



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов по физике
наименование олимпиады

по Физике
профиль олимпиады

Смакба Фёдора Игоревича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«09» февраля 2024 года

Подпись участника

[Signature]

Исходные

Первый множитель - известен (из R_1 и R_2),

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

Тогда известно!

$$= \frac{2(R_1 + R_2) \sqrt{R_1} \sqrt{R_2}}{\sqrt{g} (R_2 \sqrt{R_2} - R_1 \sqrt{R_1})} = \frac{2}{3} \cdot \frac{(6,4 \cdot 10^4 + 10 \cdot 10^4) \sqrt{64 \cdot 10}}{10^5 \sqrt{10^5} - 6,4 \cdot 10^4 \sqrt{64 \cdot 10}} = \frac{216,4 \cdot 8}{31000 \cdot 64 \cdot 8} = \frac{216,4}{364000}$$

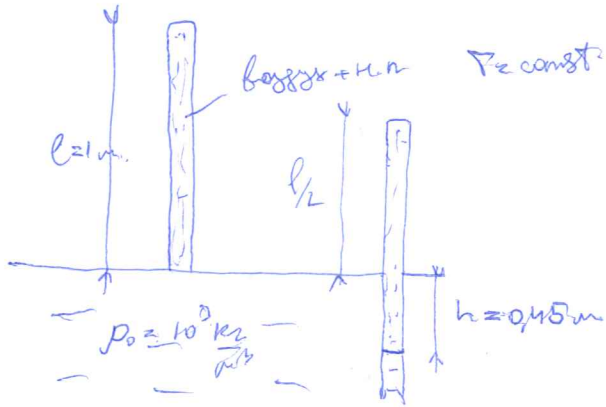
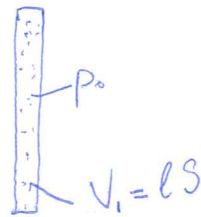
Ответ: $\sigma = \frac{2 \cdot 164}{3 \cdot 64} = \frac{164 \cdot 10^3}{96} = \frac{2 \cdot 164 \cdot 10^4}{3 \cdot 64 \cdot 163} = \frac{2 \cdot 164}{3 \cdot 64}$

$\sigma = \frac{164}{96} \cdot 10^3 \text{ с.}$

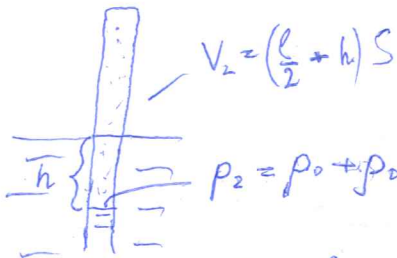
$\approx 2,5$

Узнаем:

$$\rho_0 = \rho_{воз} + \rho_{н.н}$$



В конце



$$\rho_2 = \rho_{н.н} + \rho_{воз} \cdot 2$$

$$\rho_{н.н} = \rho_{н.н} + \rho_{воз}$$

$$T = \text{const (уши)}$$

Для воздуха (сухо) справедливо, что $\rho_{воз} l = \rho_{воз} (\frac{l}{2} + h) +$

Выходит система:

$$\begin{cases} \rho_{воз} l = \rho_{воз} (\frac{l}{2} + h) & \textcircled{1} \text{ 3 неизвестные и 3 уравн.} \\ \rho_0 + \rho_{воз} h = \rho_{н.н} + \rho_{воз} & \textcircled{2} \text{ Делается} \\ \rho_0 = \rho_{воз} + \rho_{н.н} & \textcircled{3} \end{cases}$$

Из $\textcircled{2}$ $\rho_{н.н} = \rho_0 + \rho_{воз} h - \rho_{воз}$

Из $\textcircled{1}$ $\rho_{воз} = \rho_{воз} (\frac{l+2h}{2l})$

Из $\textcircled{3}$ $\rho_0 = \rho_{воз} (\frac{l+2h}{2l}) + \rho_{н.н} \Rightarrow \rho_{воз} = \frac{(\rho_0 - \rho_{н.н}) 2l}{l+2h}$

Чтобы это не превратилось в ошибку по внимательности и математике - предельно сразу исправить ошибку

21-98-53-21
(3.1)

числовик

$$\frac{2l}{l+2h} = \frac{2}{1,9} = \frac{20}{19} \Rightarrow \rho_{2\text{вс}} = \frac{20}{19}\rho_0 - \frac{20}{19}\rho_{\text{вн}}$$

Подставим в (2): $\rho_0 + \rho_0 g h = \rho_{\text{вн}} + \frac{20}{19}\rho_0 - \frac{20}{19}\rho_{\text{вн}}$

$$-\frac{1}{19}\rho_{\text{вн}} \leq -\frac{1}{19}\rho_0 + \rho_0 g h \Rightarrow \rho_{\text{вн}} = \rho_0 - 19\rho_0 g h = 10^{-5} - 19 \cdot 10^{-3} \cdot 4,5 =$$

$$= 10 \cdot 10^{-4} - 8,55 \cdot 10^{-4} = 1,45 \cdot 10^{-4} \text{ Па}$$

4
19
4,5
95
46
85,5

По формуле Эйлера: $\rho_{\text{вн}} = \rho_0 - \rho_0 g h \frac{(l+2h)}{2h-l}$

Ответ: $\rho_{\text{вн}} = 14,5 \text{ мПа}$

УЗ.10.1. 15

По условию изогонально шари одинаково \Rightarrow следует предположить, что и заряды на них одинаково изогонально (в противоположном направлении не одинаково). Из ЗСЗ $\Rightarrow q_0 = \frac{q_1 + q_2}{2} = 4 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}$



$r = 2 \text{ см}$
 $q_1 = 6 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}$
 $q_2 = 2 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}$

Далее соблюдаются 2 условия:

- Пот-л внешней сферы = 0 (т.к. она заземлена).
- Пот-л шаров равен (т.к. они соединены проводником).

По св-вам электростатической индукции - на оболочке индуцируется заряд $(-q_1)$ (т.к. вне её все поле считается сфера как её \Rightarrow точечный заряд).

Тогда справедливо, что $\varphi_{\text{сф}} = \varphi_{\text{внеш}} - \varphi_{\text{внут}} = 0$.

① $\varphi_{\text{шара}} = k \frac{q_1}{R} + \varphi_{\text{сферы}} = 0 \Rightarrow [q_1 = -Q_{\text{сф}}] - \text{докажем это}$

$\varphi_{\text{сферы}} = +k \frac{Q_{\text{сф}}}{R}$

УС (Фразирование)

Мисрабик

② $U_{шара1} = U_{шара2}$

$U_{шара2} = \frac{k q_2}{r}$, а $U_{шара} = U_{шара\ сфер} + U_{сереры} = \frac{k q_1}{r} - \frac{k q_1}{R}$

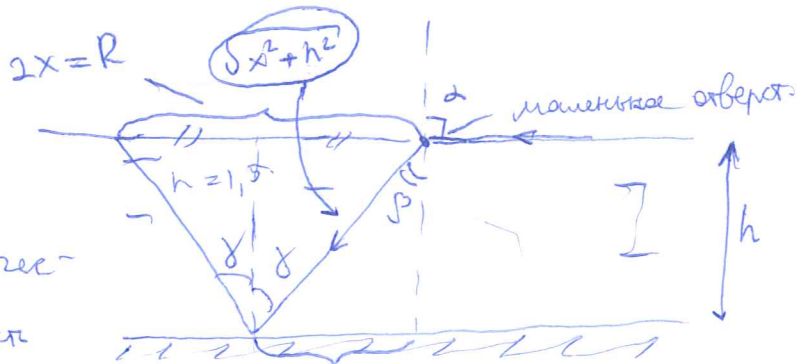
$\frac{k q_2}{r} = \frac{k q_1}{r} - \frac{k q_1}{R} \quad | \cdot r \quad 40$

$q_2 = q_1 - q_1 \frac{r}{R} \Rightarrow q_1 \frac{r}{R} = q_1 - q_2 \Rightarrow R = \frac{q_1 r}{q_1 - q_2} \quad 50$

$= \frac{8}{4} \cdot 2 \text{ см} = 3 \text{ см}$

Ответ $R = 3 \text{ см}$ 20

Уч. 10.1



Из закона Снеллиуса

$\sin \alpha = n \sin \beta$

По тем условиям критический

кас параметры, то есть

max угол β (таже все угла меньше тем более отверстие).

β max, когда $\sin \beta$ max \Rightarrow когда max $\sin \perp$.

т. к. излучение рассеивает свет \Rightarrow он дает угол под β углом

\Rightarrow даст и угол $\alpha = 90$. Тогда $\sin \beta_{max} = \frac{1}{n} = \frac{x}{\sqrt{x^2+h^2}}$

Число неотрицательное $\Rightarrow \alpha = 90 \Rightarrow$

$\frac{1}{n^2} = \frac{x^2}{x^2+h^2} \Rightarrow$

$\Rightarrow x^2+h^2 = x^2 n^2 \quad x^2 = t$

$t+h^2 = t n^2 \Rightarrow t(n^2-1) = h^2 \Rightarrow t = \frac{h^2}{n^2-1}$

$\Rightarrow x = \sqrt{\frac{h^2}{n^2-1}} = \sqrt{\frac{5^2}{4 - \frac{4}{4}}} = \sqrt{\frac{5^2}{8}} = 2\sqrt{5}$

$R = 2x = 4\sqrt{5} \text{ см}$

Ответ $R = 4\sqrt{5} \text{ см}$

(+)

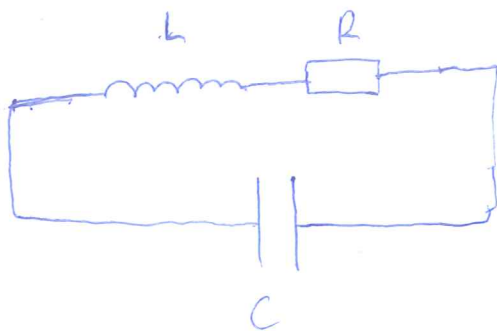
НОТ обидно 90-10.

185

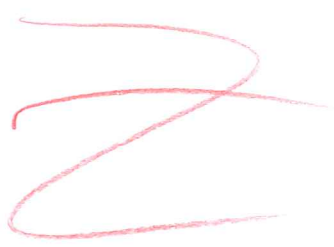
21-98-53-21
(3.1)

Мисловин

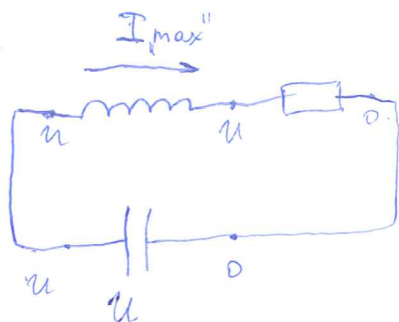
УБ.4.1.



$L = 0,3 \text{ Гн}$
 $C = 30 \text{ мкФ}$
 $R = 1 \text{ Ом}$



Рассмотрим начальные условия



Из метода потенциалов

т.к. I - достигает max значение $\Rightarrow U_L = 0$
 $(U_L = L \frac{dI}{dt}) = 0$
 тогда ток в цепи из з-ка Ове

$I_{max} = \frac{U}{R}$ Запасенная энергия цепи

$W_C + W_L = \frac{CU^2}{2} + \frac{LI_{max}^2}{2}$

Но в условии сказано, что энергия цепи \approx совм. от колебательной цепи.
 (в цепи, энергии цепи нам известны)
 $(C; U; L; I_{max} = \frac{U}{R}$ - известны)

Это означает, что Q можно искать по определению.

~~...~~ $\sum dQ = Q = \int P dt$, где $P = I^2 R$

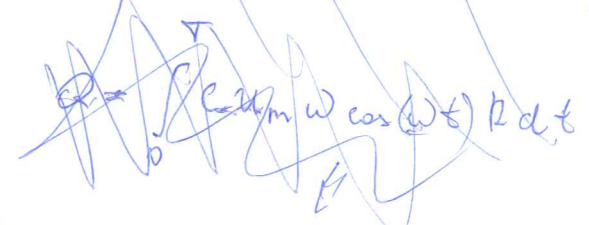
Из метода пот-лов $\Rightarrow U_C + U_L + U_R = 0, \Rightarrow$ (+)
 (по з-ту II пр Кирхгофа)

$\frac{q}{C} + LI' + IR = 0$
 это большое величина это в резисторе не менте резистора
 $\Rightarrow \omega = \sqrt{LC} \Rightarrow$ (+)
 $\Rightarrow T = 2\pi \sqrt{LC}$ (+)
 (от малых, во нормальной)

№5.4.1. (формула),

Чистовик

тогда $Q = \int_0^T I^2 R dt$. Но проблема I - зависит от t .
 Функция $I(t) = I_m \cos(\omega t)$
 I_m
 (R)



тогда $Q \cdot 4 = Q_{\text{норм}}$
 $Q = \int_0^{T/4} I^2 R dt$, где $I(t) = C U_m \sqrt{LC} \cos(\frac{1}{LC} t)$

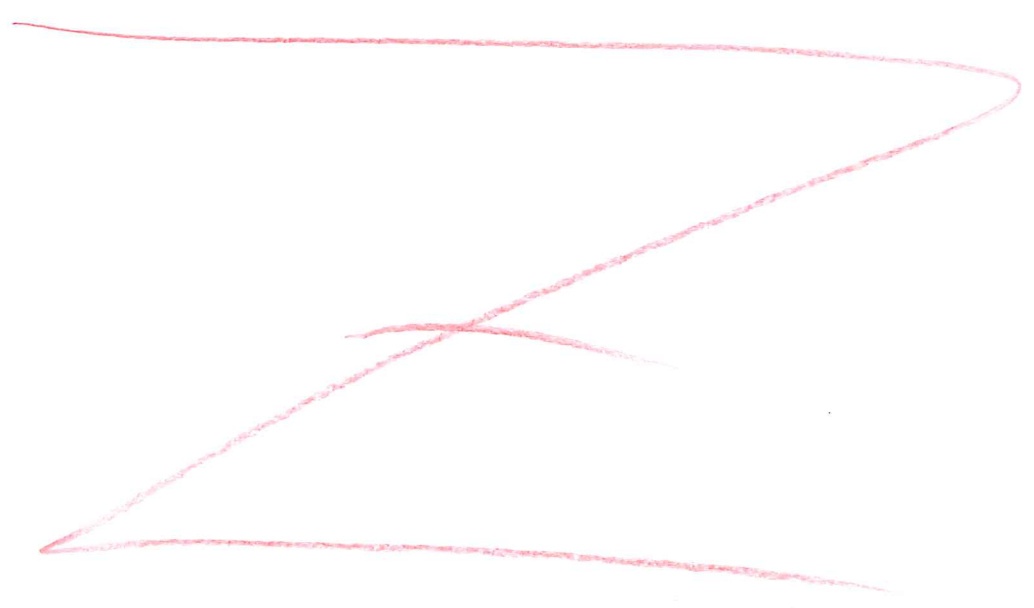
$$Q = \int_0^{T/4} \left(\frac{C U_m \cos(\frac{t}{LC})}{LC} \right)^2 R dt$$

⊖ курс 5-6

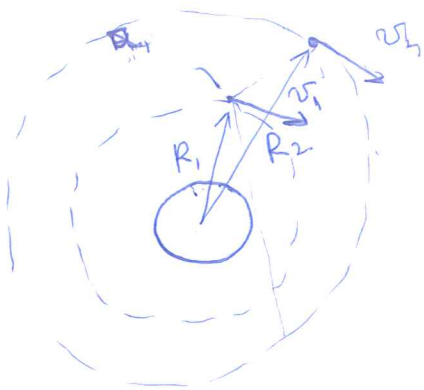
Все величины известны и
 и интеграл, правильно в том, что не
 каждый может взять этот интеграл.

Вероятно:

$$Q = \frac{C U^2}{LC} \dots \oplus$$



Черновик



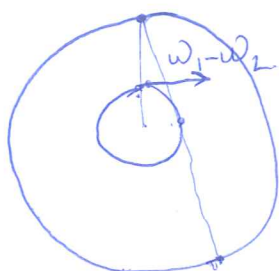
$$F_{\text{пр}} = GMm$$

$$g = G \frac{M}{r^2}$$

$$g_1 = G \frac{M}{(r+R_1)^2} = \omega_1^2 R_1$$

$$g_2 = G \frac{M}{(r+R_2)^2} = \frac{v^2}{R} = \omega_2^2 R_2$$

CD. 31



$$\frac{\omega_1^2 R_1}{\omega_2^2 R_2} = \frac{(r+R_2)^2}{(r+R_1)^2}$$

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{(r+R_2)\sqrt{R_2}}{(r+R_1)\sqrt{R_1}} \Rightarrow \omega_1 > \omega_2$$

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

$$\omega_{\text{отн}} = \omega_1 - \omega_2 = \omega_2 \left(\frac{R_2 \sqrt{R_2}}{R_1 \sqrt{R_1}} - 1 \right)$$

$$g_2 = \frac{GM}{R_2^2} = \omega_2^2 R_2$$

~~$$\omega_2 = \sqrt{\frac{GM}{R_2^3}}$$~~

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

$$g = \frac{GM}{r^2} \quad \omega$$

$$g = 2 \left(\frac{GM}{R_2} + \frac{GM}{R_1} \right)$$

$$\omega_1 - \omega_2 =$$



черновик

$p_{\text{взв}}$

$$p_{\text{н.н}} = p_0 + \rho_0 g h - p_{\text{взв}}$$

$$p_{\text{взв}} = (p_0 - p_{\text{н.н}}) \frac{z \cdot l}{l + 2h}$$

$$p_{\text{н.н}} = p_0 + \rho_0 g h + p_{\text{н.н}} \frac{z \cdot l}{l + 2h} - p_0 \frac{z \cdot l}{l + 2h}$$

$$p_{\text{н.н}} \left(\frac{-z \cdot l + l + 2h}{l + 2h} \right) = p_0 \frac{(l + 2h - z \cdot l)}{(l + 2h)} + \rho_0 g h$$

$$p_{\text{н.н}} \left(\frac{-l + 2h}{l + 2h} \right) = p_0 \left(\frac{2h - l}{l + 2h} \right) + \rho_0 g h$$

$$p_{\text{н.н}} = p_0 + \frac{l + 2h}{2h - l} \rho_0 g h$$

1
0,9
0,1

1
19
0,45
+ 36
36
8,55

10,00
8,55
1,45

