



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Потаповой Марины Григорьевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

выход 14:02 Жон
вход 14:06 Жон

Дата
« 9 » сентября 2024 года

Подпись участника

М. Потапов

Чистовик №1

87-52-16-91
(4.8)

№ 3.10.2.

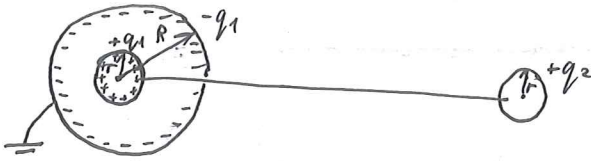
Дано:

$R = 3 \text{ см}$

$q_1 = 7,5 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}$

$q_2 = 2,5 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}$

$r = ?$



1) На сфере будет индуцироваться заряд, по модулю равный заряду на шаре, который находится внутри, и противоположный по знаку.

2) $\varphi_{\text{сф}} + \varphi_1 = \varphi_2$ (т.к. шари соединены, потенциалы будут одинаковыми)

$\frac{k(-q_1)}{R} + \frac{kq_1}{r} = \frac{kq_2}{r}$

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

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

$\varphi_{\text{сф}}$ - потенциал сферы
 φ_1 - потенциал шара в центре
 φ_2 - потенциал шара вдали.

* Если на шаре в центре заряд q_2 , то $\frac{k(-q_2)}{R} + \frac{kq_2}{r} = \frac{kq_1}{r}$

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

$r = \frac{q_2 - q_1}{q_2} R < 0$

не подходит, т.к. радиус > 0

Ответ: 2 см.

№ 4.10.2.

Дано:

$R = 8 \text{ см}$

$n = 1,5$

$h = ?$

1) Рассеянный свет падает под любыми углами (α)

2) Найдем наибольший угол после преломления. (β_{max})

$1 \cdot \sin \alpha = n \cdot \sin \beta$ (закон Снеллиуса)

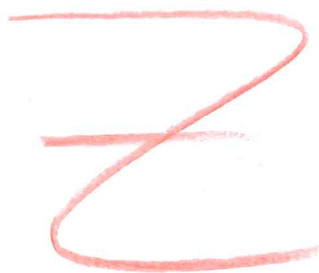
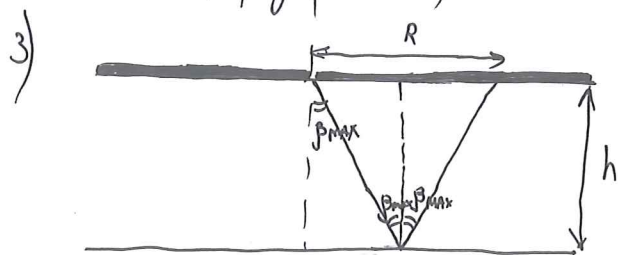
Чем больше угол, тем больше синус.

$\Rightarrow \alpha = 90^\circ$, тогда $\sin \beta_{\text{max}} = \frac{1}{n}$.

см. продолжение.

Чистовик №2

№ 4.10.2. (продолжение)



Угол падения равен углу отражения.

$$R = 2 \operatorname{tg} \beta_{\max} \cdot h$$

4)

$$\cos \beta_{\max} = \sqrt{1 - \sin^2 \beta_{\max}} = \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}} = \frac{\sqrt{n^2 - 1}}{n} \quad (\text{по ОТТ})$$

$$\operatorname{tg} \beta_{\max} = \frac{\sin \beta_{\max}}{\cos \beta_{\max}} = \frac{1}{\sqrt{n^2 - 1}}$$

5)

$$h = \frac{R}{2 \operatorname{tg} \beta_{\max}} = \frac{R \sqrt{n^2 - 1}}{2} = \frac{\sqrt{1,5^2 - 1}}{2} \cdot 8 \text{ см} = 2,5 \text{ см} \approx 4,5 \text{ см}$$

Ответ: 4,5 см

№ 2.5.2.

Дано:

$$l = 1 \text{ м}$$

$$h = 0,45 \text{ м}$$

$$p_{\text{нас}} = 19,5 \text{ кПа}$$

$$p_0 = 1000 \text{ н/м}^2$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$p_0 - ?$

1) $p_0 = p_{\text{нас}} + p_{v1}$ (по з-ну Дальтона)

p_{v1} - давление сухого воздуха в трубке в начальный момент

2) $p_2 = p_{\text{нас}} + p_{v2}$ (по з-ну Дальтона)

p_2 - давление в сосуде в конечном состоянии

p_{v2} - давление сухого воздуха в трубке в конечный момент

3) $p_{v1} l S = p_{v2} (\frac{l}{2} + h) S$ (по закону Бойля - Мариотта ($T = \text{const}$))

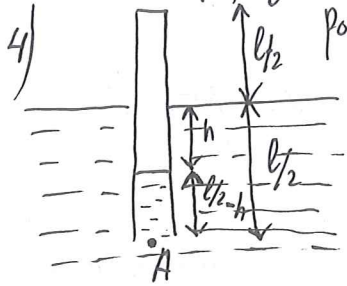
Давление водяного пара не изменилось, т.к. давление в сосуде возросло, а пар уже был насыщенным.

$$p_{v2} = \frac{2l}{l + 2h} p_{v1}$$

см. продолжение

Чистовик №3

№ 2.5.2. (продолжение)



Затем давление в т.А:

$$p_A = p_0 + \rho_0 g \frac{l}{2}$$

$$p_A = p_2 + \rho_0 g \left(\frac{l}{2} - h\right)$$

$$\Rightarrow p_2 = p_0 + \rho_0 g \left(\frac{l}{2} - \frac{l}{2} + h\right) = p_0 + \rho_0 g h$$

5) $p_2 = p_0 + \rho_0 g h$

$$p_{нас} + p_{в2} = p_0 + \rho_0 g h$$

$$p_{нас} + \frac{2l}{l+2h} p_{в1} = p_0 + \rho_0 g h$$

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

$$p_0 = \frac{p_{нас} \left(1 - \frac{2l}{l+2h}\right) - \rho_0 g h}{1 - \frac{2l}{l+2h}} = p_{нас} - \rho_0 g h \frac{2h+l}{2h-l} =$$

$$= p_{нас} + \rho_0 g h \frac{2h+l}{l-2h} = 14500 \text{ Па} + 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 9,45 \text{ м} \cdot \frac{0,9 \text{ м} + 1 \text{ м}}{1 \text{ м} - 0,9 \text{ м}} =$$

$$= (14500 + 85500) \text{ Па} = 100 \text{ кПа}$$

Ответ: 100 кПа

№ 1.4.2.

Дано:

$$R_1 = 6,4 \cdot 10^4 \text{ км}$$

$$R_2 = 10^5 \text{ км}$$

$$g = 9 \text{ м/с}^2$$

$\tau = ?$

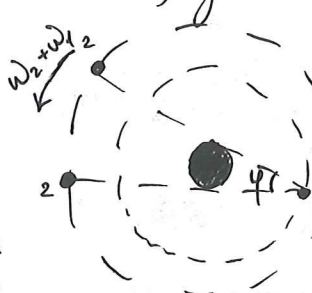
$$\sin \varphi = \frac{2R}{R_1}$$

1) Перейдем в систему отсчета первого тела, движущегося с угловой скоростью ω_1 .

Тогда второе тело будет двигаться по своей орбите с угловой скоростью $\omega_1 + \omega_2$.

2) R - радиус планеты

φ - угол "слепой" зоны
см. продолжение



п.4.2. (продолжение)

Числовик №4

$$\varphi = \arcsin \left(\frac{2R}{R_1} + \frac{R}{R_2} \right)$$

т.к. ~~маленькая~~ $R \ll R_1$, то $\frac{2R}{R_1} \ll 1$, т.е. $\varphi \approx \frac{2R}{R_1} +$
(см. указание к условию)

3) $m_0 g = \frac{G m_0 M}{R^2}$ (если спутник летал бы прямо по поверхности Земли)
(2ой з-н Ньютона)

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

(M - масса планеты
G - гравитационная постоянная)

4) $m_1 g_1 = \frac{G m_1 M}{R_1^2}$ (2ой з-н Ньютона)

$$g_1 = \frac{GM}{R_1^2} = g \frac{R^2}{R_1^2}$$

(m_1 - масса спутника №1)

5) $m_2 g_2 = \frac{G m_2 M}{R_2^2}$ (2ой з-н Ньютона)

$$g_2 = \frac{GM}{R_2^2} = g \frac{R^2}{R_2^2}$$

(m_2 - масса спутника №2)

6) $g_1 = \omega_1^2 R_1 \Rightarrow \omega_1 = \sqrt{\frac{g_1}{R_1}} = \frac{\sqrt{g} R}{R_1^{3/2}}$

$g_2 = \omega_2^2 R_2 \Rightarrow \omega_2 = \sqrt{\frac{g_2}{R_2}} = \frac{\sqrt{g} R}{R_2^{3/2}}$

7) $\omega_2 + \omega_1 = \frac{\varphi}{T}$ (какой угол пройдет спутник №2 в с.о. спутника №1 за время T)

$$T = \frac{\varphi}{\omega_1 + \omega_2} = \frac{\frac{2R}{R_1}}{\frac{\sqrt{g} R}{R_1^{3/2}} + \frac{\sqrt{g} R}{R_2^{3/2}}} = \frac{2 \cdot \frac{1}{R_1} \sqrt{R_1^3} \cdot \sqrt{R_2^3}}{\sqrt{g} (\sqrt{R_1^3} + \sqrt{R_2^3})} =$$

$$= \frac{2 \sqrt{R_1 R_2^3}}{\sqrt{g} (\sqrt{R_1^3} + \sqrt{R_2^3})} = \frac{2 \cdot \sqrt{6,4 \cdot 10^4 \cdot 10^3} \cdot (10^5 \cdot 10^3)^{3/2}}{\sqrt{9,8 \text{ м/с}^2} (\sqrt{(6,4 \cdot 10^7)^3} + \sqrt{(10^8)^3}) \sqrt{\text{м}^3}} =$$

$$= \frac{2 \cdot 8 \cdot 10^{15}}{3 \cdot ((8 \cdot 10^3)^3 + 10^{12})} \text{ с} = \frac{2 \cdot 8 \cdot 10^{15}}{3 \cdot (512 \cdot 10^9 + 1000 \cdot 10^9)} \text{ с} = \frac{2 \cdot 8 \cdot 10^{15} \cdot 10^{0,6}}{3 \cdot \frac{1512 \cdot 10^9}{183}} \text{ с} =$$

$$= \frac{2 \cdot 10^{16}}{567} \text{ с} \approx 35273,1 \text{ с} \approx 10 \text{ ч}$$

Ответ: ~~35273,1~~ 10 ч

№ 5.4.2.

Дано:

$$L = 0,3 \text{ Гн}$$

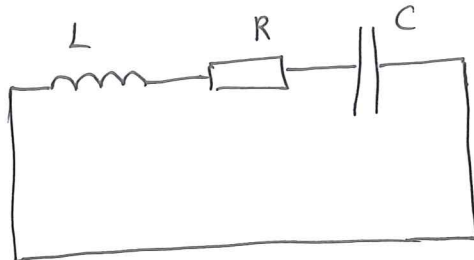
$$C = 30 \text{ мкФ}$$

$$U = 0,2 \text{ В}$$

$$Q = 0,38 \text{ мДж}$$

$$R = ?$$

Чистовик №5



$$1) -L\dot{I} = IR + U_0 \quad (\text{по 2-ой правулу Кирхгофа})$$

~~И~~ I - сила тока в произвольный момент времени

U_0 - напряжение на конденсаторе в произвольный момент времени.

$$L\ddot{q} + \dot{q}R + \frac{q}{C} = 0$$

q - заряд в произвольный момент времени

$$2) U_0 = U, \text{ когда сила тока достигает локального максимума} \Rightarrow -L\dot{I}_{\text{MAX}} = 0, \text{ т.е. } U = I_{\text{MAX}}R.$$

I_{MAX} - сила тока (локальный максимум при $U_0 = U$).

3) ~~колебания~~
 Колебания слабо затухающие \Rightarrow на 1 периоде можно считать, что колебания практически гармонические.

$$I \approx I_{\text{MAX}} \cdot \sin(\omega t + \varphi_0) \Rightarrow I_{\text{CP}} = \frac{I_{\text{MAX}}}{\sqrt{2}}$$

$$4) Q = I_{\text{CP}}^2 R T = \frac{I_{\text{MAX}}^2}{2} R T = \frac{U^2}{2R^2} R T = \frac{U^2}{2R} T$$

$$5) T \approx 2\pi\sqrt{LC} \quad (\text{см. п. 3})$$

$$6) R = \frac{U^2 T}{2Q} = \frac{U^2 \cdot 2\pi\sqrt{LC}}{2Q} = \frac{U^2 \pi \sqrt{LC}}{Q} = \frac{0,2^2 \text{ В}^2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{0,3 \text{ Гн} \cdot 30 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}}}{0,38 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}}$$

$$= \frac{628 \cdot 3}{19 \cdot 100} \text{ Ом} \approx 1 \text{ Ом}$$

Ответ: 1 Ом (+)

20

Чертовски

$$\tau = \frac{2 \sqrt{R_1 \cdot R_2^3}}{\sqrt{g} \cdot (\sqrt{R_1^3} + \sqrt{R_2^3})} = \frac{2 \cdot 8 \cdot 10^{16} \cdot 10^{18}}{3 \cdot \frac{1512 \cdot 10^9}{189}} = 2 \cdot 10^7$$

$$\frac{4+3+15+9-1}{7} = 30$$

$$\sqrt{64 \cdot 10^4 \cdot 10^3 \cdot 10^5 \cdot 10^3} = \sqrt{64 \cdot 10^{16}} = 8 \cdot 10^{16}$$

$$\begin{array}{r} \sqrt{4+3+15+9+1} \\ \hline 7 \end{array}$$

$$\frac{4+3+15+9+1}{7} = 32$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ 189 \\ \times 3 \\ \hline 567 \end{array}$$

$$8+15+9 = 17+15 = 32$$

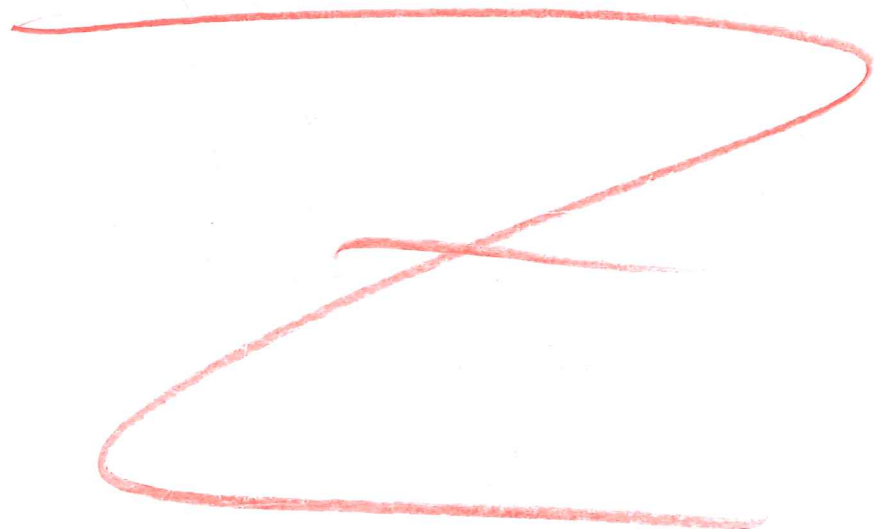
$$\left(\sqrt{64 \cdot 10^4 \cdot 10^3} \right)^3 = \left(\sqrt{64 \cdot 10^7} \right)^3 = 8^3 \cdot 10^{21}$$

$$\left(\sqrt{10^5 \cdot 10^3} \right)^3 = 10^{12}$$

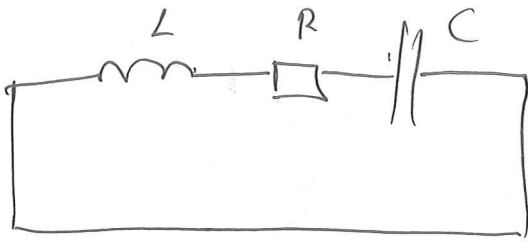
$$1512 \cdot 10^9$$

$$\begin{array}{r} 1512 \overline{) 8} \\ \underline{-8} \\ 0 \\ \underline{-64} \\ 72 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 360 \ 000 \\ \underline{3600} \end{array}$$



Черновики



~~✗~~

~~7~~

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

$$-L\ddot{q} = \dot{q}R + \frac{q}{C}$$

$$I_{MAX} \rightarrow 0 \rightarrow I_{MAX_{нов}}$$

$$I_{MAX} = I_{MAX_{нов}}$$

$$I_{MAX} \Rightarrow -L\dot{I} = 0$$

$$U = I_{MAX} R$$

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

$$R = \frac{U^2 \pi\sqrt{LC}}{Q} = \frac{9,2^2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{0,3 \cdot 30 \cdot 10^{-6}}}{938 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= \frac{9,2^2 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{9,38 \cdot 10^{-3}} = \frac{157 \cdot 4}{19 \cdot 100}$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ 157 \\ \times 4 \\ \hline 628 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 628 \overline{) 19} \\ \underline{571} \\ 48 \\ \underline{38} \\ 100 \\ \underline{95} \\ 5 \end{array}$$

$$0,325 \approx 0,33 \text{ Ом}$$

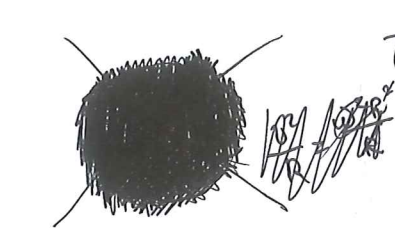
$$= \frac{9,2^2 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{938 \cdot 10^{-3}} =$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 628 \\ \times 3 \\ \hline 1884 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1884 \overline{) 19} \\ \underline{171} \\ 174 \\ \underline{171} \\ 30 \\ \underline{24} \\ 60 \\ \underline{55} \\ 5 \end{array}$$

$$= \frac{4 \cdot 314 \cdot 3}{100 \cdot \frac{38}{19}} = 0,99$$

Чертовик



$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{2R}{R_1}$$

$$6,4 \cdot 10^7 \quad 64 \cdot 10^6$$

$$10^8 \quad 10^8$$

$$mg = \frac{GM_0 M}{R^2}$$

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

$$g_1 = \frac{GM}{R_1^2} = \frac{gR^2}{R_1^2} \quad g_2 = \frac{GM}{R_2^2}$$

$$36000 \quad 361000$$

$$3600 \quad 3600$$

$$\omega_1^2 R_1 = g_1$$

$$\omega_2^2 R_2 = g_2$$

$$\omega_2 + \omega_1 = \frac{\varphi}{\tau}$$

$$6,4 \cdot 10^7 \quad 10^8$$

$$64 \cdot 10^6 \quad 10^8$$

$$2 \cdot 10^3 \quad 10^4$$

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{g_1}{R_1}} = \frac{\sqrt{g} R}{\sqrt{R_1^3}}$$

$$\tau = \frac{\varphi}{\omega_1 + \omega_2}$$

$$\omega_2 = \frac{\sqrt{g} R}{\sqrt{R_2^3}}$$

$$\tau = \frac{\frac{2R}{R_1} \sqrt{R_1^3 R_2^3}}{\sqrt{g} R (\sqrt{R_1^3} + \sqrt{R_2^3})} = \frac{2 \sqrt{R_1 R_2^3}}{\sqrt{g} (\sqrt{R_1^3} + \sqrt{R_2^3})} = \frac{2 \cdot 8 \cdot 10^5 \cdot 10^5}{3 \cdot 1512 \cdot 10^4 \sqrt{10}} =$$

$$\frac{756}{378} = 2$$

$$\frac{2 \cdot 10^6}{189 \cdot 370}$$

$$6,4 \cdot 10^4 \cdot 10^{15} = 6,4 \cdot 10^{19} = 64 \cdot 10^{18}$$

$$(\sqrt{6,4 \cdot 10^7})^3 = (\sqrt{64 \cdot 10^6})^3 = (80 \sqrt{10})^3 = 8^3 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot \sqrt{10}$$

$$(\sqrt{10^5})^3 = \sqrt{10^{15}} = 10^7 \cdot \sqrt{10}$$

$$\frac{64}{512}$$

$$\frac{2000 \quad 000 \quad 567}{1701 \quad 35273,1} \quad 5120 \quad 000 \quad 0111,4532$$

$$\frac{2990}{22835} \quad 10000 \quad 000 \quad 567$$

$$\frac{27891550}{1701} \quad 1512 \cdot 10^4$$

$$\frac{1701}{2990} \quad 35,293$$

$$\frac{2835}{1134} \quad 1134$$

$$\frac{1134}{4160} \quad 4160$$

$$\frac{1134}{1134} \quad 1134$$

$$\frac{44}{567} = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot \sqrt{10}}{3 \cdot 189 \cdot 10}$$

$$\frac{44}{3969} = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot \sqrt{10}}{3 \cdot 189 \cdot 10}$$

$$\frac{44}{3969} = 3,162$$

$$\frac{44}{3969} = 3,162$$

$$\frac{44}{3969} = 3,162$$

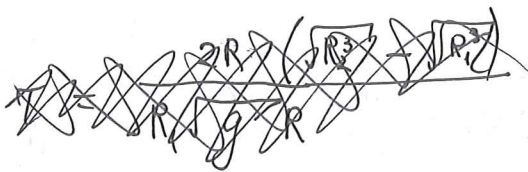
35 000

Черновик

$$\sin \varphi = \frac{2R}{R_1} \quad \varphi \approx \frac{2R}{R_1}$$

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{g_1}{R_1}} = \sqrt{g \frac{R_2^2}{R_1^3}}$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{g_2}{R_2}} = \sqrt{g \frac{R_1^2}{R_2^3}}$$



$$\tau = \left| \frac{\varphi}{\omega_2 - \omega_1} \right| = \left| \frac{\frac{2R}{R_1}}{\sqrt{g R_1} \left(\frac{1}{\sqrt{R_2^3}} - \frac{1}{\sqrt{R_1^3}} \right)} \right| =$$

$$6,4 \cdot 10^4 = 64000$$

$$\sqrt{R_2^3} = \sqrt{10^{15}} = 10^5 \cdot \sqrt{10}$$

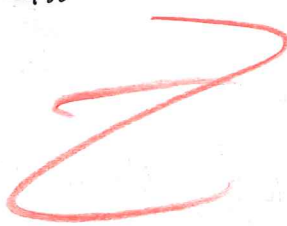
$$\sqrt{R_1^3} = (\sqrt{R_1})^3 = (8 \cdot 10^4 \sqrt{10})^3 = 8^3 \cdot 10^{12} \cdot \sqrt{10}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 64 \\ + 6 \\ \hline 512 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1000 \\ - 512 \\ \hline 488 \end{array}$$

$$= \left| \frac{2}{\sqrt{g R_1} \left(\frac{1}{\sqrt{R_2^3}} - \frac{1}{\sqrt{R_1^3}} \right)} \right| =$$

$$= \left| \frac{2 \cdot 8^3 \cdot 10^9 \sqrt{10} \cdot 10^7 \cdot \sqrt{10}}{3 \cdot 6,4 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{10^{15}}} - \frac{1}{8 \cdot 10^{12} \sqrt{10}} \right)} \right| =$$

$$= \left(\frac{2 \cdot 8^3 \cdot 10^9 \sqrt{10} \cdot 10^7 \cdot \sqrt{10}}{3 \cdot 6,4 \cdot 10^4 \cdot \left(\frac{1}{10^7,5} - \frac{1}{8 \cdot 10^{12} \sqrt{10}} \right)} \right) = \frac{2 \cdot 10^9 \sqrt{10}}{183}$$



$$p_0 = p_{нас} + p_{\beta 2}$$

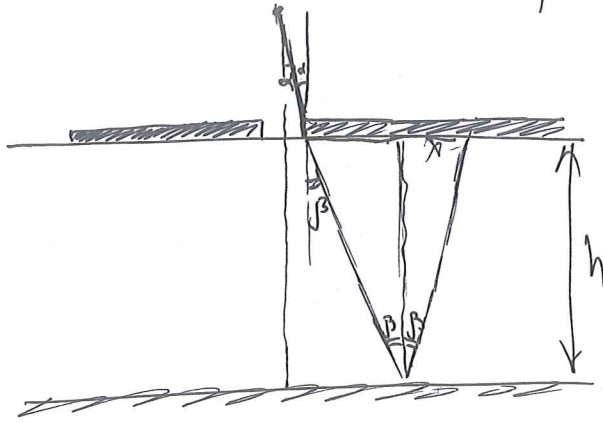
$$p_2 = p_{нас} + p_{\beta 2} = \frac{1,9}{2} =$$

$$\frac{0,1}{2} \cdot 14,5 \cdot 1000 + \frac{1000 \cdot 10 \cdot 9,45}{2} = 5000 \text{ Па}$$

$$p_{10} = p_{нас} + p_{\beta 2} \frac{l+2h}{2l} = p_{нас} + (p_2 - p_{нас}) \frac{l+2h}{2l} = \left(\frac{2l-l-2h}{2l} \right) p_{нас} + p_2 \frac{l+2h}{2l} = \frac{l-2h}{2l} p_{нас} + p_2 \frac{l+2h}{2l}$$

Черновик

$$\sqrt{\frac{125}{100}} = \sqrt{\frac{5}{4}} = \frac{\sqrt{5}}{2}$$



$$R = 8 \text{ см}$$

$$n = 1,5$$

h - ?

$$1 \cdot \sin \alpha = n \cdot \sin \beta$$

$$\tan \beta = \frac{x}{h} = \frac{R}{2h}$$

$$\frac{\sqrt{5}}{2} = \frac{2 \cdot 8}{2h} \Rightarrow h = \frac{8 \cdot \sqrt{5}}{4} \approx 4,47 \text{ см}$$

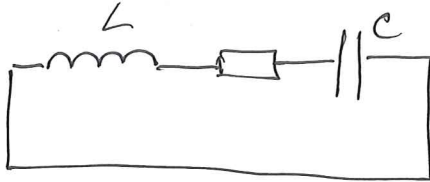
~~scribble~~

~~scribble~~

$$\frac{2}{3} = \sin \beta \Rightarrow \cos \beta = \sqrt{1 - \frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$$

$$\frac{2}{\sqrt{5}} = \tan \beta$$

$$h = \frac{R}{2 \tan \beta} = \frac{8 \cdot \sqrt{5}}{4} \approx 4,47 \text{ см}$$



$$U = 0,2 \text{ В (I max)}$$

$$Q = 9,38 \text{ мкФ}$$

R - ?

$$-Lj = \cancel{R} + jR + j/C$$

$$Lj + jR + j/C = 0$$

$$j + j\frac{R}{L} + \frac{j}{LC} = 0$$

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

$$\frac{\sqrt{5}}{3} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{8}{4} = 2$$

$$\frac{\sqrt{5}}{4}$$

~~scribble~~

~~scribble~~

$$\frac{LI_1^2}{2} + \frac{CU^2}{2} = \frac{LI_2^2}{2} + \frac{CU^2}{2}$$

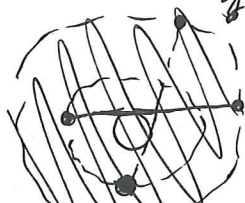
$$\frac{30 \cdot 10^{-6} \cdot 0,04^2}{2} = 0,6 \cdot 10^{-6}$$

7

$$g_1 = \omega_1^2 R_1 \quad \text{или } g = \frac{m_0 M G}{R^2}$$

$$m_1 g_1 = \frac{m_1 M G}{R_1^2} = g \frac{R^2}{R_1^2}$$

$$m_2 g_2 = \frac{M G m_2}{R_2^2} = g \frac{R^2}{R_2^2}$$



~~scribble~~

~~scribble~~

$$\sin \beta = \frac{\Delta x}{R} = v$$

$$\beta = \arcsin(\omega_2 - \omega_1) R$$

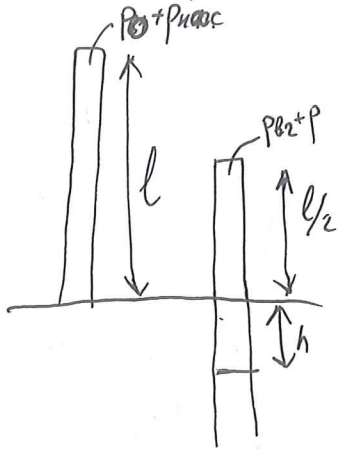
$$v = (\omega_2 - \omega_1) R$$

$$(\omega_2 - \omega_1) = \frac{v}{R}$$

$$T = \frac{v}{\omega_2 - \omega_1}$$

Чертовик

$p_0 - ?$
 $p_{нас} = 14,5 \text{ атл}$
 $\rho_0 = 10^3 \text{ кг/м}^3$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $l = 1 \text{ м}$
 $h = 945 \text{ м}$



$$p_1 l S = \nu R T$$

$$p_2 (l/2 + h) S = \nu R T$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{l/2 + h}{l} = \frac{0,55}{1}$$

$$p_0 g \left(\frac{l}{2} - h\right) + p_2 = p_0 g \frac{l}{2}$$

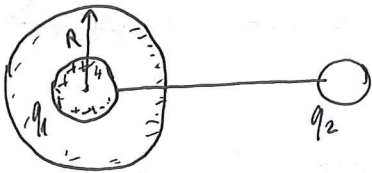
$$p_2 = p_0 g \left(\frac{l}{2} - \frac{l}{2} + h\right) = p_0 g h = 945 \cdot 10 \cdot 1000 = 9450 \text{ Па}$$

$$p_1 = p_0 + p_{нас}$$

$$p_2 = p_{02} + p_{нас}$$

$$p_{нас} + \frac{1000 \cdot 10 \cdot 945 \cdot 1,5}{9,8} = 85500$$

r - ?



$$\frac{k q_0}{R} + \frac{k q_1}{r} = \frac{k q_2}{r}$$

$$\frac{q_0}{R} = \frac{q_2 - q_1}{r}$$

$$-q_1 r = (q_2 - q_1) R$$

$$r = \frac{(q_1 - q_2) R}{q_1} = \frac{(7,5 - 2,5) \cdot 10^{-10}}{7,5 \cdot 10^{-10}} \cdot 3 \text{ см} = \frac{50}{75} \cdot 3 \text{ см} = 2 \text{ см}$$

$$p_0 \left(1 - \frac{2l}{l+2h}\right) = p_{нас} \left(1 - \frac{2l}{l+2h}\right) - p_0 g h$$

$$p_0 = \frac{p_{нас} \frac{2h-l}{2h+l} - p_0 g h}{\frac{2h-l}{2h+l}}$$

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

$$-q_2 r = (q_2 - q_1) R$$

$$\frac{l+2h-2l}{l+2h} = \frac{2h-l}{2h+l}$$

$$p_2 = p_0 g h + p_0$$

$$p_{01} l = p_{02} \left(\frac{l}{2} + h\right)$$

$$p_{01} = p_{02} \left(\frac{l+2h}{2l}\right)$$

$$p_0 = p_{нас} + p_{01}$$

$$p_2 = p_{нас} + p_{02}$$

$$p_0 g h + p_0 = p_{нас} + p_{01} \frac{2l}{l+2h}$$

$$p_0 = p_{нас} - p_0 g h + \frac{2l p_0}{l+2h} - p_{нас} \frac{2l}{l+2h}$$