

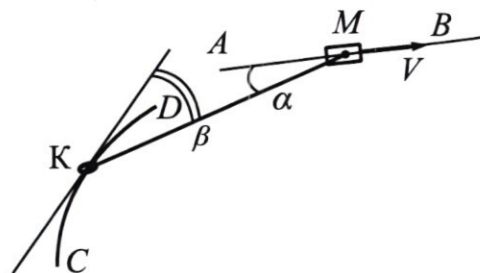
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вло

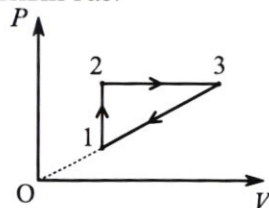
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 4/5$) с направлением движения кольца.



- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.

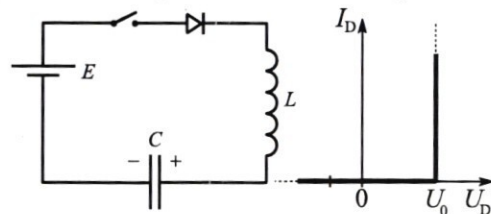
- 1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
- 2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица и через время T вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

- 1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
 - 2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
 - 3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?
- При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

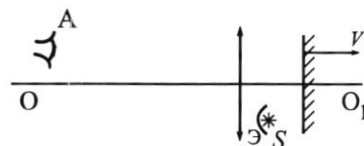
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.



- 1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
- 3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии $F/2$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии F от линзы.

- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
- 2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №1

Дано:

$$V_m = 68 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

$$l = \frac{5}{3} R$$

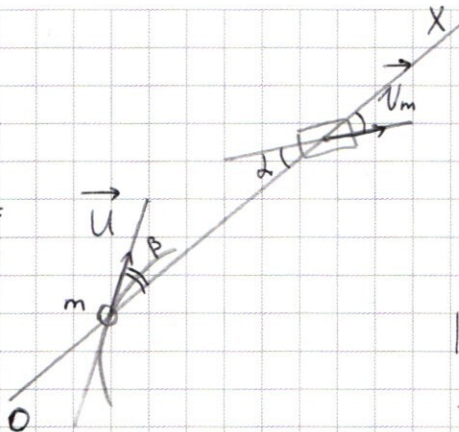
$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

$$\cos \beta = \frac{4}{5}$$

1) $U = ?$

2) $U_{\text{отн}} = ?$

3) $T = ?$



1) Проецируем V_m и U на ось OX :

$$V_{mx} = V_m \cos \alpha$$

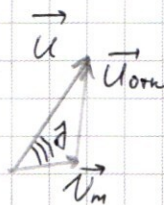
$$U_x = U \cos \beta$$

$$|V_{mx}| = |U_x|$$

т.о. $U = \frac{V_m \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{68 \cdot 15}{17} \cdot \frac{5}{4} = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

Ответ: $U = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

2) $\vec{U}_{\text{отн}} = \vec{U} - \vec{V}_m \Rightarrow \vec{U} = \vec{V}_m + \vec{U}_{\text{отн}}$



$$\gamma = \alpha + \beta$$

т.о. $U_{\text{отн}} = \sqrt{V_m^2 + U^2 - 2U V_m \cos(\alpha + \beta)}$ (по т. косинусов)

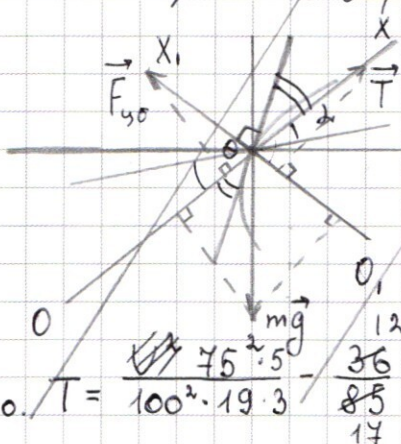
$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} = \frac{5 \cdot 12 - 8 \cdot 12}{85} = \frac{24 \cdot 36}{85}$$

$$= \frac{24 \cdot 36}{85}; \frac{68 \cdot 75 \cdot 36}{85 \cdot 17} = 60 \cdot 36 \Rightarrow 2U V_m \cos \gamma = 120 \cdot 36$$

$$U_{\text{отн}} = \sqrt{5625 + 4624 - 4320} = \sqrt{5929} \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

Ответ: $U_{\text{отн}} = \sqrt{5929} \frac{\text{см}}{\text{с}}$

3) Рассмотрим кольцо:



$$m\vec{g} + \vec{T} + \vec{F}_{40} = 0$$

на оси OX : на оси X_1O_1 :

$$T \cos \left(\frac{\pi}{2} - \beta \right) + mg \cos(\alpha + \beta) = \frac{mV^2}{R}$$

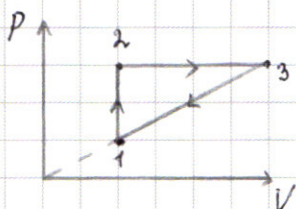
$$T \sin \beta = \frac{mV^2}{R} - mg \frac{36}{85}; T = \frac{mV^2}{R \sin \beta} - \frac{mg \cdot 36}{85 \sin \beta}$$

т.о. $T = \frac{75^2 \cdot 5}{100^2 \cdot 19 \cdot 3} - \frac{36 \cdot 8}{85 \cdot 3} = \frac{38 \cdot 5}{16 \cdot 8 \cdot 19} - \frac{12}{17}$

Задача №2

Дано:

$$i=3$$



$$1) Q_{12} = c_{12}(T_2 - T_1) = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{3}{2}JR(T_2 - T_1)$$

$$\text{т.о. } c_{12} = \frac{3}{2}R$$

$$Q_{23} = c_{23}J(T_3 - T_2) = A_{23} + \Delta U_{23}$$

$$A_{23} = S_{23} = PV_3 - PV_2 = JR(T_3 - T_2)$$

$$\text{т.о. } c_{23}J(T_3 - T_2) = \frac{5}{2}JR(T_3 - T_2)$$

$$c_{23} = \frac{5}{2}R$$

$$\frac{c_{12}}{c_{23}} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{5}{2}} = \frac{3}{5}$$

$$\text{Ответ: } \frac{c_{12}}{c_{23}} = \frac{3}{5}$$

$$2) Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = S_{23} + \Delta U = \frac{3}{2}JR\Delta T + PV_3 - PV_2 = \frac{3}{2}JR\Delta T + JR\Delta T = \frac{5}{2}JR\Delta T$$

$$\text{т.о. } \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2}JR\Delta T}{\frac{3}{2}JR\Delta T} = \frac{5}{3} = 1,67$$

$$\text{Ответ: } \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{3}$$

$$3) \eta = 1 + \frac{Q^-}{Q^+}; Q^+ = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2}JR(T_2 - T_1) + \frac{5}{2}JR(T_3 - T_2)$$

$$Q^- = Q_{31} = \frac{3}{2}JR(T_1 - T_3) + \frac{1}{2}(P_1 + P_3)(V_3 - V_1) = \frac{3}{2}JR\Delta T +$$

$$\eta = \frac{A}{Q^+} = \frac{1}{2} \frac{P_3V_3 + P_1V_1 - 2P_3V_1}{Q^+} = \frac{1}{2} \frac{P_3V_3 + P_1V_1 - 2P_3V_1}{P_3V_3 - P_3V_1} =$$

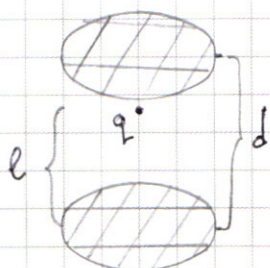
$$= \frac{1}{2} \left(\frac{P_3V_3 - P_3V_1}{P_3V_3 - P_3V_1} + \frac{P_1V_1 - P_3V_1}{P_3V_3 - P_3V_1} \right) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \left(\frac{P_1V_1 - P_3V_1}{P_3V_3 - P_3V_1} \right) \Rightarrow \eta_{\max} = 50\%$$

$$\text{Ответ: } \eta_{\max} = 50\%$$

Задача №3

Дано:

$$S, d, T, g$$



$$1) \text{ на } q \text{ действует } g\text{-то } F_k = Eq;$$

$$ma = Eq; \frac{aT^2}{2} = \frac{3}{4}d \Rightarrow a = \frac{3d}{2T^2};$$

$$\text{т.о. } V_1 = aT = \frac{3d}{2T}; \text{ Ответ: } V_1 = \frac{3d}{2T}$$

$$1) V_1 = ?$$

$$2) Q = ?$$

$$3) V_2 = ?$$

$$2) Eq = ma; E = \frac{\sigma}{\epsilon \epsilon_0} = \frac{Q}{S \epsilon \epsilon_0} \quad (\epsilon = 1; \epsilon_0 = 1)$$

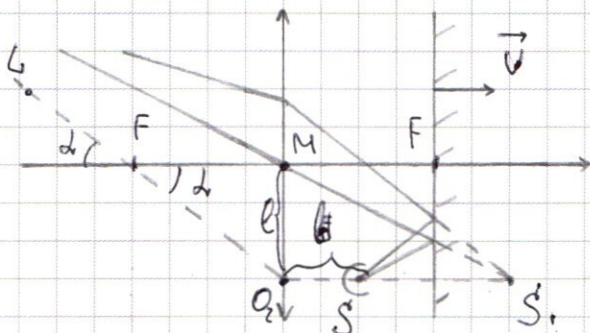
$$\text{т.о. } \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0 S} = \frac{m}{q} \cdot \frac{3d}{2T^2} = \frac{3d}{2T^2} \Rightarrow Q = \frac{3d S \epsilon \epsilon_0}{2T^2}$$

$$\text{Ответ: } Q = \frac{3d S}{2T^2} \cdot \frac{1}{1} = \frac{3d S}{2T^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задара №5

Dano:

$$F, \frac{3}{5}F; \frac{7}{2}, V$$


S_1 -изобр. в зеркале в момент $t = T_c$.

7.0. для минуса объектов
будет являться именно
 S_i

- 1) $f = ?$
- 2) $d = ?$
- 3) $u = ?$

Каждое изобр. (во время движения зеркала) будет на луче O_1L . Пусть $l = \frac{3}{4}F$, а $b^* = \frac{F}{2}$.

1) $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$; в данном случае будет d , т.е. $F + d$;
т.к. расст. S_1 ; $d_1 = \frac{3}{2}F$

$$\frac{1}{\frac{3}{2}F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}; \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{2}{3F}; \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{3F} \Rightarrow f = 3F$$

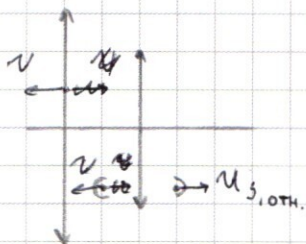
Antwort: $I = 3F$

2) т.к. каждое изобр. на пути O_2L , то значит и движется изобр. по пути $O_2L \Rightarrow \alpha$ -угол между OO_1 и O_2L .

$$\tan \alpha = \frac{MO_x}{F} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = \arctan \frac{1}{2}$$

Omben: $\alpha = \arctan \frac{3}{4}$

3) Рассм. в с.о. зеркала:



т.о. $U_{S, \text{отл}} = U$, перейдем обратно в с.о. Земли:

$$U_{\text{изобр.}} = U_{\text{отк}} + U = 2U$$

$$U = \Gamma^2 v_{изобр.1}; \Gamma = \frac{f}{d} = \frac{37}{\frac{3}{2}f} = 2$$

7.0. $U = 4 \cdot 2V = 8V$

Quem: $U = 8V$

Задача №4

Дано:

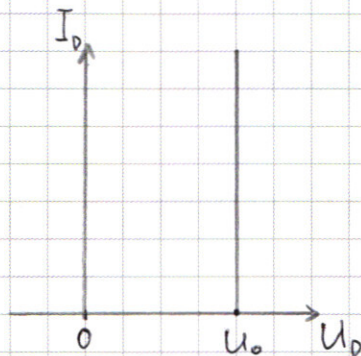
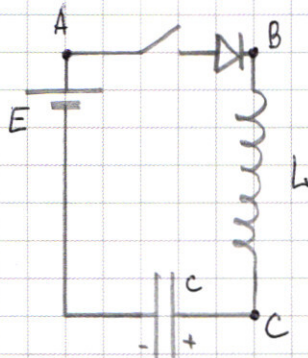
$$E = 9 \text{ В}$$

$$C = 40 \text{ нФ}$$

$$U_1 = 5 \text{ В}$$

$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$



$$\text{Пусть: } \mathcal{E} = E$$

1) 2-е правило К-фа:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_i + U_1 + U_0 \Rightarrow 9 = \mathcal{E}_i + 5 + 1 \Rightarrow \mathcal{E}_i = 3 \text{ В}$$

1) $I' = ?$

2) $I_m = ?$

3) $U_2 = ?$

$$L I' = 3 \Rightarrow I' = \frac{3}{L} = \frac{3}{0,1} = 30 \text{ А}$$

Ответ: $I_0 = 40 \text{ А}$

3) С будет заряжаться до тех пор, пока $\varphi_A - \varphi_B > 1$

в уст. р-ме $\varphi_B = \varphi_C$; т.о. $U_2 = 8 \text{ В}$ Ответ: $U_2 = 8 \text{ В}$

24) $q_0 = C U_1$; $\Delta q = q_1 - q_0 = C(U_2 - U_1)$

$$A = \mathcal{E} \Delta q = \Delta W; \quad \mathcal{E} C (U_2 - U_1) = \frac{L I_m^2}{2}$$

$$\text{т.о. } I_m^2 = \frac{2 \mathcal{E} C (U_2 - U_1)}{L}; \quad I_m = \sqrt{\frac{2 \cdot 9 \cdot 40 \cdot 10^{-9} \cdot 3}{0,1}}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{2 \cdot 9 \cdot 40 \cdot 10^{-9} \cdot 3}{0,1}} = \sqrt{9 \cdot 2 \cdot 40 \cdot 3 \cdot 10^{-5}} = 3 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \sqrt{6} = \frac{3\sqrt{6}}{50} \text{ А}$$

Ответ: $I_m = \frac{3\sqrt{6}}{50}$

Задача №3 (продолжение)

3) $\frac{m U^2}{2} = \frac{m V^2}{2} - \frac{c q}{2} / 2; \quad m U^2 = m V^2 - c q; \quad c = \frac{\mathcal{E} \mathcal{E}_0 S}{d}; \quad V = \frac{3d}{2T}$

$$\text{т.о. } U = \sqrt{\frac{9 d^2}{4 T^2} - \frac{\mathcal{E} \mathcal{E}_0 S q}{d}}$$

Ответ: $U = \sqrt{\frac{9 d^2}{4 T^2} - \frac{\mathcal{E} \mathcal{E}_0 S q}{d}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

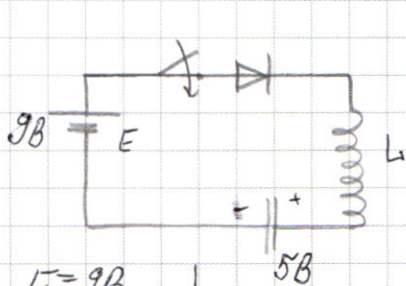
1) $Eg = ma \Rightarrow Eg = m \cdot \frac{3}{2} \frac{d}{T^2}$
 $a = \frac{3}{2} \frac{d}{T^2}$
 $\frac{3}{4} \cdot \frac{3}{2} \frac{md^2}{T^2} = \frac{mV^2}{2}$ $\frac{9}{4} \frac{d^2}{T^2} = V^2$
 $\Rightarrow V = \frac{3}{2} \frac{d}{T}$
 $F = \frac{mV^2}{2}$
 $Eg \cdot \frac{3}{4} d = \frac{mV^2}{2}$

$E = \frac{U}{d} = \frac{Q}{S \epsilon \epsilon_0} = \frac{Q}{S}$
 $F = Eg = \frac{Uq}{d}$
 $Eg = ma$
 $U_0 = 0$
 $0,45 d \cdot Eg = \frac{mV^2}{2} = \frac{ma^2 T^2}{2}$
 $Eg = ma$ $0,45 d = \frac{aT^2}{2}$; $a = \frac{1,5d}{T^2}$
 $F = ma$; $Eg = m \frac{1,5d}{T^2}$
 $0,45 Eg d = \frac{3}{2} \frac{md^2}{T^2}$ $\frac{3}{2} \frac{md}{T^2} =$

1) $a = Eg = \frac{Eq}{m}$
 $aT = \frac{3}{4} d$
 $\frac{3}{4} d = \frac{EqT}{m}$; $E = \frac{3d}{4dT}$
 $U = Ed$
 $q = cU$
 $E = \frac{U}{d} \Rightarrow U = Ed$
 $q = cEd$ $E = \frac{q}{S \epsilon \epsilon_0}$
 $1 = \frac{cd}{S \epsilon \epsilon_0}$ $c = \frac{S \epsilon \epsilon_0}{d}$
 $U = \sqrt{\frac{S \epsilon \epsilon_0 q d}{c}}$

2) $\frac{U}{d} q =$
 $d = \frac{aT^2}{2}$; $a = \frac{2d}{T^2} = \frac{3d}{2T^2}$
 $\therefore V_{\text{кон}} = aT = \frac{3}{2} \frac{d}{T}$
 $E = \frac{Q}{S \epsilon \epsilon_0} = \frac{3d}{4dT}$
 $\epsilon, \epsilon_0 - \text{const, т.к. уст. эл-рум}$
 $\therefore Q = \frac{3d S \epsilon \epsilon_0}{4dT} = \frac{3d S}{8dT}$
 $E = \frac{Q}{S \epsilon \epsilon_0}$
 $3d = \frac{Uad}{d} = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0} = \frac{Q}{S \epsilon \epsilon_0}$
 $\frac{mU^2}{2} = \frac{cQ}{2}$
 $\frac{mV^2}{2} - \frac{cQ}{2} = \frac{mU^2}{2}$

4)



$$E = 9B$$

$$C = 40 \mu\text{F}$$

$$U_1 = 5B$$

$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1B$$



$$1) \dot{\mathcal{E}} = U_1 + \dot{\mathcal{E}}_C \frac{U_1}{5+9}$$

$$\dot{\mathcal{E}}_C = L I_0' = 9; \quad I_0' = \frac{3+0}{C} \frac{A}{C}$$

$$2) W_0 = \frac{C U_1^2}{2}$$

$$q_0 = U_1 C; \quad W = \dot{\mathcal{E}} \Delta q =$$

$$1) I_0'$$

$$2) I_m = ?$$

$$3) U_2 = ?$$

$$A = \dot{\mathcal{E}} \cdot \Delta q = \dot{\mathcal{E}} (C U_2 - C U_1) = \dot{\mathcal{E}} C (U_2 - U_1) = \frac{C U_2^2}{2}$$

$$- \dot{\mathcal{E}} C U_1 + \dot{\mathcal{E}} C U_2 + \frac{U_2^2 C}{2} = 0$$

$$U_2^2 \frac{C}{2} + \dot{\mathcal{E}} C U_2 - \dot{\mathcal{E}} C U_1 = 0$$

$$U_2^2 + \dot{\mathcal{E}} U_2 - \dot{\mathcal{E}} U_1 = 0$$

$$U_{1,2} = \frac{-\dot{\mathcal{E}} \pm \sqrt{\dot{\mathcal{E}}^2 + 4 \dot{\mathcal{E}}}}{2}$$

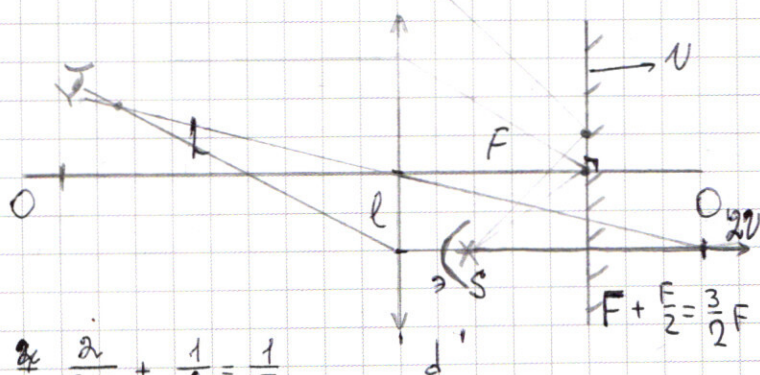
$$U_{1,2} = \frac{-9 \pm \sqrt{81 + 36}}{2} = \frac{-9 \pm \sqrt{117}}{2} \approx -0,5B$$

$$3) U_2 = 8$$

$$\frac{C U_2^2}{2} = \frac{L I_m^2}{2} + W$$

$$\frac{d q}{d t} = \frac{I_0 - I}{L \cdot C}$$

5)



$$\frac{2}{3F} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F}$$

$$1) \frac{1}{l} = \frac{1}{F} - \frac{2}{3F} = \frac{1}{3F}; \quad l = 3F$$

$$d = \frac{3}{2} F; \quad l = 3F; \quad \frac{l}{d} = \Gamma = 2$$

$$F; \quad l = \frac{3}{4} F; \quad d = \frac{F}{2}$$

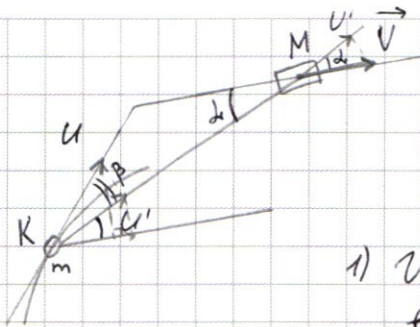
$$1) k = ?$$

$$2) d = ?$$

$$3) U_{\text{изобр}} = ?$$

$$3) U_{\text{изобр}} = \Gamma^2 U = 4 \cdot 2U = 8U$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



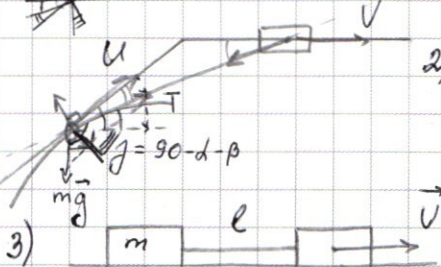
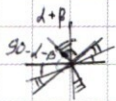
$$V = 68 \frac{\text{km}}{\text{c}}; m = 0,1 \text{ кг}; R = 1,9 \text{ м}; l = \frac{5}{3} R$$

$$\cos \alpha = \frac{15}{17}; \cos \beta = \frac{4}{5} + \frac{5625}{304}$$

$$u = ?; u_{\text{отн}} = ?; T = ?$$

$$1) V \cos \alpha = u \cos \beta, \text{ т.о. } u = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{68 \cdot \frac{15}{17}}{\frac{4}{5}} = \frac{68 \cdot 15 \cdot 5}{17 \cdot 4} = \frac{3}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 45 \text{ км/ч}$$

$$2) u'_{\text{отн}} = u' - V' = u \cos \beta - V \cos \alpha = \frac{45 \cdot 4}{5} - \frac{68 \cdot 15}{17} = 36 - 60,8 = -24,8$$



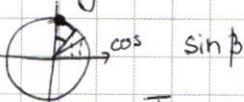
$$2) u \cos \beta \cos \alpha = \frac{60 \cdot 15}{17} = \frac{900}{17} \approx 52,9$$

$$\sin \alpha = \sqrt{\frac{289 - 225}{289}} = \frac{8}{17}; \sin \beta = \frac{3}{5}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{12}{17} - \frac{24}{17 \cdot 5} = \frac{5 \cdot 12 - 2 \cdot 12}{5 \cdot 17} = \frac{3 \cdot 12}{5 \cdot 17}$$

$$\cos 90^\circ = 0 = \frac{3 \cdot 12}{5 \cdot 17}$$

$$u \cos(\alpha + \beta) = \frac{75 \cdot 3 \cdot 12}{5 \cdot 17} = \frac{45 \cdot 12}{17}$$



$$T \sin \beta + mg \cos(\alpha + \beta) = m \frac{u^2}{R}; T = \frac{m u^2}{R \sin \beta} - \frac{mg \cos(\alpha + \beta)}{\sin \beta} = \frac{0,1 \cdot 0,75^2}{1,9 \cdot 3} - \frac{0,1 \cdot 45 \cdot 12}{17 \cdot 3} = \frac{22}{15}$$

$$\frac{25 \cdot 25 \cdot 3}{19 \cdot 8 \cdot 400 \cdot 100 \cdot 5} \cdot 0,1 = \frac{3}{18 \cdot 19} - \frac{45 \cdot 12}{17 \cdot 2} = \frac{3}{16 \cdot 19} - \frac{18}{3 \cdot 17} = \frac{3}{16 \cdot 19} - \frac{18}{51}$$

$$u - V \cdot \frac{3 \cdot 12}{5 \cdot 17} = 45 - \frac{144}{5} = 45 - 28,8 = 16,2$$

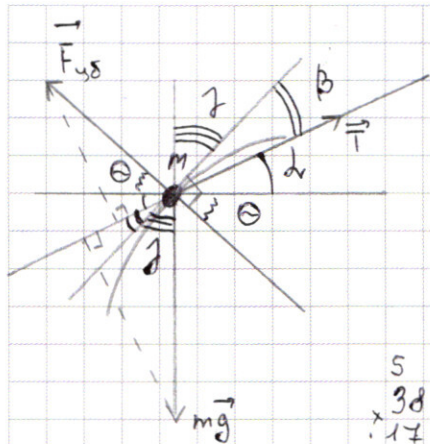
$$45^2 = 2025$$

$$\vec{u}_{\text{отн}} = \vec{u} - \vec{V}$$

$$\frac{144}{5} = 28,8$$

$$\vec{u}_{\text{отн}} = \vec{u} + (-\vec{V})$$

$$u_{\text{отн}}^2 = u^2 + V^2 - 2uV \cos(\alpha + \beta) = \sqrt{75^2 + 68^2 - \frac{75 \cdot 68 \cdot 3 \cdot 12}{8 \cdot 17}}$$



$$\vec{T} + m\vec{g} + \vec{F}_{ns} = 0$$

$$\alpha = \frac{\alpha}{2} - \alpha - \beta; \cos \alpha = \cos(\frac{\alpha}{2} - \alpha) = \cos \alpha$$

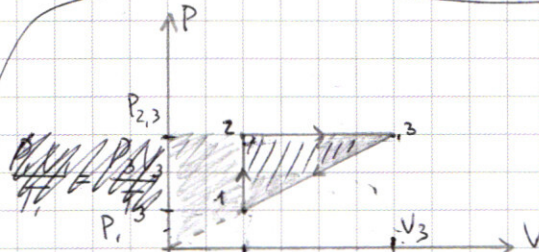
$$\alpha = \frac{\alpha}{2} - \alpha - \beta = \alpha \cos \alpha = \cos(\frac{\alpha}{2} + \beta) = \cos \beta$$

$$\text{t.o. } T = \frac{mU^2}{R} \cdot \cos \beta + mg \cos \alpha = m \left(\frac{9}{18 \cdot 1.9} \cdot \frac{4}{5} + \frac{15}{17} \right) =$$

$$= \frac{9}{380} + \frac{15}{17} = \frac{153 + 5700}{6460} = \frac{5853}{6460} \text{ Н}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ 38 \\ \times 17 \\ \hline 266 \\ 38 \\ \hline 646 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ 38 \\ \times 15 \\ \hline 190 \\ 38 \\ \hline 570 \end{array}$$



$$1) \frac{c_{12}}{c_{23}} = ?$$

$$2) \frac{Q_{23}}{A_{23}} = ?$$

$$3) y = ?$$

$$1) Q_{12} = cV(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}VR(T_2 - T_1) + 0 \Rightarrow c_v = \frac{3}{2}$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$\frac{P_1}{T_1} \leq \frac{V_1}{T_1}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$P_1 T_2 = P_2 T_1 \Rightarrow T_2 > T_1$$

$$Q_{23} = cV(T_3 - T_2) = (V_3 - V_1)P + \frac{3}{2}VR\Delta T$$

$$PV_3 - PV_1 = \nu R(T_3 - T_1) + \frac{3}{2} = \frac{5}{2}$$

$$c_p = \frac{5}{2}$$

$$\text{t.o. } \frac{c_{12}}{c_{23}} = \frac{2}{5} \cdot \frac{3}{2} = \frac{3}{5}$$

$$2) Q = \frac{5}{2}VR\Delta T; A = VR\Delta T; \frac{Q}{A} = \frac{5}{2} \quad 3) y = 1 + \frac{Q^-}{Q^+} = \frac{A}{Q^+}$$

$$A = \frac{1}{2} (P_3 - P_1)(V_3 - V_1) = \frac{1}{2} (P_3 V_3 - P_1 V_1) \quad Q_{23}^+ Q_{12} = Q^+ = \frac{5}{2} VR$$

$$A = \frac{1}{2} (P_3 - P_1)(V_3 - V_1) = \frac{1}{2} (P_3 V_3 - P_3 V_1 - P_1 V_3 + P_1 V_1) = \frac{1}{2} (P_3 V_3 + P_1 V_1 - 2P_1 V_3)$$

$$A = (PV_3 - PV_1) - \left(\frac{P_3 + P_1}{2} \cdot (V_3 - V_1) \right) = P_3 V_3 - P_3 V_1 - \frac{P_3 V_3}{2} + \frac{P_1 V_1}{2} = \frac{P_3 V_3}{2} - \frac{P_1 V_1}{2} - P_3 V_1$$

$$P_3 V_3 - P_1 V_1 + P_3 V_3 - P_3 V_1$$

$$\frac{A}{Q^+} = \frac{A}{Q^+} = \frac{1}{2} (P_3 - P_1)(V_3 - V_1) = \frac{1}{2} (P_3 V_3 + P_1 V_1 - 2P_3 V_1)$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № ____
(Нумеровать только чистовики)

