Оглавление

2) свет с длиной волны 0.55 мкм падает нормально на поверхность стеклянного (n=1.5) клина

При нормальном падении оптическая разность хода

$$\Delta = 2bn,$$

где b – толщина клина в том месте, где наблюдают максимум m – го порядка;

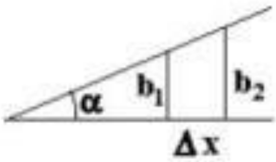
n – показатель преломления стекла.

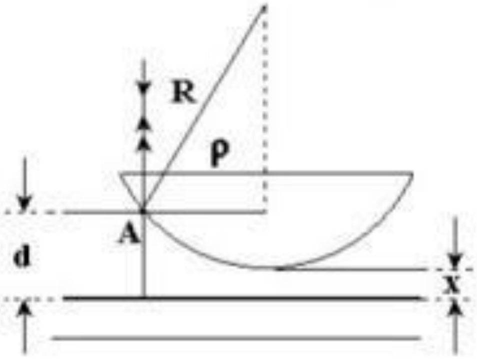
$$2b_1 n = m\lambda$$

$$2b_2 n = (m+1)\lambda$$

$$2(b_2 - b_1)n = \lambda\,;\, b_2 - b_1 = \frac{\lambda}{2K}$$

Из рисунка





$$tg\alpha \approx \alpha = \frac{b_2 - b_1}{\Delta x}\,;\; \alpha = \frac{\lambda}{2n\Delta x}\,;$$

$$=> \; \alpha = 9 \cdot 10^{-4} \text{ радиан}$$

3)металлический шар радиусом R=3 несёт заряд Q=20нКл. Шар окружён слоем парафина (2)

Решение. Так как поле, созданное заряженным шаром, является неоднородным, то энергия поля в слое диэлектрика распределена неравномерно. Однако объемная плотность энергии будет одинакова во всех точках, отстоящих на равных расстояниях от центра сферы, так как поле заряженного шара обладает сферической симметрией.

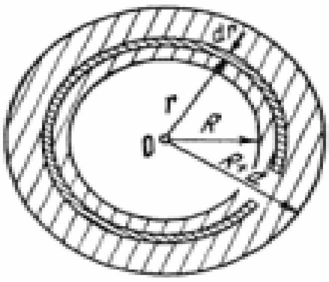


Рис. 18.1

Выразим энергию в элементарном сферическом слое диэлектрика объемом dV:

$$dW = w\,dV,$$

где w — объемная плотность энергии (рис. 18.1).

Полная энергия выразится интегралом

$$W = \int w\,dV = 4\pi \int_R^{R+d} wr^2\,dr, \qquad (1)$$

где r — радиус элементарного сферического слоя; dr — его толщина. Объемная плотность энергии определяется по формуле $w = \frac{1}{2}\varepsilon_0\varepsilon E^2$, где E — напряженность поля. В нашем случае $E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r^2}$ и, следовательно,

$$w = \frac{Q^2}{32\pi^2\varepsilon_0\varepsilon r^4}.$$

Подставив это выражение плотности в формулу (1) и вынеся за знак интеграла постоянные величины, получим

$$W = \frac{Q^2}{8\pi\varepsilon_0\varepsilon}\int_R^{R+d}\frac{dr}{r^2} = \frac{Q^2}{8\pi\varepsilon_0\varepsilon}\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R+d}\right) = \frac{Q^2 d}{8\pi\varepsilon_0\varepsilon R(R+d)}.$$

Произведя вычисления по этой формуле, найдем
$W = 12$ мкДж.

4)магнитный поток через неподвижный контур с сопротивлением б изменяется в течение

(11) - (3)

Дано:

$\Phi = \alpha t(t-\tau)$

R, τ

$Q - ?$

Решение:

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

$$P = \mathcal{E} \cdot I = \mathcal{E} \cdot \mathcal{E}/R = \mathcal{E}^2/R$$

$$Q = \int_0^\tau P\,dt = \int_0^\tau \frac{\alpha^2}{R}(2t-\tau)^2 dt = \frac{\alpha^2}{R}\int_0^\tau (\tau^2 - 4\tau t + 4t^2)\,dt =$$

$$= \frac{\alpha^2}{R}\left(\tau^2 t - 4\tau\frac{t^2}{2} + \frac{4t^3}{3}\right)\Big|_0^\tau = \frac{\alpha^2}{R}\left(\tau^3 - 2\tau^3 + \frac{4}{3}\tau^3\right) = \frac{\alpha^2\tau^3}{3R}$$

Ответ: $Q = \dfrac{\alpha^2\tau^3}{3R}$

5)бесконечная плоскость заряжена отрицательно с поверхностной плотностью (35.4)

Дано:

$\sigma = 35{,}4 \cdot 10^{-9}$ $Кл/м^2$

$l_0 = 0{,}05$ м

$T = 80$ эВ

l_{min} - ?

Решение:

$$eU = T$$

$$eEl = T; l = \frac{T}{eE}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}; l = \frac{2\varepsilon_0 T}{e\sigma}$$

$$l_{min} = l_0 - l = l_0 - \frac{2\varepsilon_0 T}{e\sigma} = 0{,}04 м$$

Ответ: 0,04 м.

6)ток, текущий по длинному прямого соленоиду, радиус сечения которого R, меняется

3.236 Ток, проходящий по обмотке длинного прямого соленоида радиусом R, изменяют так, что магнитное поле внутри соленоида растет со временем по закону $B = At^2$, где A — некоторая постоянная. Определите плотность тока смещения как функцию расстояния r от оси соленоида. Постройте график зависимости $j_{см}(r)$.

Дано	*Решение*
R $B = At^2$ $A = \text{const}$ $j_{см}(r)$ — ?	$j_{см} = \dfrac{\partial D}{\partial t}$, $\oint\limits_L \mathbf{E}\,d\mathbf{l} = -\int\limits_S \dfrac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}\,d\mathbf{S}$, $B = At^2$, $\quad \dfrac{\partial B}{\partial t} = 2At$;

$r < R$, $\quad 2\pi r E = \pi r^2 \cdot 2At$, $\quad E = Atr$, $\quad j_{см} = -\varepsilon_0 Ar$;

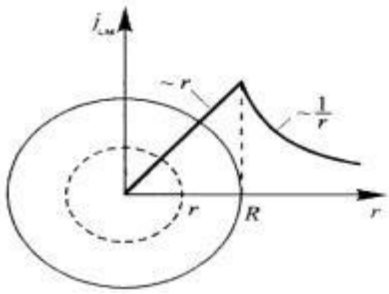
$r > R$, $\quad 2\pi r E = \pi R^2 \cdot 2At$, $\quad E = \dfrac{R^2 At}{r}$, $\quad j_{см} = \dfrac{\varepsilon_0 AR^2}{r}$;

$r = R$, $\quad E = AtR$, $\quad j_{см} = \varepsilon_0 AR$.

Ответ $j_{см} = -\varepsilon_0 Ar$ $(r < R)$;

$j_{см} = \dfrac{\varepsilon_0 AR^2}{r}$ $(r > R)$;

$j_{см} = \varepsilon_0 AR$ $(r = R)$.



7)в длинном соленоиде с радиусом сечения R и числом витком n на единицу длины

В длинном прямом соленоиде магнитное поле является однородным внутри соленоида, причём магнитная индукция $\vec{B}$ направлена в любой точке параллельно оси соленоида и равна по величине:

$$B=\mu_0 I n \qquad (1)$$

где: I – ток в витках соленоида; n – число витков на единицу длины.

Очевидно для вихревого электрического поля внутри (и снаружи) соленоида (из осевой симметрии), что вектор $\vec{E}$ напряженности электрического поля в любой точке направлен по касательной к концентрическим окружностям с центром на оси соленоида и перпендикулярным оси, причём значение E зависит только от расстояния r до оси, т.е. $E=E(r)$.

Рис. 1

Воспользуемся уравнением Максвелла в интегральном виде:

$$\oint_{\gamma} \vec{E}\, d\vec{l} = -\frac{d}{dt}\int_S \vec{B}\, d\vec{S} \qquad (2)$$

Применяя (2) к контуру γ в виде окружности радиуса r с центром в точке O на оси соленоида, получим: $\oint_{\gamma} \vec{E}\, d\vec{l} = E(r)\, l = E(r)\cdot 2\pi r$, (3)

См. рис. 1

(где: $l=2\pi r$ – длина окружности γ)

Интеграл по кругу S радиуса r равен: $\int_S \vec{B}\, d\vec{S} = \begin{cases} B\pi r^2, & \text{при } a>r>0, \\ B\pi a^2, & \text{при } r>a, \end{cases}$

(где: $S=\pi r^2$ или $S=\pi a^2$ → площадь круга)

$R=a$ – радиус соленоида

или с учётом (1): $\int_S \vec{B}\, d\vec{S} = \begin{cases} \mu_0 I n \pi r^2, & \text{при } a>r>0 \\ \mu_0 I n \pi a^2, & \text{при } r>a \end{cases}$ (4)

Подставляя (3) и (4) в равенство (2), получим:

при $a>r>0$:

$E(r)2\pi r = -\frac{d}{dt}(\mu_0 I n \pi r^2) = -\mu_0 n \pi r^2 \dot{I}$, откуда: $E(r) = \frac{\mu_0 n r}{2}\dot{I}$, при $a>r>0$

при $r>a$: $E(r)2\pi r = -\frac{d}{dt}(\mu_0 I n \pi a^2) = -\mu_0 n \pi a^2 \dot{I}$, откуда: $E(r) = \frac{\mu_0 \pi n \dot{I} a^2}{2r}$; при $r>a$

График зависимости $E=E(r)$ представлен на рис. 2.

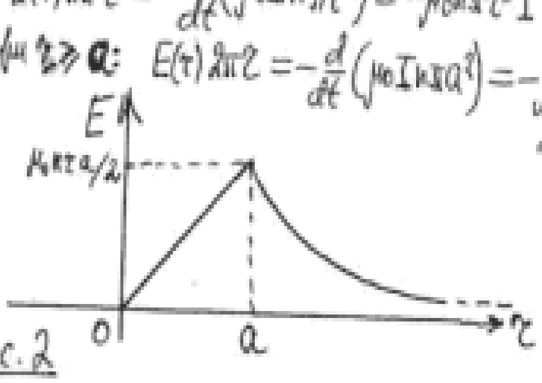


Рис. 2

8)перед диафрагмой с круглым отверстием радиусом 1.0мм поместили точечный источник

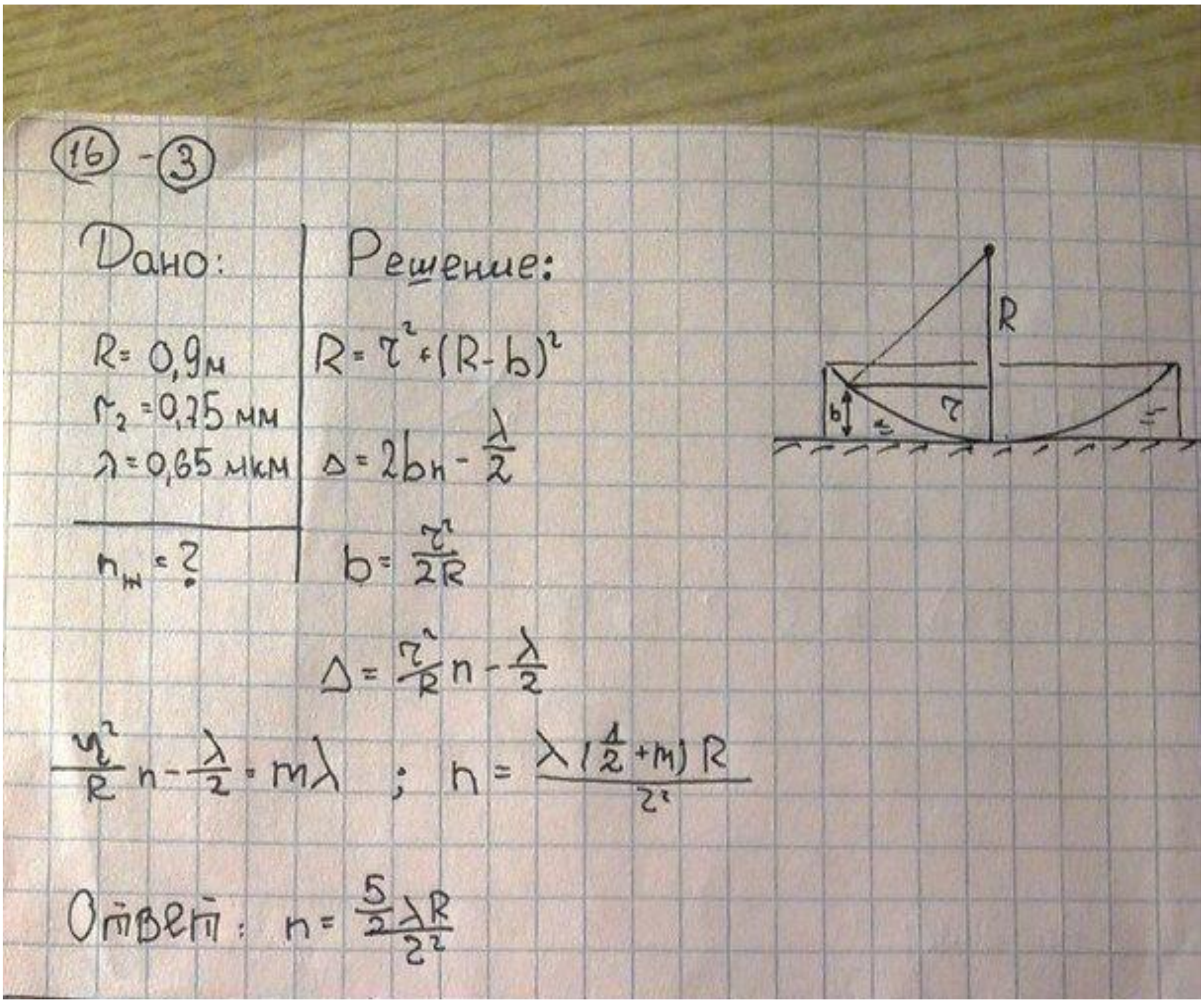
№10. $r = \sqrt{N\lambda \frac{ab}{a+b}} \Rightarrow$

$\Rightarrow (a+b)r^2 = N\lambda ab$

$b(N\lambda a - r^2) = ar^2$

$b = \frac{ar^2}{N\lambda a - r^2} = 1$ м.

9)в установке «КН» радиус выпуклой поверхности линзы равен R=0.9м, а пространство



(16) - (3)

Дано:

$R = 0{,}9$ м

$r_2 = 0{,}75$ мм

$\lambda = 0{,}65$ мкм

$n_ж = ?$

Решение:

$R = r^2 + (R - b)^2$

$\Delta = 2bn - \frac{\lambda}{2}$

$b = \frac{r^2}{2R}$

$\Delta = \frac{r^2}{R} n - \frac{\lambda}{2}$

$\frac{r_2^2}{R} n - \frac{\lambda}{2} = m\lambda$; $n = \frac{\lambda(\frac{1}{2} + m) R}{r^2}$

Ответ: $n = \frac{\frac{5}{2}\lambda R}{r^2}$

10)тонкая плёнка покрывает плоскую стеклянную пластину (1.36)

Тонкая пленка спирта покрывает плоскую стеклянную пластину. Чему равна толщина пленки

$n_{спирта} = 1{,}36$

$n_{стекла} = 1{,}58$

min: при $\lambda_1 = 520$ нм

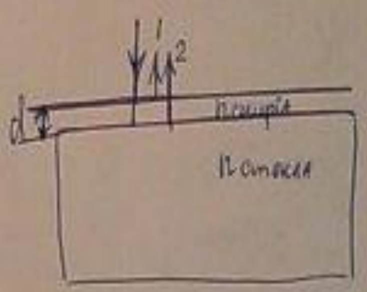
max: при $\lambda_2 = 640$ нм

Определить

d - толщину плёнки спирта

Решение:

теряем пол волны



min:

$$2dn_{спирта} + \cancel{\frac{\lambda_1}{2}} - \cancel{\frac{\lambda_1}{2}} = (2m+1)\frac{\lambda_1}{2}, \quad m = 1,2,3\ldots$$

max:

$$2dn_{спирта} + \cancel{\frac{\lambda_2}{2}} - \cancel{\frac{\lambda_2}{2}} = m\lambda_2$$

$$m = \frac{2dn_{спирта}}{\lambda_2}; \quad 2dn_{спирта} = \left(2\frac{2dn_{спирта}}{\lambda_2} + 1\right)\frac{\lambda_1}{2}$$

11)определить энергию протона, который движется в однородном магнитном поле

Разложим скорость протона $\vec{v}$ на две составляющие: $\vec{v}_\tau$, направленную вдоль поля, и $\vec{v}_n$, направленную перпендикулярно к полю. Проекция траектории электрона на плоскость, перпендикулярную к индукции $\vec{B}$, представляет собой окружность, радиус которой определяется формулой $R = \frac{mv_n}{eB} = \frac{m(v\sin\alpha)}{eB}$ (см. задачу 11.69). Отсюда $v = \frac{eBR}{m\sin\alpha}$. Кинетическая энергия протона $W = \frac{mv^2}{2}$. Подставляя выражение для v, получим $W = \frac{e^2B^2R^2}{2m\sin^2\alpha}$. Подставляя числовые данные, получим $W = 6{,}9\cdot10^{-17}$ Дж или $W = 431$ эВ.

12)на длинный соленоид, имеющий диаметр сечения (5см) и содержащий 20 витков на 1 см

⑥

Дано:

$d = 5$ см

$n = 20$ витков на 1 см

$S = 1$ мм^2

$I'_{сол} = 100$ А/с

$\rho = 16$ нОм/м

$I_{витка} = ?$

Решение: $B = \mu_0 n I$

$$\frac{d\Phi}{dt} = SB' \qquad \frac{d\Phi}{dt} = \frac{\pi d^2}{4}\mu_0 n I'$$

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt}$$

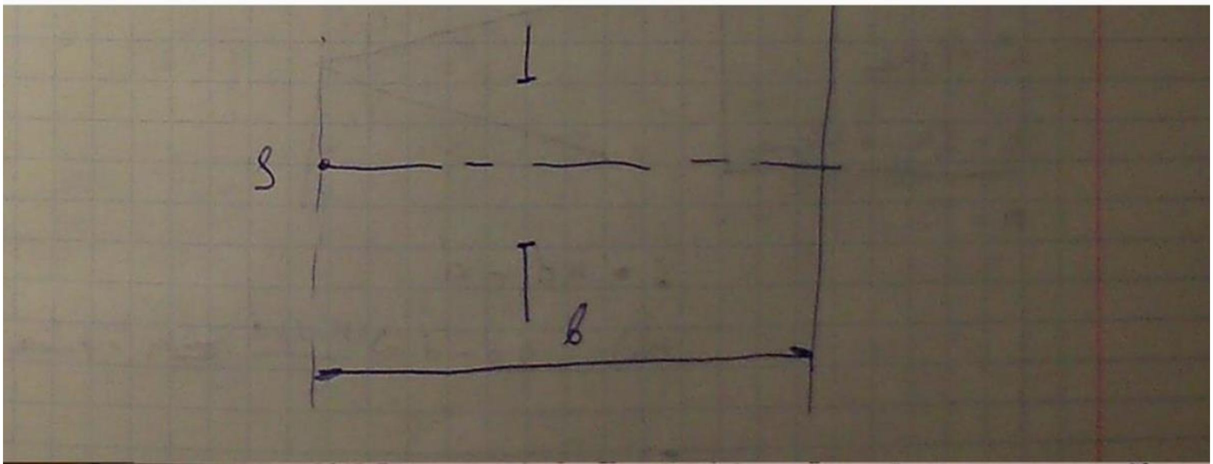
$$IR = \frac{\pi d^2}{4}\mu_0 n I'$$

$$I\rho\frac{\cancel{\pi} d}{S} = \frac{\cancel{\pi} d^2}{4}\mu_0 n I'$$

$$I = \frac{\mu_0 n I' d S}{4\rho}$$

На длинный соленоид, имеющий диаметр

13)на небольшое круглое отверстие диаметром 0.4 см в ...

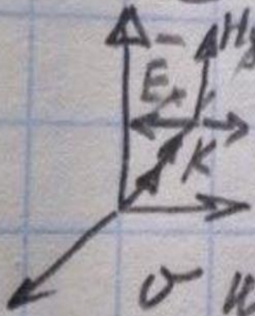


$\left(\frac{d}{2}\right)^2 = m\lambda b \Rightarrow m = \frac{d^2}{4b\lambda} = 8 \Rightarrow$ темное пятно, т.к.

в отверстии укладывается четное число зон Френеля.

14)в вакууме распространяется гармоническая плоская электромагнитная волна

№2



$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon}\, E_0 = \sqrt{\mu \mu_0}\, H_0$$

$$H_0 = \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}}\, E_0$$

$$B_0 = \mu_0 H_0 = \sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}\, E_0$$

υ напр в обр. сторону от z

15)расстояние между вторым и четвёртым светлыми кольцами Ньютона (0.9мм)

24

Дано:
$\Delta r = 0.9$ мм
$r_9 = ?$

$$r_k = \sqrt{m \lambda R}$$

$$r_2 = \sqrt{\left(m - \frac{1}{2}\right)\lambda R} = \sqrt{\left(2 - \frac{1}{2}\right)\lambda R} = \sqrt{\frac{3}{2}\lambda R}$$

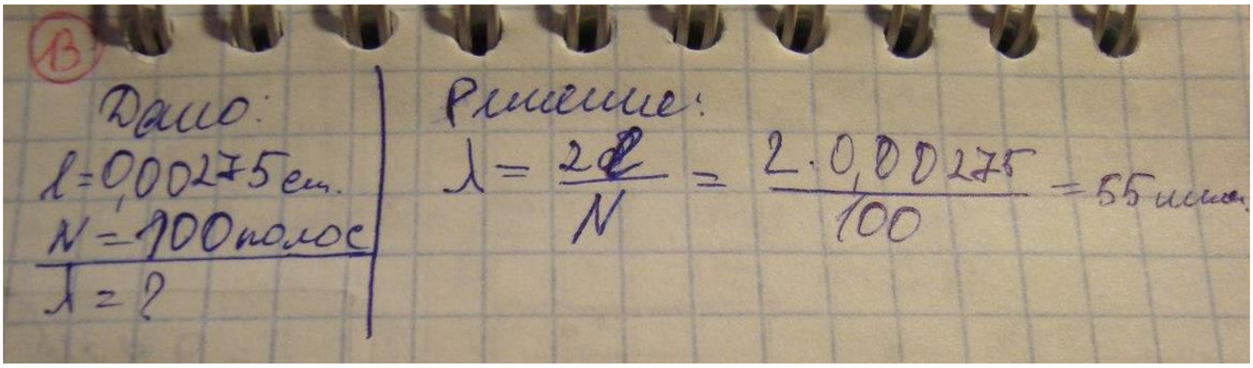
$$r_4 = \sqrt{\left(4 - \frac{1}{2}\right)\lambda R} = \sqrt{\frac{7}{2}\lambda R}$$

$$\Delta r = r_4 - r_2 = \sqrt{\frac{7}{2}\lambda R} - \sqrt{\frac{3}{2}\lambda R} = \sqrt{\lambda R}\left(\sqrt{\frac{7}{2}} - \sqrt{\frac{3}{2}}\right)$$

$$r_9 = \sqrt{9\lambda R} = \frac{\sqrt{9}\,\Delta r}{\sqrt{\frac{7}{2}} - \sqrt{\frac{3}{2}}}$$

$$\sqrt{\lambda R} = \frac{\Delta r}{\sqrt{\frac{7}{2}} - \sqrt{\frac{3}{2}}}$$

16)при сдвиге подвижного зеркала интерферометра Майельина на l
…



13

Дано:

$l = 0{,}00275$ см.

$N = 100$ полос

$\lambda = ?$

Решение:

$$\lambda = \frac{2l}{N} = \frac{2 \cdot 0{,}00275}{100} = 55 \text{ нм.}$$

17)принимая орбиту электрона в невозбуждённом атоме водорода за окружность

3.138 Согласно теории Бора, электрон в атоме водорода движется вокруг ядра по круговой орбите радиусом $r = 52{,}8$ пм. Определите магнитную индукцию B поля, создаваемого электроном в центре круговой орбите

Дано	Решение
$= 52{,}8$ пм $= 5{,}28 \cdot 10^{-11}$ м — ?	$\mathbf{B} = \frac{\mu_0 \mu Q[\mathbf{v}\,\mathbf{r}]}{4\pi r^3}$, $(\hat{\mathbf{v}, \mathbf{r}}) = \frac{\pi}{2}$, $\mu = 1$, $\lvert Q \rvert = e$.

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{ev}{r^2}, \qquad \frac{mv^2}{r} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{e^2}{r^2}, \qquad v = \sqrt{\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 rm}}.$$

$$B = \frac{\mu_0 e^2}{8\pi r^2\sqrt{\pi\varepsilon_0 rm}}.$$

Ответ $B = 1{,}25\ 10^{-23}$ Тл

18)найти плотность тока смещения в плоском конденсаторе, пластины которого

Р е ш е н и е. 1. Так как заряд на пластинах конденсатора не изменяется, то величина электрического смещения

$$D_n = |\mathbf{D}| = q/S = \text{const}.$$

Следовательно, плотность тока смещения

$$j_{\text{см}} = \left|\frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}\right| = \left|\frac{\partial D_n}{\partial t}\right| = 0.$$

19)плотность потока энергии солнечного излучения, падающего на границу земной атмосферы

№3 $E\sqrt{\varepsilon\varepsilon_0} = H\sqrt{\mu\mu_0}$

$B = E\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}$; $\langle S \rangle = \frac{E^2\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}{2\mu_0}$, т.к.

$\bar{S} = \frac{[\bar{E}, \bar{B}]}{2\mu_0} \Rightarrow E = \sqrt{\frac{2S\mu_0}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}} = \sqrt{2S\sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}}}$

$B = \varepsilon_0\mu_0\sqrt{2S\sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}}}$

20)в вакууме распространяется плоская гармоническая линейно поляризованная

В вакууме распространяется плоская гармоническая линейно поляризованная электромагнитная волна частоты ω. Интенсивность волны равна I. Найдем амплитудное значение плотности тока смещения в этой волне.

По определению, плотность тока смещения $\mathbf{j}_{см} = \partial \mathbf{D}/\partial t$, где $\mathbf{D} = \varepsilon_0 \mathbf{E}$. Пусть $\mathbf{E} = \mathbf{E}_m \cos(\omega t - kx)$, тогда амплитудное значение плотности тока смещения $j_{см\ макс} = \varepsilon_0 \omega E$. Остается найти E_m. Это делается с помощью формулы (2.25):

$$E_m = \sqrt{2I\sqrt{\mu_0/\varepsilon_0}},$$

и мы получим из предыдущих двух формул, что

$$j_{см\ макс} = \omega\sqrt{2\varepsilon_0 I/c},$$

где $c = 1/\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}$.

ω

I

$j_{см}$ - ?

13

Для монохроматич. линейн. поляризов. волны $I = \dfrac{cE_0^2}{8\pi}$

$E_0 = \sqrt{\dfrac{8\pi I}{c}}$ $\quad E = E_0\cos(\omega t - kx) = \sqrt{\dfrac{8\pi I}{c}}\cos(\omega t - kx)$

$D = \varepsilon_0 \varepsilon E = \varepsilon_0\sqrt{\dfrac{8\pi I}{c}}\cos(\omega t - kx)$

$j_{см} = \dfrac{\partial D}{\partial t} = -\omega\varepsilon_0\sqrt{\dfrac{8\pi I}{c}}\sin(\omega t - kx) = j_{см_0}\sin(\omega t - kx)$

$\Rightarrow j_{см_0} = \varepsilon_0\omega\sqrt{\dfrac{8\pi I}{c}}$

21)радиус длинного парамагнитного сердечника соленоида 1.0см.

Пусть соленоид таков, что его длина много больше диаметра сердечника. Выделим в соленоиде вдали от его краев элемент длины l = 1 см = 0,01 м, обмотка которого содержит n = 10 витков.

Индуктивность такого элемента L = μμ0n2S/l = πμμ0n2r2/l, где S – площадь поперечного сечения, r – радиус сердечника; энергия магнитного поля в сердечнике при I = const W = LI2/2 = πμμ0n2r2I2/l.

(1) Предположим, что обмотка соленоида выполнена из проволоки круглого сечения. Тогда при площади поперечного сечения a = 1 см2 = 1 · 10-4 м2 радиус сечения провода равен c = V(a/π) = V((1 · 10-4/π) ~ 0,564 · 10-2 (м).
(2) Диаметр сечения провода составляет тогда d = 2c = 2 · 0,564 · 10-2 ~ 1,13 · 10-2 (м), и на длине l = 0,01 м десять витков уложены быть не могут. Поэтому ограничимся предположением о том, что обмотка выполнена плотно, т. е. витки проволоки уложены без зазоров, форма сечения проволоки неизвестна, а длина проволоки b приблизительно равна произведению числа витков на длину периметра поперечного сечения сердечника, т. е. b ~ 2πrn.
(3) Сопротивление обмотки R = ρb/a; количество теплоты, выделившейся в обмотке, Q = I2Rt = I2tρb/a.
(4) По условию задачи Q = W. Тогда, приравнивая в ыражения (1) и (2), получаем I2tρb/a = πμμ0n2r2I2/l, tρb/a = πμμ0n2r2/l, откуда выводим t = πμμ0n2r2a/(lρb) = πμμ0n2r2a/(2πrnlρ) = μμ0nra/(2lρ).
(5) Подставим в формулу (3) числовые значения величин: μ > 1 (для парамагнетика), μ0 = 4π · 10-7 Гн/м, n = 10, r = 0,01 м, a = 1 · 10-4 м2, l = 0,1 м, ρ = 1,72 · 10-8 Ом · м и найдем t > 4π · 10-7 · 10 · 0,01 · 1 · 10-4/(2 · 0,1 · 1,72 · 10-8) ~ 3,65 · 10-3 (с). Поскольку материал парамагнетика в условии не указан, точное значение времени определить невозможно.
(6) Ответ: t > 3,65 · 10-3 с.

22)предельный угол полного внутреннего отражения для некоторого вещества равен 45

16

Дано:

$\gamma = 45^\circ$

$\theta_{бр} = ?$

Решение: $n_1 \sin\gamma = n_2$

$\sin\gamma = \frac{n_2}{n_1}$ $\quad tg\,\theta_{бр} = \frac{n_2}{n_1}$

$tg\,\theta_{бр} = \sin\gamma$

$\theta = arctg(\sin\gamma) \approx 35{,}3^\circ$

предельный угол полного внутреннего отражения для некоторого вещества равен $\gamma=45^\circ$. Чему равен для этого вещества угол полной поляризации?

23)какая энергия запасена на единице длины коаксиального кабеля с проводниками

Дано:

R_1

R_2

$R_2 > R_1$

I

$W = ?$

Решение:

$$w = \frac{\mu \mu_0 H^2}{2} \qquad B = \mu \mu_0 H$$

$$H = \frac{B}{\mu \mu_0} \Rightarrow w = \frac{B^2}{2\mu \mu_0}$$

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

$$\boxed{W_{ед.} = \frac{\mu_0}{4\pi} I^2 \ln \frac{R_2}{R_1}}$$

$$w = \frac{\cancel{\mu_0^2} I^2}{2\mu \cancel{\mu_0} 4\pi^2 r^2} = \frac{\mu_0 I^2}{8\mu \pi^2 r^2}$$

$$W = l 2\pi \int_{R_1}^{R_2} r\,dr \frac{\mu_0 I^2}{8\pi^2 r^2} = l 2\pi \frac{\mu_0 I^2}{8\pi^2} \int \frac{dr}{r} = l \frac{\mu_0}{4\pi} I^2 \ln \frac{R_2}{R_1}$$

24)плоский воздушный конденсатор с круглыми пластинами

4.56

Дано:

τ, U, d,

$r \ll d$

а) $\vec{S}$ - ?

б) W_τ - ?

W_V ?

$\vec{S} = [\vec{E}, \vec{H}] \equiv \vec{j}$ (плотность потока энергии)

$[S] = \frac{Дж}{м^2 \cdot с}$

Переменное во времени эл. поле возбуждает магнитное

$rot \vec{H} = \dot{\vec{D}}$ - ток смещения

$\vec{D} = \varepsilon \varepsilon_0 \vec{E} = \varepsilon_0 \frac{U}{d} \cdot \frac{t}{\tau} \cdot \vec{e_z}$ ~ линейно возрастает

$\dot{\vec{D}} = \varepsilon_0 \frac{U}{d} \frac{1}{\tau} \vec{e_z} = rot \vec{H}$

$\oint_L \vec{H} d\vec{l} = \int_S \dot{\vec{D}} d\vec{S}$

$2\pi r \cdot H = \varepsilon_0 \frac{U}{d} \cdot \frac{1}{\tau} \cdot \pi r^2$

$H = \frac{\varepsilon_0}{2} \frac{U}{d} \frac{r}{\tau}$

$\vec{H} = \varepsilon_0 \frac{r}{2} \frac{U}{d} \frac{1}{\tau} \vec{e_\varphi}$

$S = \varepsilon_0 \frac{r}{2} \left(\frac{U}{d}\right)^2 \frac{t}{\tau^2}$

площадь пов-ти цилиндра

$W_\tau = \int_0^\tau S \cdot 2\pi r d \, dt = \int_0^\tau \varepsilon_0 \frac{r}{2} \left(\frac{U}{d}\right)^2 \frac{t}{\tau^2} \cdot 2\pi r d \, dt$

$= \varepsilon_0 \pi r^2 d \left(\frac{U}{d}\right)^2 \frac{1}{\tau^2} \int_0^\tau t \, dt =$

$= \varepsilon_0 \pi r^2 d \left(\frac{U}{d}\right)^2 \frac{1}{\tau^2} \cdot \frac{\tau^2}{2} = \frac{\varepsilon_0}{2} \pi r^2 \frac{U^2}{d}$

$V_{цил.} = \pi r^2 d$

$W_E = \frac{\vec{E}\vec{D}}{2} \frac{1}{V} = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 E^2}{2} \cdot \frac{1}{V}$

$W_E = \frac{\varepsilon_0}{2} \cdot \left(\frac{U}{d}\right)^2 \cdot \frac{t^2}{\tau^2} = \frac{\varepsilon_0}{2} \left(\frac{U}{d}\right)^2$

К концу зарядки $t = \tau$.

радиуса R

25)магнитный поток через неподвижный контур с сопротивлением б изменяется в течение

11 - 3

Дано:

$\Phi = \alpha t(t-\tau)$

R, τ

$Q - ?$

Решение:

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

$$P = \mathcal{E} \cdot I = \mathcal{E} \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{\mathcal{E}^2}{R}$$

$$Q = \int_0^\tau P\,dt = \int_0^\tau \frac{\alpha^2}{R}(2t-\tau)^2 dt = \frac{\alpha^2}{R}\int_0^\tau (\tau^2 - 4\tau t + 4t^2)\,dt =$$

$$= \frac{\alpha^2}{R}\left(\tau^2 t - 4\tau\frac{t^2}{2} + \frac{4t^3}{3}\right)\Big|_0^\tau = \frac{\alpha^2}{R}\left(\tau^3 - 2\tau^3 + \frac{4}{3}\tau^3\right) = \frac{\alpha^2\tau^3}{3R}$$

Ответ: $Q = \frac{\alpha^2\tau^3}{3R}$

26) перед диафрагмой с круглым отверстием радиусом r=1.0 мм поместили

№10. $r = \sqrt{N\lambda \frac{ab}{a+b}} \Rightarrow$

$\Rightarrow (a+b)r^2 = N\lambda ab$

$b(N\lambda a - r^2) = ar^2$

$b = \frac{ar^2}{N\lambda a - r^2} = 1$ м.

27)найти плотность тока смещения в плоском конденсаторе, пластины которого

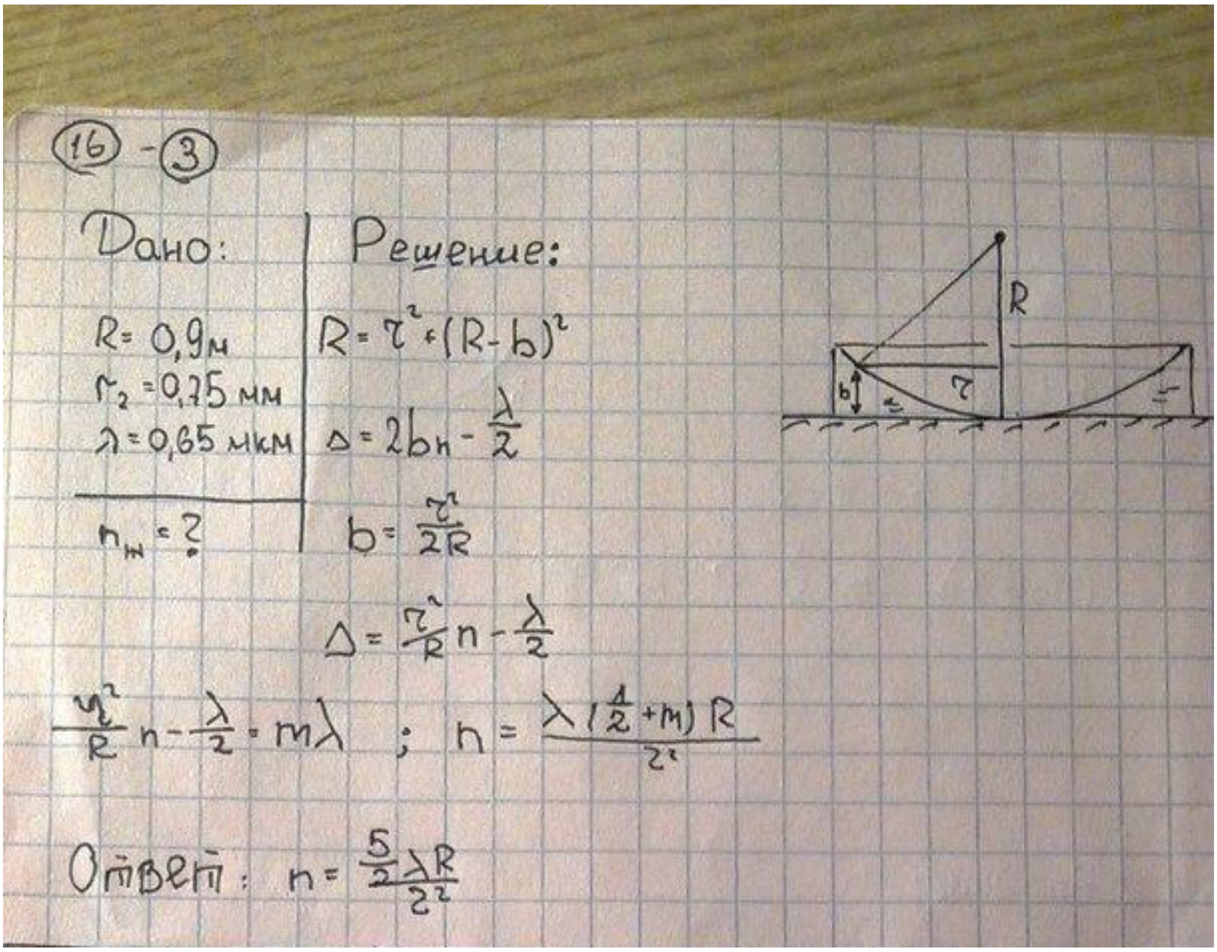
Решение. 1. Так как заряд на пластинах конденсатора не изменяется, то величина электрического смещения

$$D_n = |\mathbf{D}| = q/S = \text{const}.$$

Следовательно, плотность тока смещения

$$j_{\text{см}} = \left|\frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}\right| = \left|\frac{\partial D_n}{\partial t}\right| = 0.$$

28)в установке «КН» радиус выпуклой поверхности линзы равен R=0.9м, а пространство



16 - 3

Дано:

$R = 0{,}9$ м

$r_2 = 0{,}75$ мм

$\lambda = 0{,}65$ мкм

$n_ж = ?$

Решение:

$R = r^2 + (R-b)^2$

$\Delta = 2bn - \frac{\lambda}{2}$

$b = \frac{r^2}{2R}$

$\Delta = \frac{r^2}{R} n - \frac{\lambda}{2}$

$\frac{r^2}{R} n - \frac{\lambda}{2} = m\lambda$; $n = \frac{\lambda(\frac{1}{2}+m)R}{r^2}$

Ответ: $n = \frac{\frac{5}{2}\lambda R}{r^2}$

29)найти плотность тока смещения в плоском конденсаторе, пластины которого

Р е ш е н и е. 1. Так как заряд на пластинах конденсатора не изменяется, то величина электрического смещения

$$D_n = |\mathbf{D}| = q/S = \text{const}.$$

Следовательно, плотность тока смещения

$$j_{\text{см}} = \left|\frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}\right| = \left|\frac{\partial D_n}{\partial t}\right| = 0.$$

30)какая энергия запасена на единице длины коаксиального кабеля с проводниками

Дано:

R_1

R_2

$R_2 > R_1$

I

$W = ?$

Решение:

$$w = \frac{\mu\mu_0 H^2}{2} \qquad B = \mu\mu_0 H$$

$$H = \frac{B}{\mu\mu_0} \Rightarrow w = \frac{B^2}{2\mu\mu_0}$$

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

$$\boxed{W_{уд.} = \frac{\mu_0}{4\pi} I^2 \ln\frac{R_2}{R_1}}$$

$$w = \frac{\cancel{\mu_0^2} I^2}{2\mu\cancel{\mu_0} 4\pi^2 r^2} = \frac{\mu_0 I^2}{8\mu\pi^2 r^2}$$

$$W = l 2\pi \int_{R}^{R_2} r\,dr \frac{\mu_0 I^2}{8\pi^2 r^2} = l 2\pi \frac{\mu_0 I^2}{8\pi^2} \int \frac{dr}{r} = l \frac{\mu_0}{4\pi} I^2 \ln\frac{R_2}{R_1}$$