



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 11 класс

Место проведения Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Покори Воробьевы горы!“  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

Хайтиной Александр Юрьевича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
« 5 » апреля 2024 года

Подпись участника  
Лол

Черновик.

① Вопрос:

$$E_{кин} + E_{пот} = const$$

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{k(4x^2 + y^2)}{2} = const$$

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

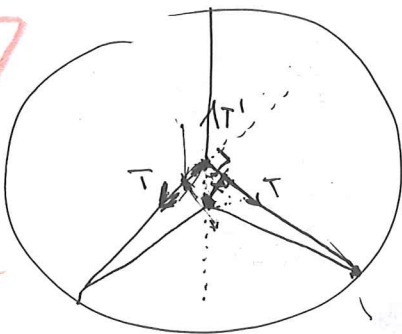
Если отн x:

$$\omega = \sqrt{\frac{4k}{m}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{4k}}$$

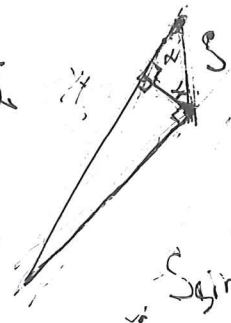
Если отн y:  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

$$\frac{A_{пот}}{A_{кин}} = \omega^2$$



$$T \cos 45 = \frac{T'}{\sqrt{2}}$$

$$T' = \sqrt{2}T$$

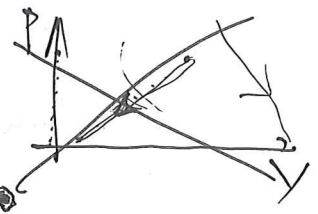


Q = 0 - адиабата

Начало:  $p = p_B$

$$p_B = \frac{\nu R T_0}{V_0} = \frac{\nu R T_0}{S h_0}$$

$$p = \frac{\nu R T}{S h}$$



$$2) p + \frac{mg}{S} = p_{B2} = \frac{\nu R T_2}{S h_2}$$

$$p + \frac{mg}{S} = p_{B1} = \frac{\nu R T_1}{S h_1}$$

$$Q = \Delta U + A_r = \nu R \Delta T + p \Delta V = 0$$

$$pV = \nu RT$$

$$dpV + p dV = \nu R dT$$

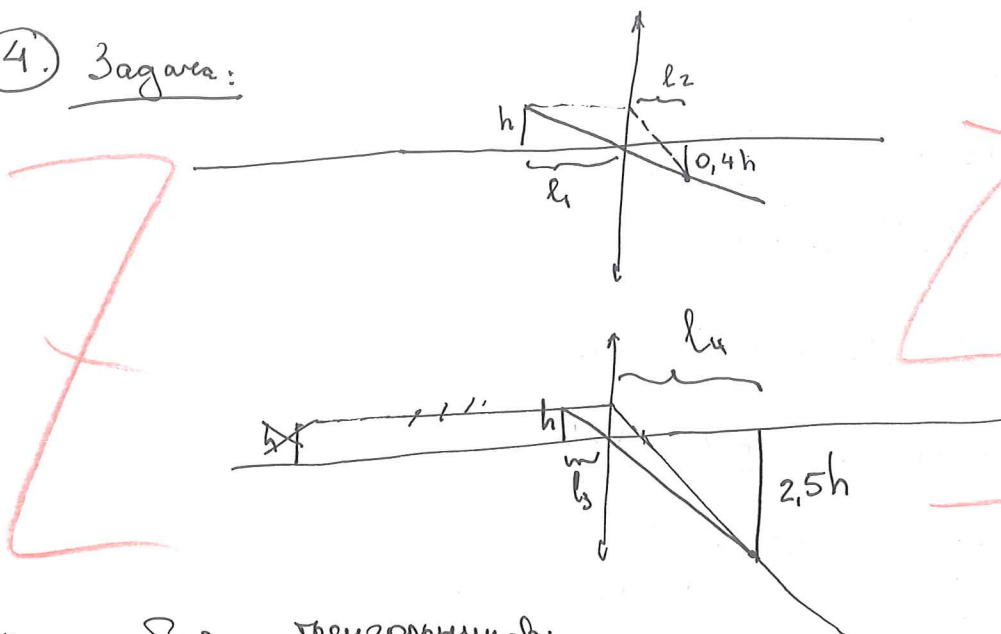
$$p dV = \nu R dT$$

67 (шестьдесят семь) (шесть)

1	2	3	4
5	4	5	1
20	2	10	20

Чистовик

4. Задача:



из подобия треугольников:

$$\frac{h}{0,4h} = \frac{l_1}{l_2} \Rightarrow l_1 = 2,5l_2 \Rightarrow l_2 = 0,4l_1$$

$$\frac{h}{2,5h} = \frac{l_3}{l_4} \Rightarrow l_3 = 0,4l_4 \Rightarrow l_4 = 2,5l_3$$

$$\frac{1}{l_1} + \frac{1}{l_2} = \frac{1}{F} = \frac{1}{l_3} + \frac{1}{l_4}$$

~~$$\frac{1}{2,5l_2} = \frac{1}{l_3} + \frac{1}{l_4}$$~~

$$l_1 = l_3 + S$$

$$\frac{1}{l_1} + \frac{1}{0,4l_1} = \frac{1}{l_1 - S} + \frac{1}{2,5(l_1 - S)}$$

$$\frac{1}{l_1} (1 + 2,5) = \frac{1}{l_1 - S} (1 + 0,4)$$

$$\frac{l_1 - S}{l_1} = \frac{1,4}{3,5} = \frac{2}{5} = 0,4 \Rightarrow 1 - \frac{S}{l_1} = 0,4 \Rightarrow \frac{S}{l_1} = 0,6 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow l_1 = \frac{10S}{6}$$

$$\frac{1}{F} = D = \frac{1}{l_1} + \frac{1}{0,4l_1} = \frac{6}{10S} + \frac{6}{4S} = \frac{12 + 30}{20S} = \frac{42}{20S} = \frac{21}{10S} =$$

$$= \frac{21}{700} = \frac{3}{100} = 0,03 \text{ (см}^{-1}\text{)} = 3 \text{ (м}^{-1}\text{)}$$

Ответ:  $D = 3 \text{ м}^{-1}$

1. Вопрос

Числовик

Ответ:

$$E_{кин} + E_{пот} = const$$

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{k(4x^2 + y^2)}{2} = const$$

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

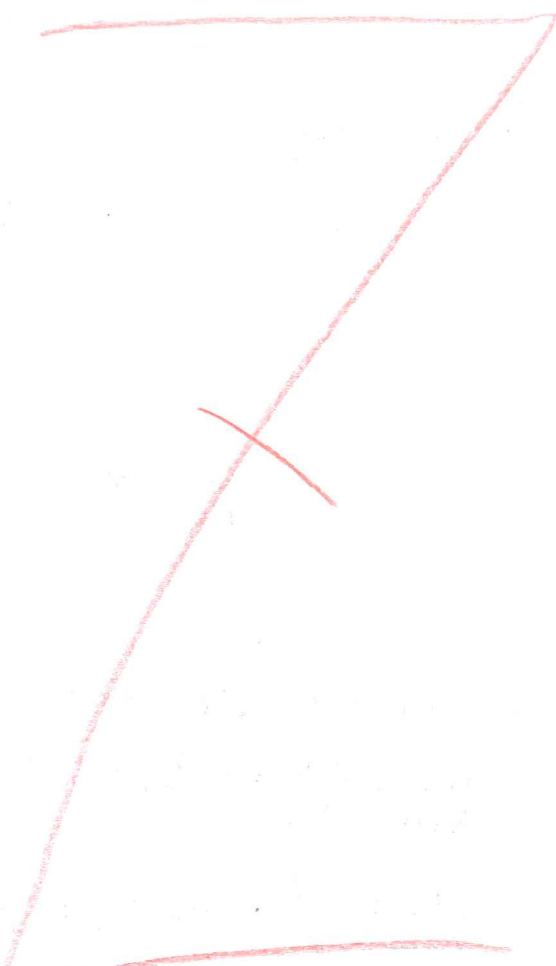
Если колебания вдоль OX:

$$\omega_x^2 = \frac{2k}{\frac{m}{2}} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{4k}{m}}$$

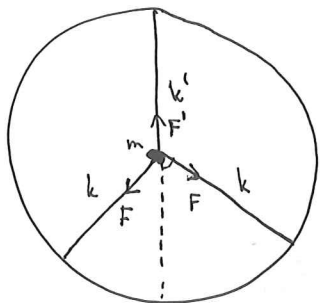
Если колебания вдоль OY:

$$\omega_y^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Ответ:  $\sqrt{\frac{4k}{m}}$ ;  $\sqrt{\frac{k}{m}}$



Задача



~~Ox:~~

$$Oy: \frac{F}{\sqrt{2}} \cdot 2 = F' \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F' = F\sqrt{2}$$

У одинаковых пружинок одинаковая сила натяжения, т.к. они должны давать одинаковую проекцию на OX.

Так как шайба вернулась обратно по прямой, то её движение вдоль OY или OX.



$\Delta$  - насколько уменьшилась длина шпура

$$d = \frac{s}{\sqrt{2}}$$

Числовые

$$F = kx \rightarrow F = kx_0, \quad F_2 = k(x_0 - d)$$

$$F' = k'x_0', \quad F_2' = k'(x_0' + s)$$

$$\frac{x_0}{x_0'} = \frac{F}{F'} \frac{k'}{k} = \frac{1}{\sqrt{2}}, \quad s = \frac{s}{\sqrt{2}}$$

Тогда:

$$ma = F_2' - 2 \frac{F_2}{\sqrt{2}} = F_2' - \sqrt{2} \cdot F_2$$

$$\frac{m v^2}{2} + \frac{k'(x_0' + s)^2}{2} + k(x_0 - d)^2 - \frac{k x_0^2}{2} - k x_0 = \text{const}$$

$$\frac{m v^2}{2} + k' x_0' s + \frac{k' s^2}{2} - 2k \frac{s}{\sqrt{2}} x_0' \frac{s}{\sqrt{2}} + \frac{k s^2}{2} = \text{const}$$

$$\frac{m v^2}{2} + \frac{k' s^2}{2} + \frac{k s^2}{2} = \text{const}$$

$$\frac{m v^2}{2} + \frac{(k' + k) s^2}{2} = \text{const}$$

$$\omega^2 = \frac{k' + k}{m} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k' + k}{m}} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k' + k}}$$

$$t = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k' + k}} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{0,25}{9}} = \frac{0,5\pi}{6} = \frac{\pi}{12} \text{ (с)}$$

$$\frac{m v_1^2}{2} = \frac{(k' + k) s^2}{2} \Rightarrow v_1^2 = \frac{k' + k}{m} s^2 = \frac{9}{0,25} \cdot 0,012^2$$

$$v_1 = \frac{3 \cdot 0,012}{0,5} = \frac{0,36}{5} \text{ (м/с)} = \frac{36}{5} \text{ (см/с)} = 7,2 \text{ (см/с)}$$

Майнду не можн двигаться в другие направления  
Если майнду двигаеш в напр ox:

$$\frac{m v^2}{2} + \frac{k \left(\frac{s}{\sqrt{2}}\right)^2}{2} - \frac{k \left(x_0 + \frac{s}{\sqrt{2}}\right)^2}{2} + \frac{k \left(x_0 - \frac{s}{\sqrt{2}}\right)^2}{2} - k x_0^2 = \text{const}$$

$$\frac{m v^2}{2} + \frac{k S^2}{4} + \frac{k S^2}{4} = \text{const}$$

Чистовик

$$\frac{m v^2}{2} + \frac{k S^2}{2} = \text{const}$$

$$\omega^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow t_2 = \frac{T}{2} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$= \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{0,25}{1}} = \frac{\pi}{4} \text{ (с)}$$

$$v_2^2 = \frac{k S^2}{m} = \frac{1 \cdot 0,012^2}{0,25}$$

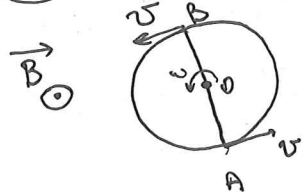
$$v_2 = \frac{0,012}{0,5} = \frac{0,12}{5} \text{ (м/с)} = \frac{12}{5} \text{ (см/с)} = 2,4 \text{ (см/с)}$$

Если смешать

В двух направлениях, то шайба по прямой не вернется.

Ответ:  $t_1 = \frac{\pi}{12} \text{ с}$ ;  $v_1 = 7,2 \text{ см/с}$ ;  $t_2 = \frac{\pi}{4} \text{ с}$ ;  $v_2 = 2,4 \text{ см/с}$

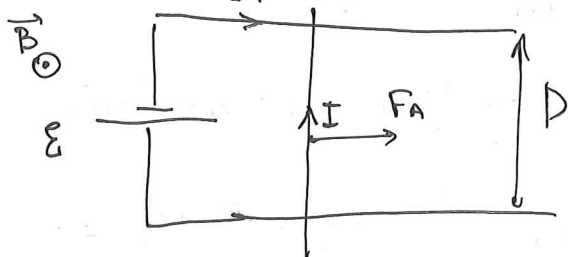
3. Вопрос



$$\varphi_{AO} = \varphi_{BO} \Rightarrow \varphi_{AB} = 0$$

(У точек A и B одинаковой потенциал)

Задача.



Первая серия опытов:

По перемычке находить ток, находила

действовал  $F_A$ , поток через контур увеличивается из-за движения перемычки, появилась  $\mathcal{E}_i$ , которая ~~на~~ порождала ток  $I_i$ .  
 Значит в цепи напряжение  $(\mathcal{E} - \mathcal{E}_i)$  и ток  $(I - I_i) =$

$$= \frac{\mathcal{E} - \mathcal{E}_i}{R_0}$$

Чистовик

$$|\mathcal{E}_i| = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{BD \cdot l}{dt} = BDv$$

$$F_A = am, \quad dU = a dt$$

$$a = \frac{F_A}{m} = \frac{IBD}{m} = \frac{(\mathcal{E} - \mathcal{E}_i)BD}{mR_0}$$

При увеличении скорости увеличивается  $\mathcal{E}_i$   
( $\mathcal{E}_{i\max} = \mathcal{E}$ )

$$v_{\max} = \frac{\mathcal{E}}{BD}$$

$$v = \frac{95}{100} v_{\max} = \frac{95}{100} \frac{\mathcal{E}}{BD}$$

$$a = \frac{(\mathcal{E} - BDv)BD}{mR} = \frac{\mathcal{E}BD - BD^2v}{mR}$$

$$dl = v dt = a dt^2$$

$$R = \rho l$$

$$L = \int dl = \int v dt$$

② Вопрос

$$pV = \nu RT$$

$$Q = \Delta U + A_{\Gamma} = \Delta U - A_{\text{ВН}} = 0$$

$$\Delta U = \Delta(pV) = 0,007p \cdot \Delta V$$

Адиабата:  $pV^\gamma = \text{const}$ ,

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{3}{2} - 1 = 5$$

( $C_p = \frac{5}{2}R$ ;  $C_v = \frac{5}{2}R - R = \frac{3}{2}R$ )

$$pV^{\frac{5}{2}} = \text{const}$$

$$pV_0 = \nu RT_0 \Rightarrow V_0 = \frac{\nu RT_0}{p}$$

$$1,007pV_2^{\frac{5}{2}} = pV_0^{\frac{5}{2}} \Rightarrow V_2^{\frac{5}{2}} = \frac{V_0^{\frac{5}{2}}}{1,007} \Rightarrow V_2 = \frac{V_0}{1,007^{\frac{2}{5}}}$$

$$\Delta U = p(1,007V_2 - V_0) = pV_0 \left( \frac{1}{1,007^{\frac{2}{5}}} - 1 \right) = \nu RT_0 \left( \frac{1}{1,007^{\frac{2}{5}}} - 1 \right)$$

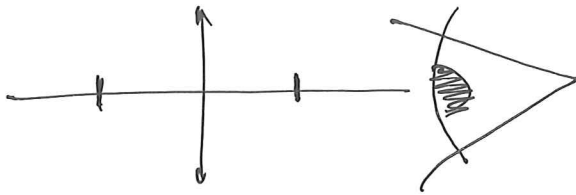
$$= A_{\text{ВН}}$$

Чистовик

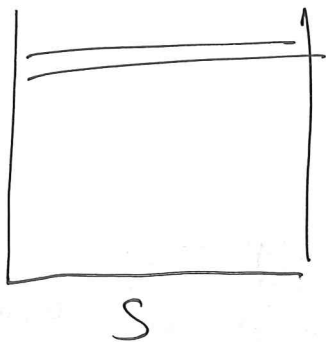
Ответ:  $A_{ВН} = \sqrt[3]{RT_0 \left( \frac{1}{\sqrt[3]{1,007}} - 1 \right)}$   
1 моль      301 К

4. Вопрос

В увеличении. Предмет увеличивает свой размер, он нам кажется больше. (Т.к. формируется изображение ближе)



2. Задача



Адиабата:  $Q=0$

Могало:  $p_0 = \frac{\nu RT_0}{h_0 S}$

$p = p_0$ , где  $p$  - давление воздуха извне и поршня

2)  $p + \frac{mg}{S} = p_{В1} = \frac{\nu RT_1}{Sh_1} +$

$Q = \Delta U + A_{вст} = \nu \Delta(T) + p \Delta V = 0$

3)  $p_0 = \frac{\nu RT_2}{Sh_2}$



87-68-37-92  
(116.1)

Черновик

$$\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{B h dl}{dt} = B \frac{v}{l} l = Bv$$

$$v = at$$

$$a = \frac{F_{\text{А}}}{m} = \frac{IBl}{m} ; I = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{E}_i}{R}$$

$$v = \frac{(\mathcal{E} - \mathcal{E}_i)Bl}{mR} + \mathcal{E}_i = \frac{(\mathcal{E} - \mathcal{E}_i)B^2 l^2 t}{mR}$$

$$mRv = (\mathcal{E} - Bv)Bl t$$

$$(mR + B^2 l^2 t)v = \mathcal{E}Bl t$$

$$v = \frac{\mathcal{E}Bl t}{mR + B^2 l^2 t}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{Bl}{\mathcal{E}} + \frac{mR}{\mathcal{E}Bl t} \Rightarrow \text{при } t \rightarrow \infty \dots$$

$$v_{\text{max}} = \frac{\mathcal{E}}{Bl}$$

$$v = \frac{95}{100} \frac{\mathcal{E}}{Bl} \quad Q_{\text{дв}} = c \int i dt$$

$$\frac{5}{95} \frac{\mathcal{E}}{Bl} = \frac{mR}{\mathcal{E}Bl t} \Rightarrow \text{при том } t$$

$$S = \frac{at^2}{2}$$

$$dS = v dt$$

$$S = \int v dt = \int \frac{\mathcal{E}Bl t}{mR + B^2 l^2 t} dt$$

$$c = \frac{\Delta U}{U \Delta T} = \frac{i R}{\frac{1}{2} R} = 2i$$

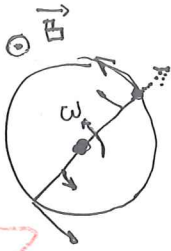
$$Q_p = \frac{1}{2} R + R$$

$$\frac{6}{2}$$

$$\frac{6}{4} = \frac{3}{2}$$

Черновик

3.



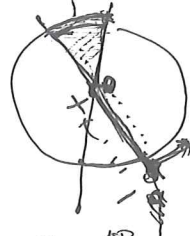
$qV \cdot F_n$

$IBL = F_n$

qL

$v = \omega \frac{l}{2}$

$\epsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt}$



$\epsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt}$

$\Phi \uparrow$

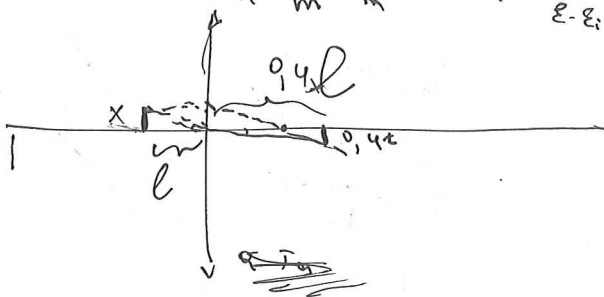
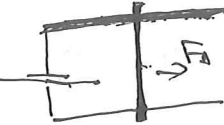
будет возмущать  $\epsilon_i$

мг.

$v = at$

4.

$a = \frac{F_A}{m} = \frac{IBL}{m}$  неперезное



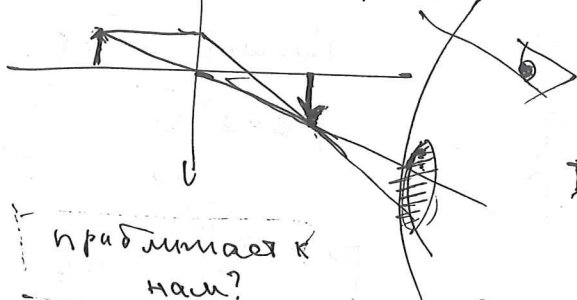
$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} =$

$= \frac{1}{at + b}$

Вопрос:

увеличения?

углового размера?

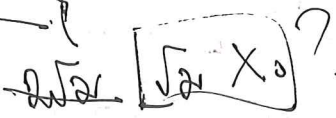


приближается к нам?

или увеличивает?

$k \cdot \epsilon x$

по x растянется



$k \sqrt{2} x_0 + \dots$

