

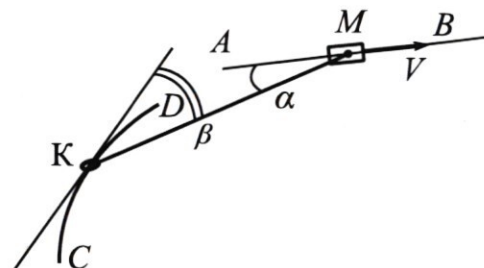
Олимпиада «Физтех» по физике, (

Вариант 11-01

Класс 11

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

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.



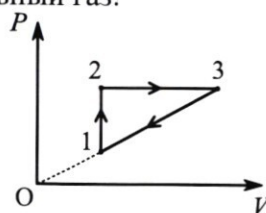
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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?

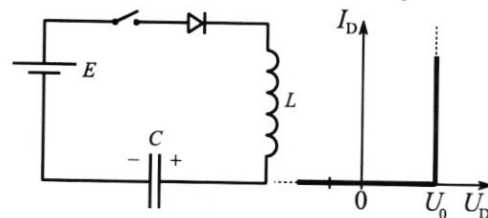
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

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.

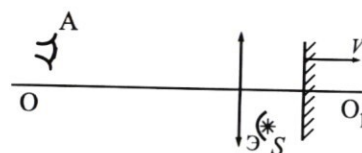


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник 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

Дано:

$$v = 68 \frac{м}{с}$$

$$m = 0,1 кг$$

$$R = 1,9 м$$

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

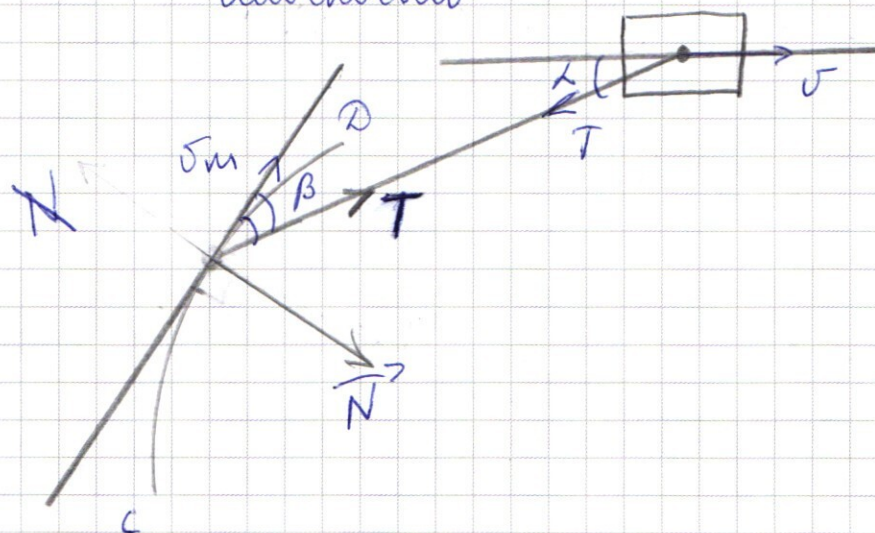
$$\cos \beta = \frac{4}{5}$$

1) v_m - ?

2) $v_{отн}$ - ?

3) T - ?

✓ 1.
Ан. ч. рел.: N - проекция общей
силы реакции опоры на касательную
интересу

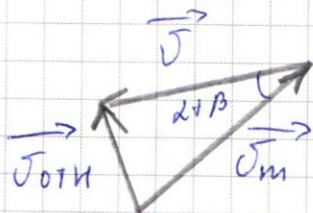


$\vec{N}$ направление $\perp$ поверхности опоры $\Rightarrow$
 $\Rightarrow \vec{N} \perp$ касательной к окр. (N - сила реакции
опоры)

1) т.к. шипы перемещаются, то $v_m \cdot \cos \beta =$

$$v_m = \frac{v \cdot \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{75v}{17 \cdot 4} = 75 \left(\frac{см}{с} \right)$$

2) $\vec{v}_{отн} = \vec{v}_m - \vec{v}$, воспользуемся теоремой
Пифагора



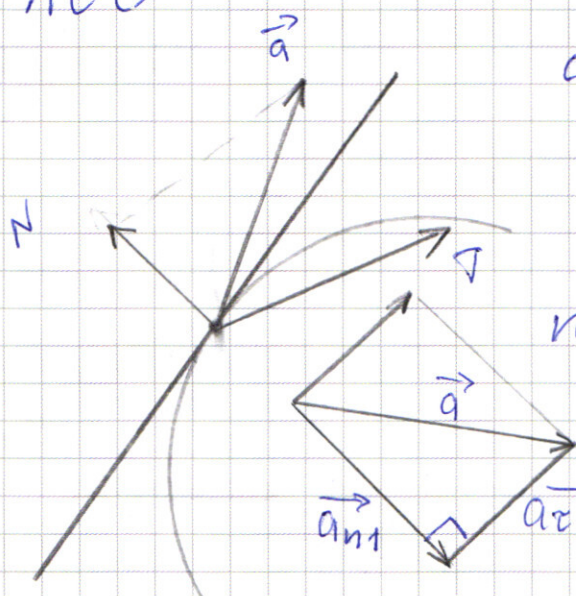
По теореме ко-
синусов:

$$v_{отн}^2 = v_m^2 + v^2 -$$

$$- 2v \cdot v_m (\cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta)$$

$\Rightarrow v_{отн} = 77$

3) В ЛСО



$$\vec{a}_{n1} + \vec{a}_{t1} = \vec{a}$$

Пусть кольцо движется с некоторым ускорением $\vec{a}$

По II-му 3-му Ньютона

$$m\vec{a} = \vec{N} + \vec{T}$$

В ЛСО кольцо

движется по окр радиусом R

$$a_{n1} = \frac{v^2}{R}$$

В центре от центра, связанной с осью кольца движется по окр.

$$\frac{5R}{3}; a_{n2} = \frac{5v_{отн}^2}{\frac{5}{3}R}$$

т.к. при переходе в другую инерциальную СО ускорение $\vec{a}$ не меняет ни модуль ни направление, то

$$\vec{a}_{n2} + \vec{a}_{t2} = \vec{a}$$

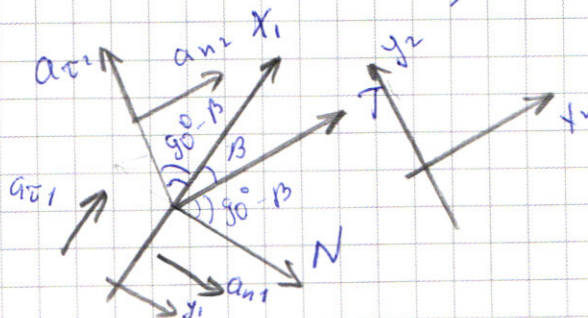
т.к. $(\vec{a}_{n2}; \vec{a}_{t2}) = 90^\circ$ и $(\vec{a}_{t1}; \vec{a}_{n1}) = 90^\circ$, то

$$a_{n2}^2 + a_{t2}^2 = a^2 = a_{n1}^2 + a_{t1}^2$$

По II-му 3-му Ньютона

$$Ox_1: a_{t1} = T \cdot \cos \beta$$

$$Oy_2: a_{t2} = N \cdot \cos \beta$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

✓ 1. (прогнозируемое)

$$Ox_2: T + N \cdot \sin \beta = m a_{u2}$$

$$T = m a_{u2} - N \cdot \sin \beta$$

$$a_{u2}^2 + N^2 \cdot \cos^2 \beta = a_{u1}^2 + a_{z1}^2 = a_{u1}^2 + T^2 \cdot \cos^2 \beta$$

$$N^2 = T^2 + \frac{a_{u1}^2 - a_{u2}^2}{\cos^2 \beta}$$

$$(-T + m a_{u2})^2 = N^2 \cdot \sin^2 \beta$$

$$\cancel{T^2} - \cancel{2m a_{u2} \cdot T} + m^2 a_{u2}^2 = T^2 \cdot \sin^2 \beta + \frac{g^2 \beta}{16} (a_{u1}^2 - a_{u2}^2)$$

$$T^2 - 2m a_{u2} \cdot T + m^2 a_{u2}^2 = \frac{9}{25} T^2 + \frac{9}{16} (a_{u1}^2 - a_{u2}^2)$$

$$\frac{16}{25} T^2 - 2m a_{u2} T + m^2 a_{u2}^2 - \frac{9}{16} (a_{u1}^2 - a_{u2}^2) = 0$$

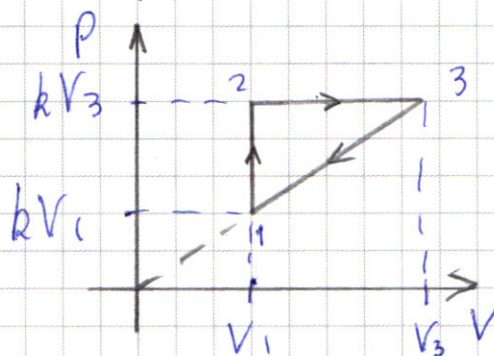
$$D_1 = m^2 a_{u2}^2 - \frac{16}{25} m^2 a_{u2}^2 + \frac{9}{25} a_{u1}^2 - \frac{9}{25} a_{u2}^2 =$$

$$= \frac{9}{25} ((m a_{u2})^2 + a_{u1}^2 - a_{u2}^2)$$

$$T = \frac{m a_{u2} + \frac{3}{5} \sqrt{(m a_{u2})^2 + a_{u1}^2 - a_{u2}^2}}{1}$$

$$= \frac{m \frac{50 \text{ м}}{3 \text{ с}} \cdot 25 + 15 \sqrt{\left(m \frac{50 \text{ м}}{3 \text{ с}}\right)^2 + \frac{5 \text{ м}^4}{\text{с}^2} - \frac{50 \text{ м}^4}{\text{с}^2}}}{16}$$

Дано: $\sqrt{2}$
 мс. Ан. и тем:



1) Поворотные точки на 1, 2, 3.

$$C_v = C_{12} = \frac{i}{2} R$$

$$C_p = C_{23} = \frac{i+2}{2} R$$

$$\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{i+2}{i} = \frac{5}{3} \quad (\text{т.к. из соотношений})$$

$$2) \quad Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = kV_3(V_3 - V_1) + \frac{3}{2} kV_3(V_3 - V_1) = \frac{5}{2} kV_3(V_3 - V_1)$$

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} kV_3(V_3 - V_1)}{kV_3(V_3 - V_1)} = \frac{5}{2}$$

$$3) \quad \eta_{\text{MAX}} = 1 - \frac{T_{\text{min}}}{T_{\text{max}}} = 1 - \frac{\frac{kV_1^2}{\sqrt{R}}}{\frac{kV_3^2}{\sqrt{R}}} = \frac{V_3^2 - V_1^2}{V_3^2}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{\frac{k(V_3 - V_1)^2}{2}}{4k(V_3^2 - V_1^2)} = \frac{1}{8} = 12,5\%$$

$$\Delta U_{12} = Q_{12} \quad \Delta U_{23} \neq A = Q_{23}$$

$$\Delta U_{23} = \Delta U_{12} \Rightarrow \Delta U_{23} = \frac{3}{5} Q_{23} = \frac{3}{5} \cdot \frac{5}{2} Q_{12} = Q_{12}$$

$$\Delta T_{12} = \Delta T_{23} = \Delta T$$

$$\eta_{\text{MAX}} = \frac{2\Delta T}{T_{\text{MAX}}}$$

$$\Delta T = \frac{\frac{3}{2} kV_3(V_3 - V_1)}{\frac{5}{2} \sqrt{R}} = \frac{\Delta U_{12}}{\sqrt{R}} = \frac{\frac{1}{2} k}{\sqrt{R}}$$

~ 3.

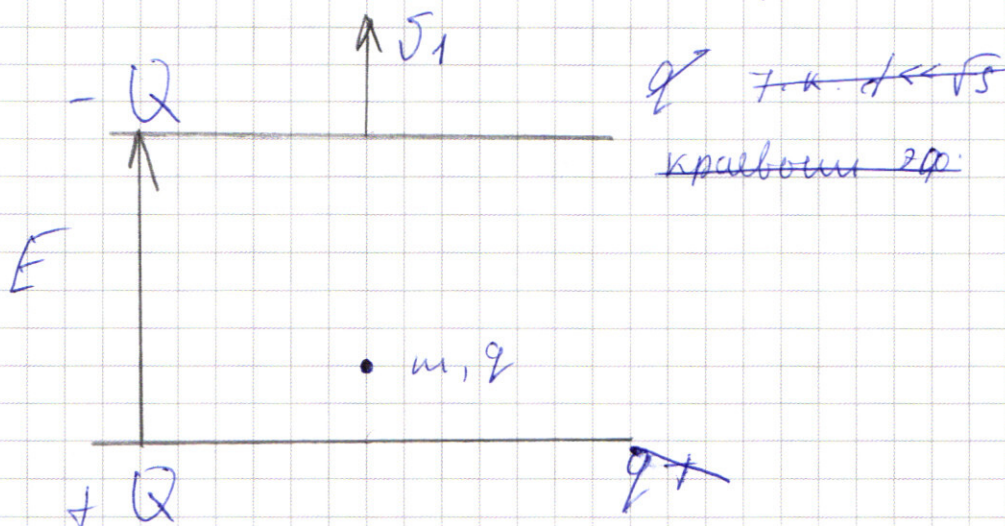
Дано: Ам. и реш:

$$|q| = |Q|$$

S.
d
0,25 d

$$T$$

$$\frac{q}{m} = f$$



1) По закону сохранения энергии

$$A_{эл поле} = \frac{m J_1^2}{2} \quad A = E \cdot q \cdot 0,75 d$$

Из условия $J_1 = \frac{E \cdot q}{m} \cdot T = E f T$

$$\frac{m E^2 \cdot q^2 \cdot T^2}{2 m^2} = E q \cdot 0,75 d$$

$$\frac{E q T^2}{2 m} = 0,75 d \Rightarrow E f T = \frac{1,5 d}{T}$$

$$\Rightarrow J_1 = \frac{1,5 d}{T}$$

2) $E = 2 \pi k \sigma + 2 \pi k \sigma = 4 \pi k \sigma$

с другой стороны: $E = \frac{1,5 d}{f T^2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Найти

$$T \neq N \cdot \sin \beta = a_{u2} \cdot m$$

$$T = a_{u2} \cdot m - N \cdot \sin \beta$$

$$N^2 = T^2 + \frac{a_{u1}^2 - a_{u2}^2}{\cos^2 \beta}$$

$$N^2 \cdot \sin^2 \beta = (a_{u2} \cdot m - T)^2$$

$$T^2 \cdot \sin^2 \beta + \operatorname{tg}^2 \beta (a_{u1}^2 - a_{u2}^2) = (a_{u2} \cdot m - T)^2$$

$$T^2 \cdot \frac{9}{25} + \frac{9}{16} (a_{u1}^2 - a_{u2}^2) =$$

$$= a_{u2}^2 \cdot m^2 - 2a_{u2} \cdot m \cdot T + T^2$$

$$\frac{16}{25} T^2 - 2a_{u2} \cdot m \cdot T + a_{u2}^2 \cdot m^2 - \frac{9}{16} (a_{u1}^2 - a_{u2}^2) =$$

$$D_1 = a_{u2}^2 \cdot m^2 - \frac{16}{25} a_{u2}^2 \cdot m^2 + \frac{9}{25} a_{u1}^2 - \frac{9}{25} a_{u2}^2 =$$

$$= \frac{9}{25} a_{u2}^2 \cdot m^2 + \frac{9}{25} a_{u1}^2 - \frac{9}{25} a_{u2}^2 =$$

$$= \frac{9}{25} \cdot (a_{u1}^2 - 0,99 a_{u2}^2) =$$

$$a_{u1} = \sqrt{\dots}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$4\pi k \tilde{\sigma} = \frac{1,5d}{dT^2} \quad \sqrt{3} \text{ (пролом)}$$

$$\tilde{\sigma} = \frac{1,5d}{4\pi k T^2} \Rightarrow \underline{\underline{Q = \frac{1,5d \cdot S}{4\pi k T^2} = Q}}$$

3.) Вые обкладки конденсатора

$E_0 = 2\pi k \tilde{\sigma} - 2\pi k \tilde{\sigma} = 0$, значит там
поле нет $\Rightarrow$ скорости выходя далеко
от обкладок $v_2 = v_1$ равны скорости
при входе из конденсатора

$$A = \Delta E_k = E_0 q \Delta l = 0$$

$$\Delta E_k = 0 \Rightarrow v_2 = v_1$$

Ответ: 1) $v_1 = \frac{1,5d}{T}$

3) $v_2 = v_1 = \frac{1,5d}{T}$

2) $\underline{\underline{Q = \frac{1,5d \cdot S}{4\pi k T^2} = Q}}$

Дано:

$$E = 9 \text{ В}$$

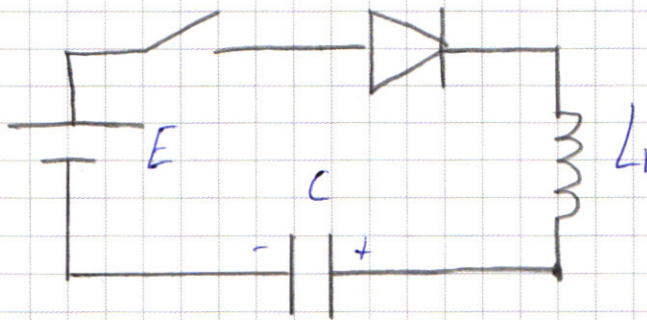
$$C = 4 \cdot 10^{-5} \text{ Ф}$$

$$U_1 = 5 \text{ В}$$

$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

Ан. и релл:



$$1) \quad E_C + U_1 = E$$

$$L \dot{I} + U_1 = E$$

$$\dot{I} = \frac{E - U_1}{L} = 40 \left(\frac{\text{А}}{\text{с}} \right)$$

2) При максимальном токе энергии на конденсаторе будет $E - U_0$. По ЗСЭ

$$\begin{cases} E \cdot \Delta q = \frac{C(E - U_0)^2}{2} + \frac{L I_m^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2} \\ \Delta q = C(E - U_0) - C U_1 \end{cases}$$

$$\Downarrow \quad I_m = \sqrt{0,006} \text{ (А)}$$

3) Изменяем сопротивление $\Rightarrow I = 0$
по ЗСЭ

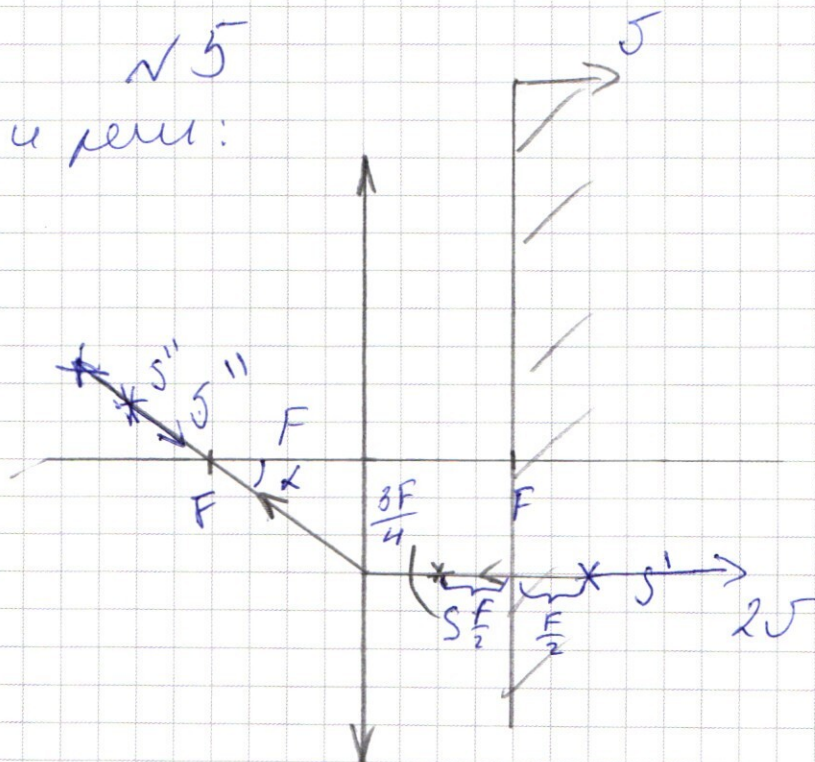
$$E \cdot \Delta q = \frac{C U_{\text{зар}}^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2} \quad \Delta q = C(U_{\text{зар}} - U_1)$$

$$U_{\text{зар}} = 2E - U_1 = 13 \text{ (В)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Омберы: 1) $\overset{\sim 3}{I} = 40 \left(\frac{A}{c}\right)$ 2) $\overset{\sim 4}{I_M} = \sqrt{0,006} (A)$
3) $U_{\text{пер}} = 13 B$

Dato: f | An. e per: $\sqrt{5}$



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

$$2) \quad \alpha = \arctan \frac{3}{4}$$

$$3) \quad V'' = \Gamma^2 \cdot V' = \Gamma^2 \cdot 2V = \left(\frac{f}{d} \right)^2 \cdot 2V = \left(\frac{3F}{\frac{3}{2}F} \right)^2 \cdot 2V = 8V = 8V$$

Antworten: 1) $f = 3F$ 2) $\alpha = \arctan \frac{3}{4}$ 3) $\delta'' = \delta V$

$$\eta = \frac{T_{MAX} - T_{min}}{T_{MAX}} =$$

$$= \frac{\Delta T_{12} + \Delta T_{23}}{T_{MAX}} = \frac{\cancel{C_{23}} \sqrt{\Delta T} + \sqrt{\Delta T_{12}} + \sqrt{\Delta T_{23}}}{\sqrt{\Delta T_{12}} + \sqrt{\Delta T_{23}}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned}
 \frac{L + m^2}{4L} I_m^2 &= \frac{1}{4} \cdot (2E\varepsilon^2 - 2C\varepsilon U_0 - 2C\varepsilon U_1 + \\
 &\quad + CU_1^2 - C(\varepsilon - U_0)^2) = \\
 &= \frac{1}{4} \cdot C (2\varepsilon^2 - \cancel{2\varepsilon U_0} - \cancel{2\varepsilon U_1} + \cancel{CU_1^2} - \\
 &\quad - \varepsilon^2 + \cancel{2\varepsilon U_0} - U_0^2) = \\
 &= \frac{1}{4} \cdot C (2\varepsilon^2 - 2\varepsilon U_1 + U_1^2 - \varepsilon^2 - U_0^2) = \\
 &= \frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1} (162 - 90 + 25 - 81 - 1) = \\
 &= 4 \cdot 10^{-4} (15) = 6 \cdot 10^{-3} \\
 I_m &= \sqrt{0,006} \text{ A.}
 \end{aligned}$$

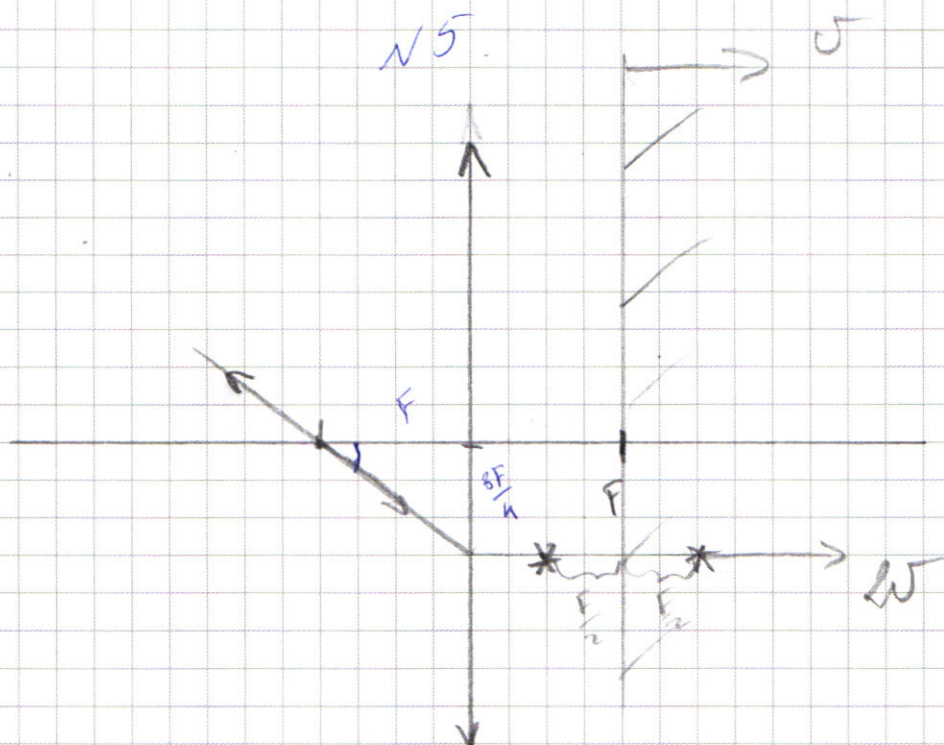
3) Умноживаем $\Rightarrow I = 0$. $\Delta q = CU_m - CU_1$

$$\frac{CU_m^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} = E \cdot \Delta q$$

$$C(U_m^2 - U_1^2) = 2E \cdot C(U_m - U_1)$$

$$U_m + U_1 = 2E$$

$$U_m = 2E - U_1 = 18 - 5 = 13 \text{ (В)}$$



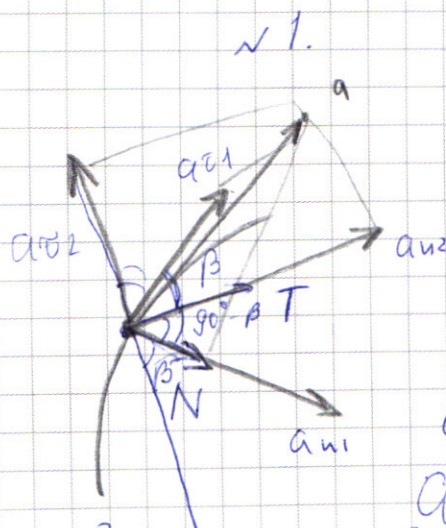
$$1) \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{\frac{3F}{2}} + \frac{1}{f}$$

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{3F} \Rightarrow f = 3F$$

$$2) \quad \alpha = \arctg \frac{3}{4}$$

$$3) \quad \sigma' = \Gamma^2 \cdot 25 = \frac{f}{d} \cdot 25 = \frac{3F}{\frac{3}{2}F} \cdot 25 = 45$$



$$a_{\tau 1}^2 + a_{n 1}^2 = a^2 = a_{\tau 2}^2 + a_{n 2}^2$$

$$T + N \cdot \sin \beta$$

$$T \cdot \sin \beta + N = a_{n 1}$$

$$a_{\tau 1} = T \cdot \cos \beta$$

$$a_{\tau 2} = N \cdot \cos \beta$$

$$T^2 \cdot \cos^2 \beta + a_{n 1}^2 = a^2 = N^2 \cdot \cos^2 \beta + a_{n 2}^2$$

$$T^2 \cdot \cos^2 \beta = N^2 \cdot \cos^2 \beta$$

$$E = \frac{1,5d}{dT^2} = 451 \text{ kJ}$$

$$\tilde{q} = \frac{1,5d}{451 \text{ kJ T}^2}$$

$$\tilde{q} = \frac{1,5dS}{451 \text{ kJ T}^2}$$

$$\vec{E} = 0 \quad a = 0$$

$$3) \quad E \cdot d = \Delta \varphi$$

$$U_2 = U_1$$

~ 4.

$$\Delta U_{12} = Q_{12}$$

$$\Delta U_{23} + A = Q_{23}$$

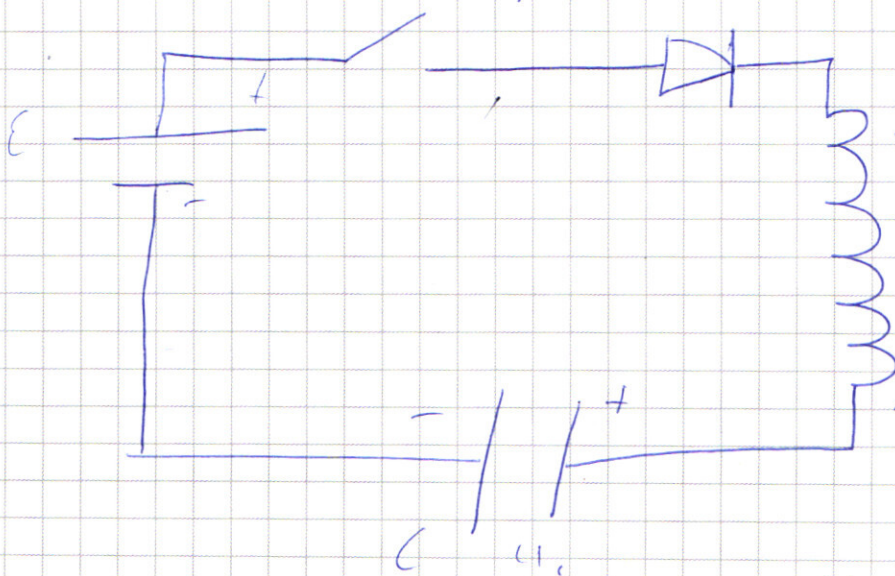
$$\Delta U_{23} = \frac{3}{5} Q_{23} =$$

$$+ \frac{3}{2} \Delta R \Delta T = \frac{3}{5} C = Q_{12}$$

$$\Delta U_{12} + \Delta U_{23} =$$

$$\Rightarrow \Delta U_{23} = Q_{22} =$$

$$= \Delta U_{12}$$



$$1) \quad \mathcal{E}_i + U_1 = \mathcal{E} \quad L \dot{I} + U_1 = \mathcal{E}$$

$$\dot{I} = \frac{\mathcal{E} - U_1}{L}$$

$$2) \quad \mathcal{E}_i \Delta q = \frac{C(\mathcal{E} - U_0)^2}{2} + \frac{L I_m^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$$

$$\Delta q = C U_1 \cdot (\mathcal{E} - U_0) - C U_1 = C(\mathcal{E} - U_0 - U_1)$$

$$C \mathcal{E}(\mathcal{E} - U_0 - U_1) = \frac{C(\mathcal{E} - U_0)^2}{2} + \frac{L I_m^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\eta = \frac{V_1^2 - V_3^2}{V_1^2} = \frac{C_{23} \cdot V_0 (T_3 - T_2) (T_2 - T_1)}{C_{12} \cdot V (T_2 - T_1)} = \frac{3}{5}$$

$$Q_{12} = C \cdot V \cdot R$$

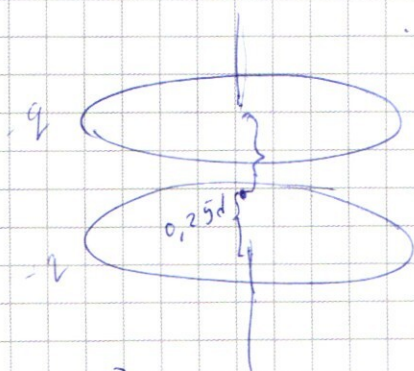
$$\Delta U_{23} + A = Q_{23}$$

$$\frac{3}{2} V R \Delta T + A = C_{23} V \Delta T$$

$$\frac{3}{5} C_{23} V \Delta T = \frac{3}{2} V R \Delta T \quad C_{23} V \Delta T - \frac{3}{5} = C_{23} V \Delta T - \frac{3}{2} V R \Delta T$$

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

№ 3.



$$J_1 = a \cdot T = \frac{E g T}{m}$$

$$E g \cdot 0,75 d$$

$$W_0 = W_1 + \frac{m v^2}{2}$$

$$\frac{E g T^2}{2 m} = 0,75 d \quad \frac{m v^2}{2} = E g \cdot 0,75 d$$

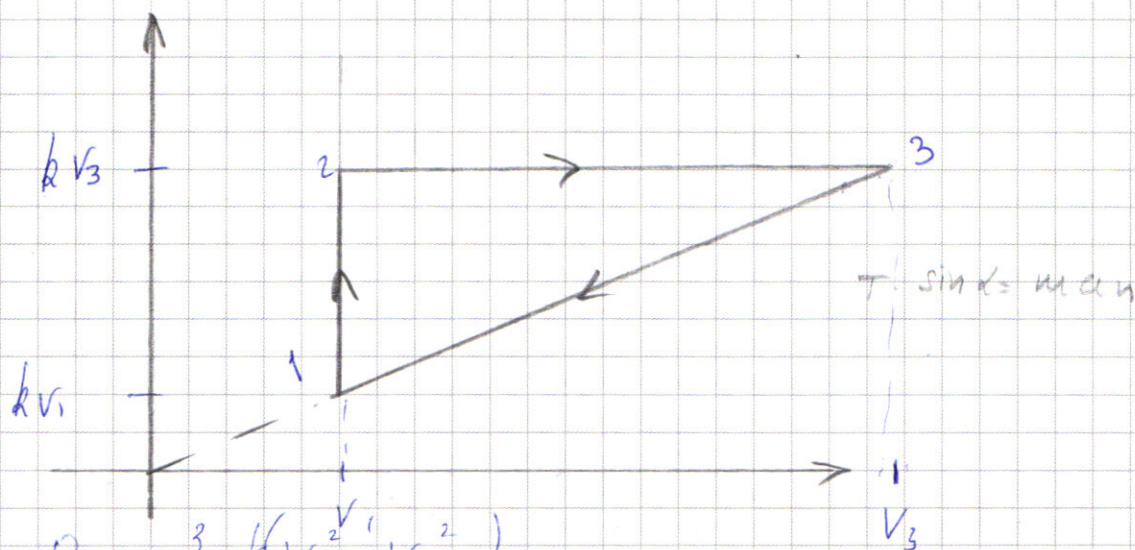
$$\frac{m E g T^2}{2 m^2} = E g \cdot 0,75 d$$

$$\frac{E g T^2}{2} = 0,75 d$$

$$E = \frac{1,5 d}{g T^2}$$

$$E g T = \frac{1,5 d}{T}$$

√2.



$$12) Q_{12} = \frac{3}{2} k(V_3^2 - V_1^2)$$

$$\begin{aligned} 23) Q_{23} &= \frac{3}{2} (kV_3^2 - kV_3V_1) + (V_3 - V_1) \cdot kV_3 = \\ &= \frac{3}{2} kV_3^2 - \frac{3}{2} kV_3V_1 + kV_3^2 - kV_3V_1 = \\ &= \frac{5}{2} kV_3^2 - \frac{5}{2} kV_3V_1 = \frac{5}{2} kV_3(V_3 - V_1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 31) Q_{31} &= \frac{3}{2} (kV_1^2 - kV_3^2) - \frac{k(V_1 + V_3)(V_3 - V_1)}{2} = \\ &= \frac{3}{2} k(V_1^2 - V_3^2) + \frac{k}{2} (V_1^2 - V_3^2) = \\ &= 2k(V_1^2 - V_3^2) \end{aligned}$$

$$C_{12} = \frac{3}{2} R$$

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

$$\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5}{3}$$

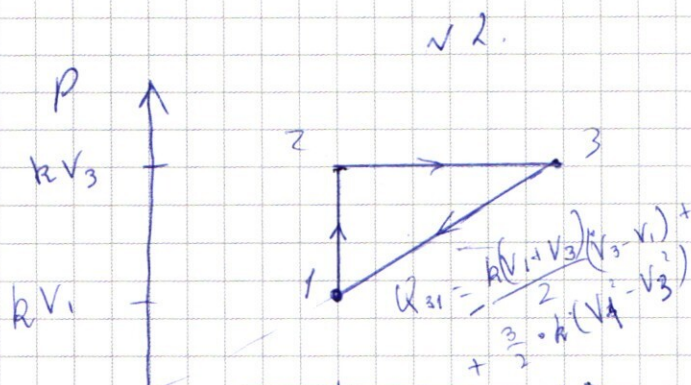
$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} kV_3(V_3 - V_1)}{(V_3 - V_1) \cdot kV_3} = \frac{5}{2}$$

$$\begin{aligned} Q_+ &= A + |Q_-| \\ Q_+ &= Q_-; A=0 \\ \eta &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \eta &= \frac{T_{\min}}{T_{\max}} = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}} = 1 - \frac{\frac{3}{2} kV_3^2}{\frac{3}{2} kV_1^2} = 1 - \frac{V_3^2}{V_1^2} \\ &= \frac{V_1^2 - V_3^2}{V_1^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{\min} &= \frac{kV_1^2}{\sqrt{2} R} \\ T_{\max} &= \frac{kV_3^2}{\sqrt{2} R} \end{aligned}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



12) $Q = \Delta U =$

$C_v = \frac{i}{2} R$

23) $Q = \frac{5}{2} \sqrt{R \Delta T}$

$C_p = \frac{i+2}{2} R$

$A = \frac{k(V_3 - V_1) \cdot V_3 - V_1}{2} =$

$= \frac{k(V_3 - V_1)^2}{2}$

2)

$\frac{3}{2}$

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

3)

$\eta = \frac{T_{min}}{T_{max}} = 1 - \frac{Q_-}{Q_+}$

$\eta = \eta_{cr} \quad Q_+ = \frac{3}{2} \cdot k(V_3^2 - V_1^2) +$
 $+ \frac{5}{2} \cdot k(V_3^2 - V_1^2)$

$\frac{4}{2} \cdot k(V_3^2 - V_1^2) =$

$\eta =$

$\eta = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}}$

$\eta = \frac{T_{min}}{T_{max}} =$

$= \frac{V_1^2}{V_3^2}$

$\frac{1}{4} \cdot \frac{k(V_3^2 - V_1^2)}{k(V_3^2 - V_1^2)} = \frac{1}{4} = 25\%$

$T_{min} = \frac{kV_1^2}{\sqrt{2}R}$

$T_{min} = \frac{kV_1^2}{\sqrt{2}R}$

$T_{max} = \frac{kV_3^2}{\sqrt{2}R}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\cos \beta = \frac{4}{5}$
 $\sin \beta = \frac{3}{5}$

$\cos \alpha = \frac{15}{17}$
 $\sin \alpha = \frac{8}{17}$

$T \cdot \cos \beta = a_{\text{max}}$
 $T \cdot \sin \beta = a_{\text{min}}$
 $T = m a_{\text{max}}$

$\Rightarrow \vec{v}_{\text{min}} \cdot \cos \beta = v \cdot \cos \alpha$
 $v_{\text{min}} = \frac{v \cdot \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{v \cdot \frac{15}{17}}{\frac{4}{5}} = \frac{75v}{17 \cdot 4} = \frac{75 \cdot 68}{17 \cdot 4} = 75 \text{ (cm/s)}$

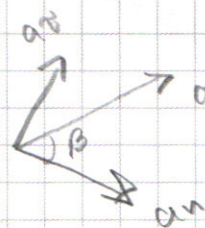
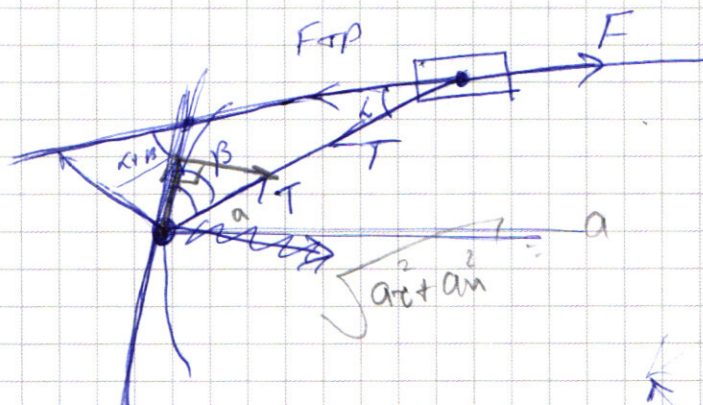
$\vec{v}_{\text{min}} = \vec{v}_{\text{m}} - \vec{v}$

$v_{\text{min}}^2 = 68^2 + 75^2 - 2 \cdot 4 \cdot 15 \cdot 36 \cdot 25 = 10249 - 4320 = 5929$
 $v_{\text{min}} = 77$

$v_{\text{min}}^2 = v_{\text{m}}^2 + v^2 - 2 v_{\text{m}} \cdot v \cdot \cos(\alpha + \beta)$

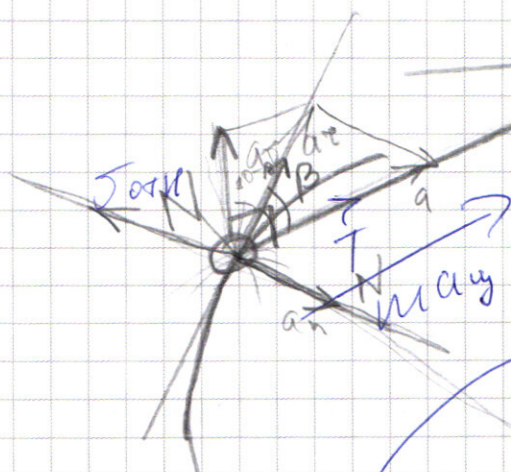
$v_{\text{min}}^2 = 68^2 + 75^2 - 2 \cdot 68 \cdot 75 \cdot (\cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta)$

3)



Перейдем в СО инерциальной системы
со скоростью

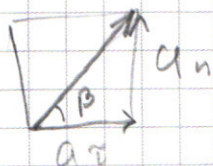
Косинус угла
по окружности $R_1 = \frac{5}{3}R$



Но II-ую з-цу Н
 $m \frac{v_{\text{min}}^2}{R_1} = T$

$$T = 0,1 \cdot \frac{77^2}{\frac{5}{3} \cdot 1,9} = \frac{3 \cdot 77^2}{5 \cdot 1,9}$$

$$T = m a_n$$



$$\sin \beta \cdot a = a_n$$

$$\frac{a_n}{\sin \beta} = a$$

$$a = \frac{a_n}{\sin \beta} = \frac{v_m^2}{R \cdot \frac{3}{5}} \quad a_n = \frac{v_m^2}{R}$$

$$T = m \cdot \frac{v^2}{R \cdot \frac{3}{5}} = 0,1 \cdot \frac{75^2}{1,9 \cdot \frac{3}{5}}$$

$$m a =$$

$$\frac{v^2}{\frac{3}{5}} = \frac{v_{\text{min}}^2}{\frac{5}{3}}$$

$$v_{\text{min}}^2 =$$

$$v^2 = \frac{3^2}{5^2} \cdot v_{\text{min}}^2$$

$$\frac{3}{5} \cdot 77^2 = \frac{3}{5} \cdot 75^2$$