



79-04-44-69
(115.1)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 11 класс

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Покори Воробьевы горы!“
наименование олимпиады

История

по физике
профиль олимпиады

Томовичи Нелли Вячеславовна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

+ 1 мест
выход в 15.04
пришел в 15.06

Дата
«5» апреля 2024 года

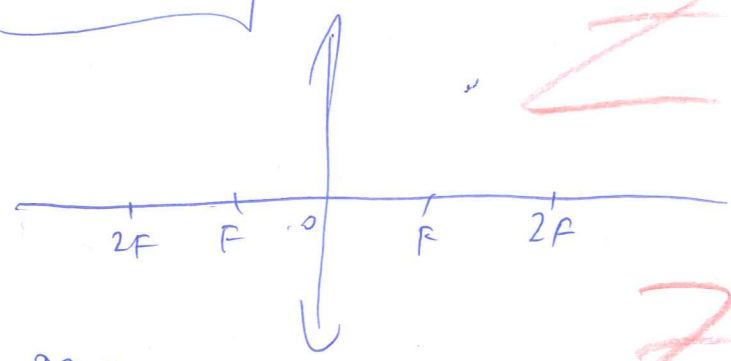
Подпись участника

[Signature]

79-04-44-69
(115.1)

Чертовик

$s = 20$
 $(\Gamma) = 0,4$
 $(\Gamma') = 2,5$
 $D = ?$



$$\begin{array}{r} 4350 \mid 143 \\ 429 \mid 30,42 \\ \hline 60,0 \\ -57,2 \\ \hline 28,0 \end{array}$$

$$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{d-s} + \frac{1}{f'}$$

$$\frac{f}{d} = (\Gamma)$$

$$\frac{f'}{d-s} = (\Gamma')$$

$$f = (\Gamma)d$$

$$f' = (\Gamma')(d-s)$$

$$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{(\Gamma)d} = \frac{1}{d-s} + \frac{1}{(\Gamma')(d-s)}$$

$$D = \frac{(\Gamma)+1}{(\Gamma)d} = \frac{(\Gamma')+1}{(\Gamma')(d-s)}$$

$$(\Gamma)d = \frac{(\Gamma)+1}{D} ; d = \frac{(\Gamma)+1}{\Gamma D}$$

$$D = \frac{(\Gamma')+1}{(\Gamma) \left(\frac{(\Gamma)+1}{\Gamma D} - s \right)} = \frac{(\Gamma')+1}{(\Gamma) \left(\frac{(\Gamma)+1 - \Gamma D S}{\Gamma D} \right)}$$

$$= \frac{(\Gamma')+1 (\Gamma) D}{(\Gamma) ((\Gamma)+1 - \Gamma D S)}$$

Аргумент
сумма
71

4	1	20
3	4	20
2	5	17
1	5	9
3	10	14
2	15	21

79-04-44-69
(115.1)

Числовик
Задача 4.

Ответ на
Вопрос: при уменьшении толщiny линзы
увеличивается увеличение
мощность предмета: ?!

$$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}; \quad \Gamma = \frac{f}{d}$$

Задача:

$$S = 20 \text{ см}$$

$$|\Gamma| = 0,4$$

$$|\Gamma'| = 2,5$$

$$D = ?$$

1) непрерывное увеличение
↓
изображение перевернутое
↓
линза собирающая
↓
 $D > D$

$$2) D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{d-S} + \frac{1}{f'}$$

$$|\Gamma| = \frac{f}{d} \Rightarrow f = |\Gamma|d$$

$$|\Gamma'| = \frac{f'}{d-S} \Rightarrow f' = |\Gamma'| (d-S)$$

$$3) D = \frac{1}{d} + \frac{1}{|\Gamma'|d} = \frac{1}{d-S} + \frac{1}{|\Gamma'| (d-S)}$$

$$D = \frac{|\Gamma|+1}{|\Gamma|d} = \frac{|\Gamma'|+1}{|\Gamma'| (d-S)} \Rightarrow d = \frac{|\Gamma|+1}{|\Gamma|D}$$

$$9) \quad D = \frac{(\Gamma' + 1) \left(\frac{\Gamma' + 1}{\Gamma'} - s \right)}{\Gamma' \left(\frac{\Gamma' + 1}{\Gamma'} - s \right)}$$

$$\Gamma' + 1 = \Gamma' D \left(\frac{\Gamma' + 1}{\Gamma'} - s \right)$$

$$\Gamma' + 1 = \frac{\Gamma' (\Gamma' + 1)}{\Gamma'} - \Gamma' s D$$

$$\Gamma' s D = \frac{\Gamma' \Gamma' + \Gamma' - \Gamma' \Gamma' - \Gamma'}{\Gamma'}$$

$$\Gamma' s D = \frac{\Gamma' - \Gamma'}{\Gamma'}$$

$$D = \frac{\Gamma' - \Gamma'}{\Gamma' \Gamma' s} = \frac{2,5 - 0,4}{0,4 \cdot 2,5 - 0,7_{\text{м}}}$$

$$= \frac{2,1}{0,7_{\text{м}}} = 3 \text{ групп}$$

$$\text{Ответ: } D = \frac{\Gamma' - \Gamma'}{\Gamma' \Gamma' s} = 3 \text{ групп}$$

Числовая
Задача 2

Ответ на

Вопрос: γ ✓

$$pV^\gamma = \text{const}$$

$$i = 5 \Rightarrow \gamma = \frac{i+2}{i} = \frac{7}{5}$$

$$pV^{\frac{7}{5}} = \text{const}$$

$$Q = 0 \Rightarrow \Delta U + A_{\text{возд}}$$

$$p_0 V_0^{\frac{7}{5}} = p V^{\frac{7}{5}}$$

$$\frac{p}{p_0} = \left(\frac{V_0}{V}\right)^{\frac{7}{5}} \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \left(\frac{p_0}{p}\right)^{\frac{5}{7}}$$

$$V = V_0 \cdot \left(\frac{p_0}{p}\right)^{\frac{5}{7}} = \left(\frac{1}{1,07}\right)^{\frac{5}{7}} V_0 =$$

$$= (1,07)^{-\frac{5}{7}} V_0 =$$

$$= (1+0,07)^{-\frac{5}{7}} V_0 \approx$$

$$\approx \left(1 + \left(-\frac{5}{7}\right) \cdot 0,07\right) V_0 = \boxed{0,95 V_0}$$

$$A_{\text{внеш}} = \Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$pV = \nu R T \Rightarrow T = \frac{pV}{\nu R} = \frac{1,07 p_0 \cdot 0,95 V_0}{\nu R} =$$

$$= 1,07 \cdot 0,95 \cdot T_0$$

$$A_{\text{внеш}} = \frac{5}{2} \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot (1,07 \cdot 0,95 - 1) \cdot 301 \text{ К} \approx$$

$$\approx \boxed{125 \text{ Дж}}$$

$$p = p_0 + 0,07 p_0$$

$$= 1,07 p_0$$

$$T_0 = 301 \text{ К}$$

$$\nu = 1 \text{ моль}$$

$$O_2 \Rightarrow i = 5$$

(двухатомный)

Задача:

Дано:

$$h_0 = 0,3 \text{ м}$$

$$h_1 = 0,29 \text{ м}$$

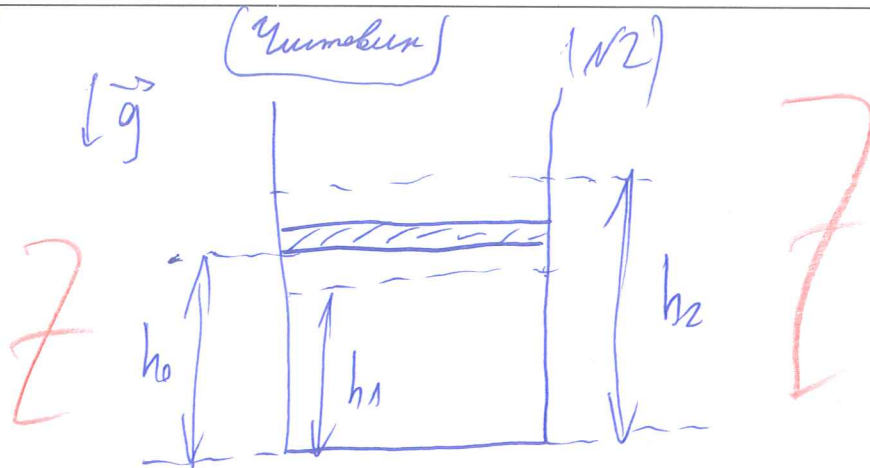
$$h_2 = ?$$

воздух

||

$$i = 5$$

(гидростатический)



1) воздух и поршень теплообмениваются

$$\delta Q = dU + \delta A = 0$$

2) процесс адиабатический $\Rightarrow pV^{i+2} = \text{const}$;

$$pV^{7/5} = \text{const}$$

3) p — давление; p — атмосферное давление;

тогда $p_0 = p + \frac{Mg}{S}$ M — масса поршня; m — масса груза; S — площадь сечения

давление с грузом: $p_1 = p + \frac{(M+m)g}{S} = p_0 + \frac{mg}{S}$

$$p_0 S h_0 = \nu R T_0 \quad \left| \delta A = p_1 dV \right.$$

$$p_1 S h_1 = \nu R T_1 \quad \left| A = p_1 S (h_0 - h_1) \right.$$

$$Q = 0 = \nu U - A_{\text{внеш.}}$$

$$\frac{\nu}{2} \nu R (T_1 - T_0) - p_1 S (h_0 - h_1) = 0$$

$$\frac{\nu}{2} (p_1 S h_1 - p_0 S h_0) - p_1 S (h_0 - h_1) = 0$$

$$\frac{\nu}{2} p_1 h_1 - \frac{\nu}{2} p_0 h_0 - p_1 h_0 + p_1 h_1 = 0$$

79-04-44-69
(115.1)

~~Уравнение~~ Умножение
 Задача 1:
 Дана масса
 Веса

$$U(x, y) = \frac{k}{2} (4x^2 + y^2)$$

$$E = E_n + E_k = const$$

$$2kx^2 + \frac{ky^2}{2} + \frac{mv_x^2}{2} + \frac{mv_y^2}{2} = const$$

$$2x^2 + \beta \dot{x}^2 = const$$

$$\omega^2 = \frac{2}{\beta}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{\nu}$$

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$\omega_x^2 = \frac{2k}{\left(\frac{m}{2}\right)} = \frac{4k}{m}$$

$$\omega_y^2 = \frac{k}{\frac{m}{2}} = \frac{2k}{m}$$

~~$$\omega_x = \sqrt{\frac{m}{4k}}$$~~

$$\omega_x = 2\sqrt{\frac{k}{m}} = 2\pi \nu_x$$

$$\omega_y = \sqrt{\frac{2k}{m}} = 2\pi \nu_y$$

$$\nu_x = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\nu_y = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Имейте в виду, что при движении параллельно осям x и $y \Rightarrow \nu_x$ и ν_y , найденные выше, суммируются.

(N1)

$$m = 250 \text{ г}$$

$$k = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$k' = 8 \frac{\text{Н}}{\text{см}}$$

$$s = 1,2 \text{ см}$$

$$s \ll R = 6$$

t = ?

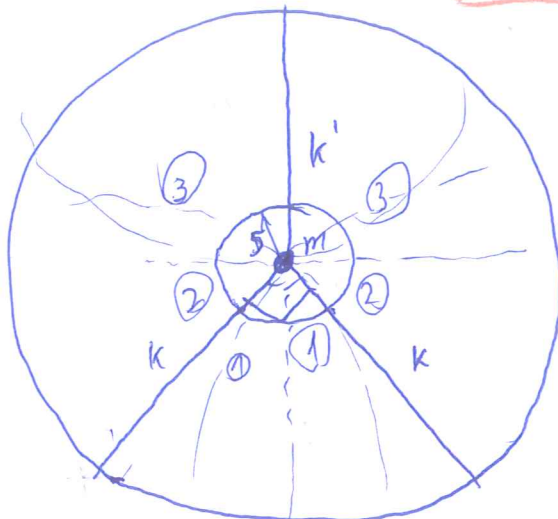
N-1

Задача: (Читовик)

Z

Z

Z



1) $t = \frac{T}{4}$, где T - период гармонич. колебаний около положения равновесия

Z Z

2) $T = \frac{2\pi}{\omega}$; $\omega = \sqrt{\frac{k_0}{m}}$, где k_0 - общий жестк-т.

Z

$$t = \frac{1}{4} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_0}} = \text{[эквивалентный]}$$

$$= \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k_0}}$$

Z Z

3) $\frac{mV^2}{2} = \frac{k_0 s^2}{2} \Rightarrow V = s \sqrt{\frac{k_0}{m}}$

Z

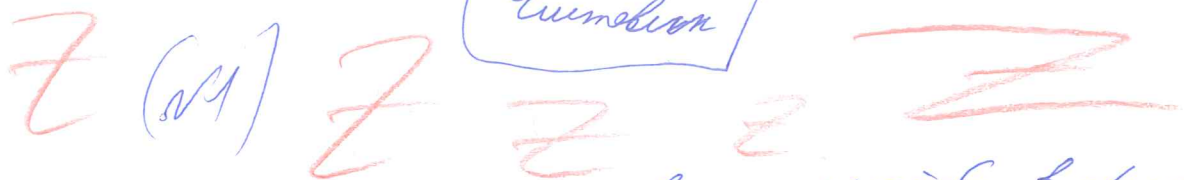
4) теперь найдем, как k_0 зависит от того, в какую сторону мы отведем шайбу:

Z

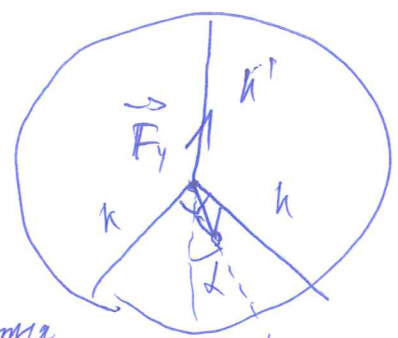
Z

Z

Учет вектор



5) если мы отведем шайбу в сторону
 прямого угла (сделаем ① на
 параллель резинке)



натянута
 только резинка k'

$$k_0 = k' \cdot \cos \alpha \approx k'$$

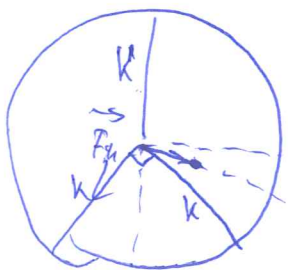
$$t = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k'}}$$

$$N = S \sqrt{\frac{k'}{m}}$$

α - малый угол
 из-за него
 направление
 силы
 упругости



6) если мы отведем шайбу в сторону ②



натянута
 одна резинка k

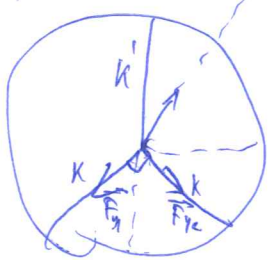
$$k_0 = \frac{k}{\sqrt{2}}$$

$$t = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{\sqrt{2} m}{k}}$$

$$N = S \sqrt{\frac{k}{\sqrt{2} m}}$$



7) если мы отведем шайбу в сторону ③



натянута две резинки k

$$k_0 = 2 \frac{k}{\sqrt{2}} = \sqrt{2} k$$

$$t = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{\sqrt{2} k}}, \quad N = S \sqrt{\frac{\sqrt{2} k}{m}}$$



Числа

Вместо к задане 1:

2

$$t_1 = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k'}} \quad \checkmark$$

$$v_1 = 5 \sqrt{\frac{k'}{m}} \quad \checkmark \quad (1/4)$$

2

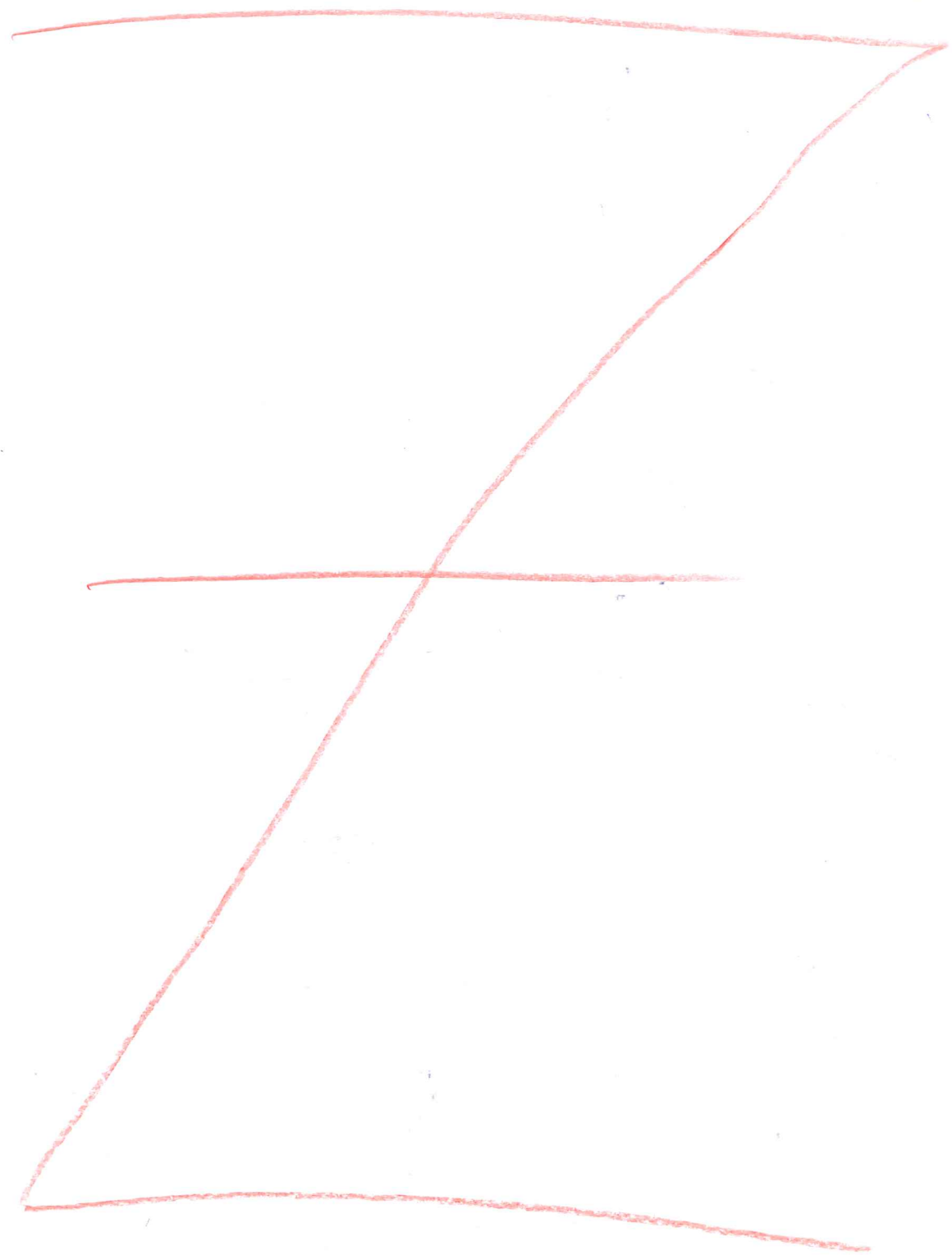
$$t_2 = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{\sqrt{2}m}{k}} \quad \ominus$$

$$v_2 = 5 \sqrt{\frac{k}{\sqrt{2}m}} \quad \ominus$$

$$t_3 = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{\sqrt{2}k}} \quad \ominus$$

$$v_3 = 5 \sqrt{\frac{\sqrt{2}k}{m}} \quad \ominus$$

2



Шмелева

(12)

$$\frac{7}{2} p_1 h_1 - \frac{5}{2} p_0 h_0 - p_1 h_0 = 0$$

$$7 p_1 h_1 - 5 p_0 h_0 - 2 p_1 h_0 = 0$$

$$7 h_1 \left(p_0 + \frac{mg}{5} \right) - 5 p_0 h_0 - 2 h_0 \left(p_0 + \frac{mg}{5} \right) = 0$$

$$7 p_0 h_1 + 7 h_1 \frac{mg}{5} - 5 p_0 h_0 - 2 p_0 h_0 - 2 h_0 \frac{mg}{5} = 0$$

$$7 p_0 (h_1 - h_0) + \frac{mg}{5} (7 h_1 - 2 h_0) = 0$$

$$\frac{mg}{5} (7 h_1 - 2 h_0) = 7 p_0 (h_0 - h_1)$$

$$\frac{mg}{5} = \frac{7(h_0 - h_1)}{7 h_1 - 2 h_0} \quad p_0 = p_1 - p_0$$

$$p_1 = p_0 \left(1 + \frac{7 h_0 - 7 h_1}{7 h_1 - 2 h_0} \right) =$$

$$= p_0 \cdot \frac{5 h_0}{7 h_1 - 2 h_0}$$

5) найдем T_1 :

$$T_1 = \frac{p_1 S h_1}{\rho L} = \frac{p_1 h_1}{p_0 h_0} T_0 =$$

$$= \frac{h_1}{h_0} \cdot \frac{5 h_0}{7 h_1 - 2 h_0} T_0 = \boxed{\frac{5 h_1}{7 h_1 - 2 h_0} T_0}$$

6) $\left[\begin{matrix} \text{числовик} \\ \sqrt{2} \end{matrix} \right]$

циркулярная: $A_{\text{внеш}} = 0$
 $\oint Q = 0 \Rightarrow U = 0$, нулевым
 электростатическим

7) $p_2 S h_2 = \sqrt{R T_1}$
 найдем p_2 : $p_2 = p + \frac{Mg}{S} = p_0$

$$p_0 S h_2 = \sqrt{R T_1}$$

$$h_2 = \frac{\sqrt{R T_1}}{p_0 S} = \frac{\sqrt{R T_0} \cdot \frac{5 h_1}{7 h_1 - 2 h_0}}{p_0 S}$$

$$h_0 = \frac{\sqrt{R T_0}}{p_0 S}$$

$$\frac{5 h_1}{7 h_1 - 2 h_0} h_0 = \frac{5 h_0 h_1}{7 h_1 - 2 h_0}$$

$$= \frac{5 \cdot 30 \text{ см} \cdot 29 \text{ см}}{7 \cdot 29 \text{ см} - 2 \cdot 30 \text{ см}} \approx 30,4 \text{ см}$$

Ответ: $h_2 = \frac{5 h_0 h_1}{7 h_1 - 2 h_0} \approx 30,4 \text{ см}$

z z

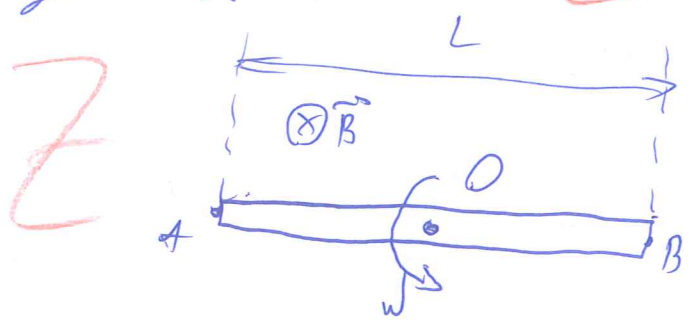
(Эмметевик)

z z

Орбитна

Задача 3.

Возраст:
L
w
B
 $\Delta\varphi_{AB} = ?$

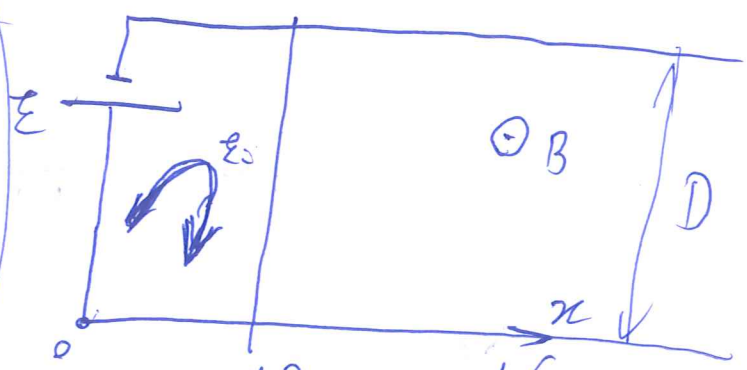


Уточни на какой стороне возникает потенциал, куда, куда по стержню ток тек.

$B = \text{const}$
 $w = \text{const}$ $\Rightarrow \Delta\varphi_{AB} = 0$
 $\varphi(r) = ?$

Задача:

$R_0 = 0,8 \text{ Ом}$
 $S_0 = 80 \text{ м}$
 $\rho = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Ом/м}$
 $\mathcal{E} = \text{const}$



$U_{(S_0)} = 0,95 U_{\text{max}}$
5-?

1) $\mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi}{dt} = B \frac{dS}{dt} = B \frac{dS}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = BV \frac{dS}{dx} =$

$= BV \frac{d(Dx)}{dx} = BDV \rightarrow$ направ по часовой стрелке

2) $I = \frac{-\mathcal{E}_i + \mathcal{E}}{R_0} = \frac{-BDV + \mathcal{E}}{R_0}$; $F_A = BID = BD \left(\frac{\mathcal{E} - BDV}{R_0} \right)$

3) $m a_x = F_{Ax}$ (Учитывая) $(\sqrt{3})$

$$m a_x = BD \left(\frac{\epsilon - BD v_x}{R_0} \right) =$$

$$= \frac{BD \epsilon}{R_0} - \frac{BD}{R_0} v_x$$

$$m \frac{dv_x}{dt} = \frac{BD \epsilon}{R_0} - \frac{BD}{R_0} v_x$$

4) найти максимальную скорость груза
данной установки:

$$m a_x = 0 = BD \frac{\epsilon - BD v_{max}}{R_0}$$

$$v_{max} = \frac{\epsilon}{BD} ; v_0 = 0,95 \frac{\epsilon}{BD}$$

5) ~~5)~~ $m v_0 = \frac{BD \epsilon}{R_0} T_0 - \frac{BD s_0}{R_0}$

6) заменили резинки:

$$L = \frac{\epsilon - BD v_x}{R_0 + 2\rho n} ; F_A = BD \frac{\epsilon - BD v_x}{R_0 + 2\rho n}$$

$$m a_x = BD \frac{\epsilon - BD v_x}{R_0 + 2\rho n}$$

Чертежи

$$m = 0,25 \text{ м}$$

$$k = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

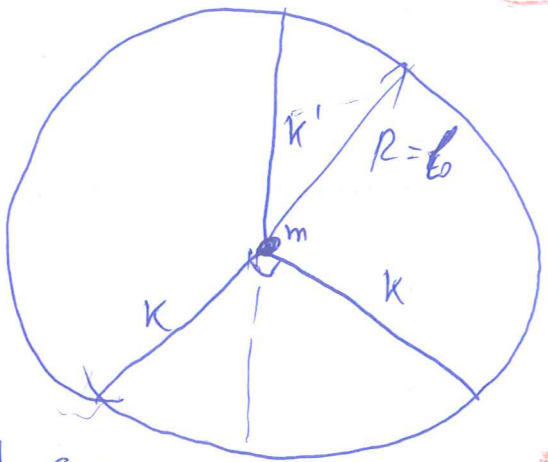
$$k' = 2 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$S = 0,012 \text{ м}$$

$t = ?$

$v = ?$

$S \ll R$



$\uparrow S!$

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{kS^2}{2} + \frac{k'S^2}{2} = kS^2$$

$k \in S \ll R$

$$\frac{mV^2}{2} = 2kS^2; \quad V^2 = \frac{4kS^2}{m}$$

$$t = \frac{T}{4}; \quad T = \frac{2\pi}{v}; \quad v = 2S \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$t = \frac{1}{4} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{m}{2k}} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{2k}}$$

$$\frac{0,95 \text{ м}}{BD} = \frac{BD \epsilon}{R_0} \quad R_0 = \frac{BD S_0}{R_0}$$

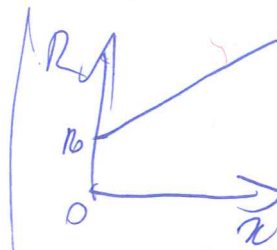
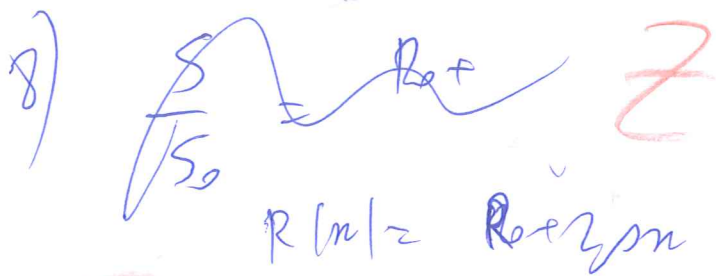
$$R = R_0 + 2\pi \rho$$

$$R = \frac{\epsilon - BDV}{R_0 + 2\pi \rho}$$

Z Z (Имитация) $\sqrt{3}$

$$7) m_1 = R D \frac{\epsilon - \epsilon \cdot \frac{0,05 \epsilon}{R D}}{R_0 + 2 \rho n} = \frac{0,05 R D \epsilon}{R_0 + 2 \rho n}$$

Z Z изменение в тем момент, когда $V_x = V_0$



Z Z S_{max} ω ω

$$\frac{S}{S_0} = \frac{R_0 + \rho S}{R_0}$$

Z Z

$$\frac{\rho S}{S} + \frac{R_0}{S} = \frac{R_0}{S_0}$$

Z Z

$$\frac{R_0}{S} = \frac{R_0}{S_0} - \rho S$$

Z Z

$$\frac{R_0}{S} = \frac{R_0 - \rho S_0}{S_0}$$

Z Z

$$S = \frac{R_0 S_0}{R_0 - \rho S_0} = \frac{R_0 S_0}{R_0 - \rho S_0} = \frac{98 \cdot 80}{98 - 2 \cdot 90 \cdot 80} =$$

$$= \frac{84}{98 - 0,4} = \frac{84}{9,4} = 10 \text{ Ом}$$

Ответ: 10 Ом

Чертежник

7

$$(\Gamma' + 1) = D(\Gamma' \left(\frac{\Gamma + 1}{\Gamma D} - S \right) - \frac{\Gamma' \Gamma (\Gamma + 1)}{\Gamma})$$

$$\begin{array}{r} 29 \\ \times 15 \\ \hline 145 \\ + 29 \\ \hline 435 \end{array}$$

$$(\Gamma' + 1) = \frac{\Gamma'(\Gamma + 1)}{\Gamma} - \Gamma' S D$$

$$\begin{array}{r} 29 \\ \times 7 \\ \hline 203 \end{array}$$

$$\Gamma' S D = \frac{\Gamma'(\Gamma + 1)}{\Gamma} - (\Gamma' + 1) =$$

7

$$\frac{150 - 29}{203 - 50}$$

$$= \frac{\Gamma(\Gamma + 1) - \Gamma(\Gamma' + 1)}{\Gamma}$$

7

$$= \frac{150 - 29}{203 - 50} = \frac{121}{153} = \frac{4350}{149}$$

$$= \frac{\Gamma' \Gamma + \Gamma' - \Gamma' \Gamma - \Gamma}{\Gamma} = \frac{\Gamma' - \Gamma}{\Gamma}$$

7

$$D = \frac{\Gamma' - \Gamma}{\Gamma \Gamma' S}$$

$$= \frac{2,5 - 0,4}{2,5 \cdot 0,4 \cdot 0,7}$$

$$\begin{array}{r} 414 \\ \times 301 \\ \hline 1242 \\ + 12420 \\ + 124200 \\ \hline 124614 \end{array}$$

$$= \frac{2,1}{0,7} = 3 \text{ года}$$

7 7

7

$$\begin{array}{r} \times 1,07 \\ 9,5 \\ \hline 1535 \\ + 963 \\ \hline 1,0185 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 8,31 \\ 2,5 \\ \hline 14155 \\ + 1662 \\ \hline 20,775 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 207 \\ 102 \\ \hline 414 \\ + 207 \\ \hline 24144 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 301 \\ \times 219 \\ \hline 3011 \\ + 6020 \\ + 60200 \\ \hline 63511 \end{array}$$

$$20,7 \cdot 102 + 301 = 301 \cdot 2,1 = 635,11$$

$$\begin{array}{r} 207 \\ \times 12 \\ \hline 414 \\ + 2070 \\ \hline 24144 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 414 \\ 301 \\ \hline 1242 \\ + 12420 \\ + 124200 \\ \hline 124614 \end{array}$$