(t - x/v)$$

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



Электромагниттік толқын қасиеттері

Электромагниттік толқын:

- ▶ Вакуумда жарық жылдамдығымен қозғалады:

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

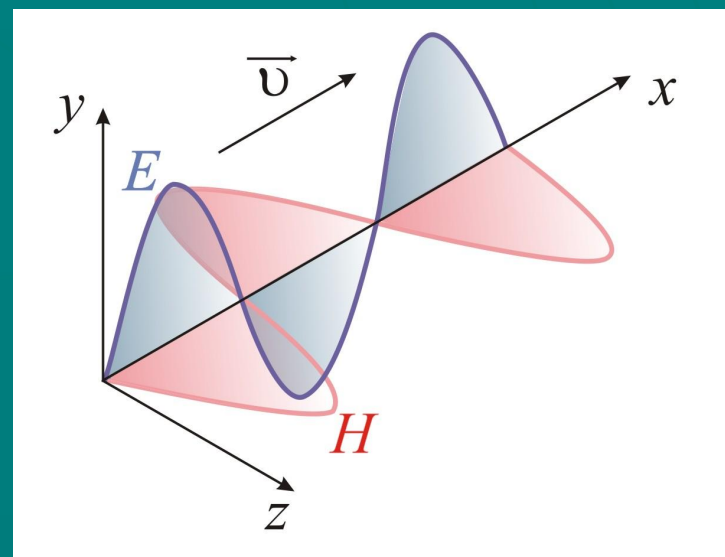
- ▶ Көлденең болып келеді.



Электромагниттік толқын қасиеттері

Электромагниттік толқында:

- ▶ E , H векторлары және v әрқашан бір-біріне перпендикуляр және оңвинтті жүйені құрайды;
- ▶ E и H векторлары әрқашан бірдей фазаларда тербеледі.



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



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

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

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

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

$$k = \omega / v$$



Электромагниттік толқын энергиясы

$$w = w_{эл} + w_{м} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2} + \frac{\mu\mu_0 H^2}{2}$$

$$\omega_E = \omega_H \quad w = 2w_{эл} = \varepsilon\varepsilon_0 E^2$$

$$\sqrt{\varepsilon\varepsilon_0} E = \sqrt{\mu\mu_0} H \quad \omega = \sqrt{\varepsilon\mu\varepsilon_0\mu_0} EH = \frac{1}{v} EH$$

$$S = \omega v = \frac{1}{v} EH v = EH \quad S = EH$$



Умов-Пойнтинг векторы

- ▶ Умов-Пойнтинг векторының модулі **S** шамамен өзінің таралу бағытына сәйкес аудан бірлігінен уақыт бірлігіне ауысатын толқын энергиясына тең.
- ▶ Оның орташа мәні *жарық толқынының*
- ▶ *қарқындылығы (интенсивтілігі)* деп аталады.

$$I = \langle S \rangle = \frac{\sqrt{\epsilon\epsilon_0}}{\sqrt{\mu\mu_0}} \cdot \langle E^2 \rangle \quad \vec{S} = \begin{bmatrix} \vec{E} \vec{H} \end{bmatrix}$$

$$S = w \cdot v = \epsilon\epsilon_0 E^2 \cdot \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} = \frac{\sqrt{\epsilon\epsilon_0}}{\sqrt{\mu_0\mu}} E^2.$$



$$P = \frac{W}{c}$$

$$P = mc = \frac{W}{c}$$

$$W = mc^2$$

$$\Phi_e = \frac{W}{t}$$

Bm

$$R_e = \frac{\Phi}{S} \quad \left(\frac{Bm}{m^2} \right)$$

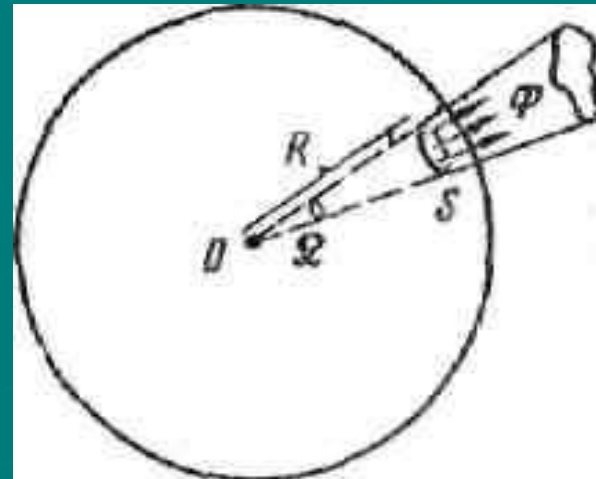
$$I_e = \frac{\Phi}{\omega}$$

Bm / cp

$$B_e = \frac{\Delta I_e}{\Delta S} \quad Bm / cp \cdot m^2$$

$$I_e = \frac{\Phi_e}{\omega} = \frac{\Phi}{4\pi}$$

$$d\omega = \frac{dS_0}{r^2}$$



Жарықтың техникалық бірліктері

Жарық ағыны $\frac{dW}{t} = d\Phi$ (Лм) Люмен

Жарық күші $I = \frac{\Phi}{\Omega}$ Кандела (Кд)

Жарықтану
(освещенность) $E = \frac{d\Phi}{S} = \frac{Id\Omega}{S}$ Люкс (Лк)

Жарықырау
(светимость) $R = \frac{\Phi}{S}$ $\frac{\text{лм}}{\text{м}^2}$



Фотометрияның негізгі заңы (Ламберт заңы):

$$E = \frac{\Phi}{S} = \frac{\Phi}{4\pi r^2}$$

Жарықтылық тең болғанда $E_1 = E_2$

$$E = \frac{I \cos \alpha}{r^2}$$

$$\frac{I_1}{r_1^2} = \frac{I_2}{r_2^2}$$

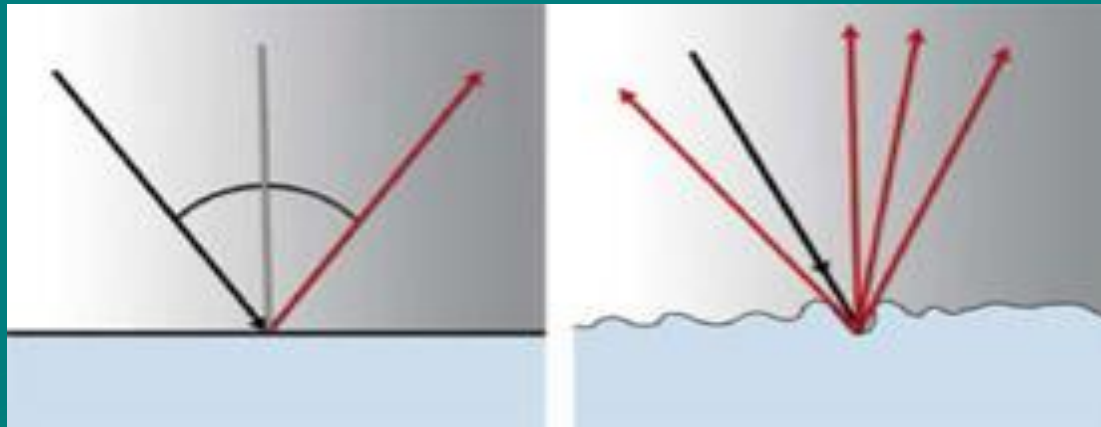
$$E = \frac{d\Phi n \cos \alpha}{dS}$$

$$E = \frac{d\Phi}{dS} = \frac{d\Phi}{d\omega} \frac{\cos \alpha}{r^2} = \frac{I \cos \alpha}{r^2}$$



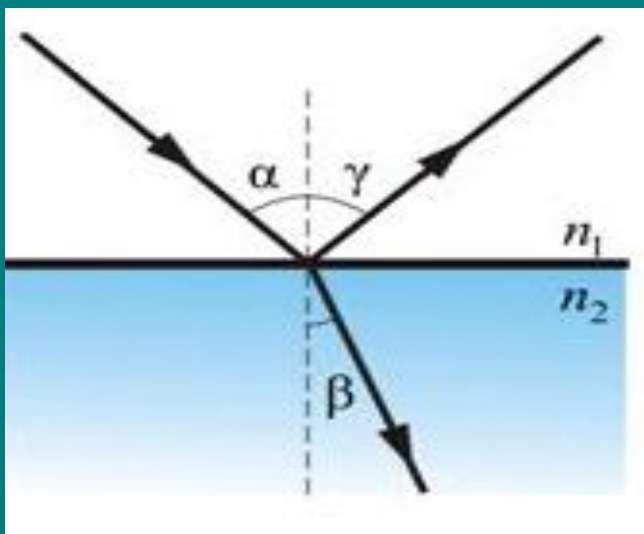
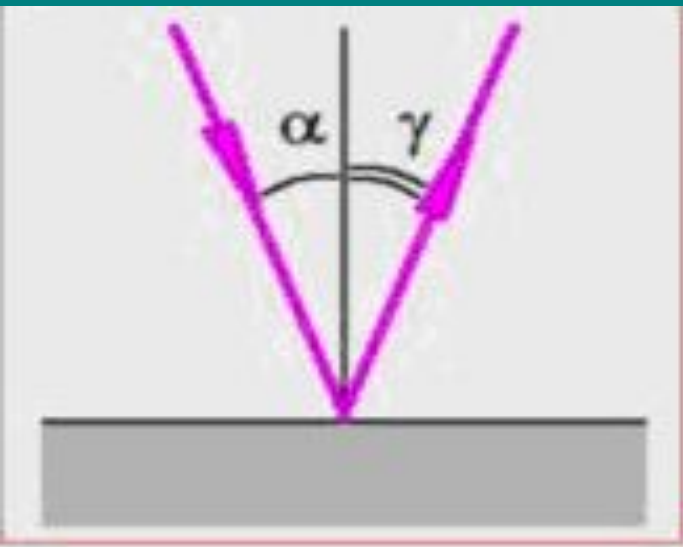
Геометриялық оптика

Оптикалық біртекті ортада жарық түзу сызықты таралады.



Шағылу заңы: шағылысқан сәуле түсетін сәулемен бір жазықтықта жатыр және шекараға өткізілген түсу нүктесіндегі екі ортаның бөлінуіне перпендикуляр.





$$\alpha = \gamma$$

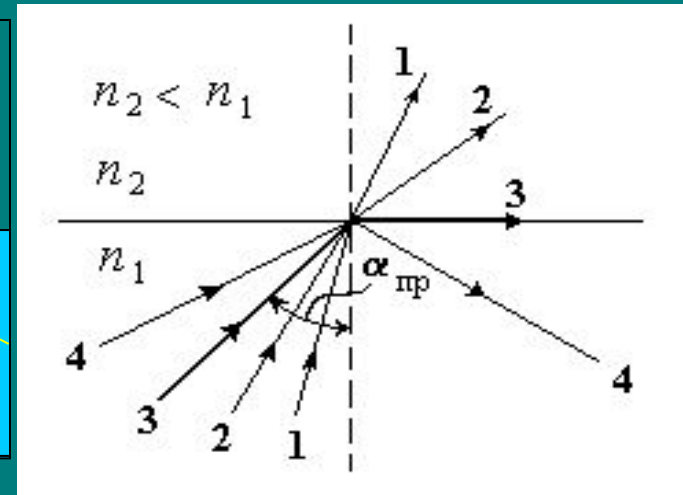
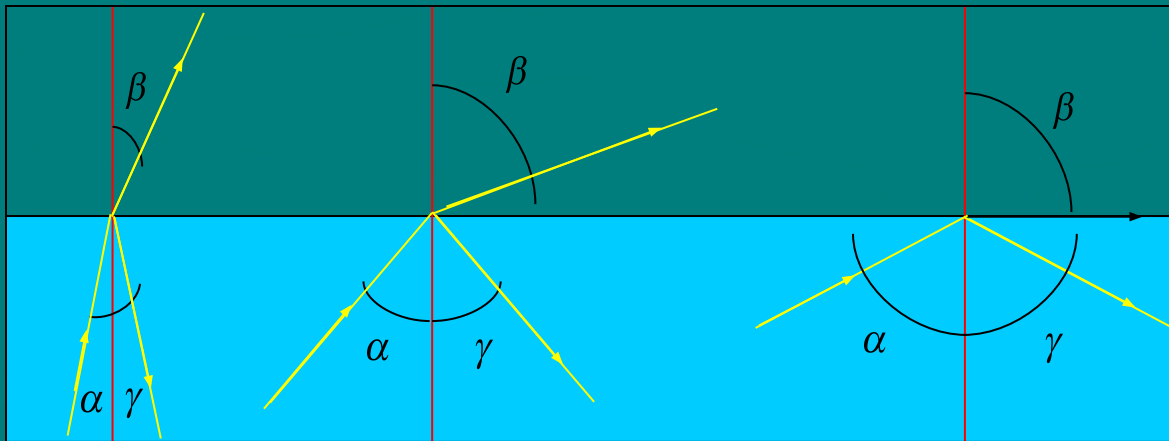
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

Сыну заңы: түсетін сәуле, сынған сәуле, түсу нүктесіне тұрғызылған перпендикуляр, бір жазықтықта жатыр; түсу бұрышы синусының сыну бұрышының синусына қатынасы екінші ортаның бірінші ортамен салыстырғандағы сыну көрсеткіші аталған орталар үшін тұрақты шама болып саналады:



$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

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



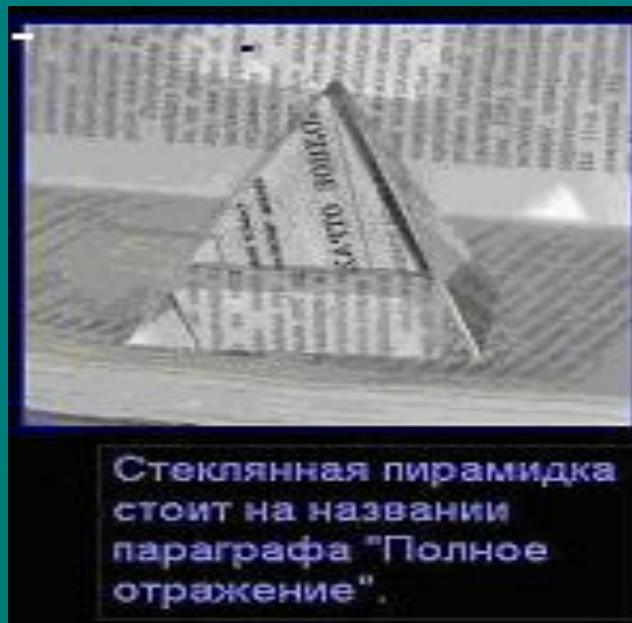
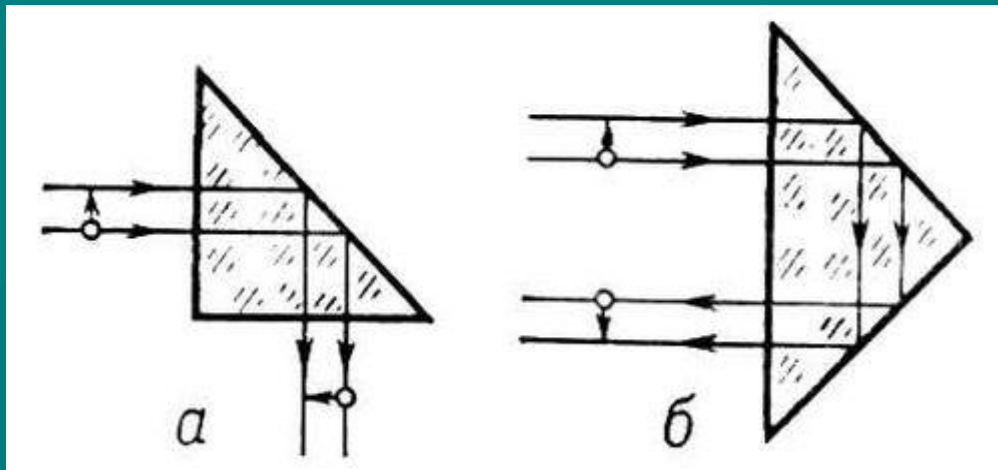
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{21}$$

ереп

$$\beta = 90^\circ$$

$$\sin \alpha_{np} = n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$$





НАЗАРЛАРЫҢЫЗҒА РАХМЕТ!

