0 323334 450007

32-33-34-45
(4.8)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Волокитина Льва Дмитриевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

+1 дополн. лист

Дата

«9» февраля 2024 года

Подпись участника

32-33-34-45 (4.8)

черновик

$$\frac{kq_1}{R} + \frac{kQ}{R} = 0 \quad ; \quad Q = -q_1$$

$$\varphi_1 = \frac{kQ}{R} + \frac{kq_1}{r} = \frac{kq_2}{r}$$

$$\cancel{Q}\; -q_1 + q_1\frac{R}{r} = q_2\frac{R}{r}$$

$$q_1 = (q_1 - q_2)\frac{R}{r}$$

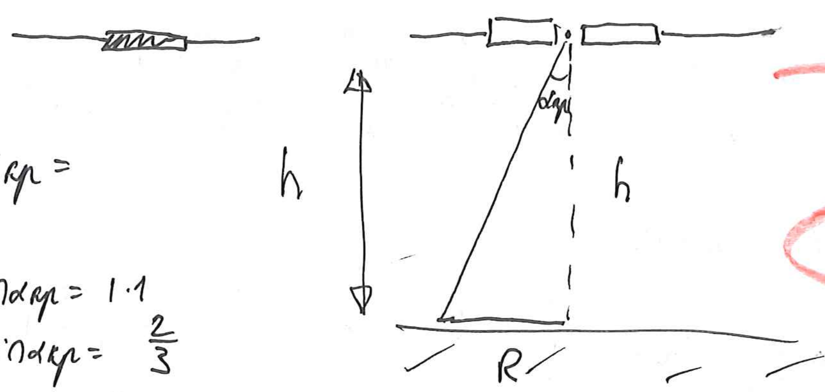
$$\frac{q_1}{(q_1 - q_2)} = \frac{R}{r} \quad ; \quad r = R\cdot\frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{5}{7,5}R = \frac{2}{3}R = \boxed{2см}$$

$$Q = -q_2$$

$$\frac{\cancel{k}q_2}{R} + \frac{q_2}{r} = \frac{q_1}{r} \quad ; \quad \frac{q_1}{r} - \frac{q_2}{r} = -\frac{q_2}{R}$$

$$\frac{1}{r}(q_1 - q_2) = q_2/R$$

1	2	3	4	5	Σ
20	20	20	20	20	100



$\sin\alpha_{кр} =$

$n \sin\alpha_{кр} = 1\cdot 1$

$\sin\alpha_{кр} = \frac{2}{3}$

$$\frac{R8}{\sqrt{R^2 + h^2}} = \frac{2}{3} \quad ; \quad 12см = \sqrt{64см^2 + h^2}$$

144-64 = 80

чистовик 1

№3.10.2

У нас есть два шарика с зарядами q_1 и q_2, пусть заряд шара, который внутри обол. будет q_i, а вне её q_j соотв.

т.к. шарики далеко, то можно пренебречь влиян. шаров друг на друга.

т.к. оболочка радиуса R заземлена, то потенц. этой поверх. равен нулю. Значит

$\frac{kQ}{R}+\frac{kq_i}{R}=0$; $Q=-q_i$, где Q – заряд оболочки.

т.к. шарики соед. проводником, то их потенц. равны. потенц. i-го шара, φ_i равен:

$\varphi_i=\frac{kq_i}{r}+\frac{kQ}{R}$; а j-го: $\varphi_j=\frac{kq_j}{r}$

$\varphi_i=\varphi_j$, т.е. $\frac{kq_i}{r}+\frac{kQ}{R}=\frac{kq_j}{r}$; $Q=-q_i$

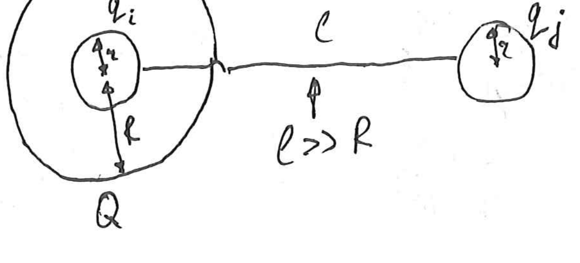
(поделим на $\frac{k}{r}$) $q_i-q_i\frac{r}{R}=q_j$; $\frac{r}{R}=\frac{q_i-q_j}{q_i}$

т.к. $\frac{r}{R}>0 \Rightarrow q_i-q_j>0 \Rightarrow q_i=q_1$; $q_j=q_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow r=R\frac{q_1-q_2}{q_1}=3\text{см}\cdot\frac{(7{,}5\cdot10^{-10}-2{,}5\cdot10^{-10})\text{Кл}}{7{,}5\cdot10^{-10}\text{Кл}}=3\text{см}\cdot\frac{2}{3}=2\text{см}$

Ответ: $r=2$ см

~~Потенциал вне сферы~~ или ~~шара экв. пот.~~



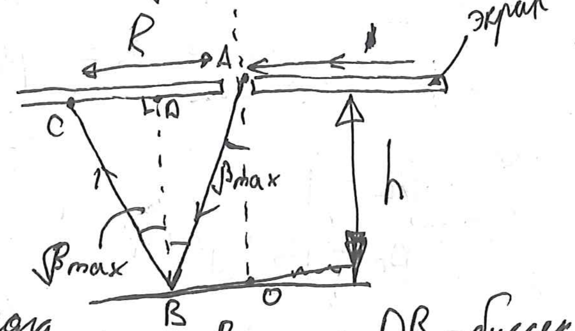
Чистовик 2

№4.10.2

Раз падает ~~на~~ на поверхность рассеянный свет, то угол падения, падающего луча может быть любой от ~~нуля~~ 0° до 90°, показатель преломления воздуха $n_в = 1$, тогда по закону Снелла:

$n_в \sin\alpha = n \sin\beta$, α – угол падения, β – прелом.

$\sin\beta = \frac{\sin\alpha}{n}$ => $\sin\beta$ максимален, если $\sin\alpha = 1$, т.е. $\alpha = 90°$ (если $\sin\beta$ макс., то и угол β макс.); $\sin\beta_{max} = \frac{1}{n}$. Так как такой луч имеет максим. возможный угол прелом., то это означает, что он будет создавать после отражен. попадать на край ~~изображения~~ светового пятна. (если $\beta < \beta_{max}$, то попад. не на край)



$\angle BAO = \angle DBA$ (как накр. лежащ.)

по з-ну отражения

$\angle DBA = \angle CBA = \beta_{max}$

$CB = \sqrt{h^2 + \frac{R^2}{4}}$ по т. Пифагора

($CD = \frac{R}{2}$; т.к. DB – биссек. и высота => => $\triangle CBA$ – равноб. => => $CD = DA = \frac{R}{2}$)

$\sin\beta_{max} = \frac{CD}{CB} = \frac{R/2}{\sqrt{h^2 + \frac{R^2}{4}}} = \frac{1}{n}$ из з-на Снелла

$\frac{R}{\sqrt{4h^2 + R^2}} = \frac{1}{n}$; $Rn = \sqrt{4h^2 + R^2}$; $R^2 n^2 = 4h^2 + R^2$;

$4h^2 = R^2(n^2 - 1)$; $h = \frac{R}{2}\sqrt{n^2 - 1} = \frac{8\text{ см}}{2}\sqrt{\frac{9}{4} - \frac{4}{4}} =$

$= 4\text{ см}\sqrt{\frac{5}{4}} = 2\text{ см}\sqrt{5} \approx 2 \cdot 2{,}25\text{ см} = 4{,}5\text{ см}$

Ответ: $h = \sqrt{20}\text{ см} \approx 4{,}5\text{ см}$.

№2.5.2 начало $\boxed{\text{чистовик 3}}$

$p_в$ – давление воздуха в пробирке до погружения, $p_в'$ – после

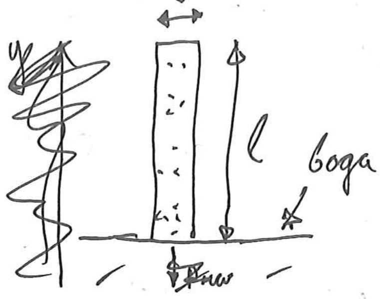
$\nu_в$ – ~~ко~~ кол-во в-ва воздуха в пробирке

T – темп. воздуха в проб.

~~$p_{н.п.}$~~ $p_{нас}$. S – площ. попер. сечения трубки

Изначально добавочное давление при погружении $=0$, так как проб. не погружена

поэтому, по II-му з-ну Ньютона ~~на ось~~ y:



$p_{нас}S + p_в S = p_0 S$

или

(1) $p_{нас} + p_в = p_0$

После погружения появится добав. давление $\rho_0 g h$

и по II-му з-ну Ньютона:

(2) $p_{нас} + p_в' = p_0 + \rho_0 g h$ (давление нас. водяного пара зависит только от температуры, но по усл. $T=const$ =) =) $p_{нас}$ не изменится (изнач. пар насыщенный))

т.к. пробирка герметично закрытая, то $\nu_в = const$.

по уравнениям Менд.-Клапейр.:

$p_в S l = \nu_в R T$

$p_в' S\left(\frac{l}{2}+h\right) = \nu_в R T$ =) $\frac{p_в'}{p_в} \cdot \frac{\frac{l}{2}+h}{l} = 1$; $\frac{p_в'}{p_в} \cdot \frac{l+2h}{2l} = 1$

(3) $p_в' = p_в \cdot \frac{2l}{l+2h}$

(2)–(1): $p_в' - p_в = \rho_0 g h$, подстав. (3):

$p_в \frac{2l}{l+2h} - p_в = \rho_0 g h$; $p_в \frac{l-2h}{l+2h} = \rho_0 g h$

(4) $p_в = \frac{\rho_0 g h (l+2h)}{l-2h}$

Чистовик 4

№2.5.2. продолжение

Подставим (4) в (1):

$$(5)\quad p_{нас} + \frac{\rho_0 g h (l+2h)}{l-2h} = p_0$$

$$p_0 = \left(14500\ Па + \frac{1000\cdot 10\cdot 0{,}45\cdot(1+2\cdot 0{,}45)}{1-2\cdot 0{,}45}\right) Па =$$

$$= \left(14500 + \frac{4500}{0{,}1}(1{,}9)\right) Па = (14500 + 45000\cdot 1{,}9)\ Па$$

$$\begin{array}{r} \times\ 4500 \\ 19 \\ \hline 405 \\ 45 \\ \hline 85500 \end{array}$$

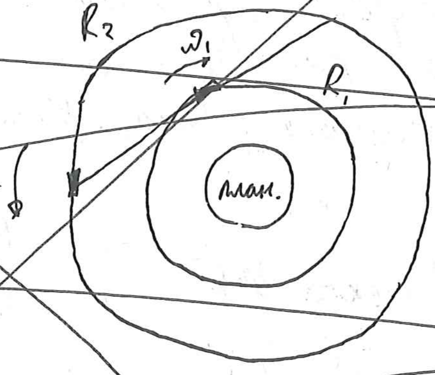
$$p_0 = (14500 + 85500)\ Па = 100000\ Па$$

Ответ: $p_0 = 100$ кПа

~~1.4.2 начало~~

~~Поскольку радиус планеты несколько тыс. километров, то пренебрежём изменением g (высота для таких расстояний~~

~~ω_i – скорость (угловая) обращ. i-го корабля вокруг планеты~~



~~корабли считаем мат. точ.~~

~~масса корабля~~

$$\cancel{m_i \omega_i^2 R_i = m g}$$

~~центростремит. ускорен.~~

$$\cancel{\omega_1 = \sqrt{\frac{g}{R_1}};\quad \omega_2 = \sqrt{\frac{g}{R_2}}}$$

~~масштаб не соблюд. для удобства~~

~~Пусть в некоторый момент времени, прямая, соединяющая корабли бу~~

чистовик 5

№ 1.4.2.

Пусть R – радиус планеты

g_i – ускорение св. падения на орбите i-го корабля

$g = G\frac{M}{R^2}$, M – масса планеты ; $g_i = G\frac{M}{R_i^2}$ =)

=) $g_i = g\left(\frac{R}{R_i}\right)^2$; $g_1 = g\left(\frac{R}{R_1}\right)^2$; $g_2 = g\left(\frac{R}{R_2}\right)^2$

Рассмотрим плоскость, в которой вращ. корабли

В этой плоскоти корабль 2 движется по орб. радиуса R_2 с угловой скоротью ω_2: ~~такой~~, ~~что~~

$$m\omega_2^2 R_2 = \overset{\text{масса корабля}}{m} g_2 \; ; \; \omega_2^2 R_2 = g\left(\frac{R}{R_2}\right)^2 \Rightarrow$$

=) $\cancel{\omega_2 = \frac{g}{R_2}\sqrt{}}$ $\omega_2 = \frac{R}{R_2}\sqrt{\frac{g}{R_2}}$ т.к. радиус орбиты $\Leftrightarrow$ const. и $\omega_2^2 R_2$ – центростр. ускорение.

аналогично $\omega_1 = \frac{R}{R_1}\sqrt{\frac{g}{R_1}}$

Пусть в некоторый момент времени, прямая, соед. корабли является касательной к окружности, радиуса R (мы рассм. плоскость) значит через время dt (очень малое) корабли не будут видеть друг друга. Перейдём в С.О. первого корабля, тогда скорость второго корабля будет равна

$\vartheta_2 = (\omega_2 + \omega_1) R_2$. напр. по кас. вращ. не встречу друг другу. В этой С.О. кор. 1 покоится и луч будет "перекрыт" планетой до тех пор, пока прямая, соед. корабли, опять не станет касат. (см. рис. 1)

чистовик 6

№1.4.2. продолжение

Пусть $\angle KAO = \alpha$

R, по условию, несколько тыс. километров

R_1 – 64 тыс. км

значит:

$$\sin\alpha = \frac{R}{R_1} \approx \alpha \text{ (в рад.)}$$

длина дуги BC l равн:

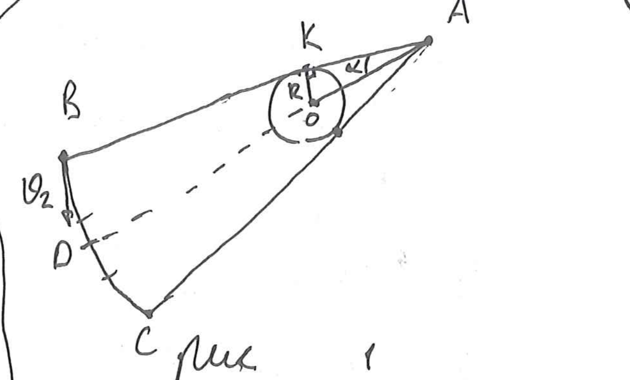


рис. 1

$OK = R$; $OA = R_1$; $OD = R_2$

$BD = CD = \frac{l}{2}$

$$l = AD \cdot 2\alpha =$$

$$= (OD + AO)\, 2\alpha = (R_2 + R_1)\, 2 \underbrace{\frac{R}{R_1}}_{\alpha}$$

искомое время $\tau = \dfrac{l}{\upsilon_2} =$

$$= \frac{2R(R_2+R_1)}{\Big(\underbrace{\frac{R}{R_2}\sqrt{\frac{g}{R_2}}}_{\upsilon_2} + \underbrace{\frac{R}{R_1}\sqrt{\frac{g}{R_1}}}_{\upsilon_1}\Big) R_1 R_2} = \frac{2(R_2+R_1)}{\sqrt{g}\left(R_1/\sqrt{R_2} + R_2/\sqrt{R_1}\right)} = \frac{2(R_2+R_1)}{\sqrt{g}\ \frac{R_1\sqrt{R_1} + R_2\sqrt{R_2}}{\sqrt{R_1R_2}}}$$

$$\cancel{\tau = \frac{2(R_2+R_1)\sqrt{R_1R_2}}{\sqrt{g}}}$$

$$\boxed{\tau = \frac{2(R_1+R_2)\sqrt{R_1R_2}}{\sqrt{g}\left(R_1\sqrt{R_1} + R_2\sqrt{R_2}\right)}}$$

~~пусть $x = \frac{R_1}{R_2} = 0{,}64$, тогда $\sqrt{x} = 0{,}8$;~~

~~$x^{\frac{3}{2}} = 0{,}512$, тогда $\tau = \frac{2(x+1)\sqrt{x}}{\sqrt{g}(x^{\frac{3}{2}}+1)} =$~~

~~$= \frac{2 \cdot 1{,}64 \cdot 0{,}8}{3 \cdot 1{,}512}$~~

~~чистовик 9 (доп. бланк)~~

$$\cancel{R = \frac{0{,}35\cdot10^{-3}\cdot\sqrt{0{,}8\cdot30\cdot10^{-6}}}{3{,}14\cdot(3\cdot10^{5})^2\cdot0{,}04} =}$$

доп. бланк

Чистовик 8

№5.4.2.

Пусть в этот момент в цепи протекает ток I_{max}, тогда раз выделившееся тепло за период много меньше чем энергия, зап. в системе, то ΔI_{max} за период можно пренебречь ток в цепи изменяется по гармоническому закону ~~з-ну sin~~ или cos (~~это не в~~ (т.е. по з-ну $\sin x$ или $\cos x$)

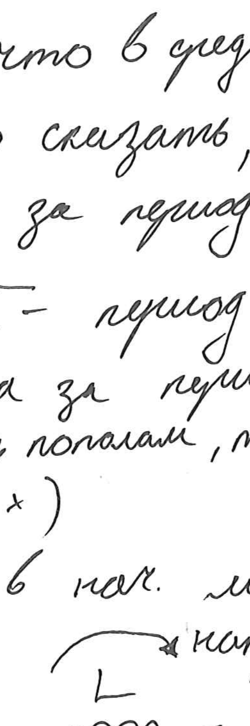
Среднее значение $\sin x$ или $\cos x$ за период $= 0$, а среднее значение $\sin^2 x$ или $\cos^2 x = \frac{1}{2}$ (т.к. $\sin^2 x = \frac{1-\cos 2x}{2}$; $\cos^2 x = \frac{\cos 2x + 1}{2}$, что в среднем за период $1/2$) Тогда можно сказать, что теплота, выделившаяся в цепи за период Q, равняется: $\boxed{Q = \frac{I_m^2 R T}{2}}$, где T – период

(среднее значение квадрата тока за период – это амплитудное значение I_m^2 пополам, т.к. ток измен. гармонич. по $\sin x$ или $\cos x$)

По II-му правилу Кирхгофа в нач. момент

$-L\frac{dI}{dt} = I_m R - U^*$ (напр. конд.), но т.к. ток достиг. макс. знач., то $\frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{I_m = \frac{U}{R}}$



тогда $Q = \frac{U_0^2 T}{2R}$

$\cancel{T = \frac{2\pi}{\sqrt{LC}}}$ $2\pi\sqrt{LC}$ (т.к. Q – мало, $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$) $T = \frac{2\pi}{\omega}$

$T = 2\pi\sqrt{LC}$

чистовик 9

доп бланк !

$$Q = \frac{U^2 T}{2R}; \quad R = \frac{U^2 T}{2Q} = \frac{U^2 2\pi\sqrt{LC}}{2Q} = \frac{\pi U^2 \sqrt{LC}}{Q}$$

20

$$R = \frac{\pi U^2 \sqrt{LC}}{Q} = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}2^2 \cdot \sqrt{0{,}3 \cdot 30 \cdot 10^{-6}}}{0{,}38 \cdot 10^{-3}}\, \Omega =$$

$$= \frac{3{,}14 \cdot 0{,}04 \cdot \sqrt{9 \cdot 10^{-6}}}{0{,}38 \cdot 10^{-3}}\, \Omega = \frac{3{,}14 \cdot 4 \cdot 3}{38}\, \Omega =$$

$$= \frac{6 \cdot 3{,}14}{19}\, \Omega \approx 1\, \Omega \quad \left(\cancel{6 \cdot 3{,}14 / 38} \;\; 6 \cdot 3{,}14 = 18{,}84\right)$$

$\boxed{\text{Ответ: } R \approx 1\, \Omega}$

$\boxed{\text{чистовик} \quad 7}$

$$\tau = \left(\frac{2(6{,}4\cdot10^{7}+10^{8})\sqrt{6{,}4\cdot10^{15}}}{\sqrt{9}\cdot(6{,}4\cdot10^{7}\sqrt{6{,}4\cdot10^{7}}+10^{8}\sqrt{10^{8}})} \right) c =$$

$$= \frac{2\cdot1{,}64\cdot10^{8}\cdot8\cdot10^{7}}{3\cdot(64\cdot10^{6}\cdot8\cdot10^{3}+10^{12})} c = \frac{2\cdot1{,}64\cdot8\cdot10^{3}}{3\cdot(0{,}512+1)} c =$$

$$\frac{16\cdot1640}{3\cdot1{,}512} c \approx \frac{16600}{3} c \approx$$

$$\approx 5533\ c$$

20

$1640 \times 16 = 984 + 164 = 26240$

$26240 : 1512 = 16{,}6\ldots$ ($26240 - 1512 = 11120$, $11120 - 9072 = 10480$)

$5533 : 3600 = 1{,}42\ldots$ ($5533 - 3600 = 15330$, $15330 - 14400 = 9300$, $9300 - 7200 = 2100\ldots$)

Ответ: $\tau \approx 5533 c \approx 1{,}4ч$

~~№ 5.4.2.~~

~~так как $Q \ll E$, E - энергия запасенная в системе, то можно~~
~~за T - период~~

~~сказать, что колебания в такой системе будут происходить с частотой (1) $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$~~

~~$\omega = \frac{1}{\sqrt{0{,}3\cdot30\cdot10^{-6}}} = \frac{1}{\sqrt{9\cdot10^{-6}}} = \frac{1}{0{,}003} = \frac{1000}{3}$ рад/с~~

~~Пусть q_0 - заряд конд в указ. момент, тогда (2) $q_0 = CU$. Закон, по которому изменяется заряд конд. за период $\frac{T}{2}$, тоже будет гармоническим:~~

~~(3) $q = q_0 \cos(\omega t)$, продифференцировав получим закон, по которому измен. ток в цепи: (4) $I = q_0\omega \sin(\omega t)$~~

~~T - период колебаний, (5) $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{LC}$~~

~~δQ - малое кол-во теплоты по опред. равно:~~

~~чистовик~~ 8 : черновик

№ 5.4.2 продолжение:

(6) $\delta Q = I^2 R\, dt$, где I – ток в цепи в этот момент

подставим (4)

$\delta Q = \left(q_0 \omega \sin(\omega t)\right)^2 R\, dt = q_0^2 \omega^2 R \sin^2(\omega t) dt$ (7)

Из тригонометрии:

$\cos 2\alpha = 1 - 2\sin^2\alpha$; т.е. (8) $\sin^2(\omega t) = \dfrac{1 - \cos(2\omega t)}{2}$

Подставим (8) в (7):

$\delta Q = \dfrac{q_0^2 \omega^2 R}{2}\left(1 - \cos(2\omega t)\right) dt$ (9), тогда

искомое кол-во теплоты Q – это интеграл (9)-го выражения, в пределах от 0 до T

$Q = \underbrace{\dfrac{q_0^2 \omega^2 R}{2}}_{\text{const}} \int_0^T \left(1 - \cos(2\omega t)\right) dt =$

$= \dfrac{q_0^2 \omega^2 R}{2} \cdot \left(t - \dfrac{\sin 2\omega t}{2\omega}\right)\Big|_0^T =$

$= \dfrac{q_0^2 \omega^2 R}{2}\left(T - \dfrac{\sin(2\omega T)}{2\omega} - 0 + \dfrac{\sin(2\omega \cdot 0)}{2\omega}\right) =$

$= \dfrac{q_0^2 \omega^2 R}{2}\left(T - \dfrac{\sin\left(2\omega \frac{2\pi}{\omega}\right)}{2\omega} - 0\right) =$

$= \dfrac{q_0^2 \omega^2 R}{2} T = Q$ (10) $\left(\begin{matrix}\sin 4\pi = 0 \\ \sin 0 = 0\end{matrix}\right)$

$R = \dfrac{2Q}{\frac{2\pi}{\omega} \cdot \omega^2 \cdot q_0^2} = \dfrac{Q}{\pi \cdot \frac{1}{\sqrt{LC}} \cdot C^2 U_0^2} = \dfrac{Q\sqrt{LC}}{\pi C^2 U^2} = R$ (11)

черновик

$L = 0{,}3$ Гн $\sin \omega t$ $\cos \omega t$

$C = 30 \cdot 10^{-6}$ Ф

при I_m $U_c = 0{,}2$ В

$16 \cdot 1640$

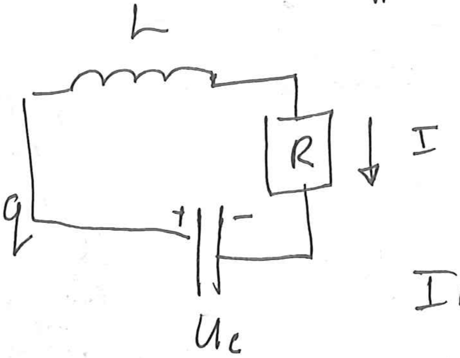
1640^2

$\times$ 1640 · 116 = 984, 164

$26240 \,|\, 1512$ → 16,6

$3{,}14 \,|\, 2$ → 1

$314 \,|\, 2$ → 157



$I_m = \omega q$

$IR = U_c$

$IR - U_c = 0$

$\times 19 \cdot 3$

$L \frac{dI}{dt} +$ $\cancel{q = -q_0 \sin(\omega t)}$

$q = q_0 \sin(\omega t)$ 18 27

$\frac{38 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{36 \cdot 3{,}14 \cdot 10^{-12}}$ 10^{-4}

ΔU_c $\frac{cU_0^2}{2} - \frac{cU'^2}{2} = Q$

$-L \frac{dI}{dt} = IR - \frac{q}{C}$ $q(0)$ $\sin(\varphi_0) = 1$

$q_0 = \frac{U}{C}$

$U_R = \left(\frac{q}{C} - L \frac{dI}{dt}\right) dq$

$\frac{1}{2}T: U_R - U_c = \mathcal{E}_i$

$\frac{3}{2}T: U_R + U_c = -\mathcal{E}_i$

$I =$

$15 \cdot 10^{-6}$

$225 \cdot 10^{-12}$

$36 \cdot 10^{-12}$

$q = q_0 \sin(\omega t)$ $U_R = 1$

$I = q_0 \omega \cos(\omega t)$ $q_0 \sin\left(\frac{\pi}{2} + \omega t\right)$

$\delta Q = |\mathcal{E}_i - U_c| \, dq = \left| L \frac{dI}{dt} dq - \frac{q\,dq}{C} \right|$

$\cancel{Q = LI}$ $IR = \frac{L dI}{dt} - \frac{q}{C}$

$\frac{LI^2}{2} + \frac{q^2}{2C} = const$ $LI \frac{dI}{dt} + \frac{q}{C}\frac{dq}{dt} -$

$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

$q_0 =$

~~чистовик~~ (черновик)

№ 4

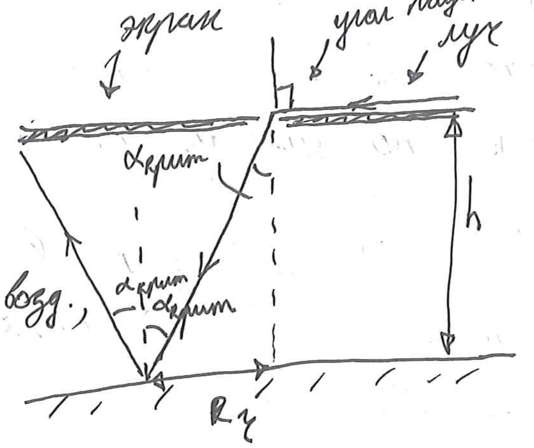
Газ падает рассеянный свет, значит свет падает под любыми углами. Край освещённой области радиуса R, получается, когда угол падения равен ~~180~~ 90°

По закону Снелла:

$\sin 90° \, n_в = \sin \alpha_{кр} \, n$,

где $n_в$ - показ. преломл. возд.,

$n_в = 1$



$$\times \begin{array}{r} 2,25 \\ 2,25 \\ \hline 1125 \\ 450 \\ 450 \\ \hline 5,0625 \end{array}$$

$(p_{в} + p_{п}) S l = \nu R T$

$\cancel{(p'_в + p_п) S l} \left(\frac{l}{2} + h\right)$

$\rho g h + p_0 = p_п + p'_в$

$p_в S^2 l = \nu_в R T$

$p'_в \, S \frac{l+h}{2} = \nu_в R T$

$p'_в$

$\frac{p'_в}{p_в} \cdot \frac{\left(\frac{l}{2} + h\right)}{l} = 1$

$\cancel{l+2h}$

$p'_в = p_в \cdot \frac{2l}{l+2h}$

$p_в + p_п = p_0$

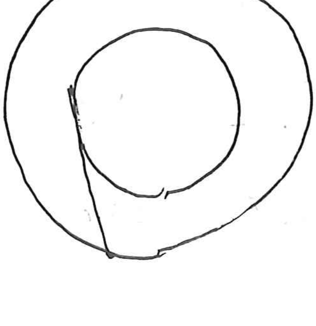
$p_в \frac{2l}{l+2h} + p_п = p_0 + \rho g h$

$p_в \frac{l}{l+2h} = \rho g h$

64 ~~100~~ тыс. км

№1

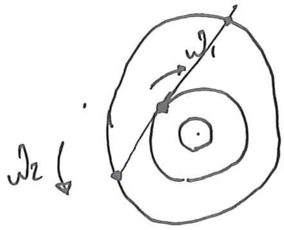
$g \approx const$

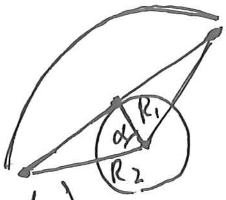


черновик

$\frac{m\vartheta^2}{R} = mg$; $m\omega^2 R = mg$; $\omega^2 = \frac{g}{R_i}$

$\omega_1 = \sqrt{\frac{g}{R_1}}$ $\omega_2 = \sqrt{\frac{g}{R_2}}$





$\cos\alpha = \frac{R_1}{R_2} = \frac{6,4}{10} = \sqrt{\frac{64}{103}}$.

$\omega_2 R_2 + \omega_1 R_2 = R_2\sqrt{g}\left(\frac{1}{\sqrt{R_1}} + \frac{1}{\sqrt{R_2}}\right)$

$\sin\alpha$ ~~$\cos\alpha$~~ $= 0,36$

$\alpha \approx$

$g = \frac{M}{R_{пл}}$

~~g~~ $g_i =$

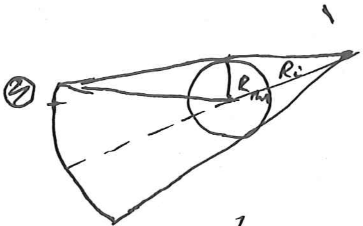
$g = G\frac{M}{R_{пл}^2}$

$g_i = g\left(\frac{R_{пл}}{R_i}\right)^2$

$\frac{R_{пл}}{R_i} \approx \alpha$

$\omega_1 = \frac{R_{пл}}{R_1}\sqrt{\frac{g}{R_1}}$

$\omega_2 = \frac{R_{пл}}{R_2}\sqrt{\frac{g}{R_2}}$



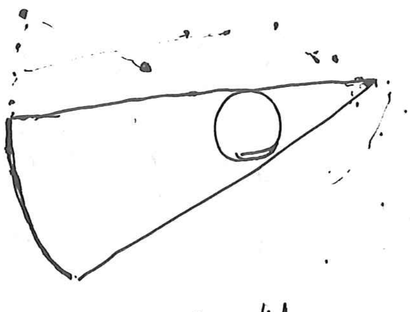
$l = (R_1 + R_2)2\alpha = \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1}\right)R_{пл}\ \alpha$

$\omega_1 R_1 t =$

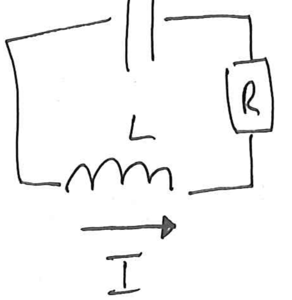
$\omega_2 R_2 t$

$I = q_0\omega\cos(\omega t)$

$I^2 = q_0^2$



$$\frac{2\left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)\sqrt{\frac{R_2}{R_1}}}{\sqrt{g}\left(1 + \frac{R_2\sqrt{R_2}}{R_1\sqrt{R_1}}\right.}$$



$IR = U_c$

$I^2R = \delta Q$

черновик доп бланк !

$$L\frac{dI}{dt} = IR - U_c$$

$IR = U_c$ $I = \frac{U_c}{R}$ $I_{cp} = \frac{U_c}{\sqrt{2}R}$

$$R\, I_{cp}^2 = \frac{U_c^2}{2R^2}\cdot R = \frac{U_c^2 T}{2R} = Q$$

$R = \frac{0{,}04}{2}$ $\frac{\cancel{0{,}038 \cdot 2}}{\cancel{0{,}04\, T}}$

$$R = \frac{U_c^2 T}{2\,Q} = \frac{0{,}04 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 3}{1000\ 0{,}38 \cdot 2}$$

$\frac{4\cdot 9}{38} \approx 1$

$$\frac{42}{\sqrt{16+x^2}} = \frac{21}{3}$$

$16 + x^2 = 36$; $x^2 = 20$

5600 5533 | 3600
3600 | 1,242
15330
14400
9300

черновик доп. бланк !

$q = \cancel{q_0} \; A\cos(\omega t) + B\sin(\omega t)$

$q = q_0 \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$

$I = -A\sin\omega t + B\omega\cos(\omega t)$

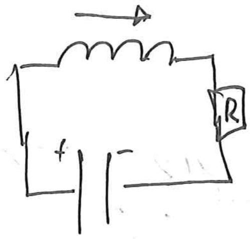
$I(0) = B\omega = max = q_0\omega \quad I_m$

$q(0) = q_0$

$q' = \omega \; q_0$

$q' = \omega q_0 \sin(\omega t)$

I_m



$U_R dt$

$|\mathcal{E}_i - U_c| dt$

$\int \left(L\frac{dI}{dt} + \frac{q}{c}\right) dt$

$L\,dI - \frac{q\,dt}{C}$

$\mathcal{B} = \frac{Q}{I^2 T}$

мелкое

мелкое

$I_m = q_0\omega$

$q_0 \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$

$I = 6 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1000}{3} =$

$2 \cdot 10^{-3} = 0{,}002\ A$

$T = \frac{3{,}14 \cdot 3}{1000} =$

$q_m = \; I = 0$

$q = q_0\cos(\omega t)$

$I = I_m \sin(\omega t)$

$q = q_0\cos(\omega t)$

$LC = 0{,}3 \cdot 30 \cdot 10^{-6} =$

$= 9 \cdot 10^{-6} = \frac{1}{\omega^2}$

$q = 30 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{5} = 6 \cdot 10^{-6}$ Кл

$\frac{2Q}{I^2 T}$

$\frac{95 \cdot 2 \cdot \frac{1000}{3}}{2\pi}$

$\frac{35000}{6}$

$\frac{LI_m^2}{2} + \frac{q_0^2}{2C} = const$

$L\,dI_m I_m + I_m q_0/c = 0$

$\frac{dI_m}{dt} = \frac{q_0}{CL}$

$I_m = U\sqrt{\frac{C}{L}} = 0{,}2 \cdot \sqrt{\frac{30 \cdot 10^{-6}}{3}} =$

$= 0{,}002\ A$

$\frac{0{,}38}{2 \cdot 0{,}002} = \frac{380}{4} = 95$