

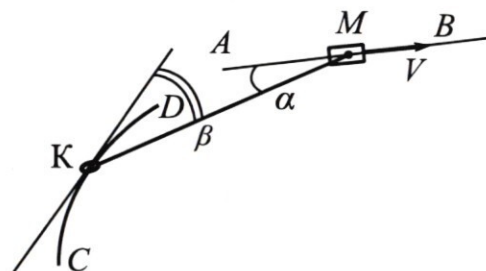
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-03

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

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 34$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,3$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 0,53$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/4$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 3/5$) с направлением движения кольца.



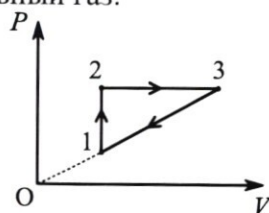
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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 изменения внутренней энергии газа к работе газа.

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со

скоростью V_1 . Удельный заряд частицы $\frac{|q|}{m} = \gamma$.

1) Через какое время T частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок?

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.

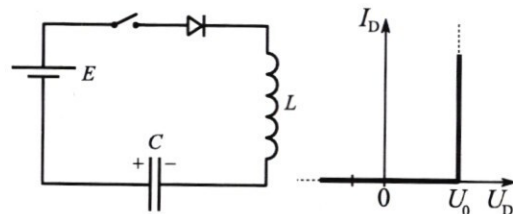
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке,

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.

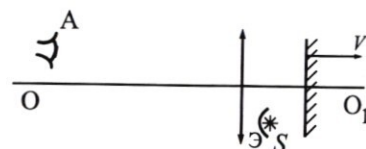


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

$$v = 34 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$m = 0,3 \text{ кг}$$

$$R = 0,53 \text{ м}$$

$$l = \frac{5R}{4}$$

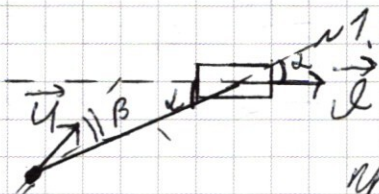
$$\cos \alpha = \frac{15}{14}$$

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

1) U - ?

2) $U_{\text{оти}}$ - ?

3) T - ?



1) т.к. шипы перпендикулярны,
проекции скоростей на нее равны

$$U \cos \beta = v \cos \alpha \Rightarrow U = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$U = 34 \cdot \frac{\frac{15}{14}}{\frac{3}{5}} = 34 \cdot \frac{5 \cdot 15}{14 \cdot 3} = 2 \cdot 25 = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) CO мифта:

мощности векторы скоростей.

$$\gamma = \beta + \alpha \quad \cos \gamma = \cos \beta \cos \alpha - \sin \beta \sin \alpha$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5} \quad \cos \alpha = \frac{15}{14} \quad \sin \alpha = \frac{7}{14} = \frac{1}{2}$$

$$\cos \gamma = \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{14} - \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{2} = \frac{9}{14} - \frac{4}{10} = \frac{45}{70} - \frac{28}{70} = \frac{17}{70}$$

$$\sin \gamma = \sqrt{1 - \frac{289}{4900}} = \frac{8}{17}$$

т.к. кр.: $U^2 + v^2 - 2Uv \cos \gamma = U_{\text{оти}}^2$

$$U_{\text{оти}}^2 = 0,5^2 + 0,34^2 - 2 \cdot 0,5 \cdot 0,34 \left(\frac{15}{14} \cdot \frac{3}{5} - \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{2} \right) = 0,25 + 0,34^2 - 0,34 \cdot \left(\frac{45 - 32}{14 \cdot 5} \right)$$

$$\approx 0,25 + 0,11 - 0,34 \cdot \frac{13}{70} \approx 0,36 - \frac{442}{100} \cdot \frac{13}{70} \approx 0,36 - 0,05$$

$$\approx 0,31 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

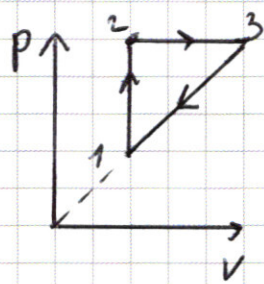
2.

Решо
 $p = \alpha V$;
 $\alpha = 1$

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

2) $\frac{\Delta U}{A_r}$ (на 2-3)

3) $\eta_{max} = ?$



1) $T \uparrow$ на участках 1-2 и 2-3

$c_{12} = c_V$ $c_{23} = c_P$

$c_V = \frac{i}{2} R$; $c_P = c_V + R = \frac{i}{2} R + \frac{2}{2} R \Rightarrow$
 $c_V = \frac{i+2}{2} R$ (зр-с Майера)

$\frac{c_{12}}{c_{23}} = \frac{c_V}{c_P} = \frac{i}{i+2} = \boxed{\frac{3}{5}}$

2) $\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$; по зр-ю из. соот.:

$\nu R \Delta T = p \Delta V$ (на 2-3; $p = \text{const}$)

$A_{23} = p \Delta V \Rightarrow \frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{3}{2} p \Delta V}{p \Delta V} = \boxed{\frac{3}{2}}$

3) $\eta = \frac{A_0}{Q^+}$ $Q^+ = Q_{12} + Q_{23}$ $A_0 = A_{23} + A_{31}$

$Q_{12} = c_V \nu \Delta T_{12} = \frac{i}{2} R \nu \Delta T_{12}$

1-2 изохора $\Rightarrow \nu R \Delta T_{12} = V_1 (p_2 - p_1)$

$Q_{12} = \frac{i}{2} V_1 (p_2 - p_1)$

$Q_{23} = c_P \nu \Delta T_{23} = \frac{i+2}{2} \nu R \Delta T_{23}$

$\Rightarrow Q_{23} = \frac{i+2}{2} p_2 (V_3 - V_1)$

2-3 изобара $\Rightarrow \nu R \Delta T_{23} = p_2 (V_3 - V_1) \Rightarrow$

$A_{23} = p_2 (V_3 - V_1) = p_3 (V_3 - V_1)$

$A_{31} = - \frac{(p_3 + p_1)(V_3 - V_1)}{2} = - \frac{\alpha (V_3 + V_1)(V_3 - V_1)}{2}$ $\alpha = 1$

$A_0 = p_3 (V_3 - V_1) - \frac{(V_3 + V_1)(V_3 - V_1)}{2}$

$Q^+ = \frac{i}{2} V_1 (p_3 - p_1) + \frac{i+2}{2} p_3 (V_3 - V_1)$

Заметим, что при $\alpha = 1$ $\Delta 123$ - равностор. значит все стороны также равны $\Rightarrow V_3 - V_1 = p_3 - p_1$

$\eta = \frac{A_0}{Q^+}$ подставим, сократим на $V_3 - V_1 = p_3 - p_1$

$\eta = \frac{p_3 - \frac{(V_3 + V_1)}{2}}{\frac{i}{2} V_1 + \frac{i+2}{2} p_3} = \frac{2p_3 - V_3 - V_1}{i V_1 + (i+2) p_3}$

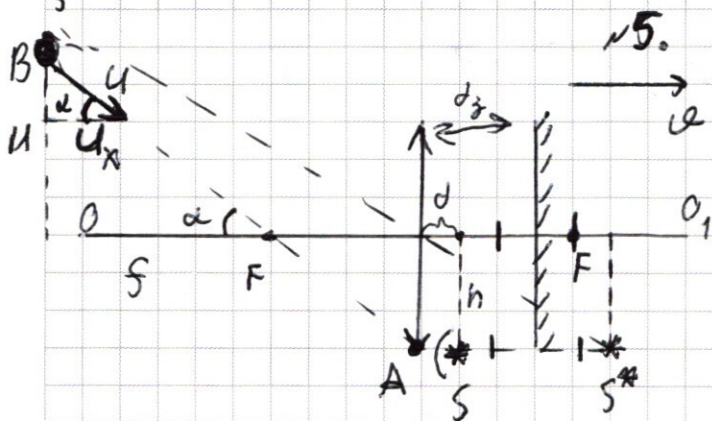
$\left| : \text{ все части на } p_3; \frac{V_3}{p_3} = \alpha = 1 \right.$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\eta = \frac{2 - \frac{V_3}{P_3} - \frac{V_1}{P_3}}{i \frac{V_1}{P_3} + i + 2} = \frac{1 - \frac{V_1}{P_3}}{i \frac{V_1}{P_3} + i + 2}$$

$$\eta \text{ будет max при } \frac{V_1}{P_3} \rightarrow 0 \Rightarrow \eta_{\text{max}} \approx \frac{1 - 0}{0i + i + 2} \approx \frac{1}{3 + 2} = \boxed{\frac{1}{5}}$$

Ответ: 1) $\frac{3}{5}$ 2) $\frac{3}{2}$ 3) 20%



Дано:

$$d = \frac{F}{4}$$

$$d_f = \frac{3F}{4}$$

$$h = \frac{3F}{4} \begin{cases} 1) 5 - ? \\ 2) 2 - ? \\ 3) 4 - ? \end{cases}$$

$$1) d^* = d_3 + (d_3 - d) = 2d_3 - d \Rightarrow d^* = \frac{6F}{4} - \frac{F}{4} = \frac{5F}{4}$$

$$\text{Ф-ла тонкой линзы: } \frac{1}{F} = \frac{1}{d^*} + \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d^*} = \frac{5}{F \cdot 5} - \frac{4}{5F} = \frac{1}{5F} \Rightarrow \boxed{5F} = 5$$

2) т.к. изображение источника в зеркале не имеет перпендикулярный проецизм на OC_1 , т.е. фокусируется горизонтально $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ изображение будет фокуситься вдоль прямой AB ; $F \in AB$

$$\Rightarrow \tan \alpha = \frac{5-F}{H}; \quad \Gamma = \frac{H}{h} = \frac{5}{d^*}$$

$$\Gamma = \frac{5F}{5F/4} = 4 \Rightarrow \frac{H}{h} = 4 \Rightarrow H = 4h \Rightarrow H = 4 \cdot \frac{3F}{4} = 3F$$

$$\tan \alpha = \frac{5F-F}{3F} = \frac{4F}{3F} = \boxed{\frac{4}{3}}$$

$$3) \cos \alpha = \frac{u_x}{u} \Rightarrow u = \frac{u_x}{\cos \alpha} ; 1 + \operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{9}{9} + \frac{16}{9} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \frac{25}{9} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{9}{25} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{3}{5}$$

$$u = u_x \cdot \frac{5}{3} \Rightarrow u = \frac{5u_x}{3}$$

рассмотрим малое перпендикулярное тла, на котором Γ из-
 шлось перпендикулярно, а Γ из- ~~шлось~~ была постоянной
~~то~~ S^* пресекло расс, равное ϑdt , а S^{**} - расс. l
 известно, что горизонтальные увеличил отрезки равняется
 пресек-ю Γ и его концов, $\Rightarrow l = \Gamma^2 \vartheta^* dt$ ($\Gamma_1 \approx \Gamma_2 = \Gamma$)

$$\Gamma^2 \vartheta_x^* = \vartheta_x^{**}$$

в нашем случае $u_x = \Gamma^2 \vartheta^*$

$$\vartheta^* = \dot{\vartheta}^* = (2\dot{\vartheta}_z - \dot{\vartheta})^1 = 2\dot{\vartheta}_z = 2\dot{\vartheta}$$

$$\Rightarrow u_x = \Gamma^2 \cdot 2\dot{\vartheta}$$

$$u_x = 16 \cdot 2 \cdot \dot{\vartheta} = 32\dot{\vartheta}$$

$$u = \frac{5 \cdot 32\dot{\vartheta}}{3} = \boxed{\frac{160\dot{\vartheta}}{3}}$$

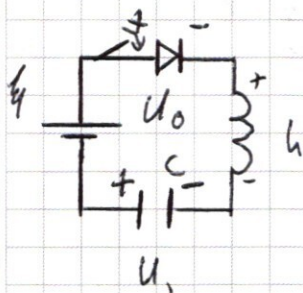
Ответ: 1) $5F$

2) $\arctg \frac{u}{3}$

3) $\frac{160\dot{\vartheta}}{3}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~ 4.



Дано:

$$\xi = 6 \text{ В} \quad C = 40 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 2 \text{ В} \quad L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$1) I' \text{ (после замк)} - ?$$

$$2) I_{\max} - ?$$

$$3) U_c - ?$$

1) сразу после замк. ток не берёт темп, т.к. есть L
значит, $U_0 = 0$; II-е по Кирх-гоу:

$$\xi = L I' - U_c \Rightarrow L I' = \xi + U_c \Rightarrow I' = \frac{\xi + U_c}{L} \Rightarrow I' = \frac{6 + 2}{0,1} = \boxed{80 \frac{\text{А}}{\text{с}}}$$

2) когда $I_{\max}$, $I' = 0$:

$$\xi = U_0 + U_c \Rightarrow U_c = \xi - U_0 = 5 \text{ В} \Rightarrow q_c = C U_c$$

$$3) \text{Э: } \xi (q_c - q_1) = \left(\frac{C U_c^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2} \right) + \frac{L I_m^2}{2} \text{ зарядился, } A_{\text{Э}} > 0$$

$$C \xi (U_c - U_1) = \frac{C}{2} (U_c^2 - U_1^2) + \frac{L I_m^2}{2}$$

$$2 C \xi (U_c - U_1) = C (U_c^2 - U_1^2) + L I_m^2 \Rightarrow I_m = \sqrt{\frac{2 C \xi (\xi - U_0 - U_1) - C ((\xi - U_0)^2 - U_1^2)}{L}}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{2 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \cdot 6 (6 - 1 - 2) - 40 \cdot 10^{-6} (5^2 - 4)}{0,1}} = \sqrt{40 \cdot 10^{-5} (2 \cdot 3 \cdot 6 - 21)} =$$

$$= \sqrt{40 \cdot 10^{-5} \cdot 15} = \sqrt{600 \cdot 10^{-5}} = \sqrt{6 \cdot 10^{-3}} = \frac{1}{10} \sqrt{6} \approx \frac{2,4}{10} \approx 0,24 \text{ А}$$

$$I_m \approx \frac{0,24}{10} \approx 0,024 \text{ А}$$

3) ~~так как в цепи есть индуктивность, ток не течёт. На конденсаторе находится максимальный заряд при переключении с открытым ключом с U_0~~

~~через конденсатор~~

~~через конденсатор~~

3) (см. пункт 2) так изменим напр-е, чтоб закрылся.

U_c в этот момент и есть U_z , так как так будет состояние не меняется.

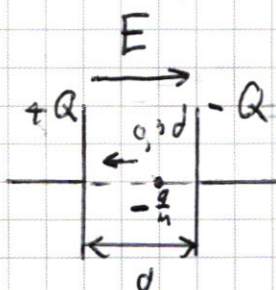
$$U_c = \frac{1}{2} - U_0 = 5B$$

$$U_z = 5B$$

Ответ: 1) $80 \frac{A}{C}$

2) $0,075 A (\sim)$

3) $5B$



нз.

число

$d ; d_0 = 0,3d$ 1) $T - ?$

$q, \frac{|q|}{m} = \gamma ; q < 0$ 2) $Q - ?$

3) $Q_2 - ?$

$$1) E = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \Rightarrow F_{кл} = Eq$$

$$\text{II з.и: } ma = F_{кл} \Rightarrow a = E\gamma$$

$$0,7d = \frac{v_1^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{v_1^2}{1,4d} \Rightarrow E\gamma = \frac{v_1^2}{1,4d} \Rightarrow \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{v_1^2}{1,4d\gamma}$$

$$Q = \frac{v_1^2 \epsilon_0 S}{1,4d\gamma}$$

$$1) \frac{at^2}{2} = (0,5d - 0,3d) \Rightarrow \frac{at^2}{2} = 0,2d \Rightarrow at^2 = 0,4d$$

$$\frac{v_1^2}{1,4d} t^2 = 0,4d \Rightarrow v_1^2 t^2 = 0,56d^2 \Rightarrow t^2 = \frac{d^2}{v_1^2} \cdot 0,56$$

$$t^2 = \frac{d}{v_1^2} \sqrt{0,56} \Rightarrow T \approx 4,1 \frac{d}{v_1}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$3) E = -\frac{d\varphi}{dr} \Rightarrow \int_0^0 d\varphi = -E \int_r^0 dr$$

$$0 - \varphi = -\int E dr$$

$$\varphi = \int \frac{Q}{2\epsilon_0 S} dr \Rightarrow \varphi = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} r$$

$$\varphi(0) = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} \cdot 0,7d - \frac{Q}{2\epsilon_0 S} \cdot 0,3d \quad \text{на } \infty \varphi = 0$$

$$\varphi(0) = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} \cdot 0,4d = \frac{U_1^2}{2,8dy} \cdot 0,4d = \frac{U_1^2}{4y}$$

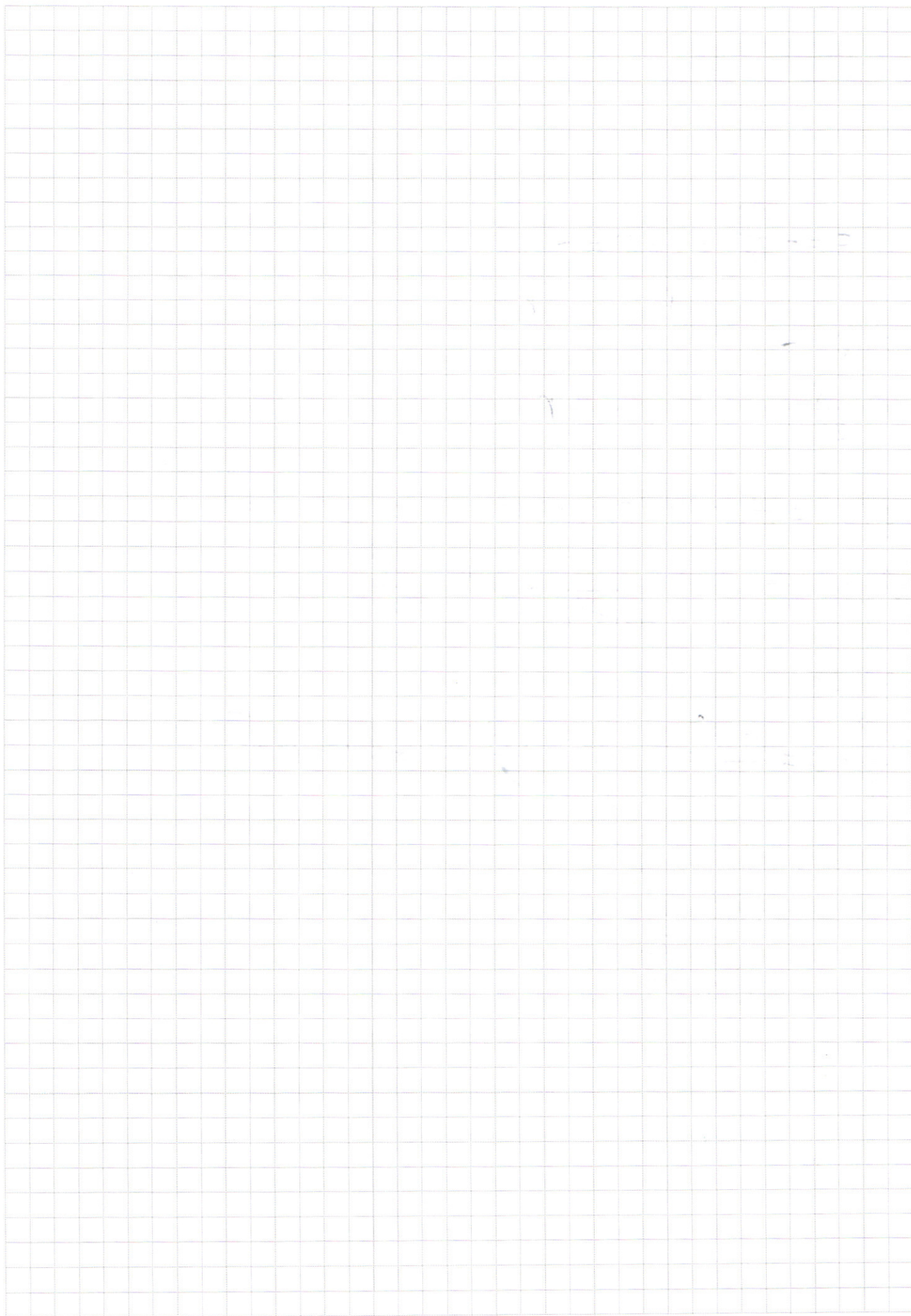
ЗЛЗ:

$$\frac{U_1^2}{4y} \cdot q = \frac{m U^2}{2} \Rightarrow U^2 = \frac{2 U_1^2}{4y} \Rightarrow U = U_1 \sqrt{\frac{2}{4}}$$

Ответ: 1) $\sim 7,1 \frac{d}{U_1}$

2) $\frac{U_1^2 \epsilon_0 S}{1,4dy}$

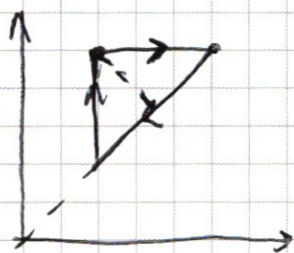
3) $U_1 \sqrt{\frac{2}{4}}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$Q_H = C_V$$

$$1-2: Q_{12} = \frac{i}{2} V_1 (P_2 - P_1)$$

$$2-3: Q_{23} = \frac{i+2}{2} P_2 (V_3 - V_1)$$

$$Q_{12} = \frac{i}{2} V_1 (P_2 - P_1)$$

$$Q_{12} = \frac{i}{2} V_1$$

$$Q_{23} = \frac{i+2}{2} P_2$$

$$Q_{23} = \frac{i+2}{2} A_{23}$$

$$A_{31} = \frac{(V_3 + V_1)(V_3 - V_1)}{2} = \frac{V_3^2 - V_1^2}{2}$$

$$A_2 = \frac{i+2}{2} P_2 (V_3 - V_1) - \frac{V_3^2 - V_1^2}{2}$$

$$\eta = \frac{\frac{i+2}{2} P_2 - \frac{(V_3 + V_1)}{2}}{\frac{i}{2} V_1 + \frac{i+2}{2} P_2}$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{\frac{i+2}{2} P_2 - \frac{V_3 + V_1}{2}}{\frac{i}{2} V_1 + \frac{i+2}{2} P_2}$$

$$\eta = \frac{(i+2)P_2 - V_3 - V_1}{iV_1 + (i+2)P_2} \quad | : P_2 \Rightarrow \eta = \frac{(i+2) - \frac{V_3}{P_2} - \frac{V_1}{P_2}}{i\frac{V_1}{P_2} + (i+2)}$$

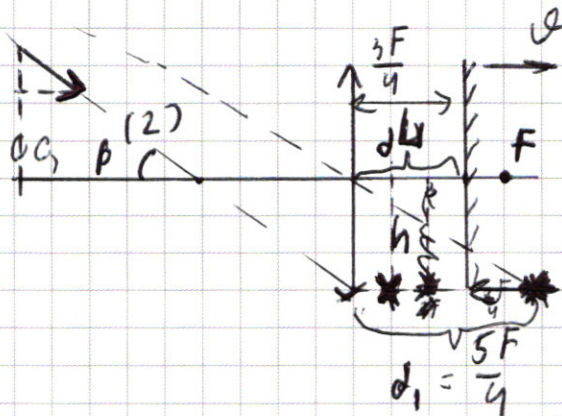
$$\eta = \frac{i+1-k}{ik+i+2}$$

$$z(k) = -(ik+i+2)$$

$$\eta = \frac{i+1}{i+2} = \frac{4}{5}$$

✓5.

$$\frac{+32}{5} = 6.4$$



1) f-?

$$d = \frac{F}{4}$$

$$h = \frac{3F}{4}$$

$$4 = \frac{1F}{4}$$

$$d_1 = \frac{5F}{4}$$

S = ...

\Gamma = ...

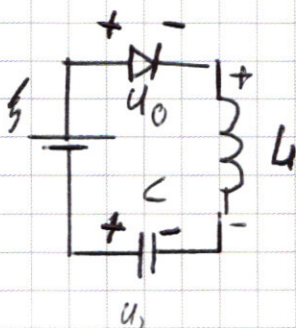
$$d_{uz} = x_{\Lambda} + (x_{\Lambda} - d)$$

$$d_{uz} = 2x_{\Lambda} - d \quad d_{uz} = \frac{5F}{4} - \frac{F}{4} = \frac{4F}{4}$$

$$\varphi_{\text{top}} = \Gamma^2 \varphi_{uz}$$

$$\varphi_{uz} = d'_{uz} = 2\varphi$$

$$\Gamma_1 \Gamma_2 \varphi_0 dt = f$$



✓4.

$$1) I = 0 \Rightarrow U_0 = 0$$

$$\mathcal{E} = 6\text{В}$$

$$C = 40 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 2\text{В}$$

$$h = C \Gamma U$$

$$U_0 = 1\text{В}$$

$$1) \mathcal{E} = L I' - U_1 \Rightarrow L I' = U_1 + \mathcal{E} \Rightarrow I' = \frac{U_1 + \mathcal{E}}{L}$$

$$2) I_{\text{max}}, \text{ когда } I' = 0$$

$$\mathcal{E} = U_0 + U_C \quad U_C = \mathcal{E} - U_0 \quad C U_C = q_C \quad \text{ЗСЗ закон}$$

$$3) U_2 - \text{так не идет:}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

н1.

1) $\varphi \cos \alpha = u \cos \beta$

$u = \varphi \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$

2) $\cos(\beta + \alpha) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$

$u_{отн}^2 = u^2 + \varphi^2 - 2u\varphi \cos \gamma$

$u_o^2 = u^2 + \varphi^2 - 2u\varphi (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta)$

3) $\sum A = 0 \Rightarrow$

н2.

1) $\frac{p}{T} = \text{const} \Rightarrow p \uparrow \Rightarrow T \uparrow$

2) $\frac{V}{T} = \text{const} \Rightarrow V \uparrow \Rightarrow T \uparrow$

$c_v = \frac{1}{2} R$

$c_p = c_v + R = \frac{1}{2} R + \frac{2}{2} R = \frac{1+2}{2} R$

$\frac{c_v}{c_p} = \frac{1}{1+2} = \frac{1}{3}$

н3.

1) $\varphi \cos \alpha = u \cos \beta$

$u = \varphi \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$

2) $\cos(\beta + \alpha) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$

$u_{отн}^2 = u^2 + \varphi^2 - 2u\varphi \cos \gamma$

$u_o^2 = u^2 + \varphi^2 - 2u\varphi (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta)$

3) $\sum A = 0 \Rightarrow$

2) $p = \text{const}$ $\frac{\Delta U}{A} = ?$

$$\frac{\Delta U}{A_r} = \frac{3}{2}$$

3) $\eta_{\text{max}} = ?$

$$\eta = \frac{A}{Q_H}$$

$$A = A_{23} + A_{31}$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23}$$

$$A = A_{12} + A_{23} - A_{13}$$

1-2: $Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R$

$$Q_H = \frac{i}{2} \nu R O T_{12} + \frac{i+2}{2} \nu R O T_{23}$$

$$V_1(p_2 - p_1) = \nu R O T_{12}$$

$$Q_H = \frac{i}{2} V_1(p_2 - p_1) + \frac{i+2}{2} p_2(V_3 - V_2)$$

$$O T_{23} = p_2(V_3 - V_2)$$

$$Q_H = \frac{i}{2} V_1(2V_2 - 2V_1) + \frac{i+2}{2} (2V_2(V_3 - V_2))$$

$$Q_H = \left(\frac{i}{2} (2V_1V_2 - 2V_1^2) + \frac{i+2}{2} (2V_2V_3 - 2V_2^2) \right)$$

$$A_r = \frac{(p_2 - p_1)(V_3 - V_2) - (p_2 - 2V_1)(V_3 - V_1)}{2}$$

$$Q_H = \frac{i}{2} V_1(p_2 - p_1) + \frac{i+2}{2} p_2(V_3 - V_2)$$

$$Q_H = \frac{i}{2} V_1 a + \frac{i+2}{2} p_2 a$$

$$Q_H = a \left(\frac{i}{2} V_1 + \frac{i+2}{2} p_2 \right) \quad A = \frac{a^2}{2}$$

$$\eta = \frac{\frac{a^2}{2}}{a \left(\frac{i}{2} V_1 + \frac{i+2}{2} p_2 \right)} \Rightarrow \eta = \frac{a}{2 \left(\frac{i}{2} V_1 + \frac{i+2}{2} p_2 \right)} = \eta = \frac{a}{2(C_V V_1 + (C_V + R) p_2)}$$

~~Q₁₂ = ...~~

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R O T = \frac{3}{2} p O V$$

$$A_r = p O V$$

$$Q_{31} = \frac{i}{2} \nu R O T + \frac{p_3 + p_1}{2} (V_1 - V_3)$$

~~p₁ = ...~~

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

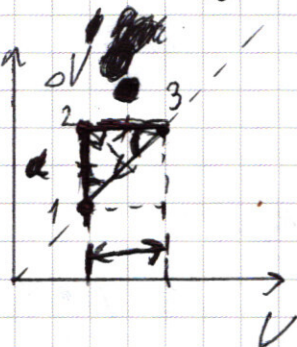
$$Q_{31} = \frac{i+1}{2} (V_1^2 - V_3^2)$$

3-1: $p = 2V_1, \alpha = 1$

$$A = \frac{O V_1^2}{2}$$

$$Q_H = C_V O T_{12} + C_p O T_{23}$$

~~Q₁₂ = ...~~





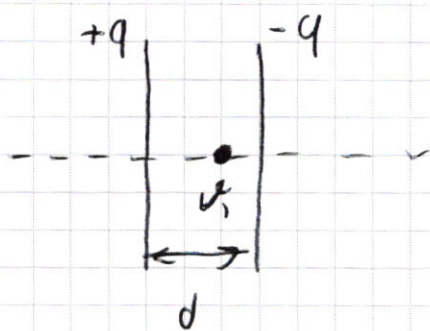
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)



№ 3.