

# ФИЗИКА

2 семестр 2-х семестрового  
курса

Заочное отделение

Практические занятия

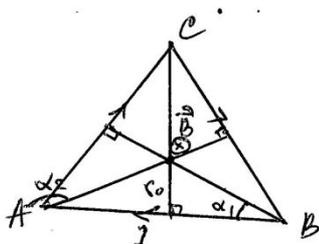
301. По контуру в виде равностороннего треугольника течет ток силой 50 А. Сторона треугольника равна 20 см. Определить магнитную индукцию  $B$  в точке пересечения высот.

Дано:

$$I = 50 \text{ А}$$

$$a = 20 \text{ см}$$

$$B = ?$$



Согласно принципу суперпозиции магнитных полей:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3$$

$$B_1 = B_2 = B_3 \Rightarrow B = 3 B_1$$

из закона Био-Савара - Лапласа:

$$B_1 = \frac{\mu \mu_0 I}{4\pi r_0} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$$

$$\alpha_1 = 30^\circ, \quad \alpha_2 = 150^\circ;$$

$$\operatorname{tg} 30^\circ = \frac{r_0}{\frac{a}{2}} \Rightarrow r_0 = \frac{a}{2} \operatorname{tg} 30^\circ$$

$$B_1 = \frac{\mu \mu_0 I}{2\pi a \operatorname{tg} 30^\circ} (\cos 30^\circ - \cos 150^\circ)$$

$$B = \frac{3 \mu \mu_0 I}{2\pi a \operatorname{tg} 30^\circ} (\cos 30^\circ - \cos 150^\circ) = 45 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$$

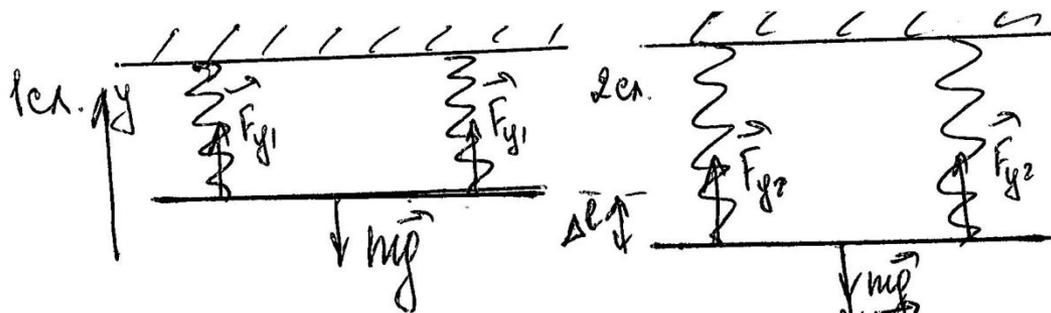
Ответ:  $B = 45 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$

319. Проводник длиной  $l = 80$  см подвешен горизонтально на двух пружинах жесткостью по  $200$  Н/м. По проводу течет ток силой  $I = 10$  А. При включении однородного магнитного поля с индукцией, равной  $B = 0,1$  Тл и направленного перпендикулярно проводнику, он опускается на  $2$  см. Найти магнитную индукцию поля.

Дано:  
 $l = 80$  см  
 $k = 200$  Н/м  
 $I = 10$  А  
 $\Delta l = 2$  см  


---

 $B = ?$



1 см.  $2\vec{F}_{y1} + m\vec{g} = 0$   
 ДУ:  $2F_{y1} - mg = 0$   
 $2kl_1 - mg = 0$

2 см.  $2\vec{F}_{y2} + m\vec{g} + \vec{F}_A = 0$   
 ДУ:  $2F_{y2} - mg - F_A = 0$   
 $2kl_2 - mg - F_A = 0$

$$F_A = IBl \sin 90^\circ = IBl$$

$$\text{Тогда } \begin{cases} 2kl_2 - mg - IBl = 0 \\ 2kl_1 - mg = 0 \end{cases}$$

$$(1) - (2): 2k(l_2 - l_1) - IBl = 0$$

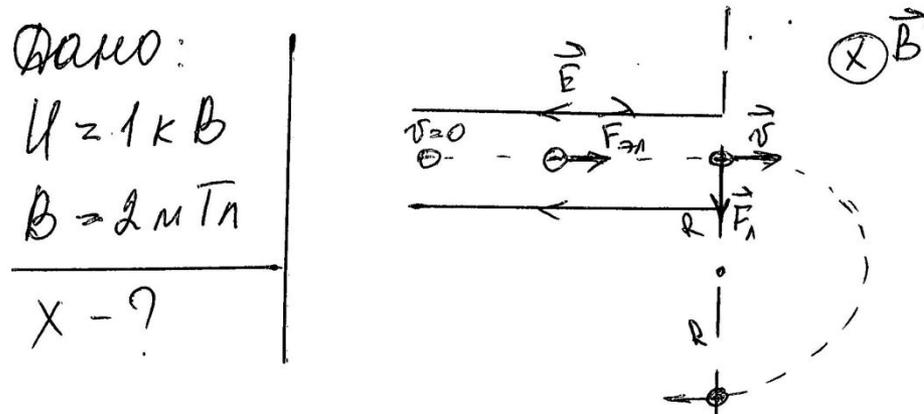
$$2k\Delta l - IBl = 0$$

$$2k\Delta l = IBl$$

$$B = \frac{2k\Delta l}{Il} = \frac{2 \cdot 200 \cdot 0,02}{10 \cdot 0,8} = 1 \text{ Тл}$$

$$\text{Ответ: } B = 1 \text{ Тл}$$

323. Электрон, пройдя ускоряющую разность потенциалов  $U=1$  кВ в электрическом поле, влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определить смещение траектории электрона после того, как он вылетит из магнитного поля, если индукция поля  $B=2$  мТл.



$$X = 2R$$

В магнитном поле:

$$F_n = m a_n$$

$$F_n = qvB \sin 90^\circ = qvB$$

$$qvB = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB}$$

В электрическом поле:

$$A = \Delta W_{кин}$$

$$qU = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$$

$$X = 2R = 2 \frac{mv}{qB} = \frac{2m}{qB} \sqrt{\frac{2qU}{m}} = \frac{2}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}} = \frac{2}{2 \cdot 10^{-3}} \sqrt{\frac{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 1 \cdot 10^3}{1,6 \cdot 10^{-19}}}$$

$$x = 0,106 \text{ м} .$$

$$\text{ОТВЕТ} . \quad x = 0,106 \text{ м} .$$

339. В проволочное кольцо, присоединенное к баллистическому гальванометру, вставили прямой магнит. При этом по цепи прошел заряд  $q = 50$  мкКл. Определить изменение магнитного потока через кольцо, если известно, что сопротивление цепи гальванометра равно  $R = 10$  Ом.

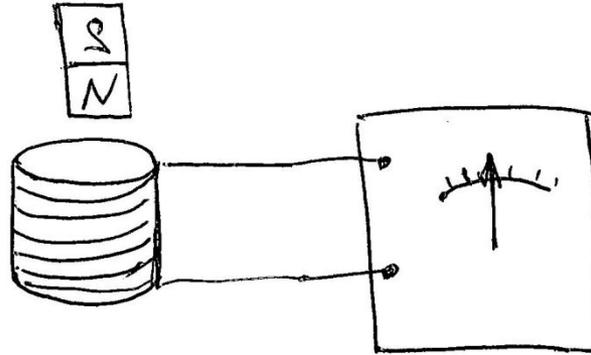
Дано:

$$q = 50 \text{ мкКл}$$

$$R = 10 \text{ Ом}$$

---


$$\Delta\Phi = ?$$



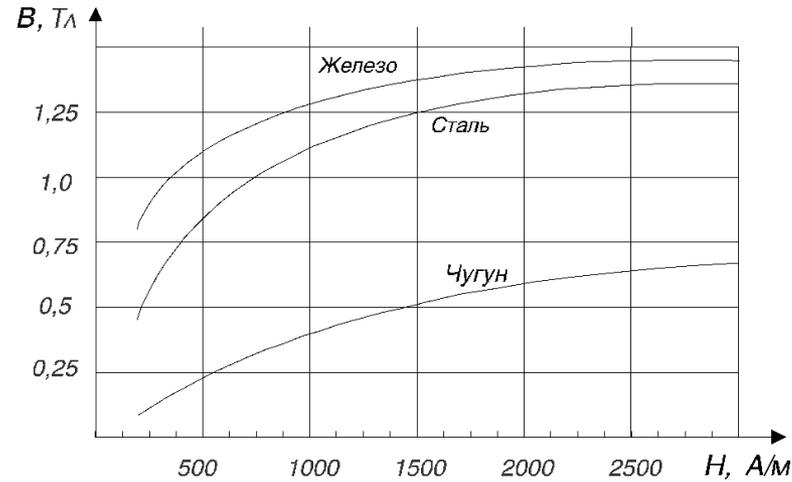
$$I = \frac{q}{\Delta t} \quad ; \quad I = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{q}{\Delta t} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t R}$$

$$\Rightarrow \Delta\Phi = q \cdot R = 50 \cdot 10^{-6} \cdot 10 = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$$

Ответ:  $\Delta\Phi = 0,5 \text{ мВб}$

342. Во сколько раз изменится магнитный поток, если чугунный сердечник в соленоиде заменить стальным того же размера? Индукция намагничивающего поля  $B = 2,2$  мТл (см. рисунок на с.117).



Зависимость индукции  $B$  от напряженности  $H$  магнитного поля для ферромагнетиков

Дано:

$$B_0 = 2,2 \text{ Тл} = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$$

$$\frac{\Phi_{\text{ср}}}{\Phi_{\text{вн}}} = ?$$

$$B_0 = \mu_0 \cdot H$$

$$H = \frac{B_0}{\mu_0} = \frac{2,2 \cdot 10^{-3}}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 1750 \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

То значение  $B$  (Т) определено магнитным полем в сердечнике и железяке

$$H = 1750 \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

сердечник  $\mu_{\text{вн}} = 0,58 \text{ Тл}$

$$B_{\text{ср}} = 1,3 \text{ Тл}$$

$$\frac{\Phi_{\text{ср}}}{\Phi_{\text{вн}}} = \frac{B_{\text{ср}} \cdot S}{B_{\text{вн}} \cdot S} = \frac{B_{\text{ср}}}{B_{\text{вн}}} = \frac{1,3}{0,58} = 2,24$$

ОТВЕТ:  $\frac{\Phi_{\text{ср}}}{\Phi_{\text{вн}}} = 2,24$

377. Конденсатор емкостью  $C = 50$  пФ подключили к источнику тока с ЭДС, равной  $\varepsilon = 3$  В, а затем к катушке с индуктивностью  $L = 1$  мкГн. Определить максимальное значение силы тока и частоту колебаний, возникающих в контуре.

Дано:

$$C = 50 \text{ пФ} = 50 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}$$

$$\varepsilon = 3 \text{ В}$$

$$L = 1 \text{ мкГн} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ Гн}$$


---


$$I_m = ? \quad \nu = ?$$

по закону сохранения энергии:

$$W_{\text{эл max}} = W_{\text{маг max}}$$

$$\frac{C U_m^2}{2} = \frac{L I_m^2}{2}$$

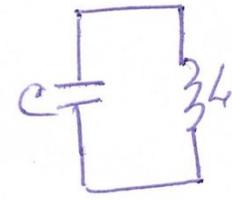
$$\Rightarrow I_m = U_m \sqrt{\frac{C}{L}} = \varepsilon \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$I_m = 3 \cdot \sqrt{\frac{5 \cdot 10^{-11}}{10^{-6}}} = 2,1 \cdot 10^{-2} \text{ А} = 21 \text{ мА}$$

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

$$\nu = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{5 \cdot 10^{-11} \cdot 10^{-6}}} = 2,25 \cdot 10^7 = 22,5 \text{ МГц}$$

Ответ:  $I_m = 21 \text{ мА}$ ,  $\nu = 22,5 \text{ МГц}$ .



405. Узкий светового пучок белого света падает под углом  $\alpha=45^\circ$  на стекло. Определить угол расхождения светового пучка в стекле, если показатели преломления для красного и фиолетового лучей для данного сорта стекла равны  $n_{кр}=1,57$  и  $n_{ф}=1,59$ , соответственно.

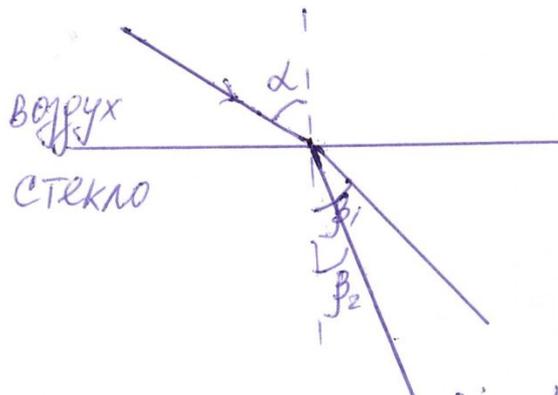
Дано:

$$\alpha = 45^\circ$$

$$n_{кр} = 1,57$$

$$n_{ф} = 1,59$$

$\varphi = ?$



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta_1} = n_{кр}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta_2} = n_{ф}$$

$$\sin \beta_1 = \frac{\sin \alpha}{n_{кр}} = \frac{0,707}{1,57} = 0,45 \Rightarrow \beta_1 = 26,76^\circ$$

$$\sin \beta_2 = \frac{\sin \alpha}{n_{ф}} = \frac{0,707}{1,59} = 0,44 \Rightarrow \beta_2 = 26,4^\circ$$

$$\varphi = \beta_1 - \beta_2 = 26,76^\circ - 26,4^\circ = 0,36^\circ = 21'$$

Ответ:  $\varphi = 21'$ .

406. На тонкую пленку в направлении нормали к ее поверхности падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 500$  нм. Отраженный от пленки свет максимально усилен вследствие интерференции. Определить минимальную толщину  $d$  пленки, если показатель преломления материала пленки  $n = 1,4$ .

Дано:

$$n = 1,4$$

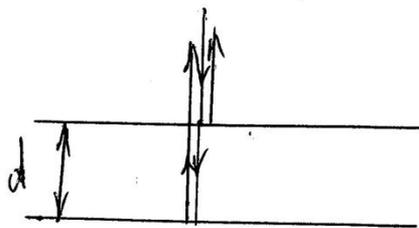
$$\alpha = 90^\circ$$

$$\lambda = 500 \text{ нм} =$$

$$= 500 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$


---


$$d_{\min} = ?$$



Условие макс интерференции:

$$\Delta = m\lambda \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

В нашем случае

$$\Delta = 2d \cdot n$$

Тогда  $m\lambda = 2dn$

$$d = \frac{m\lambda}{2n}$$

Поскольку  $d - \min$ , то  $m = 1$ .

$$d_{\min} = \frac{\lambda}{2n} = \frac{500 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot 1,4} = 0,178 \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

Ответ:  $d_{\min} = 0,178 \text{ мкм}$

433. Монохроматический ультрафиолетовый свет с длиной волны  $\lambda = 50$  нм падает на алюминиевую пластинку, вырывая из неё электроны. Красная граница фотоэффекта  $\nu_{кр}^{Al} = 9 \cdot 10^{14}$  Гц. Определить максимально возможное удаление  $l$  электрона от поверхности пластинки, если напряженность задерживающего электрического поля  $E = 500$  В/м.

Дано:

$$\lambda = 50 \text{ нм}$$

$$\nu_{кр} = 9 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$$

$$E = 500 \text{ В/м}$$

$$l - ?$$

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A_{вых} + W_{кин}$$

$$\frac{hc}{\lambda} = A_{вых} + W_{кин}$$

$$A_{вых} = h\nu_{кр}; \quad W_{кин} = \frac{mv^2}{2} = eU = eEl$$

Тогда 
$$\frac{hc}{\lambda} = h\nu_{кр} + eEl$$

$$\Rightarrow l = \frac{\frac{hc}{\lambda} - h\nu_{кр}}{eE} = \frac{h(\frac{c}{\lambda} - \nu_{кр})}{eE} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot (3 \cdot 10^8 - 9 \cdot 10^{14})}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 500} = 0,04 \text{ м}$$

438. Какая доля энергии фотона приходится при эффекте Комптона на электрон отдачи, если угол рассеяния фотона равен  $\vartheta = 90^\circ$ ? Энергия фотона до рассеяния равна  $\varepsilon_1 = 0,51$  МэВ.

Дано:

$$\vartheta = 90^\circ$$

$$\varepsilon_1 = 0,51 \text{ МэВ}$$


---


$$\frac{E}{\varepsilon_1} = ?$$

$$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = \frac{h}{m_0c} (1 - \cos\vartheta)$$

$$\varepsilon_1 = \frac{hc}{\lambda_1} \quad - \text{энергия фотона}$$

Закон сохранения энергии:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 + E$$

$$\lambda_2 = \lambda_1 + \frac{h}{m_0c} (1 - \cos 90^\circ) = \lambda_1 + \frac{h}{m_0c}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{hc}{\lambda_2} = \frac{hc}{\lambda_1 + \frac{h}{m_0c}} = \frac{hc}{\frac{\varepsilon_1}{hc} + \frac{h}{m_0c}} = \frac{c \cdot \varepsilon_1 \cdot m_0c}{m_0c^2 + \varepsilon_1}$$

$$= \frac{\varepsilon_1 \cdot m_0c^2}{\varepsilon_1 + m_0c^2}$$

$$E = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = \varepsilon_1 - \frac{\varepsilon_1 \cdot m_0c^2}{\varepsilon_1 + m_0c^2}$$

$$\frac{E}{\varepsilon_1} = 1 - \frac{m_0c^2}{\varepsilon_1 + m_0c^2} = 0,5 \text{ или } 50\%$$

Ответ:  $\frac{E}{\varepsilon_1} = 50\%$

Комптон:

443. Какую ускоряющую разность потенциалов  $U$  должен пройти протон, чтобы длина волны де Бройля  $\lambda$  была равна: 1) 1 нм; 2) 1 пм?

Дано:

$$\lambda_1 = 1 \text{ нм}$$

$$\lambda_2 = 1 \text{ пм}$$

$$U = ?$$

Формула волны де Бройля:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

$$W = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m} = eU \Rightarrow p = \sqrt{2meU}$$

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2meU}} \Rightarrow U = \frac{h^2}{2m\lambda^2}$$

$$U_1 = \frac{(6,626 \cdot 10^{-34})^2}{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} (1 \cdot 10^{-9})^2} = 8,2 \cdot 10^{-4} \text{ В}$$

$$U_2 = \frac{(6,626 \cdot 10^{-34})^2}{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} (1 \cdot 10^{-12})^2} = 820 \text{ В}$$