



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

Журовой Ирины Анатольевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«9» февраля 2024 года

Подпись участника
[Подпись]

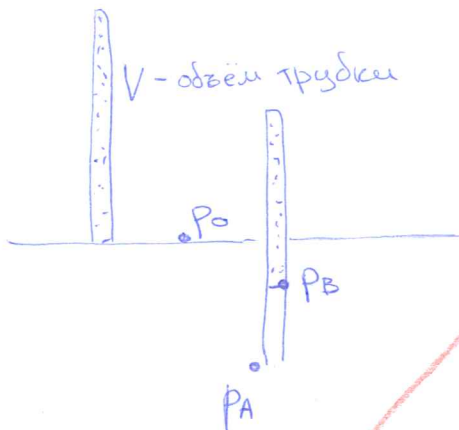
ЧИСТОВИК

N=2

Дано:

- $l = 1 \text{ м}$
- $h = 0,45 \text{ м}$
- $t = \text{const}$
- $p_0 = 10^5 \text{ Па}$
- $\rho_0 = 10^3 \text{ кг/м}^3$
- $g = 10 \text{ м/с}^2$

$p_{\text{нас}} = ?$



1) $p_B = p_0 + \rho_0 g h$

- 2) V_A - кол-во молей паров пара
 V_B - кол-во воздуха

$p_1 = p_{n1} + p_{B1} = p_0$ - в начале

$p_2 = p_{n2} + p_{B2} = p_0 + \rho_0 g h$ - после порыва

Т.к. $T = \text{const}$ $p_{n1} = p_{n2} = p_{\text{нас. пара}}$

$p_{B1} \cdot V = \nu_B R T$

$p_{B2} \cdot V' = \nu_B R T$

← ур-е Менделеева-кл. где воздуха

3) $p_0 = p_n + p_{B1}$

$p_0 + \rho_0 g h = p_n + p_{B2}$

$V' = V \cdot \frac{l/2 + h}{l}$

$\rho_0 g h = \nu_B R T \left(\frac{1}{V'} - \frac{1}{V} \right) = \frac{\nu_B R T}{V} \left(\frac{l}{l/2 + h} - \frac{l/2 + h}{l/2 + h} \right) =$

$= \frac{\nu_B R T}{V} \left(\frac{l/2 - h}{l/2 + h} \right)$

$p_{B2} = p_{B1} \cdot \frac{V}{V'} = p_{B1} \cdot \frac{l}{l/2 + h} = p_{B1} \cdot \frac{1}{0,95}$

$p_{B1} = p_0 - p_n \Rightarrow p_0 + \rho_0 g h = p_n + (p_0 - p_n) \cdot \frac{1}{0,95}$

$p_0 \left(1 - \frac{1}{0,95} \right) + \rho_0 g h = p_n \left(1 - \frac{1}{0,95} \right) \cdot (-1)$

$p_0 \cdot \frac{0,05}{0,95} - \rho_0 g h = p_n \cdot \frac{0,05}{0,95} \Rightarrow p_0 - 19 \rho_0 g h = p_n$

5	18	Сила давления
4	20	Результат
3	20	идеи
2	20	глубина
1	18	Сила

мест
 девятая

Чистовик

$$p_n = (10^5 \text{ Па} - 19 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 0,45) \text{ Па} =$$

$$= 10^2 (10^3 - 19 \cdot 45) \text{ Па} = 10^2 (1000 - 855) \text{ Па} =$$

$$= 14500 \text{ Па} = \boxed{14,5 \text{ кПа}}$$

Ответ: $p_n = 14,5 \text{ кПа}$

$\omega = 1$

Дано:

$R_1 = 6,4 \cdot 10^4 \text{ км}$

$R_2 = 10^5 \text{ км}$

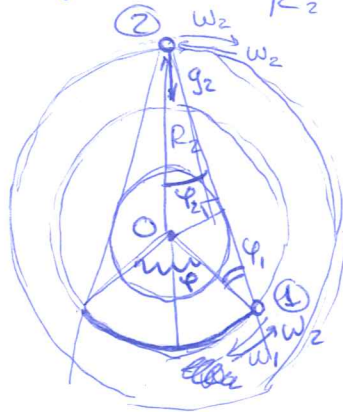
$g = 9 \text{ м/с}^2$

$\tau = ?$

1) $g = \omega^2 \cdot \frac{M_{nn}}{r^2}$

$g_1 = G \cdot \frac{M_{nn}}{R_1^2} = g \cdot \frac{R^2}{R_1^2}$

$g_2 = G \cdot \frac{M_{nn}}{R_2^2} = g \cdot \frac{R^2}{R_2^2}$



$g_2 = \frac{\omega_2^2 \cdot R^2}{R_2} = \frac{\omega_2^2 \cdot R_2^2}{R_2} =$

$= \omega_2^2 \cdot R_2$

$g_1 = \omega_1^2 \cdot R_1$

$\frac{\omega_1^2}{\omega_2^2} = \frac{g_1 \cdot R_2}{g_2 \cdot R_1} =$

$= \frac{R_2^3}{R_1^3}$

$\omega_1 = \omega_2 \cdot \left(\frac{10}{8}\right)^3 =$

$= \omega_2 \cdot \left(\frac{5}{4}\right)^3 =$

2) Перейдем в С.О. вращающегося против часовой стрелки отн.т.О со угловой скоростью ω_2

Тогда 2ой спутник останется,

а 1ый будет двигаться с угловой скоростью $\omega_1 - \omega_2$

$\varphi_2 = \frac{r}{R_2} \quad \varphi_1 = \frac{r}{R_1} \quad (\text{в кривл. } \sin x = x)$

$\varphi = 2\varphi_2 + 2\varphi_1 = 2r \cdot \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1}\right)$

$\tau = \frac{\varphi}{\omega_1 - \omega_2} = \frac{2r \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1}\right)}{\sqrt{\frac{g_1}{R_1}} - \sqrt{\frac{g_2}{R_2}}} = \frac{2r \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1}\right)}{r \cdot \sqrt{g \left(\frac{1}{R_1^3} - \frac{1}{R_2^3}\right)}} =$

$= \frac{2 \cdot \left(\frac{1}{64 \cdot 10^3} + \frac{1}{100 \cdot 10^3}\right)}{\sqrt{9 \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{64 \cdot 10^9}} - \frac{1}{\sqrt{100 \cdot 10^9}}\right)}} = \frac{2 \cdot \frac{1}{10^3} \left(\frac{1}{64} + \frac{1}{100}\right)}{3 \cdot \left(\frac{1}{8 \cdot \sqrt{10^3}} - \frac{1}{10 \cdot \sqrt{10^3}}\right)} = \frac{24 \cdot 100 \cdot \sqrt{10}}{61} \approx 120 \text{ с}$

ЧИСТОВИК

28-30-53-06
(3.8)

№3

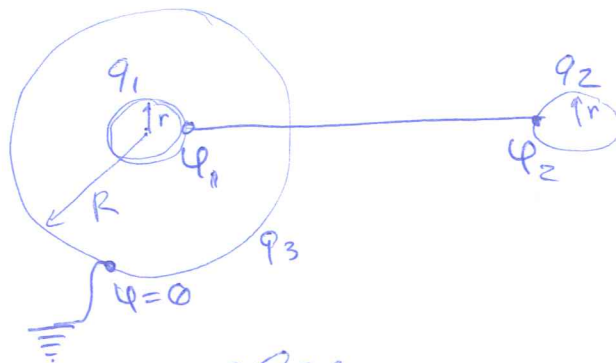
Дано:

$r = 2 \text{ см}$

$q_1 = 6 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}$

$q_2 = 2 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}$

R - ?



1) ~~$\varphi = \frac{kq_1}{r} + \frac{kq_2}{r}$~~ $\varphi = \frac{kq_1}{R} + \frac{kq_3}{R} \Rightarrow$
 $\Rightarrow q_1 = -q_3$

2) $\varphi_1 = \varphi_2$

$\frac{kq_1}{r} + \frac{kq_3}{R} = \frac{kq_2}{r}$

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

$(q_1 - q_2)R = q_1 r$

$R = \frac{q_1}{q_1 - q_2} \cdot r = 2 \text{ см} \cdot \frac{6}{6 - 2} = \frac{12 \text{ см}}{4} =$

$= 3 \text{ см}$

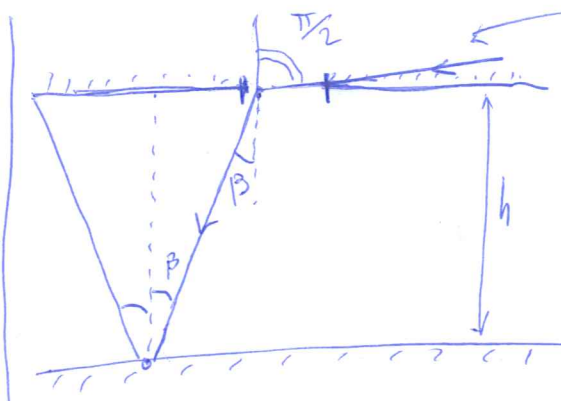
№4

Дано:

$h = 5 \text{ см}$

$h = 1,5$

R - ?



свет рассеивный,
поэтому ~~нет~~
лучи свет будет
идти под всеми
углами.
+ Возьмем край-
ней случай!

1) Наибольший угол β : $\sin \beta = \frac{1}{n} = \frac{2}{3}$

$R = 2 \operatorname{tg} \beta \cdot h = 10 \text{ см} \cdot \operatorname{tg} \beta = 10 \text{ см} \cdot \frac{2/3}{\sqrt{1 - 2^2/3^2}} = \frac{2/3}{\sqrt{5}/3} =$
 $= \frac{20 \text{ см}}{\sqrt{5}} = 4 \text{ см} \cdot \sqrt{5} \approx$
 $\approx 8,8 \text{ см.}$

ЧИСТОВЫК

№5

Дано:

$L = 0,3 \text{ Гн}$

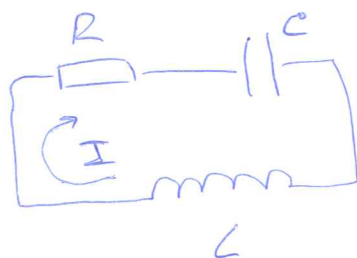
$R = 1 \text{ Ом}$

$C = 30 \text{ мкФ}$

$U = 2 \text{ В}$

$Q = ?$

1)



$W_c = \frac{cu^2}{2}$

$q = cu$

$W_L = \frac{LI^2}{2}$

$U = LI$

~~$IR - \frac{q}{C} - LI = 0$~~

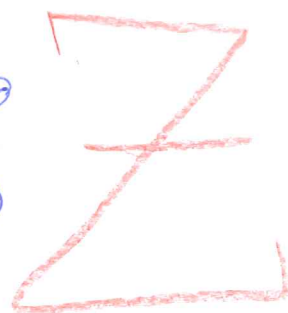
$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

~~$qR - \frac{q}{C} - Lq = 0$~~

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

~~$\frac{q}{C} - RC - \frac{q}{C} - LC = 0$~~

~~$\frac{q}{C} = \frac{u}{C} (R \pm L)$~~



$Q = \Delta U$

~~scribble~~

Когда $I_{\text{max}} \rightarrow I = 0 \rightarrow U_L = LI = 0$

$W = \frac{cu^2}{2}$

\oplus

$I_{\text{max}} = \frac{U}{R}$

$P = \frac{I_{\text{max}}^2 R}{2}$ ← при затухающих

$Q = P T = \frac{U^2 R}{2} \cdot 2\pi\sqrt{LC} = \frac{U^2}{2R} \cdot 2\pi\sqrt{LC} \oplus$

$= \frac{U^2}{R} \cdot \pi\sqrt{LC} \oplus = \frac{4}{1} \cdot 3,14 \cdot \sqrt{9 \cdot 10^{-6}} =$

$= 6,28 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} = 18,84 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} =$

$= 18,84 \text{ мДж} \ominus$

ЧЕРНОВИК

$$p_H \cdot V = \nu R T$$

$$p_H + \frac{\rho_B R T}{V'} = p_0 + \rho_0 g h$$

$$p_0 = p_H + \frac{\rho_B R T}{V} \Rightarrow V' =$$

$$\frac{g \frac{h^2}{R_1^2}}{R_1} = \frac{g h^2}{R_1^3}$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ 23 \\ \hline 69 \\ 46 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 22 \\ 22 \\ \hline 44 \\ 44 \\ \hline 484 \end{array}$$

$$R_2^3 - R_1^3 = (R_1 - R_2)(R_1^2 + R_1 R_2 + R_2^2) =$$

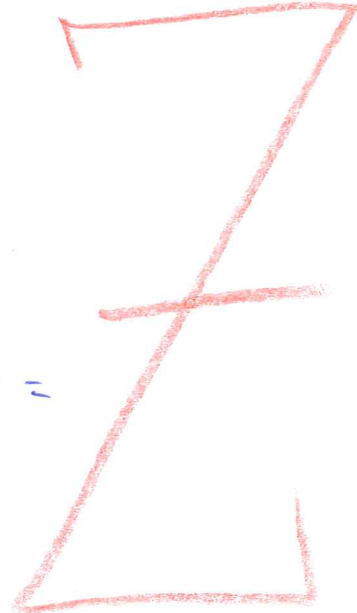
$$= R_1^3 + R_1^2 R_2 + R_1 R_2^2 - R_2^3 - R_1 R_2^2 - R_2^3$$

$$\frac{1}{\sqrt{R_1^3}} - \frac{1}{\sqrt{R_2^3}} =$$

$$\frac{1}{64} - \frac{1}{100} = \frac{100 - 64}{6400} = \frac{36}{6400}$$



$$\begin{aligned} & \frac{1}{8^3 \cdot 10^{4.5}} - \frac{1}{10^3 \cdot 10^{4.5}} = \\ & = \frac{1}{10^{4.5}} \cdot \frac{10^3 - 8^3}{6400 \cdot 80} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} & \frac{2 \cdot 10^{15} \cdot \frac{36}{6400}}{3 \cdot \frac{10^3 - 8^3}{6400 \cdot 80}} = \frac{2 \cdot 10^{15} \cdot 36 \cdot 80}{3 \cdot (10^3 - 8^3)} = \\ & = \frac{2 \cdot \sqrt{10} \cdot 12 \cdot 800}{3 \cdot (1000 - 8^2)} = \\ & = \frac{24 \cdot 100 \cdot \sqrt{10}}{3 \cdot (125 - 64)} = \frac{24 \cdot 100 \cdot \sqrt{10}}{61} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} -125 \\ 64 \\ \hline 61 \end{array}$$