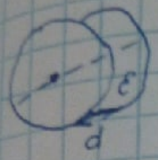
Фотография 1

РК по физике подготовка.

Билет №1. Дано: ε; d; r; $U = U_0 \cos\omega t$; H-?

Реш-е: $\oint H\,dl = j\,dS$; (про ток пров-ти не сказ.)



$$E = \frac{U}{d} = \frac{U_0 \cos\omega t}{d}$$

$$j_{см} = \frac{\partial D}{\partial t}\,; \quad \cancel{j_{см}}\ D = \varepsilon\varepsilon_0 E = \varepsilon\varepsilon_0 \frac{U_0 \cos\omega t}{d}$$

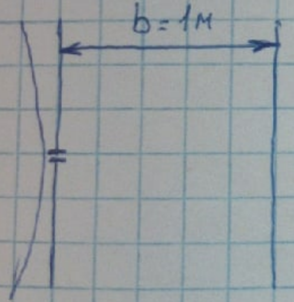
$$j_{см} = \frac{\partial D}{\partial t} = -\frac{\varepsilon\varepsilon_0 U_0}{d}\,\omega \sin\omega t$$

$$H\cdot 2\pi r = j_{см}\cdot \pi r^2; \quad \cancel{2\pi Hr}\ 2H = j_{см}\cdot r; \quad \boxed{H = -\frac{r\varepsilon\varepsilon_0 U_0}{2d}\,\omega \sin\omega t}$$

Ответ.

Билет №2. Дано: $d = 0{,}4$ см; $\lambda = 500$ нм; $b = 1$ м

Тёмное или светлое пятно.



$$m = \frac{r_0^2}{\lambda}\left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b}\right);$$ - число откр. зон Френеля

$a = 0$ (волна плоская)

$$m = \frac{r_0^2}{\lambda b} = \frac{2\cdot 10^{-6}}{500\cdot 10^{-9}\cdot 1} = 4$$

Число зон $m = 4$ - чётное число => в центре дифракц. картины тёмное пятно.

Билет 3. Дано: R; t; U; $\bar{\Pi}$-? $|\bar{\Pi}|$-? W-?

Реш-е: $S = \pi R^2$; $\oint \bar{H}\,d\bar{l} = j\,dS$; $H\cdot 2\pi R = \frac{\partial D}{\partial t}\cdot \pi R^2$;

$$2H = \frac{\partial D}{\partial t}\cdot R\,; \quad D = E\varepsilon\varepsilon_0 = E\varepsilon_0; \quad E = \frac{U}{d}$$

$$D = \frac{\varepsilon_0 U}{d}\cdot t\,; \quad \frac{\partial D}{\partial t} = \frac{\varepsilon_0 U}{d};$$

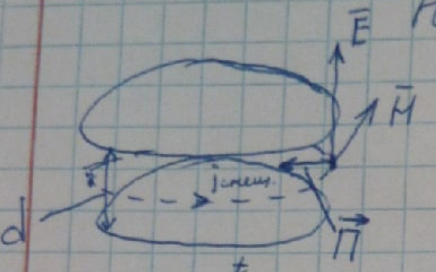
Фотография 2

$$2H = \frac{\varepsilon_0 U}{d} R;$$

$$H = \frac{\varepsilon_0 U R}{2d}; \quad E = \varepsilon_0 E = \varepsilon_0 \frac{U}{d}$$

$$|\bar{\Pi}| = EH = \frac{\varepsilon_0 U R}{2d}\cdot\frac{U}{d} = \frac{\varepsilon_0 R}{2}\cdot\left(\frac{U}{d}\right)^2; \quad \bar{\Pi}(t) = \frac{t\,\varepsilon_0 R}{2}\left(\frac{U}{d}\right)^2$$

Но $\bar{\Pi}$ линейно возрастает, поэтому



$\bar{\Pi} = [\bar{H}, \bar{E}] \Rightarrow \bar{\Pi}$ направлен внутрь конденсат.

$$W = \int_0^t \bar{\Pi}\cdot S_{пов-ти}\,dt; \quad S_{пов-ти} = 2\pi R\cdot d$$

$$W = \int_0^t 2\pi R d\cdot\frac{t\varepsilon_0 R}{2}\left(\frac{U}{d}\right)^2 dt = \pi R^2 \varepsilon_0 \frac{U^2}{d}\cdot\frac{t^2}{2}$$

Билет 4. Дано: σ; ε; d; r; $U = U_0 \sin\omega t$; H - ?

Реш-е: $\oint \bar{H} d\bar{l} = \int j_{см} dS + I_{пров-ти}$

$$j_{пров-ти} = \cancel{E}\sigma = \frac{U_0 \sigma \sin\omega t}{d}; \quad \text{т.к. } E = \frac{U}{d}$$

$$I_{см} = \int \frac{\partial D}{\partial t} dS; \quad \frac{\partial D}{\partial t} = \frac{\partial(\varepsilon\varepsilon_0 E)}{\partial t} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0}{d}\cdot\frac{\partial(U_0 \sin\omega t)}{\partial t} =$$

$= \frac{\varepsilon\varepsilon_0 U_0}{d}\cdot\omega\cdot\cos\omega t$ – плотн-ть тока смещ. $j_{см}$

Полный ток $j = \cancel{\sqrt{j_{смещ}^2 + j_{пров-ти}^2}}\ j_{смещ.} + j_{пров-ти} =$

$$= \frac{U_0\sigma\sin\omega t}{d} + \frac{\omega\cdot\varepsilon\varepsilon_0 U_0\cos\omega t}{d} = \frac{U_0}{d}(\sigma\sin\omega t + \omega\varepsilon\varepsilon_0\cos\omega t)$$

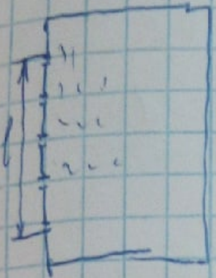
$$H\cdot 2\pi r = j\cdot S = \frac{U_0}{d}\cdot(\sigma\sin\omega t + \omega\varepsilon\varepsilon_0\cos\omega t)\cdot\pi r^2$$

$$H = \frac{U_0(\sigma\sin\omega t + \omega\varepsilon\varepsilon_0\cos\omega t)\,r}{2d}$$ – Ответ.

Фотография 3

Билет 5. Доказать, что разреш. способность дифракц. решётки не может превысить значения $\frac{l}{\lambda}$, l - ширина решётки.

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = m\cdot N$$ — N - число отверстий, m - целое число длин волн



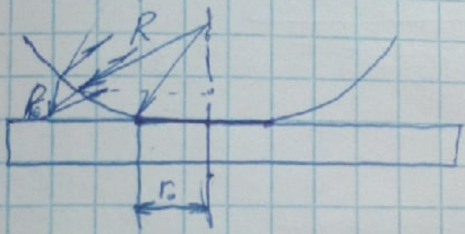
$$m\cdot N = \frac{N\cdot d\sin\varphi}{\lambda} = \frac{l\sin\varphi}{\lambda} \le \frac{l}{\lambda}$$ (при мах знач. $\sin\varphi$)

~~Ач~~ R не превыш. $\frac{l}{\lambda}$.

~~$m\lambda$~~ $m\lambda = d\sin\varphi$;

$$m = \frac{d\sin\varphi}{\lambda};\quad R = \frac{\overset{l}{\overbrace{N\cdot d}}\sin\varphi}{\lambda} = \frac{l\sin\varphi}{\lambda}$$

Билет №6



$\lambda = 655\cdot 10^{-9}$ м

$r_0 = 3$ мм ; $R = 150$ см

R_6 - ?

Реш-е: высота сферич. сегмента h, удал. при шлиф.:

$R^2 = (R-h)^2 + r_0^2$; - по теор Пиф.;

$\cancel{R^2} = \cancel{R^2} - 2Rh + \cancel{h^2}^{\to 0} + r_0^2$; $2Rh = r_0^2$ $(h \ll R)$; $h = \frac{r_0^2}{2R}$

h_6 - толщина возд. прослойки там, где набл-ся 6-е светлое кольцо. По теор. Пиф.: $R^2 = R_6^2 + (R-h-h_6)^2$;

$\cancel{R^2} = R_6^2 + \cancel{R^2} - 2R(h+h_6) + \cancel{(h+h_6)^2} \to 0$ $(h+h_6 \ll R)$

$R_6^2 = 2R(h+h_6)$; $R_6^2 = 2Rh + 2Rh_6$; $h_6 = \frac{R_6^2 - 2Rh}{2R} =$

~~$R_6 = \sqrt{2R(h+h_6)}$~~ $= \frac{R_6^2}{2R} - h = \frac{R_6^2}{2R} - \frac{r_0^2}{2R} = \frac{R_6^2 - r_0^2}{2R} = h_6$

Фотография 4

Оптич. разность хода волн, отраж. от линзы и от пласти[ны]

$\Delta = 2h_6 + \frac{\lambda}{2}$ (т.к. при отражении света от оптически более плотной среды фаза волны меняется на π).

Усл-е максимума интерференции: $\Delta = k\lambda$ $(k=6)$

$k\lambda = 2h_6 + \frac{\lambda}{2}$; $2h_6 = k\lambda - \frac{\lambda}{2}$; $\underline{h_6 = \frac{\lambda}{2}\left(k - \frac{1}{2}\right)}$

$$\frac{R_6^2 - r_0^2}{2R} = \frac{\lambda}{2}\left(k - \frac{1}{2}\right) \Rightarrow R_6^2 - r_0^2 = R\lambda\left(k - \frac{1}{2}\right)$$

$$R_6 = \sqrt{R\lambda\left(k - \frac{1}{2}\right) + r_0^2} =$$

$$= \sqrt{9 \cdot 10^{-6} + 150 \cdot 10^{-2} \cdot 655 \cdot 10^{-9} \cdot 5,5} \approx 3,8 \text{ мм.}$$

Ответ: $R_6 \approx 3,8$ мм.

Билет №7. Дано: $S = 1350$ Вт/м²; E_m - ? B_m - ?

Фотография 5

$S = EH = E^2 \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}} \Rightarrow E^2 = \frac{S}{\sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}}}$; $\cancel{E = \sqrt{\frac{S\mu_0}{\varepsilon_0}}}$

$E = \sqrt{\frac{S}{\sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}}}} = \sqrt{\frac{1350}{\sqrt{0{,}7\cdot 10^{-5}}}} = \sqrt{\frac{1350}{2{,}65\cdot 10^{-3}}} = \cancel{\sqrt{}}\ 714$ В/м

$H = E\sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}}$

Билет №8 Дано: R; $B = \beta t^2$; $\beta = const$

$j_{см}(r)$ - ?

$j_{см} = \frac{\partial D}{\partial t}$; $\oint E\,dl = -\int_S \frac{\partial B}{\partial t} dS$ - 1 ур-ние Максвелла.

$\frac{\partial B}{\partial t} = 2\beta t$; $D = \varepsilon\varepsilon_0 E$;

1) $r < R$: $2\pi r E = -\pi r^2 \cdot 2\beta t \Rightarrow E = -\beta t r \Rightarrow j(r) = -\varepsilon_0 \beta r$

2) $r > R$: $2\pi r E = \pi R^2 \cdot 2\beta t \Rightarrow E = \frac{R^2}{r}\beta t \Rightarrow j(r) = \frac{\varepsilon_0 \beta R^2}{r}$

3) $r = R$: $2\pi R E = \pi R^2 \cdot 2\beta t \Rightarrow E = \beta t r \Rightarrow j(r) = \varepsilon_0 \beta R$

Билет №9 Дано: V; d; $U = const$

$j_{см}$ - ?

Решение:

$j_{см} = \frac{\partial D}{\partial t}$; $E = \frac{U}{d}$; $U = Ed$;

$D = \varepsilon_0 E = \frac{\varepsilon_0 U}{d}$; $d(t) = d_0 + Vt$ - з-н изменение d.

$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d_0} = \frac{q}{U} \Rightarrow U = \frac{q d_0}{\varepsilon_0 S} = const$ (по усл.)

$E(t) = \frac{U}{d(t)} = \frac{q d_0}{\varepsilon_0 S \cdot (d_0 + Vt)}$

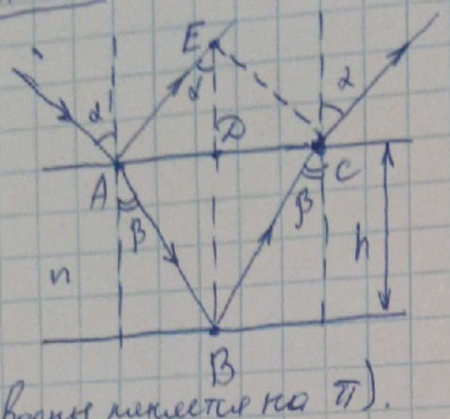
$D(t) = \varepsilon_0 E(t) = \frac{q d_0}{S \cdot (d_0 + Vt)}$

$j_{см} = \frac{\partial D(t)}{\partial t} = -\frac{q d_0 V}{S (d_0 + Vt)^2} = -\frac{U \varepsilon_0 V}{(d_0 + Vt)^2}$ - Ответ.

Фотография 6

Билет №10. Дано: $n=1{,}33$; $\alpha=45^\circ$; $\lambda=0{,}6\cdot10^{-6}$ м

$h-?$



Реш-е:

Разность хода $\Delta=(AB+BC)n-\left(AE-\frac{\lambda}{2}\right)$ (при отражении от опт. более плотной среды фаза волны меняется на π).

$$AB=BC=\frac{h}{\cos\beta};\quad AD=h\cdot tg\,\beta$$

$$AD/AE=\sin\alpha \Rightarrow AE=\frac{AD}{\sin\alpha}=\frac{h\,tg\beta}{\sin\alpha}$$

$$\Delta=\frac{2hn}{\cos\beta}-\frac{h\,tg\beta}{\sin\alpha}+\frac{\lambda}{2}$$

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}=n;\quad tg\,\beta=\frac{\sin\beta}{\cos\beta}$$

$$\Delta=\frac{2hn}{\cos\beta}-\frac{h\cdot\sin\beta}{\sin\alpha\cdot\cos\beta}+\frac{\lambda}{2}=\lambda$$ ($\Delta=1\cdot\lambda$ – 1 из максимумов)

$$\frac{\lambda}{2}=\frac{2h}{\cos\beta}\left(n-\frac{1}{2}\,\frac{\sin\beta}{\sin\alpha}\right)=\frac{2h}{\cos\beta}\left(n-\frac{1}{2n}\right)=\frac{2h}{\cos\beta}\left(\frac{2n^2-1}{2n}\right)$$

$$2h\left(\frac{2n^2-1}{2n}\right)=\frac{\lambda}{2}\cos\beta;\quad h=\frac{\frac{\lambda}{2}\cos\beta\cdot 2n}{4n^2-2}=\frac{\frac{\lambda}{2}\cos\beta\cdot n}{2n^2-1}$$

$$\cos\beta=\sqrt{1-\sin^2\beta}=\frac{1}{n}\sqrt{n^2-\sin^2\alpha}$$

$$h=\frac{\lambda\sqrt{n^2-\sin^2\alpha}}{2\cdot(2n^2-1)}=\frac{600\cdot10^{-9}\sqrt{1{,}7689-\frac{1}{2}}}{2\cdot(2\cdot1{,}7689-1)}=\frac{675{,}87\cdot10^{-9}}{5{,}0756}=$$

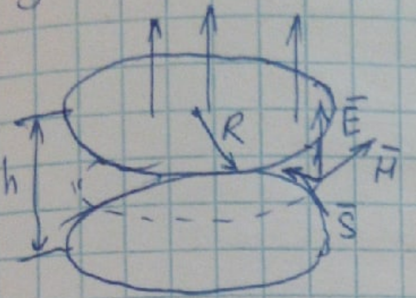
$=133{,}16$ нм.

Фотография 7

Билет №11. Дано: Показать, что поток вектора Пойнтинга через бок. пов-ть конденсатора равен прираш. энергии конденс. за единицу времени.

Реш-е:

$\bar{S}$ - вектор Пойнтинга



$$W(t) = \frac{\varepsilon_0 E^2(t)}{2} \cdot V = \frac{\varepsilon_0 E^2(t)}{2} \cdot \pi R^2 h$$

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \varepsilon_0 \pi R^2 h \cdot E \frac{\partial E}{\partial t} \quad (1)$$

Электр. поле конденсат. нараст. со временем => возникновение магн. поля

У-ние Максвелла: $\oint H dl = \frac{\partial}{\partial t} \int D dS$

$$H \cdot 2\pi R = \frac{\partial}{\partial t}(D \pi R^2) = \pi R^2 \frac{\partial D}{\partial t}; \quad D = \varepsilon_0 E(t) =>$$

$$=> H \cdot 2\pi R = \pi R^2 \varepsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t} => H = \frac{R\varepsilon_0}{2} \frac{\partial E}{\partial t}$$

$$S(R) = EH = E \cdot \frac{R\varepsilon_0}{2} \frac{\partial E}{\partial t}$$

на р-нии R от оси

Поток Φ_S через бок. пов-ть цилиндра $= 2\pi R \cdot h \cdot E \frac{R\varepsilon_0}{2} \frac{\partial E}{\partial t} =$

$$= \pi R^2 h E \varepsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t} \quad (2)$$

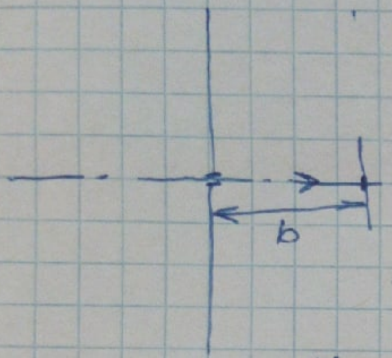
(1) = (2), ч.т.д.

Фотография 8

Билет №12. Дано: $\lambda = 600$ нм; $D = 1{,}2 \cdot 10^{-3}$ м; $b = 18 \cdot 10^{-2}$ м

$l - ?$

$m = \frac{\left(\frac{D}{2}\right)^2}{\lambda} \cdot \frac{1}{b}$ – число открытых зон Френеля



$m = \frac{0{,}36 \cdot 10^{-6}}{0{,}6 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{1}{18 \cdot 10^{-2}} = 3{,}3\ldots$

3н., $m = 2$ (для тёмного пятна)

$2 = \frac{\left(\frac{D}{2}\right)^2}{\lambda b'}$; $2\lambda b' = \left(\frac{D}{2}\right)^2$

$b' = \frac{\left(\frac{D}{2}\right)^2}{2\lambda} = \frac{D^2}{8\lambda} =$

$= \frac{1{,}44 \cdot 10^{-6}}{8 \cdot 0{,}6 \cdot 10^{-6}} = 0{,}3$ м $= 30$ см.

$l = b' - b = 12$ см – Ответ.

Др. вариант (из интернета): $r^2 = m\lambda \frac{ab}{a+b} = \frac{b\lambda m}{1 + \frac{b}{a} \to 0} =$

$= b\lambda m$; m – чётн. число зн., $m_2 = m_1 - 2$ (если в центре изначально тёмн. пятно)

$m = \frac{r^2}{b\lambda} = \frac{\left(\frac{D}{2}\right)^2}{b\lambda}$; $b = \frac{r^2}{m\lambda}$;

$b' = \frac{r^2}{(m-2)\lambda} = \frac{r^2}{\left(\frac{r^2}{b\lambda} - 2\right) \cdot \lambda}$

$b' - b = l = \frac{r^2}{\left(\frac{r^2}{b\lambda} - 2\right)\lambda} - b = \frac{2b^2\lambda}{r^2 - 2b\lambda} = \underline{27 \text{ см}}$

Фотография 9

Билет №13. Дано: $d = 4$ мм $\Rightarrow r = 2\cdot10^{-3}$ м; $\lambda = 0{,}5\cdot10^{-6}$ м;

$l = 1$ м; m – ?

Реш-е: $r^2 = m\lambda\frac{ab}{a+b} = m\lambda\frac{b}{1+\frac{b}{a}}$ $\frac{b}{a}\to0$ (т.к. $a\to\infty$).

$r^2 = m\lambda b$. По усл. $b = l \Rightarrow r^2 = m\lambda l$;

$m = \frac{r^2}{\lambda l} = \frac{4\cdot10^{-6}}{0{,}5\cdot10^{-6}\cdot1} = \frac{4}{0{,}5} = \frac{40}{5} = 8$ зон Френеля

В центре дифракц. картины – тёмное пятно. (m - нечётн.)

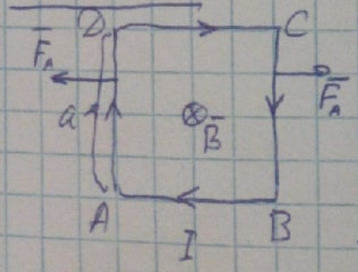
Билет №14. $\alpha = 15°$; $\lambda = 0{,}6\cdot10^{-6}$ м; $l = 1$ см; N - ? $k = 4$

Реш-е: $k\cdot N = \frac{N\cdot d\sin\alpha}{\lambda}$; $kN\lambda = l\sin\alpha \Rightarrow N = \frac{l\sin\alpha}{k\lambda} =$

$= \frac{10^{-2}\cdot\sin15°}{4\cdot0{,}6\cdot10^{-6}} = \frac{0{,}259\cdot10^{-2}}{2{,}4\cdot10^{-6}} = 1078$ штрихов.

Ответ: 1078 штр.

Билет №15. Дано: B; a; I; $\alpha = 180°$; A-?



$S = a^2$; Магн. поток $\Phi = BS = Ba^2$

$\Phi = BS\cos\alpha = Ba^2\cos\alpha$

$\delta A = Id\Phi$

~~$A = \int_0^\pi Id\Phi = \int_0^\pi IBa^2\cos\alpha =$~~

$A = I\Delta\Phi = IB\Delta S = \boxed{2IBa^2}$