15 ^{08} +1 лист

35-43-77-22
(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

Старостина Александра Александровича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«9» 02 2024 года

Подпись участника

35-43-77-22 (4.8)

5 1,4,2 чистовик

Дано:

$R_1 = 6{,}4 \cdot 10^4$ км

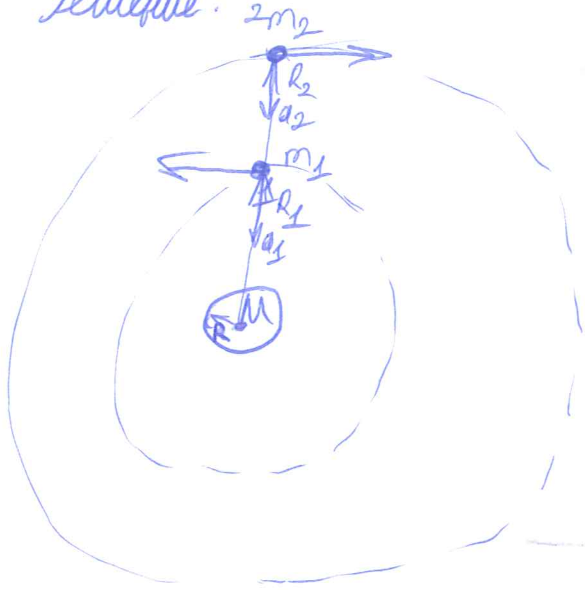
$R_2 = 10^5$ км

$g = 9\ \frac{м}{с^2}$

$\arcsin x \approx x$ при малых x

v – ?

Решение:



Планета: $\frac{MG}{R^2} = g$

1-ое тело:

$F_1 = \frac{M m_1 G}{R_1^2} = m_1 \cdot \frac{gR^2}{R_1^2}$, то $a_1 = \frac{F_1}{m_1} = \frac{gR^2}{R_1^2}$

$\omega_1^2 \cdot R_1 = a_1$, то $\omega_1 = \sqrt{\frac{gR^2}{R_1^3}}$

2-ое тело:

$F_2 = \frac{M m_2 G}{R_2^2} = m_2 \frac{gR^2}{R_2^2}$, то $a_2 = \frac{F_2}{m_2} = \frac{gR^2}{R_2^2}$

$\omega_2^2 \cdot R_2 = a_2$, то $\omega_2 = \sqrt{\frac{gR^2}{R_2^3}}$ +

Перейдем во вращательную систему отсчёта 1-го тела:

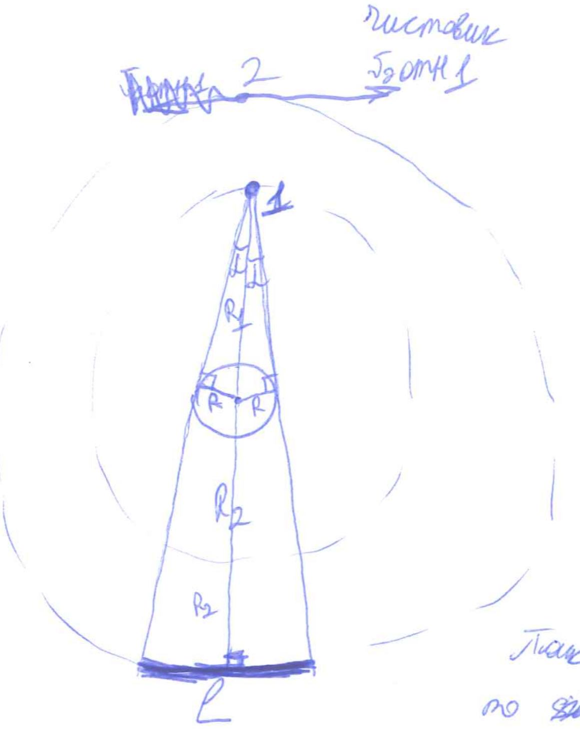
Т.к. R – несколько тысяч километров, то R мал по сравнению с R_1 и R_2 +

~~по планету можно считать нат~~

$v_{отн\,1} = |\omega_2 \cdot R_2 + \omega_1 R_2| = R_2 |\omega_2 + \omega_1| = R_2(\omega_1 + \omega_2) =$ –

$= R_2 \cdot R \left(\sqrt{\frac{g}{R_1^3}} + \sqrt{\frac{g}{R_2^3}}\right)$ и $v_{отн\,1} = const$, т.к. ω_1 и $\omega_2 = const$.

1	2	3	4	5	Σ
15	18	20	20	13	86



Теневая зона, когда 2-ое тело пролетает в области, ограниченной касательными к окружности (планете) из первого тела (точка 1). Эта область „закрашена".

Из геометрии:

$\sin\alpha = \frac{R}{R_1}$, то $\alpha = \arcsin\frac{R}{R_1}$

Так R мало по сравнению с R_1 и R_2, то то $\alpha = \arcsin\frac{R}{R_1} \approx \frac{R}{R_1}$, тогда: $\sin\alpha \approx \alpha$, то α - малый угол, то $\alpha \approx \sin\alpha \approx \operatorname{tg}\alpha$.

Теневая область - дуга окружности (CR_2). Но так как α - малый, то то теневая область $\approx$ отрезок длиной l. Тогда есть равнобедренный треугольник (из симметрии рисунка отн. прямой между точкой 1 и центром планеты) с основанием l и высотой (R_1+R_2). Тогда получаем, что:

$$l = 2\cdot(R_1+R_2)\cdot\operatorname{tg}\alpha = 2\cdot(R_1+R_2)\cdot\alpha = 2(R_1+R_2)\cdot\frac{R}{R_1}$$

$$\tau = \frac{l}{v_{2отн1}} = \frac{2(R_1+R_2)\cdot\frac{R}{R_1}}{R_2 R\cdot\sqrt{\frac{g}{R_1^3}+\frac{g}{R_2^3}}} = \frac{2(R_1+R_2)}{R_1\cdot R_2\cdot\sqrt{\frac{g}{R_1^3}+\frac{g}{R_2^3}}} =$$

$$= \frac{2(R_1+R_2)}{\sqrt{g}\cdot\sqrt{\frac{(R_2^3+R_1^3)\cdot(R_1R_2)^2}{(R_1\cdot R_2)^3}}} = \frac{2(R_1+R_2)}{\sqrt{g}\cdot\sqrt{\frac{(R_2+R_1)(R_2^2-R_1R_2+R_1^2)}{R_1R_2}}} =$$

$$= 2\cdot\sqrt{\frac{R_1R_2}{g}}\cdot\sqrt{\frac{(R_1+R_2)^2}{(R_1+R_2)(R_1^2-R_1R_2+R_2^2)}} = 2\cdot\sqrt{\frac{(R_1+R_2)R_1R_2}{g(R_1^2-R_1R_2+R_2^2)}}$$

35-43-77-22
(4.8)

чистовик

$$\tau = 2\cdot\sqrt{\frac{(64\cdot10^{6}м + 100\cdot10^{6}м)\cdot 64\cdot10^{6}м\cdot100\cdot10^{6}м}{9\frac{м}{с^2}\cdot\left((64\cdot10^{6}м)^2 - 64\cdot10^{6}м\cdot100\cdot10^{6}м + (100\cdot10^{6}м)^2\right)}} =$$

$$= 2\cdot\sqrt{\frac{164\cdot64\cdot100\cdot10^{6}}{9\cdot7696}}\,с = \frac{2\cdot10\cdot10^{3}\cdot8}{3}\sqrt{\frac{164}{7696}}\,с =$$

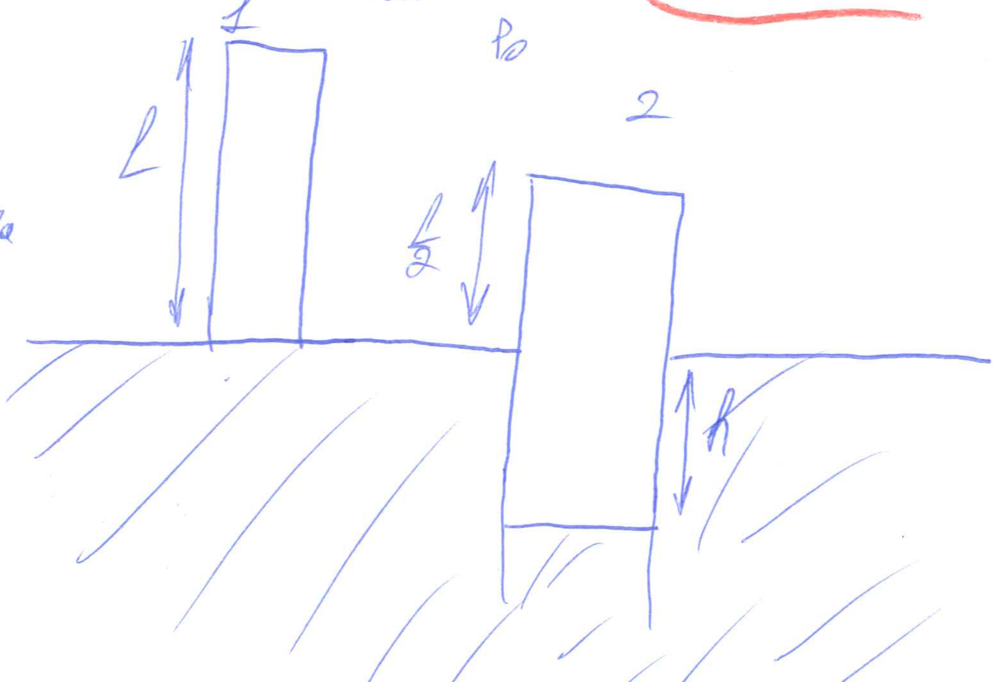
$$= \frac{16\cdot10^{4}}{3}\sqrt{\frac{41}{1924}}\,с.$$

Ответ: $\tau = \frac{16\cdot10^{4}}{3}\sqrt{\frac{41}{1924}}\,с$

№ 2.5.2.

Дано:
$l = 1м$
$h = 0{,}45м$
$\rho_0 = 10^3 \frac{кг}{м^3}$
$P_{нас} = 14{,}5кПа$
$g = 10\frac{м}{с^2}$
$T = const$
P_0 – ?

Решение:



Т.к. трубку погружают медленно, то пар внутри остаётся насыщенным (если он есть)

1: $P_{см_1} = P_{сух_1} + P_{пара_1}$

$P_{пара_1} = P_{нас}$

$P_{см_1} = P_0$

Чистовик

2: $P_{сн_2} = P_{сух_2} + P_{пара_2}$

$P_{сн_2} = P_0 + \rho g h$

$T = const$, по з. Б-М $P_{сух} V = const$, т.к. $\nu_{сух} = const$, то $P_{сух_2}\cdot\left(\frac{L}{2}+h\right)S = P_{сух_1}\cdot L\cdot S$

$P_{сух_2}\left(\frac{L}{2}+h\right) = P_{сух_1}\cdot L$, то

то $P_{сух_2} = \frac{2L}{L+2h}P_{сух_1}$

Пар находится в насыщенном состоянии (на стыке состояний)

$P_{пара}\cdot V_{пара} = \nu_{пара}\cdot R\cdot T$

при $V_{сн}\downarrow$, то $V_{пара}\downarrow$ и (так как $T = const$) $P_{пара}$ „хочет $\downarrow$", но оно $= const$, пока пар полностью не перейдёт в воду. тогда $P_{пара} = const$, а $\nu_{пара}\downarrow$. Тогда к концу погружения пар либо останется (но его кол-во $\downarrow$) с $P_{пара_2} = P_{нас_1}$, либо он полностью перейдёт в воду, и тогда $P_{пара_2} = 0$.

Предположим, что пар остался:

Тогда:

$$\begin{cases} P_0 = P_{сух_1} + P_{нас} \\ P_0 + \rho g h = P_{сух_1}\cdot\frac{2L}{L+2h} + P_{нас} \end{cases}$$, то $P_{сух_1}\left(\frac{2L}{L+2h} - 1\right) = \rho g h$

$$P_{сух_1}\cdot\left(\frac{2L-L-2h}{L+2h}\right) = \rho g h$$

$$P_{сух_1}\cdot\left(\frac{L-2h}{L+2h}\right) = \rho g h$$

$$P_{сух_1} = \frac{\rho g h(L+2h)}{L-2h}$$

$L-2h = 1м - 2\cdot0{,}45м = 1м - 0{,}9м = 0{,}1м > 0$, то $P_{сух_1} > 0$, то

предположение верное, то

35-43-77-22
(4.8)

Чистовик

то $P_0 = \frac{\rho g h(L+2h)}{(L-2h)} + P_{нас}$

$P_0 = \frac{10^3 \frac{кг}{м^3} \cdot 10 \frac{м}{с^2} \cdot 0{,}45 м \left(\cancel{0{,}45 м}^{1} + \cancel{0{,}9 м}^{0{,}9}\right)}{1 м - 0{,}9 м} + 14{,}5 кПа =$

$= \frac{\cancel{10^3} \cdot 10 \cdot 0{,}45 \cdot 1{,}9}{0{,}1 \cdot \cancel{10^3}} кПа + 14{,}5 кПа = 45 \cdot 1{,}9 кПа + 14{,}5 кПа =$

$= 85{,}5 кПа + 14{,}5 кПа = 100 кПа.$

2-ое предположение:
тогда:

$\begin{cases} P_0 = P_{сух_1} + P_{нас} \\ P_0 + \rho g h = P_{сух_1} \cdot \frac{2L}{L+2h} + 0 \end{cases}$, то $\rho g h = P_{сух_1} \cdot \frac{L-2h}{L+2h} - P_{нас}$.

$P_{сух_1} = \frac{\rho g h(L+2h)}{L-2h} + P_{нас} \cdot \frac{L+2h}{L-2h}$

то:

$P_0 = \frac{\rho g h(L+2h)}{L-2h} + P_{нас} \frac{L+2h+L-2h}{L-2h} =$

$= \frac{\rho g h(L+2h)}{L-2h} + P_{нас} \frac{2L}{L-2h}$

$P_0 = 85{,}5 кПа + 14{,}5 кПа \frac{2 м}{0{,}1 м} = 85{,}5 кПа + 290 кПа =$

$= 375{,}5 кПа$

Ответ: $P_0 = 100 кПа$
или
$P_0 = 375{,}5 кПа.$?

Чистовик

№3.10-2.

Дано:

$R = 3$ см $=$ ~~[illegible]~~

$q_1 = 7{,}5 \cdot 10^{-10}$ Кл.

$q_2 = 2{,}5 \cdot 10^{-10}$ Кл

r — ?

Решение:

Т.к тела шарики далеко друг от друга, то они не влияют друг на друга своими электрическими полями.

Т.к соединены проводником, то $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi$

Пусть левый: q_2, а ~~второй~~ правый: q_1, тогда

$$\varphi_1 = \frac{kq_1}{r} = \varphi.$$

$$\varphi_2 = \frac{kq_2}{r} + \frac{kQ}{R} = \varphi = \frac{kq_1}{r}, \text{ то } \frac{q_2}{r} + \frac{Q}{R} = \frac{q_1}{r}$$

Заземление, то $\varphi_{сфера} = 0$

$$\varphi_{сфера} = \frac{kq_2}{R} + \frac{kQ}{R} = \frac{k(Q+q_2)}{R} = 0, \text{ то } Q = -q_2$$

Тогда:

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

$$\frac{q_2 - q_1}{r} = \frac{q_2}{R}, \text{ то } r = \frac{q_2 - q_1}{q_2} \cdot R$$

Т.к $q_2 < q_1$, то $r < 0$, чего не может быть.

35-43-77-22
(4.8)

Листовик

№4.19.2

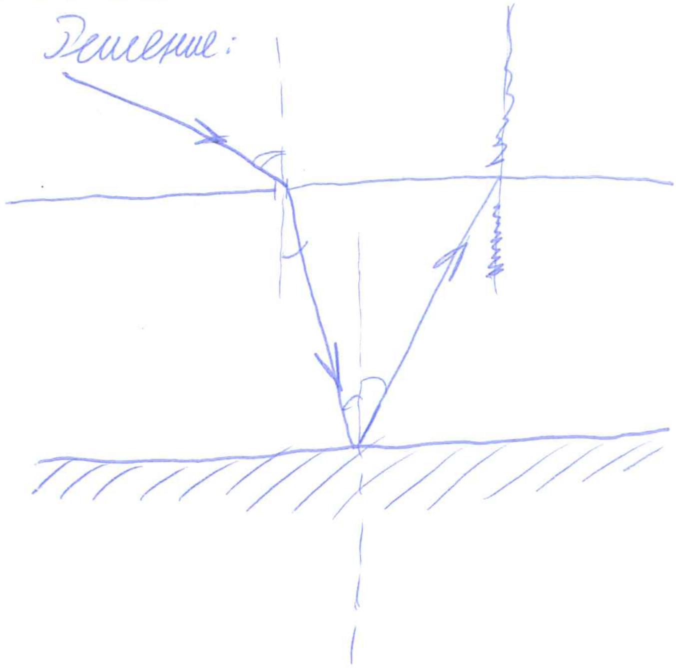
Дано:

$R = 8см$

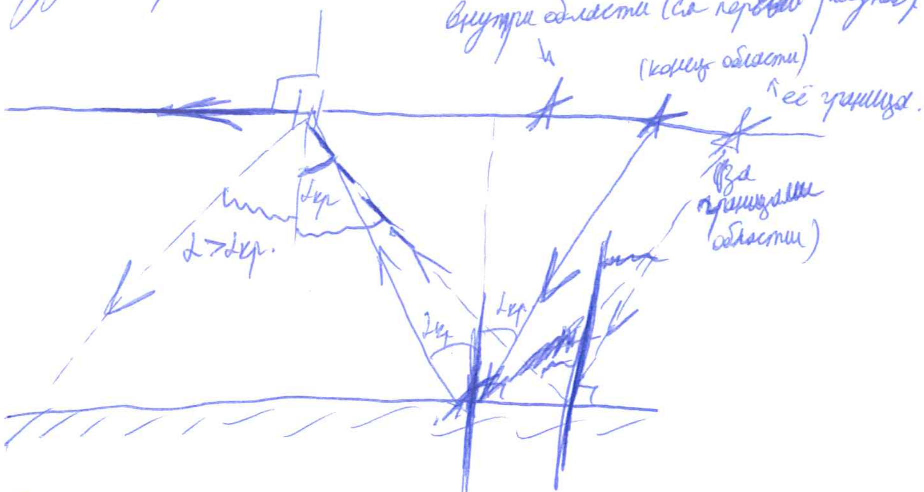
$n = 1,5 = \frac{3}{2}$

$h - ?$

Решение:

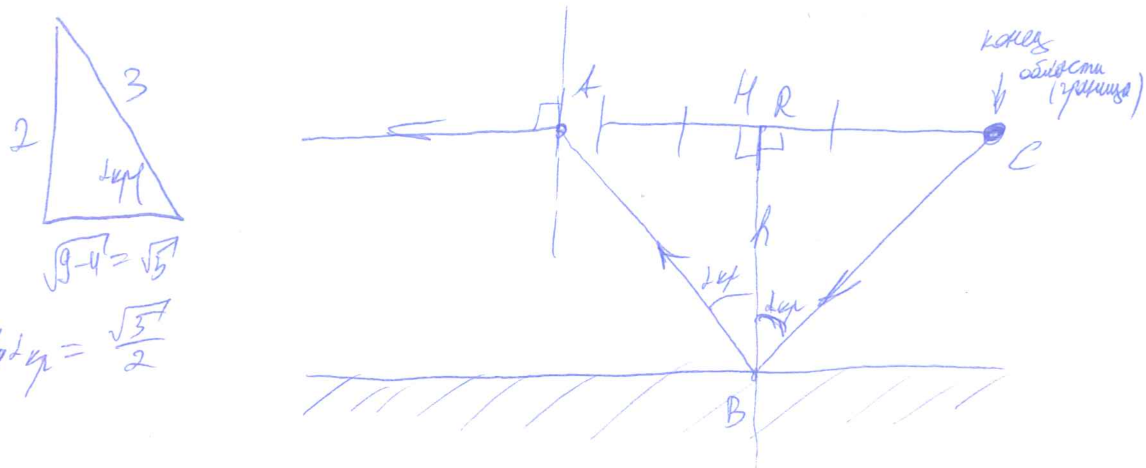


Пусть ~~луч~~ источник света находился на обратной стороне ~~зеркала~~ экрана! (пойдём в обратный ход луча).
Тогда лучи будут выходить из воды до того момента, пока не произойдёт полное внутреннее отражение. Значит, в момент его наступления будет $\alpha_{кр}$:



$\frac{\sin 90^\circ}{\sin\alpha_{кр}} = \frac{n}{1}$, то $\sin\alpha_{кр} = \frac{1}{n} = \frac{1}{\frac{3}{2}} = \frac{2}{3}$.

Листовик.



$\sqrt{9-4} = \sqrt{5}$

$ctg\angle кр = \frac{\sqrt{5}}{2}$

Из геометрии

$\triangle AHB = \triangle CHB$ (по 2 пр-ку рав-ва $\triangle$-ов), т.к. : и $BH \perp AC$

то $h = \frac{R}{2} ctg\angle кр. = \frac{R}{2} = \frac{R\sqrt{5}}{2 \cdot 2} = \frac{R\sqrt{5}}{4}$

$h = \frac{8см\sqrt{5}}{4} = 2\sqrt{5}$ см.

Ответ: $h = 2\sqrt{5}$ см.

Чистовик

Значит, предположение с q_1 и q_2 неверное.

Тогда левый $= q_1$, а правый $= q_2$. Тогда:

$$\varphi_2 = \varphi = \frac{kq_2}{r}$$

$$\varphi_1 = \frac{kq_1}{r} + \frac{kQ}{R} = \varphi = \frac{kq_2}{r}, \text{ то } \frac{q_1 - q_2}{r} = -\frac{Q}{R}$$

$$\varphi_{сфера} = \frac{kq_1}{R} + \frac{kQ}{R} = 0, \text{ то } Q = -q_1$$

и: $\frac{q_1 - q_2}{r} = \frac{q_1}{R}$, то

то $r = \frac{q_1 - q_2}{q_1} \cdot R$

$$r = \frac{7{,}5 \cdot 10^{-10}\,Кл - 2{,}5 \cdot 10^{-10}\,Кл}{7{,}5 \cdot 10^{-10}\,Кл} \cdot 3\,см = \frac{5}{7{,}5} \cdot 3\,см = \frac{50 \cdot 3}{75}\,см =$$

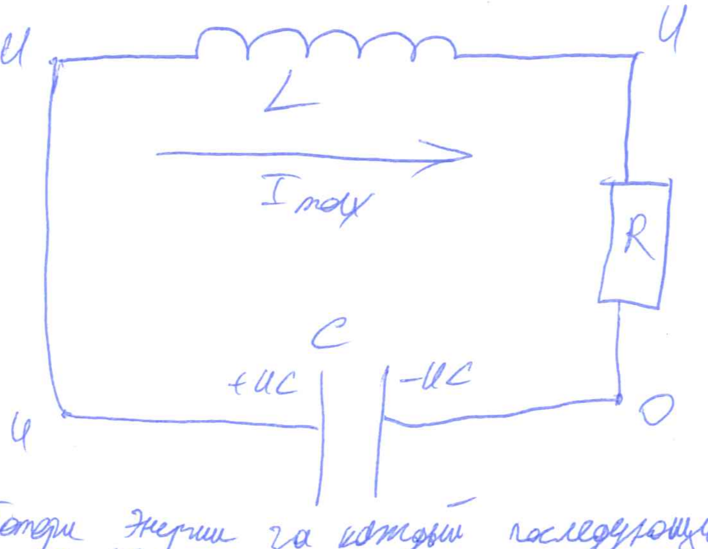
$$= \frac{50}{25}\,см = 2\,см.$$ +

Ответ: $r = 2$ см.

5.4-2. 1

Дано:
$L = 0{,}3$ Гн
$C = 30$ мкФ
$U = 0{,}2$ В
$Q = 0{,}38$ мДж
$\pi = 3{,}14$
$R - ?$

Решение:



Потери энергии за каждый последующий период колебаний << энергии, запасённой в контуре в любой момент времени, то в течение одного периода колебания...

чистовик

колебания можно считать гармоническими, то $q_C = q_A \cdot \sin(wt + \varphi_0) + q_0$

где $w = \sqrt{\frac{1}{LC}}$

I_{max}, то $I'(t) = 0$, то $\frac{dI}{dt} = 0$

$U_L = L \cdot \frac{dI}{dt} = 0$

4

$I_0 = 0$, т.к. ~~нет внешних~~ нет сторонних сил, совершающих работу (нет источника постоян. напряж)

$I = q_C'(t) = \underbrace{q_A \cdot W}_{I_{max}} \cdot \cos(wt + \varphi_0)$

т.к. в $t=0$ $I = I_{max}$, то $\cos\varphi_0 = 1$, то $\varphi_0 = 0$, то
и $I_A = I_{max}$

$q_C = q_A \cdot \sin wt + q_0$

$I = q_A \cdot W \cdot \cos wt$

Если q_{min}, то $I = \dot{q} = 0$, то
то $q_{min} = 0$, то
то $q_A = q_0 - q_{min} = UC - 0 = UC$, то
то $I = UCW \cdot \cos wt$

$U_C = \frac{q_C}{C}$, то $U_C = \frac{q_A}{C} \cdot \sin wt + \frac{q_0}{C}$

при $t=0$: $\frac{q_A}{C} \cdot \sin 0 + \frac{q_0}{C} = U$

$\frac{q_0}{C} = U$, то $q_0 = UC$

Колебания гармонические, то $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

4

$dQ = R \cdot I^2 \cdot dt$

$Q = \int_0^T R I^2 \cdot dt$

$Q = R \int_0^T (UCw)^2 \cdot \cos^2(wt) \cdot dt = R(UCw)^2 \cdot \int_0^T \frac{\cos(2wt)+1}{2} dt =$

$= R \cdot \frac{U^2 \cdot C^2}{L \cdot C} \cdot \left(\frac{\sin 2wT}{4} + \frac{T}{2} \right)$

4

$\int_0^T \frac{\cos 2wt}{2} \cdot dt = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \sin 2wt \Big|_0^T = \frac{\sin 2wT}{4} - \frac{\sin 0}{4} = \frac{\sin 2wT}{4}$

$\int_0^T \frac{1}{2} \cdot dt = \frac{T}{2}$

листовик

$\sin 2\omega T = \sin\left(2\cdot\frac{1}{\sqrt{LC}}\cdot 2\pi\sqrt{LC}\right) = \sin 4\pi = 0$, то

то:

$$Q = R\,\frac{U^2\cdot C}{L}\cdot\frac{2\pi\sqrt{LC}}{2} = \frac{2\pi U^2 R}{2}\sqrt{\frac{LC\cdot C^2}{L^2}} =$$

$$= \pi U^2 R\sqrt{\frac{C^3}{L}}$$

$$R = \frac{Q}{\pi U^2}\cdot\sqrt{\frac{L}{C^3}}.$$

$$R = \frac{0{,}38\cdot10^{-3}\,Дж}{3{,}14\cdot(0{,}2\,В)^2}\cdot\sqrt{\frac{0{,}3\,Гн}{(30\cdot10^{-6}\,Ф)^3}} =$$

$$= \frac{3800\cdot10^{-3}}{314\cdot4}\cdot\sqrt{\frac{3}{(30\cdot10^{-6})^3\cdot10}}\,Ом =$$

$$= \frac{950\cdot10^{-3}}{314}\cdot\frac{1}{\sqrt{\frac{3}{27\cdot10^{-14}}}}\,Ом =$$

$$\cancel{= \frac{950}{314}\cdot10^{-1}\,Ом = \frac{95}{314}\,Ом}$$

$$= \frac{950}{314}\cdot10^{-3}\cdot\sqrt{\frac{10^{14}}{9}}\,Ом = \frac{950}{314}\cdot10^{-3}\cdot\frac{10^7}{3}\,Ом =$$

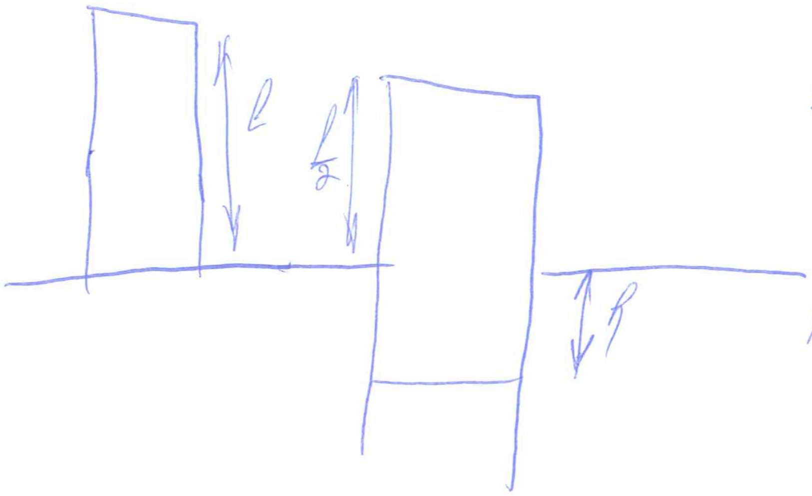
$$= \frac{950}{942}\cdot10^4\,Ом = \frac{9500000}{942}\,Ом = 10084\frac{872}{942}\,Ом \approx$$

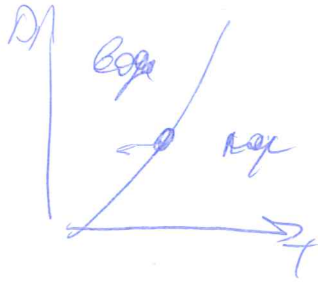
≈ 10.085 Ом.

Ответ: $R = 10.085$ Ом.

черновик

$$\begin{array}{r} 3{,}14 \\ \times\ 5 \\ \hline 15{,}70 \end{array}$$





$P_0 = P_{см} = P_{сух} + P_{пар}$

пара

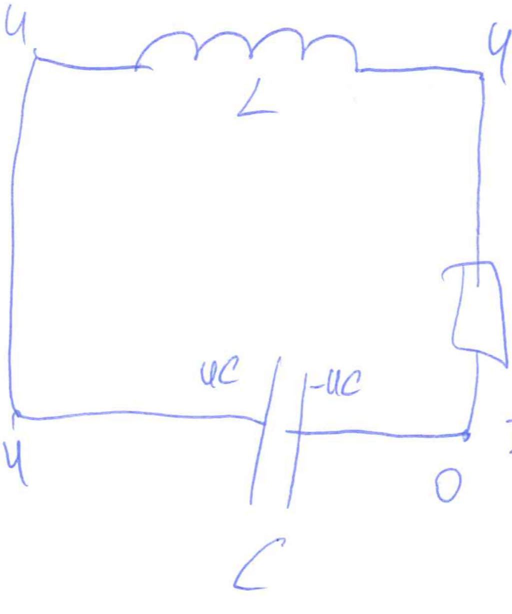
$PV = \nu RT$

$$\begin{array}{r} 950 \\ \times\ 4 \\ \hline 3800 \end{array}$$

$P_{сух} \cdot L = P'_{сух} \cdot \left(\frac{L}{2} + R\right)$

$3800 : 4 = 950$

$$\begin{array}{r} 9100 \\ \times\ 4 \\ \hline 3400 \end{array}$$



$\Delta Q \ll W_C + W_L$

$\Rightarrow$ однокол. гармон

$-\Delta Q$

гармон

$I_{max} \Rightarrow \dot{I} = 0 \Rightarrow U_L = 0$

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

$0 = Q + \Delta W$

$Q = \int R \cdot I^2 \cdot dt$

$Q = \Delta W = \frac{U^2 C}{2} - \frac{U'^2 C}{2}$

$U' = \ldots$

$I = I_{max} \cdot \sin\omega t$

Черновик

$\frac{A}{B} \cdot C \cdot \frac{B^2}{A \cdot C^2} = \frac{B}{A \cdot C}$

$\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = \cos 2\alpha$

$2\cos^2 \alpha - 1 = \cos 2\alpha$

$\cos^2 \alpha = \frac{\cos 2\alpha + 1}{2}$

$\frac{Q}{U^2} = \frac{B \cdot A \cdot C}{B^2} = \frac{A \cdot C}{B}$

$\sqrt{\frac{L}{C^3}} = \frac{B}{AC}$ $C = \frac{q}{U}$ $\varphi = \frac{kq}{B}$

$\frac{L}{C^3} = \frac{B^2}{A^2 \cdot C^2}$

$L = \frac{q^2}{\varphi}$ $\frac{L}{C^3} = \frac{C^2}{\varphi U} = \frac{C^2 \cdot B^4}{kq^4} = \frac{C^4 \cdot B^4}{kq^4 \cdot C^2} = \frac{B^4}{A^4 \cdot C^2}$

7696 : 64, 128, 16

164 · 4 = 656

7696 : 164 = 4; 1136

164 · 9; 1640 − 164 = 6

164 : 4 = 41

7696 : 4 = 1924; 36, 36, 9, 8, 16

1924 : 41 = 46; 164, 284, 246

314 · 3 = 942

$P_0 = P_{\text{возд}} + P_{\text{нас}}$

$P_0 + \rho g h = P_{\text{возд}} \left(\frac{2L}{L + 2h} \right) + 0.$

$\rho g h = P_{\text{возд}} \cdot \frac{L - 2h}{L + 2h} - P_{\text{нас}}.$

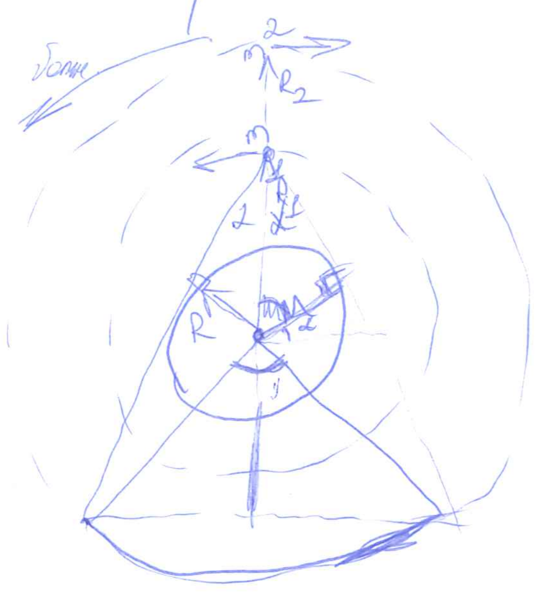
45 · 9 = 405

85 + 14,5 = 100

950 : 314 = 0,3; 942

314 · 3 = 942

Черновик



$\cancel{Si}\ \cancel{F=m}$

Планета: $\frac{MG}{R^2}=g$

$1:\ F=m\frac{MG}{R_1^2}=m\frac{gR^2}{R_1^2}$.

$2:\ F=m\frac{MG}{R_2^2}=m\frac{gR^2}{R_2^2}$

$a_1=\frac{gR^2}{R_1^2}$

$a_2=\frac{gR^2}{R_2^2}$.

$a=\frac{v^2}{R}=\frac{w^2R^2}{R}=w^2R$

9.500.000 $\quad 942\cdot10^4$ 9420.000

$$\begin{array}{r} 9.500.000 \\ -\ 9420.000 \\ \hline 80.000 \end{array}$$

$w_1=\sqrt{\frac{gR^2}{R_1^3}}$

$w_2=\sqrt{\frac{gR^2}{R_2^3}}$

$$\begin{array}{r} 64 \\ \times 64 \\ \hline 256 \\ 384 \\ \hline 4096 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 2^{12} \\ \times 1024 \\ 4 \\ \hline 4096 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10000 \\ +\ 4096 \\ \hline 14096 \\ -\ 6400 \\ \hline 7696 \end{array}$$

СО-1.

$v_{отн}=w_2\cdot R_2-w_1\cdot R_2=R_2(w_2-w_1)=R_2\cdot\cancel{W}(w_1-w_2)=$

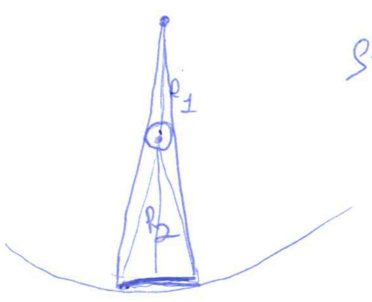
$=R_2\cdot\sqrt{g}\,R\sqrt{\left(\frac{1}{R_1^3}-\frac{1}{R_2^3}\right)}=R_2R\sqrt{\frac{g}{R_1^3}-\frac{g}{R_2^3}}$

$$\begin{array}{r} 942 \\ \times 9 \\ \hline 8478 \end{array}$$

$\sqrt{\frac{м}{с^2}\cdot\frac{1}{м^3}}\cdot м^2=\frac{1}{с\cdot м}\cdot м\cdot м=\frac{м}{с}\ V$

$$\begin{array}{r|l} 80.000 & 942 \\ -\ 7536 & \overline{84} \\ \hline 4640 & \\ -\ 3768 & \\ \hline 872 & \end{array} \qquad \begin{array}{r} 942 \\ \times 8 \\ \hline 7536 \end{array}$$

$\sin\angle=\frac{R}{R_1}$ $\quad \angle=\arcsin\frac{R}{R_1}\approx\frac{R}{R_1}$



$$\begin{array}{r} 942 \\ \times 4 \\ \hline 3768 \end{array}$$

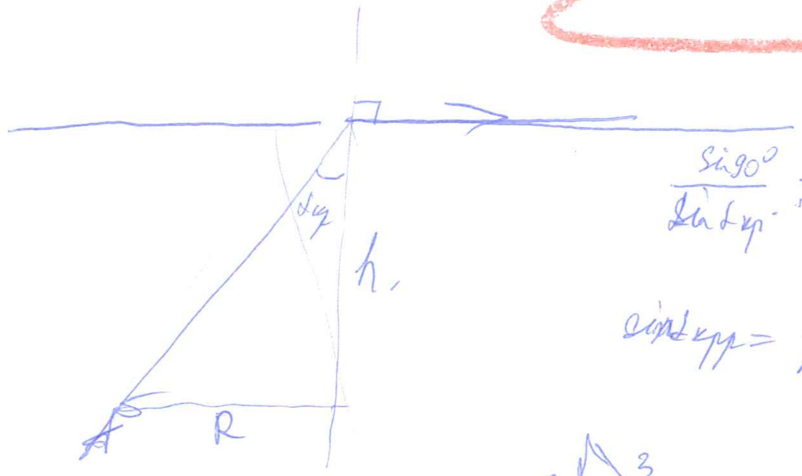
$S=(R_1+R_2)\cdot tg\angle 2=\frac{2(R_1+R_2)\cdot R}{\sqrt{R_1-R}\cdot\sqrt{R_1+R}}=$

$\sqrt{R_1^2-R^2}$

$$\begin{array}{r} 145 \\ \times 2 \\ \hline 290 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 290 \\ +\ 85,5 \\ \hline 375,5 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 10000 \\ +\ 84 \\ \hline 10084 \end{array}$$

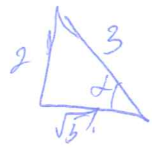
ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Черновик

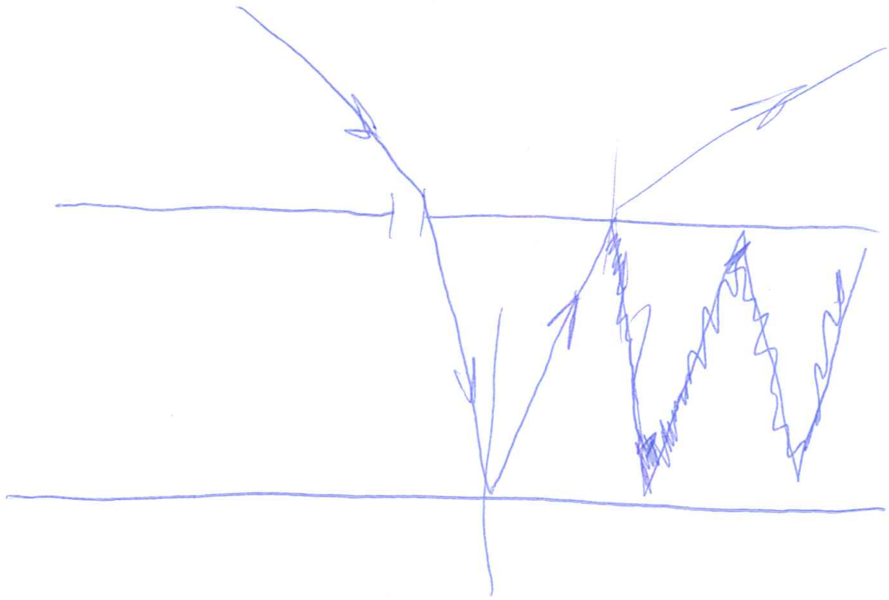


$$\frac{\sin 90^\circ}{\sin \alpha_{кр}} = \frac{n}{1}$$

$$\sin \alpha_{кр} = \frac{1}{n} = \frac{2}{3}$$



9-4



Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!