



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 6

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Роборест
наименование олимпиады

по Физике
профиль олимпиады

КУКЛЕВА ПАВЛА ВЯЧЕСЛАВОВИЧА
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Выход 13.10 ✓
Возвраще 13.13 ✓
Выход 14.32 ✓
Возвраще 14.34 ✓

Дата

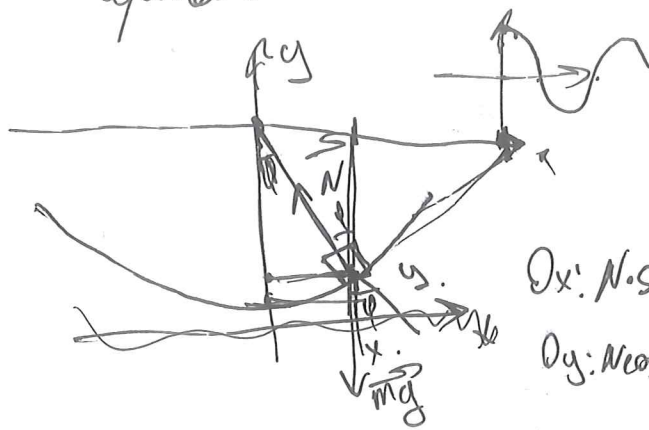
« 12 » апреля 2025 года

Подпись участника

ky

$$y(x) = \pi \cos\left(\frac{x}{\pi}\right)$$

чертёжик



$$\begin{aligned} O_x: N \sin \phi &= m a_x \\ O_y: N \cos \phi &= m g \end{aligned}$$

~~$y = \pi \cos u$~~
 $y = -\pi \cos u$

$$mg \sin \theta = r \max.$$

$$\cos \frac{\pi}{n} = 0$$

$$t = \frac{\pi n}{2}$$

$$-\frac{m g}{n} = m \vec{g}_A$$

$$M, \frac{\pi M}{2} \quad \sqrt{M^2 - \left(\frac{\pi M}{2}\right)^2} \quad \omega = \frac{g}{R} = \frac{g}{\frac{\pi M}{2}}$$

$$C = \frac{Q}{V}$$

$$q_1 = L \cdot V_c$$

$$q_2 = C \cdot U_0$$

$$\Delta q = q_1 - q_2 = C(U_c - U_0)$$

$$Q = V_0 \cdot C(V_L - V_0) =$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{\cancel{b}} = 0$$

$$D = 10 = \frac{1}{f} \quad F = 0,1.$$

$$a + b = 72$$

81-53-06-11
(153.2)

$\sqrt{3}$

~~Man & sein/essen mehr von
nalla~~

~~$q_1 = 0.01$~~

~~$q_{12} = C \cdot V_0$~~

~~$$\Delta q = q_1 - q_2 = C(V_c - V_0)$$~~

$$Q = S q \cdot U_0 = e U_0 (U_c - U_0) =$$

$$= 50 \cdot 10^{-6} \cdot 2(5-2) = 300 \text{ нКл}$$

~~ambent. $\phi = 300 \text{ mK}$~~

Zagadnienia. Bsmpe

так в цепи будет больше тока при том же напряжении
на грузе $U_{\text{груз}} > U_0 \Rightarrow$ ток превысит его ✓

na vngemene Dygem = U_d

За это время река успевает пройти с $\Delta \varphi = 2 \cdot 10^{-4}$

$$\Delta \psi = \psi_1 - \psi_2$$

$$q_1 = CV_c$$

$$q_2 = C \cdot V_0$$

$$Q = \Delta q \cdot U_0 = C U_0 (U_c - U_0) = 50 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot (5 - 2) = 300 \text{ нКл}$$

Ans: $Q = 300 \text{ m}^3/\text{s}$

Zagade N2 Bonyse

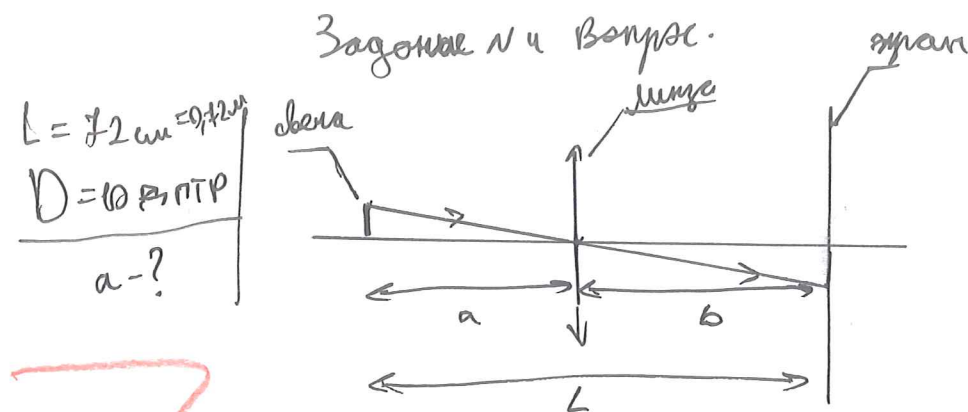
$$K_{\text{сдв}} \text{ сдвигает пропорционально } -K = \frac{Q_{\text{н}}}{A}$$

КПД тепловой машины $\eta = \frac{A}{Q_1}$

$$\Rightarrow K = \frac{1}{\eta}$$

используют трансформации метового пасса обратно тран-
зупаилен КПО, метовой машины

ambem. $K = \frac{l}{\eta}$



Линза собирающая так как изображение на экране действительное.

$$a + b = L$$

$$b = L - a$$

по формуле тонкой линзы

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

$$D = \frac{b+a}{ba}$$

$$Dba = b + a$$

$$Da(L-a) = L - a + a$$

$$DaL - Da^2 = L$$

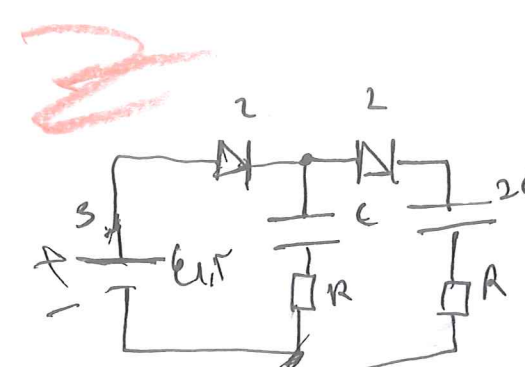
$$Da^2 - DaL + L = 0$$

$$10a^2 - 0,72 - 10a + 0,72 = 0$$

$$a_1 = 0,12 \text{ м}$$

$$a_2 = 0,6 \text{ м}$$

Ответ: $a_1 = 0,12 \text{ м}$
 $a_2 = 0,6 \text{ м}$



через выключатель

$$\epsilon_1 = 3 \text{ В}$$

$$U = \epsilon_1 - U_0$$

$$\Delta q \cdot \epsilon_1 = \frac{C(\epsilon_1 - U_0)^2}{2} + \Delta q \cdot U_0$$

$$q_1 = 0$$

$$q_2 = C \cdot U = C(\epsilon_1 - U_0)$$

$$C \epsilon_1 (\epsilon_1 - U_0) = \frac{C(\epsilon_1 - U_0)^2}{2} + C(\epsilon_1 - U_0) U_0$$

$$q_2 = \frac{\alpha}{2} \cdot C$$

$$\alpha = 0,48$$

$$a + b = L$$

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

$$y + x^2 = 1$$

$$p^2 + v^2 = 1$$

$$pV = 2RT$$

$$T = \frac{pV}{2R}$$

$$p = \sqrt{1 - v^2}$$

$$-v^2 + 1 - v^2 = 0$$

$$1 = 2v^2$$

$$v = \sqrt{0,5}$$

$$v = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$D \pm \sqrt{D^2 - 4ab} = 0$$

$$Q = C \epsilon_1 U$$

$$Q = C(\epsilon_1 - U_0) \cdot \epsilon_1 - \frac{C(\epsilon_1 - U_0)^2}{2}$$

$$Q_{\text{max}}$$

$$= C(\epsilon_1 - U_0) \left(\epsilon_1 - \frac{\epsilon_1 - U_0}{2} \right)$$

$$V = \frac{-2V}{\sqrt{1 - V^2}}$$

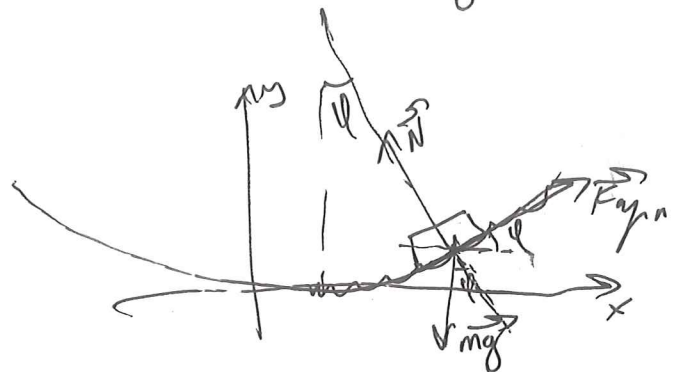
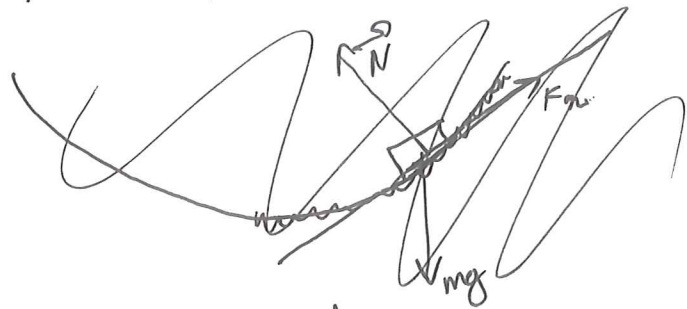
$$p = \sqrt{1 - v^2}$$

$$\sqrt{1 - v^2} \pm \sqrt{1 - v^2}$$

$$\frac{1}{2\sqrt{1 - v^2}} + \sqrt{1 - v^2} = 0$$

Задача №1 Задача

Шайба впервые останавливается, когда возмущающая сила $F_{\text{возм}} = A \sin \varphi$ будет меньше $F_{\text{тр}} = \mu N$ против наклона.



по II закону Ньютона.

$$Ox: N \sin \varphi = F_{\text{тр}} \cdot \cos \varphi \quad F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$Oy: N \cos \varphi + F_{\text{тр}} \sin \varphi = mg$$

$$\mu \sin \varphi = \mu \cos \varphi$$

$$\mu = \tan \varphi$$

 $\mu > \tan \varphi$ - условие остановки

1.

Задача №2 Задача

В этом случае минимальная температура будет в изотермическом процессе, так как газ будет сжиматься.

Найдем минимальную температуру.

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона.

$$pV = \nu RT$$

$$9800 \cdot 0,6V_0 = \nu RT_{\text{min}}$$

$$T_{\text{min}} = \frac{9,48 p_0 V_0}{\nu R}$$

Найдем T_{max} на участке сжатия.

$$p^2 + V^2 = 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p(V) = \sqrt{1 - V^2}$$

$$pV = \nu RT$$

$$T = \frac{pV}{\nu R} = \frac{\sqrt{1 - V^2} V}{\nu R}$$

$$T(V) = \frac{\sqrt{1 - V^2} V}{\nu R}$$

 T_{max} будет при $T'(V) = 0$

$$T'(V) = \left(\frac{\sqrt{1 - V^2} V}{\nu R} \right)' = \frac{\sqrt{1 - V^2}}{\nu R} + V \cdot \frac{-2V}{2\nu R \sqrt{1 - V^2}} = 0$$

$$\sqrt{1 - V^2} - V^2 = 0$$

$$\frac{1 - V^2 - V^2}{\sqrt{1 - V^2}} = 0$$

$$2V^2 = 1$$

$$V = \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

 $p = \sqrt{1 - V^2} = \sqrt{1 - \frac{1}{2}} = \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$

$$p = \sqrt{1 - V^2} = \sqrt{1 - \frac{1}{2}} = \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\text{при } V = \frac{\sqrt{2}}{2} \quad p = \frac{\sqrt{2}}{2} - T_{\text{max}}$$

$$T_{\max} = \frac{\sqrt{2} p_0 \frac{\sqrt{2}}{2} V_0}{2R} = \frac{2}{4} \frac{p_0 V_0}{R} = \frac{0,5 p_0 V_0}{R}$$

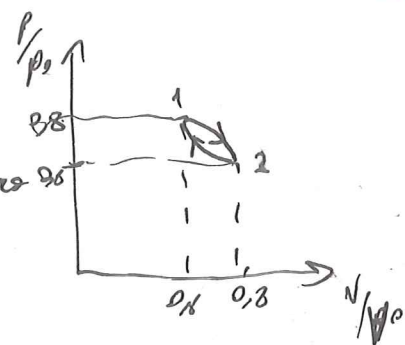
$$\frac{T_{\max}}{T_{\min}} = \frac{0,5 p_0 V_0}{2R} \cdot \frac{2R}{0,48 p_0 V_0} = \frac{0,5}{0,48}$$

$$\frac{T_{\min}}{T_{\max}} = \frac{0,48}{0,5} = 0,96$$

$$T_{\min} = 0,96 T_{\max}$$

$$K = \frac{1}{\eta} \quad Q = \dot{Q} + A \rightarrow A \quad \Delta U - \text{входные процессы не учтены}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{\text{in}}} = \frac{A_{1-2} + A_{2-1}}{A_{1-2}} = \frac{A_{2-1} + A_{1-2}}{A_{1-2}}$$



Уравнение изохоры $p(V) = \frac{2}{V}$

$$A_{2-1} = \int_{0,8}^{0,6} \frac{2}{V} dV = 2 \int_{0,8}^{0,6} \frac{1}{V} dV = 2 \ln V \Big|_{0,8}^{0,6} = 2 \ln 0,6 - 2 \ln 0,8$$

$$2 = 0,48$$

$$= 2 \cdot \ln \left(\frac{0,6}{0,8} \right) = -2 \cdot 0,2877 = -0,5754$$

$$A_{1-2} = \int_{0,6}^{0,8} \sqrt{1-V^2} dV = 0,1419$$

$$\eta = \frac{0,1419 - 0,1384}{0,1419} = 0,0268$$

$$\eta = 2,678\%$$

$$K = \frac{1}{0,0268} = 37,24$$

Ответ: температуры отличаются на 4% ($T_{\min} = 0,96 T_{\max}$)

$$K = 37,24 = 3724\%$$

$$\frac{V_2}{V} = \frac{a+b}{b}$$

$$\frac{V_1}{V} = \frac{a+b}{a}$$

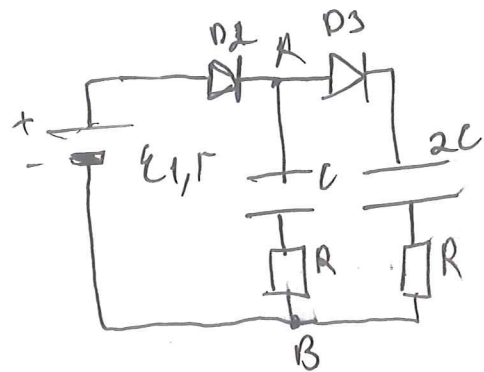
$$\frac{V_1}{V} \cdot a = \frac{V_2}{V} \cdot b$$

$$V_2 = \frac{V_1 a}{b} = \frac{2,5 \cdot 0,12}{0,6} = 0,5 \text{ mm/L}$$

Ответ: $V_2 = 0,5 \text{ mm/L}$

Задача 3 Задача

Рассмотрим цепь когда K_1 замкнут K_2 - разомкнут



Ток в цепи будет пока диод D_2 пропускает ток, следовательно

$$E_1 = 3\text{В}$$

поделит напряжение по диоду D_2 - U_0

$$U_0 = 2\text{В} \Rightarrow U_{AB} = 1\text{В} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ диод D_3 не пропускает ток, следовательно

Ток в цепи прекратится когда

конденсатор C зарядится до $U_C = E_1 - U_0 = 3 - 2 = 1\text{В}$

$$C = \frac{q}{U} \Rightarrow q = C \cdot U$$

$$q_1 = 0$$

$$q_2 = C \cdot U_C$$

$$\Delta q = q_2 - q_1 = C U_C$$

По закону сохранения энергии

$$A_{\text{ист}} = Q + W = Q_{D2} + Q_R + Q_r + W$$

$$\Delta q \cdot E_1 = \Delta q \cdot U_0 + Q_R + Q_r + \frac{C U_C^2}{2}$$

$$Q_R + Q_r = \Delta q (E_1 - U_0) - \frac{C U_C^2}{2} = C U_C (E_1 - U_0) - \frac{C U_C^2}{2} = C U_C \left(E_1 - U_0 - \frac{U_C}{2} \right)$$

По закону Джоуля-Ленца

$$Q = I^2 \cdot R \cdot \Delta t$$

$$Q_R = I_R^2 \cdot R \cdot \Delta t$$

$$Q_r = I_r^2 \cdot r \cdot \Delta t$$

$\Rightarrow$ оба сопротивления растянаты пополам $\Rightarrow I_R = I_r = I \Rightarrow$

$\Rightarrow Q$ выделяющееся на резисторах пропорционально их сопротивлению

$$Q_{\text{ист}} = Q_r + Q_R$$

$$Q_R = Q_{\text{ист}} \cdot \frac{R}{R+r}$$

r - много меньше R $\Rightarrow$ мы можем пренебречь

$$Q_R = Q_{\text{ист}}$$

$$Q_R + Q_r = A_{\text{ист}} - W = \Delta q \cdot E_1 - \frac{C U_C^2}{2} = C U_C \cdot E_1 - \frac{C U_C^2}{2} = C U_C \left(E_1 - \frac{U_C}{2} \right) =$$

$$= 50 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot \left(3 - 0.5 \right) = 12.5 \text{ мкДж}$$

Теперь замкнем K_2 и рассмотрим конденсатор перескочит зарядом после него так D_2 перестанет пропускать ток.

В цепи конденсатор C зарядится до напряжения $U_C' = E_1 + E_2 - 2U_0 = 3 + 3 - 4 = 2\text{В}$

а конденсатор $2C$ до $U_C' = E_1 + E_2 - 3U_0 = 3 + 3 - 6 = 0\text{В}$

$$q_1 = q_2 = C U_C$$

$$q_2 \text{ до } = C U_C' + 2 C U_C'$$

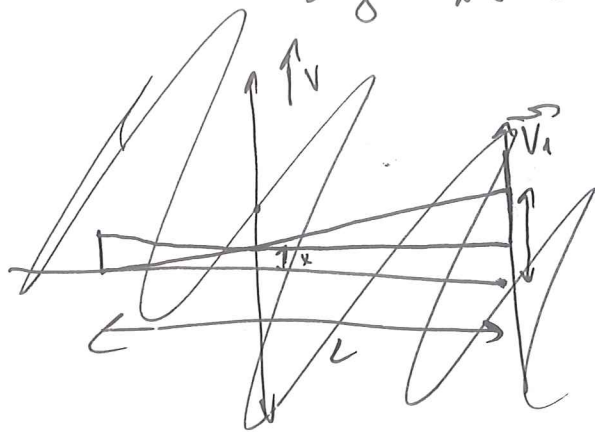
$$\Delta q = C U_C' + 2 C U_C' - C U_C$$

По ЗКЕ.

$$A_{\text{ист}2} = -A_{\text{ист}1} + Q_{D1} + Q_{D2} + Q_{D3} + \Delta W_C + W_{2C} + Q_{R1} + Q_{R2}$$

Задача 1

1



В I случае

Когда центр массы находится

на x

задремле поворачивается на x'

$$\Delta ABC \sim \Delta A'B'C' \text{ (по 3 углам)} \Rightarrow \frac{x'}{x} = \frac{a+b}{a}$$

$$\left. \begin{aligned} V &= \frac{x}{\Delta t} \\ V_1 &= \frac{x'}{\Delta t} \end{aligned} \right\} \frac{V_1}{V} = \frac{x'}{x} = \frac{a+b}{a}$$

Во II случае $\frac{V_1}{V} = \frac{x'}{x} = \frac{a+b}{a}$

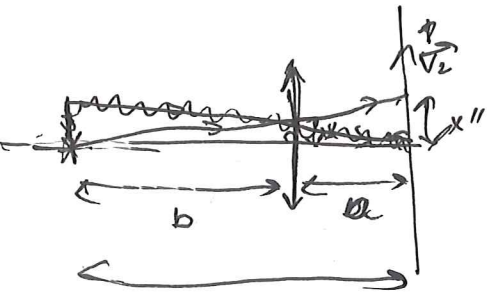
Скорость центра масс равна той же

$$V = \frac{x}{\Delta t}$$

теперь издремле пройдет расстояние

$$\left. \begin{aligned} x'' &= \frac{x}{\Delta t} \\ V_2 &= \frac{x''}{\Delta t} \end{aligned} \right\} \frac{V_2}{V} = \frac{x''}{x} = \frac{a+b}{a}$$

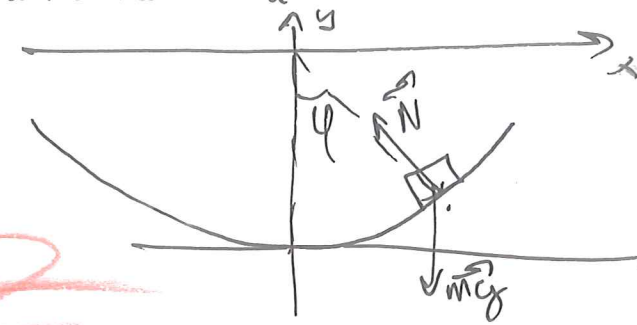
$\frac{x''}{x} = \frac{a+b}{a}$ - акселерация первая
Сигнал из передних



81-53-06-11
(153.2)

Задача 1

Вариант 1



То $\vec{N}$ скользит

$$O_x: m a_x = -N \sin \varphi$$

$$O_y: N \cos \varphi = mg$$

$$N \cos \varphi - mg = m a_y \approx 0$$

Так как $a_y \approx 0$ значит $N \cos \varphi = mg$
(медленно)
значит $\varphi \approx 0$

$$\varphi \approx \sin \varphi \approx \tan \varphi$$

$$\cos \varphi \approx 1$$

$$N \approx mg$$

$$m a_x = -N \sin \varphi$$

$$m a_x = -mg \varphi$$

заменит φ через $\tilde{s}$.

$$\varphi \approx \frac{\tilde{s}}{R} \quad R \approx H$$

$$\varphi = \frac{\tilde{s}}{H}$$

$$\ddot{\tilde{s}}(t) = -\frac{g}{R} \tilde{s}(t) = -\omega^2 \tilde{s}(t)$$

Мы получили дифференциальное уравнение второго порядка

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{H}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{H}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{H}{g}}$$

$$\text{Ответ: } T = 2\pi \sqrt{\frac{H}{g}}$$

10