Фотография 1

Билет №16 Дано: $r = 10^{-3}$ м; $\lambda = 0,5 \cdot 10^{-6}$ м; $N = 4$; $a = 1$ м

b - ?

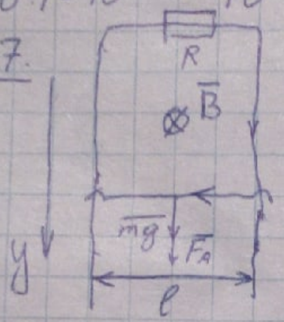
Реш-е: $r^2 = \cancel{N\lambda / \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b}\right)} \; N\lambda \frac{ab}{a+b}$

$$ar^2 + br^2 = N\lambda ab;$$

$$ar^2 = b(N\lambda a - r^2) \Rightarrow b = \frac{ar^2}{N\lambda a - r^2} =$$

$$= \frac{1 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 1 - 10^{-6}} = \frac{10^{-6}}{10^{-6}} = 1 \text{м} - \text{Ответ.}$$

Билет №17.



m; l; R; $\bar{B}$; v − ?

Реш-е: $mg = F_A$

$\mathcal{E}_i$ по з-ну Фарадея $= -\frac{d\Phi}{dt} =$

$$= -Bl\frac{dy}{dt} = -BlV_y \quad (1)$$

$$mg + F_A = 0$$

$mg = -IBl\sin\alpha$ ($\sin\alpha = 1$, т.к. $\alpha = 90°$)

$$I = -\frac{mg}{Bl};$$

$\mathcal{E}_i$ с др. стороны, $= IR = -\frac{mg}{Bl}R$; (2)

$$\underset{(2)}{-\frac{mg}{Bl}R} = \underset{(1)}{-BlV_y} \Rightarrow V_y = \frac{mgR}{B^2 l^2} - \text{Ответ.}$$

Билет №18. Дано: ω, I, $j_{см}$ − ?

Реш-е: $I = \langle|\bar{S}|\rangle = \langle EH\rangle$, $H = E\sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}}$

$EH = E^2\sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}}$; $\langle EH\rangle = \frac{1}{2}E^2\sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}} = I \Rightarrow E^2 = 2I\sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}}$

$$E = \sqrt{2I\sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}}}$$

Фотография 2

$E = E_m \cos(\omega t - kx)$

$j_{см} = \frac{\partial D}{\partial t}$; $D = \varepsilon_0 E$; $\frac{\partial D}{\partial t} = \varepsilon_0 \omega E_m = \omega \varepsilon_0 E = \varepsilon_0 \omega \sqrt{2I\sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}}} =$

$= \omega\sqrt{2I\varepsilon_0\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}$ – Ответ.

Билет №19. Дано: ρ; I; r; t; l; Φ_s – ? Q – ?

Реш-е: $Q = I^2 R t$; $R = \frac{\rho l}{S}$; $S = \pi r^2 \Rightarrow R = \frac{\rho l}{\pi r^2}$

$Q = I^2 \frac{\rho l}{\pi r^2} t$

$\Phi_S = S \cdot 2\pi r l$; $S = EH$; ~~У-ние Максв.~~

$E = \frac{U}{d} = \frac{IR}{l} = \frac{I \cdot \rho l}{S l} = \cancel{\frac{I\rho}{2\pi r}}\ \frac{I\rho}{\pi r^2}$

$\oint H dl = I$; $H \cdot 2\pi r = I \Rightarrow H = \frac{I}{2\pi r}$

$\cancel{EH = \frac{I^2\rho}{2\pi^2 r^2}}$, $\cancel{S \cdot 2\pi r l = \frac{I^2 \rho l}{2\pi r}}$

$EH = \frac{I}{2\pi r} \cdot \frac{I\rho}{\pi r^2} = \frac{I^2\rho}{2\pi^2 r^3}$; $\Phi_s = EH \cdot 2\pi r l = \frac{I^2\rho}{2\pi^2 r^3} \cdot 2\pi r l = \frac{I^2 \rho l}{\pi r^2}$

Поток Φ_s за время t: $\Phi_s = \frac{I^2 \rho l}{\pi r^2} t$

Значит, $\Phi_s = Q$ Дж-ленца.

Билет №20. (см. №4.97 сем. №7).

Билет №21. Дано: $L = 6{,}5 \cdot 10^{-2}$ м; $\lambda = 672{,}8 \cdot 10^{-9}$ м; $\delta\lambda = 0{,}02 \cdot 10^{-9}$ м

$k = 3$; N – ? d – ?

Реш-е: $R = \frac{\lambda}{\delta\lambda} = kN \Rightarrow N = \frac{\lambda}{\delta\lambda k} = \frac{672{,}8 \cdot 10^{-9}}{0{,}02 \cdot 10^{-9} \cdot 3} \approx 11213$

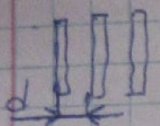
штрихов – на всю длину решётки (на 65 мм) $\Rightarrow$

$\Rightarrow N_{на\ 1\ мм} = \frac{11213}{65} \approx 173$ штриха на 1 мм

Фотография 3

$$d = \frac{l}{N} = \frac{6{,}5\cdot 10^{-2}}{11213} = 5{,}8\cdot 10^{-6} = 5{,}8 \text{ мкм}$$

Ответ: $N_{\text{на 1 мм}} = 173$; $d = 5{,}8$ мкм



<u>Билет №22.</u> Дано: $R = 6$ см; $\omega = 1000\ с^{-1}$; $\frac{W_m}{W_{эл}}$ − ?

Реш-е: $U = U_m \sin(\omega t)$

$$W_{эл} = \frac{CU_m^2}{2} = \frac{\varepsilon_0 \pi R^2}{d}\cdot\frac{1}{2}U_m^2 \quad ; \quad E = \frac{U}{d}$$

Изменение эл. поля вызывает ток смещения

$$j_{см} = \frac{\partial D}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t}(\varepsilon_0 E) = \frac{\partial}{\partial t}\left(\varepsilon_0 \cdot \frac{U_m}{d}\cdot \sin\omega t\right) = \frac{U_m \varepsilon_0 \omega}{d}\cos(\omega t)$$

Это приводит к возникн. магн. поля $B(r)$ (на рад. р-нии от центра пластины (оси)).

$$\oint B\,dl = \mu_0 I_{см} = \mu_0 j_{см}\pi r^2$$

$$B\cdot 2\pi r = \mu_0 \pi r^2 \frac{\varepsilon_0 \omega U_m}{d}\cos\omega t$$

$$B = \mu_0 r \varepsilon_0 \omega \frac{U_m}{2d}\cos\omega t$$

$$W_m = \int_0^R \frac{B^2}{2\mu_0}\,dV$$

$$dV = \pi r^2 d - \pi(r+dr)^2 d = \pi r^2 d - \pi r^2 d + 2\pi r\,dr\cdot d - dr^2\cdot\pi d =$$

объём кольца толщ. dr

слаг. II пор-ка малости

$$= 2\pi r\,dr\cdot d$$

$$W_m = \int_0^R \left(\frac{1}{2}\varepsilon_0 U_m \omega r \mu_0 \cdot \frac{1}{d}\cdot\cos\omega t\right)^2 \cdot \frac{1}{2\mu_0}\cdot 2\pi r\cdot d\cdot dr =$$

$$= \int_0^R \frac{1}{4}\varepsilon_0^2 U_m^2 \omega^2 r^2 \mu_0^2 \frac{1}{d^2}\cos^2\omega t\cdot\frac{1}{2\mu_0}\cdot 2\pi r\, d\cdot dr =$$

$$= \int_0^R \frac{1}{4}\varepsilon_0^2 U_m^2 \omega^2 \frac{r}{d}\cos^2\omega t\cdot\pi\,dr = \frac{1}{\dots}\ \dots \cos^2\omega t$$

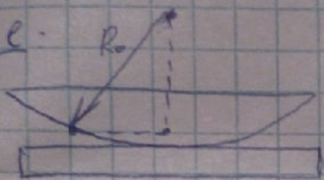
Фотография 4

$$= \frac{1}{4}\varepsilon_0^2 U_m^2 \omega^2 \mu_0 \frac{1}{d}\cos^2\omega t \cdot \pi \int_0^R r^3 dr = \frac{R^4}{16}\varepsilon_0^2 U_m^2 \omega^2 \mu_0 \frac{1}{d}\cos^2\omega t\, \pi.$$

$$\frac{W_м}{W_{эл}} = \frac{R^4 \varepsilon_0^2 U_m^2 \omega^2 \mu_0 \pi \cdot 2d}{d \cdot 16 \cdot \varepsilon_0 \pi R^2 U_m^2} = \frac{R^2}{8}\cdot \varepsilon_0 \omega^2 \mu_0 = 5\cdot 10^{-15}$$ – Ответ.

Билет №23. Дано: $k_1 = 3$; R; $k_2 = 4$; $R_3 = R_4 = R$; n – ?

Реш-е:



$R_0^2 = (R_0 - h)^2 + R^2$;

$\cancel{R_0^2} = \cancel{R_0^2} - 2R_0 h + \cancel{h^2} + R^2$;

$R^2 = 2R_0 h$; $h = \frac{R^2}{2R_0}$

$$\begin{cases} \Delta = 2h + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \\ \Delta = 2hn + \frac{\lambda}{2} = (2(k+1)+1)\frac{\lambda}{2} \end{cases}$$ – опт. разность хода

$$\begin{cases} 2h = k\lambda \\ 2hn = k\lambda + \lambda \end{cases} \quad \begin{cases} 2h = k\lambda \\ 2h = \frac{k\lambda + \lambda}{n} \end{cases} \Rightarrow k\lambda = \frac{\lambda(k+1)}{n}; \; n = \frac{k+1}{k} = \frac{4}{3}$$

Ответ: $n = \frac{4}{3}$.

Билет №24. Дано: n; $I = I_0 \sin\omega t$; $E_0(r)$ – ? R

Реш-е: $\oint B\,dl = \mu_0 I n$; $B\cdot 2\pi r = \mu_0 I_0 \sin\omega t$

$B = \frac{\mu_0}{2\pi r} I_0 \sin\omega t$

$\frac{\partial B}{\partial t} = \frac{I_0 \omega \mu_0}{2\pi r}\cos\omega t$;

$\oint E\,dl = -\int \frac{\partial B}{\partial t} dS$; $E_m 2\pi r = -\frac{I_0\omega\mu_0}{2\pi r}\cdot \pi r^2 = -\frac{I_0 \omega \mu_0 r}{2}$

$E_m = -\frac{I_0 \omega \mu_0 r}{2\pi r} = -\frac{I_0 \omega \mu_0}{2\pi}$, если $r = R$.

Если $r < R$, то

Фотография 5

Реш-е: $\oint B\,dl = \mu_0 n l I$ – теор. о цирк-ции $\vec{B}$

$Bl = \mu_0 n I l$ (l – длина соленоида)

$B = \mu_0 n I_m \sin\omega t$

ур-е Максвелла: $\oint E\,dl = -\int \frac{\partial B}{\partial t}\,dS$

$\frac{\partial B}{\partial t} = \mu_0 n I_m \omega \cos(\omega t)$.

1) Если $r = R$, то: $E\cdot 2\pi R = -\mu_0 n I_m \omega \cos(\omega t)\cdot \pi R^2$

$$E_m = -\frac{\mu_0 n I_m \omega R}{2}$$

2) Если $r < R$, то: $2\pi r E = -\mu_0 n I_m \omega \cos(\omega t)\cdot \pi r^2$

$$E_m = -\frac{\mu_0 n I_m \omega r}{2}$$

3) Если $r > R$, то: $2\pi r E = -\mu_0 n I_m \omega \cos(\omega t)\, \pi R^2$;

$$E_m = -\frac{\mu_0 n I_m \omega R^2}{2r}$$

Билет №25. Дано: τ; R; $\Phi = \alpha t(t-\tau)$; $\alpha = const$; Q – ?

Реш-е: $Q = I^2 R\tau = \tau \frac{U^2 R}{R^2} = \frac{U^2}{R}\tau$

$\mathcal{E} = \cancel{\Phi} = \frac{d\Phi}{dt} = 2\alpha t - \tau\alpha = \alpha(2t-\tau)$

$Q = \frac{\alpha^2(2t-\tau)^2}{R}\cdot\tau$ – Ответ (еще нужно проинтегр.)

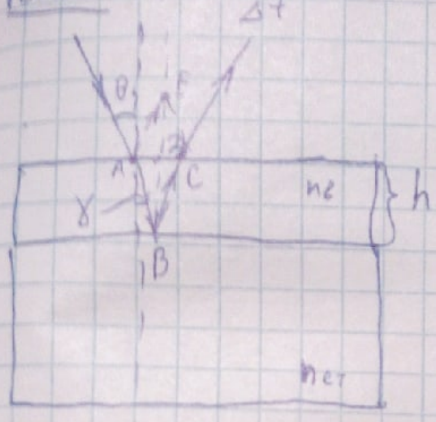
$$Q = \int_0^{\tau} \frac{\alpha^2(2t-\tau)^2}{R}\,dt = \frac{\alpha^2\tau^3}{3R}$$

Билет №26.

Фотография 6

Дано: $\lambda = 0{,}68 \cdot 10^{-6}$ м, $\Theta = 30°$; $\Delta t = 15$ мин $n_в = 1{,}33$, $n_{ст} = 1{,}5$; $V - ?$

Реш-е: $V = \dfrac{h}{\Delta t}$



Разность ~~хода~~ $\Delta = (AB + B$

$$\Delta_m^{max} = m\lambda$$

$$\Delta = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2\Theta} + \frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{2}$$

$$2h\sqrt{n_в^2 - \sin^2\Theta} = m\lambda \Rightarrow$$

$$h_m = \frac{m\lambda}{2\sqrt{n_в^2 - \sin^2\Theta}}$$

$$h_{m-1} = \frac{(m-1)\lambda}{2\sqrt{n_в^2 - \sin^2\Theta}}$$

$$\Delta h = h_m - h_{m-1} = \frac{\lambda}{2\sqrt{n_в^2 - \sin^2\Theta}}$$

$$V = \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{\lambda}{2\Delta t\sqrt{n_в^2 - \sin^2\Theta}}$$

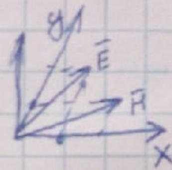
Билет №27. Показать, что на гран. раздела 2-х сред $S_{1n} = S_{2n}$

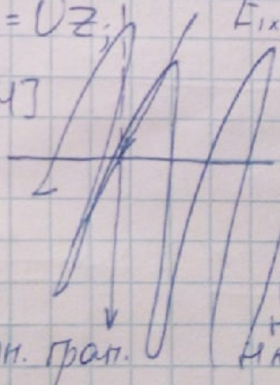
$S = EH$; $\bar{n}$ - вект. нормали; $\bar{n} = Oz$;

$S_{1n} = E_{1x} H_{1y} - E_{1y} H_{1x}$

$S_{2n} = E_{2x} H_{2y} - E_{2y} H_{2x}$

$\bar{S} = [E \cdot H]$



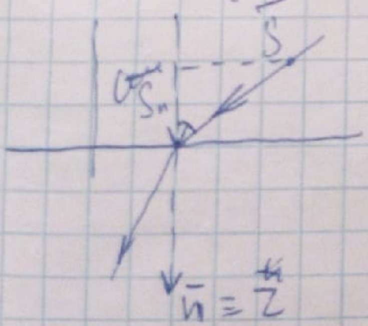


E_{1x}, E_{2x} - пр-ции $\bar{E}$ на ось x

E_{1y}, E_{2y} - пр-ции $\bar{E}$ на Oy

H_{1x}, H_{2x} - пр-ции H на Ox

H_{1y}, H_{2y} - пр-ции H на Oy



Выполн. гран.

усл-я: $E_{\tau_1} = E_{\tau_2}$; $H_{\tau_1} = H_{\tau_2}$

Зн, $E_{1x} = E_{2x}$; $H_{1x} = H_{2x}$

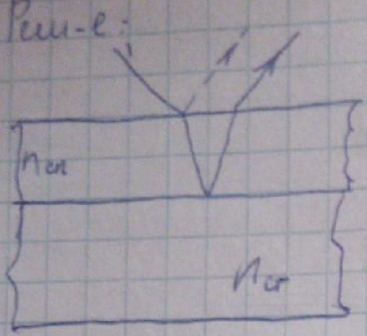
$E_{1y} = E_{2y}$; $H_{1y} = H_{2y}$ $\Bigg\}$ $S_{1n} = S_{2n}$

Фотография 7

Билет №28. Дано: $n_{пл} = 1{,}36$; $n_{ст} = 1{,}58$

Минимум, если $\lambda_1 = 520\cdot10^{-9}$ м; max, если $\lambda_2 = 640\cdot10^{-9}$ м

Реш-е:



$$\Delta_m^{max} = m_2\lambda_2$$

$$\Delta = 2dn_{пл} + \frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{2}$$

$$\Delta_m^{min} = (2m+1)\frac{\lambda_1}{2}$$

$$m\lambda$$

$$\begin{cases} m_2\lambda_2 = 2dn_{пл} \\ (2m+1)\frac{\lambda_1}{2} = 2dn_{пл} \end{cases} \qquad \begin{cases} m_2\lambda_2 = 2dn_{пл} \\ (2(m_2+1)+1)\frac{\lambda_1}{2} = 2dn_{пл} \end{cases}$$

$$m_2\lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2}(2(m_2+1)+1)$$

$$m_2\lambda_2 = \lambda_1 m_2 + \lambda_1 + \frac{\lambda_1}{2}$$

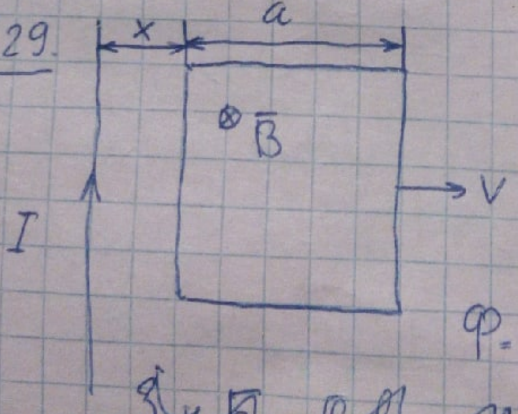
$$m_2(\lambda_2 - \lambda_1) = 1{,}5\lambda_1;$$

$$m_2 = \frac{1{,}5\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1}; \quad \frac{1{,}5\lambda_1\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} = 2dn_{пл} \Rightarrow d = \frac{1{,}5\lambda_1\lambda_2}{2n_{пл}(\lambda_2 - \lambda_1)} =$$

$$= \frac{1{,}5\cdot520\cdot640\cdot10^{-18}}{2\cdot1{,}36\cdot120\cdot10^{-9}} = 1529\cdot10^{-9} \approx 1{,}53 \text{ мкм}.$$

Ответ: 1,53 мкм.

Билет №29.



$\mathcal{E}(x) - ?$

Реш-е: $\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt}$

$\Phi = BS\cos\alpha$; $\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha$...

$\Phi = BS = B\cdot a^2$

З-н Био-Савара-Лапл.: ~~B(x)~~ → B

Фотография 8

Теор о цирк-ции: $\oint B\,dl = \mu_0 I$

$$B \cdot 2\pi r = \mu_0 I; \quad B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$d\Phi = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} a\,dr \Rightarrow \quad \Phi = \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \int_x^{x+a} \frac{dr}{r} = \frac{\mu_0 I a}{2\pi} \ln \frac{x+a}{x}$$

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d\Phi}{dx} \cdot \underbrace{\frac{dx}{dt}}_{v} = -\frac{d\Phi}{dx} V = -\frac{\mu_0 I a}{2\pi} \cdot \frac{x}{x+a} \cdot \frac{x-x-a}{x^2} \cdot V =$$

$$= \frac{\mu_0 I a^2 v}{2\pi x (x+a)}$$ – Ответ.

Билет №30. Дано: $\lambda_1 = 600 \cdot 10^{-9}$ м; $\lambda_2 = 600{,}05 \cdot 10^{-9}$ м; $L = 10^{-2}$ м;

θ – ?

Реш-е: $m\lambda_1 = \frac{L}{N} \sin\theta$; Максимум 1 пор-ка $m=1$:

$$\lambda_1 = \frac{L}{N} \sin\theta; \quad N = \frac{L \sin\theta}{\lambda_1}$$

Согл. критерию Рэлея совпад. с ближ. минимумом 2-й спектр. линии света: $\frac{L}{N} \sin\theta = \frac{N-1}{N} \lambda_2$

$$L \sin\theta = \lambda_2 (N-1)$$

$$L \sin\theta = \lambda_2 \left(\frac{L \sin\theta}{\lambda_1} - 1 \right)$$

$$L \sin\theta = L \sin\theta \cdot \frac{\lambda_2}{\lambda_1} - \lambda_2$$

$$\sin\theta \left(L \frac{\lambda_2}{\lambda_1} - L \right) - \lambda_2 = 0$$

$$\sin\theta = \frac{\lambda_2 \lambda_1}{L\lambda_2 - L\lambda_1}; \quad \theta = \arcsin\left(\frac{\lambda_2 \lambda_1}{L(\lambda_2 - \lambda_1)} \right)$$