

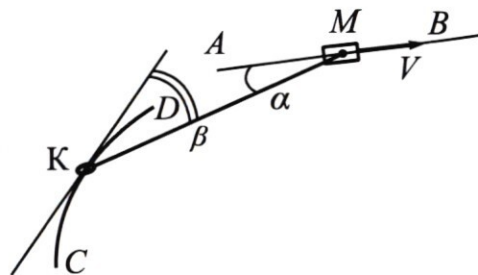
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-02

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

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 3/5$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 8/17$) с направлением движения кольца.



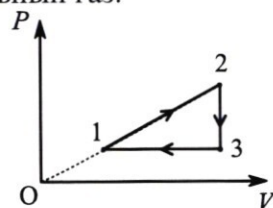
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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 понижение температуры газа.

2) Найти для процесса 1-2 отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между обкладками на расстоянии $0,2d$ от положительно заряженной обкладки. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.

2) Найдите напряжение U на конденсаторе.

3) Найдите скорость V_0 частицы 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.

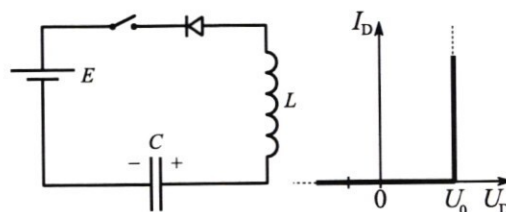
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке,

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.

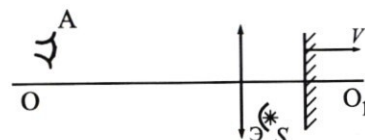


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/3$ от 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

$V_2 = \gamma V_1$ $\frac{17}{17}$ $225 - 64 = 225$

$\eta = \frac{1}{4} \frac{(\gamma V_1 - V_1)}{(\gamma V_1 + V_1)} = \frac{1}{4} \frac{(\gamma - 1)}{(\gamma + 1)}$ $\frac{15}{78}$

$\left(\frac{f(x)}{g(x)} \right)' = \frac{f'(x)g(x) - f(x)g'(x)}{g^2(x)}$ 4

$\frac{100}{40} = \frac{10}{4} = \frac{5}{2}$ $100m \cdot \frac{5}{2}$

$\frac{1}{4} \frac{(\gamma - 1)}{(\gamma + 1)} = -\frac{1}{7} \frac{1}{4} \frac{2}{4} = -\frac{1}{8}$

$\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{12}$

$\frac{1}{7} \cdot \frac{3}{5} = \frac{3}{20} = \frac{1}{6}$

$\frac{1}{4} \cdot \frac{9}{11} = \frac{9}{44}$

$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$

$E = \frac{q}{S\epsilon_0}$

$U = Ed$

$A =$

$0.2 \cdot 10^{-4} \cdot 0.2 - 3$
 $0.2 \cdot 10^{-4} \cdot 1.2 - 3$
 $4 \cdot 10^{-4}$
 $= 2.4 \cdot 10^{-5} - 3$
 $4 \cdot 10^{-4}$
 $3 \cdot 10^{-4}$
 $5 \cdot 10^{-4} - 0.6 \cdot 10^{-1}$
 $2.4 \cdot 10^{-5}$

$\frac{100}{40} = \frac{10}{4} = \frac{5}{2}$

$100m \cdot \frac{5}{2}$

$\frac{1}{4} \frac{(\gamma - 1)}{(\gamma + 1)} = -\frac{1}{7} \frac{1}{4} \frac{2}{4} = -\frac{1}{8}$

$\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{12}$

$\frac{1}{7} \cdot \frac{3}{5} = \frac{3}{20} = \frac{1}{6}$

$\frac{1}{4} \cdot \frac{9}{11} = \frac{9}{44}$

$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$

$E = \frac{q}{S\epsilon_0}$

$U = Ed$

$A =$

$0.2 \cdot 10^{-4} \cdot 0.2 - 3$
 $0.2 \cdot 10^{-4} \cdot 1.2 - 3$
 $4 \cdot 10^{-4}$
 $= 2.4 \cdot 10^{-5} - 3$
 $4 \cdot 10^{-4}$
 $3 \cdot 10^{-4}$
 $5 \cdot 10^{-4} - 0.6 \cdot 10^{-1}$
 $2.4 \cdot 10^{-5}$

$\frac{100}{40} = \frac{10}{4} = \frac{5}{2}$

$100m \cdot \frac{5}{2}$

$\frac{1}{4} \frac{(\gamma - 1)}{(\gamma + 1)} = -\frac{1}{7} \frac{1}{4} \frac{2}{4} = -\frac{1}{8}$

$\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{12}$

$\frac{1}{7} \cdot \frac{3}{5} = \frac{3}{20} = \frac{1}{6}$

$\frac{1}{4} \cdot \frac{9}{11} = \frac{9}{44}$

$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$

$E = \frac{q}{S\epsilon_0}$

$U = Ed$

$A =$

$0.2 \cdot 10^{-4} \cdot 0.2 - 3$
 $0.2 \cdot 10^{-4} \cdot 1.2 - 3$
 $4 \cdot 10^{-4}$
 $= 2.4 \cdot 10^{-5} - 3$
 $4 \cdot 10^{-4}$
 $3 \cdot 10^{-4}$
 $5 \cdot 10^{-4} - 0.6 \cdot 10^{-1}$
 $2.4 \cdot 10^{-5}$

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 51 \\ \hline 51 \\ 255 \\ \hline 2601 \end{array}$$

$$17.5 = 85$$

$$\begin{array}{r} 360 \overline{) 85} \\ 340 \\ \hline 200 \\ 170 \\ \hline 300 \\ 255 \\ \hline \end{array}$$

$$0,8$$

$$\begin{array}{r} 0,51 \\ \times 0,8 \\ \hline 0,408 \end{array}$$

$$\times 423$$

$$\begin{array}{r} 423 \\ \times 408 \\ \hline 3384 \\ 000 \\ \hline 1692 \\ 172584 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 51 \\ \hline 51 \\ 255 \\ \hline 2601 \end{array}$$

$$\begin{aligned} & 1,2 - 0,6 \cdot 10^{-4} \\ & \frac{1,2 - 0,6 \cdot 10^{-4}}{8 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-6}} = \\ & \frac{1,2 - 0,6 \cdot 10^{-4}}{8 \cdot 10^{-9}} = \end{aligned}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} \cdot \frac{1}{f}$$

$$\sqrt{\frac{289 \cdot 64}{289}} = \sqrt{\frac{225}{289}} = \frac{15}{17}$$

$$\begin{array}{r} 52020 \overline{) 30000} \\ 80000 \\ \hline 220200 \\ 210000 \\ \hline 100 \end{array}$$

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{3}{10} = \frac{1}{5} = 0,2$$

$$\frac{1}{4} \frac{(x-1)}{(x+1)}$$

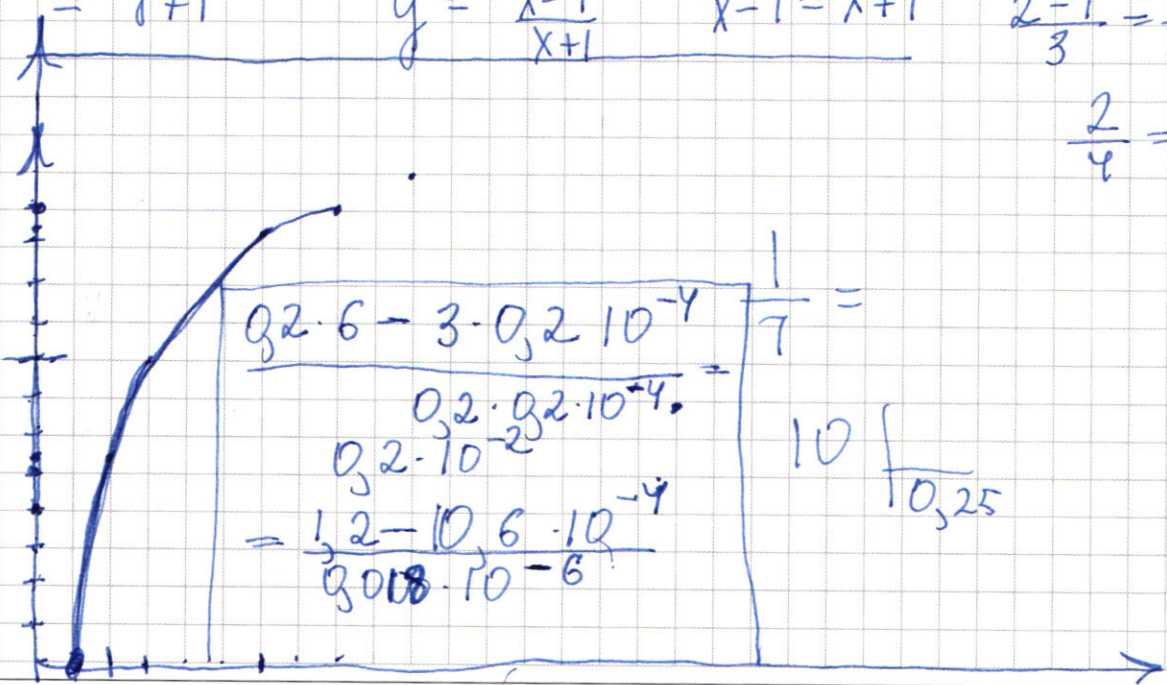
$$\left(\frac{x-1}{x+1} \right)' = \frac{(x-1)'(x+1) - (x-1)(x+1)'}{(x+1)^2} = \frac{10 \cdot \frac{3}{5}}{(x+1)^2}$$

1,2

$$= x+1 \quad y = \frac{x-1}{x+1} \quad x-1 = x+1$$

$$\frac{2-1}{3} = \frac{1}{3}$$

$$\begin{aligned} \frac{2}{4} &= \frac{1}{2} & \frac{4}{6} &= \frac{2}{3} \\ \frac{6}{8} &= \frac{3}{4} \\ \frac{8}{10} &= \frac{4}{5} \end{aligned}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1 (продолжение)

Кольцо движется по окружности, следовательно на него
действует сила тянущая к центру

$$m a_{yc} = F_{yc}$$

$$a_{yc} = \frac{v_k^2}{R}$$

$$\frac{m v^2}{R} = F_{yc}$$

$$T \cdot \cos(90^\circ - \beta) = F_{yc}$$

$$T = \frac{m v^2}{R \cdot \cos(90^\circ - \beta)} = \frac{m v^2}{R \cdot \sin \beta} = \frac{m v^2}{R \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta}} = \frac{1 \cdot (0,51)^2}{1,7 \cdot \frac{16}{17}} =$$

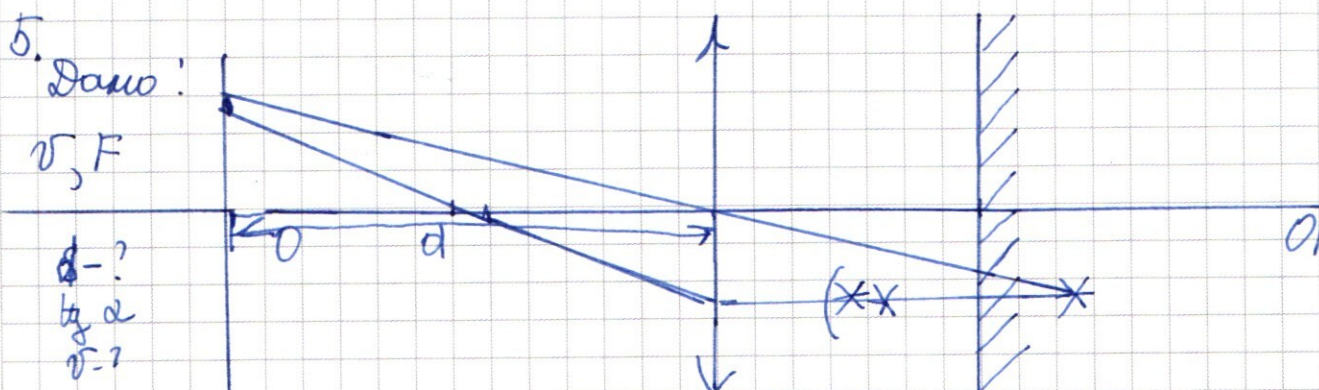
$$= \frac{(0,51)^2}{\frac{17}{10} \cdot \frac{16}{17}} = \frac{(0,51)^2}{\frac{3}{2}} = \frac{2}{3} (0,51)^2 = \frac{2}{3} \cdot 0,2601 =$$

$$= \frac{0,5202}{3} \approx 0,17 \text{ Н} \approx 0,2 \text{ Н.}$$

Ответ: 1) $v_k = \frac{v_{\text{им}} \cdot \cos \alpha}{\cos \beta} = 0,51 \text{ м/с}$

2) $v_{\text{лк}} = \sqrt{v_k^2 + v_{\text{им}}^2 - 2 v_{\text{им}} v_k \cdot \cos(\alpha + \beta)} \approx 0,592684 \approx$
 $\approx 0,6 \text{ м/с}$

3) $T = \frac{m v^2}{R \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta}} \approx 0,2 \text{ Н}$



Зеркало находится на расстоянии F от лампы
а источник на расстоянии $\frac{F}{15}$ от лампы

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$I(0)' = \left| \frac{3-6}{0,2} \right| - \left| \frac{3}{0,2} \right| = 15 \frac{A}{c}$$

$$\varepsilon - LI' = \frac{q}{C}$$

$$LI' + \frac{q}{C} - \varepsilon = 0$$

$$L\ddot{q} + \frac{q}{C} - \varepsilon = 0 \quad \ddot{q} + \frac{q}{LC} - \frac{\varepsilon}{L} = 0$$

$$\ddot{q} + \frac{1}{LC} q = \frac{\varepsilon}{L} \quad q(t) = \frac{\varepsilon}{L} + A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t) \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$q(0) = \frac{CU}{\varepsilon} \quad \frac{CU}{\varepsilon} - \frac{\varepsilon}{L} = A = \frac{LUC - \varepsilon^2}{L\varepsilon} \quad B = 0 \quad q(t) = \frac{\varepsilon}{L} + \frac{LUC - \varepsilon^2}{L\varepsilon} \cdot \cos(\omega t)$$

$$I(t) = \frac{LUC - \varepsilon^2}{L(LC)^{\frac{3}{2}}} \cdot \sin(\omega t) \quad \text{Если } I_{\max} \sin \omega t \geq 1 \text{ и } \frac{LUC - \varepsilon^2}{L(LC)^{\frac{3}{2}}} > 0$$

1. Дано:

$$V = 40 \text{ км/с}$$

$$m = 1$$

$$R = 1,7$$

$$l = \frac{1,7R}{13}$$

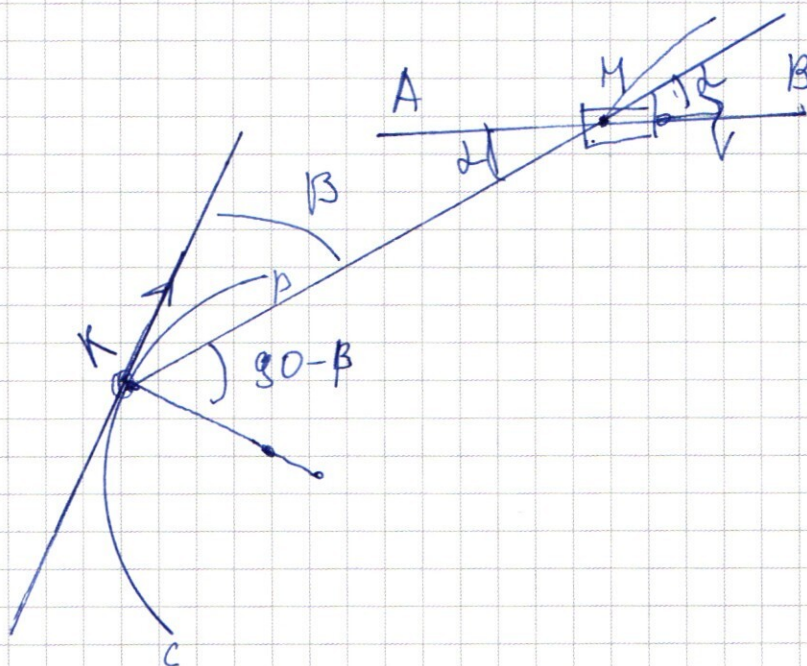
$$\cos \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\cos \beta = \frac{8}{17}$$

1) v_K - ?

2) v_{KM} - ?

3) T



Проекция скорости шворты и каньца на ось направляющие троса соответственно, а скорость каньца направлена по касательной

v_k - скорость катка v_m - скорость ширпы

$$v_k \cdot \cos \beta = v_m \cdot \cos \alpha$$

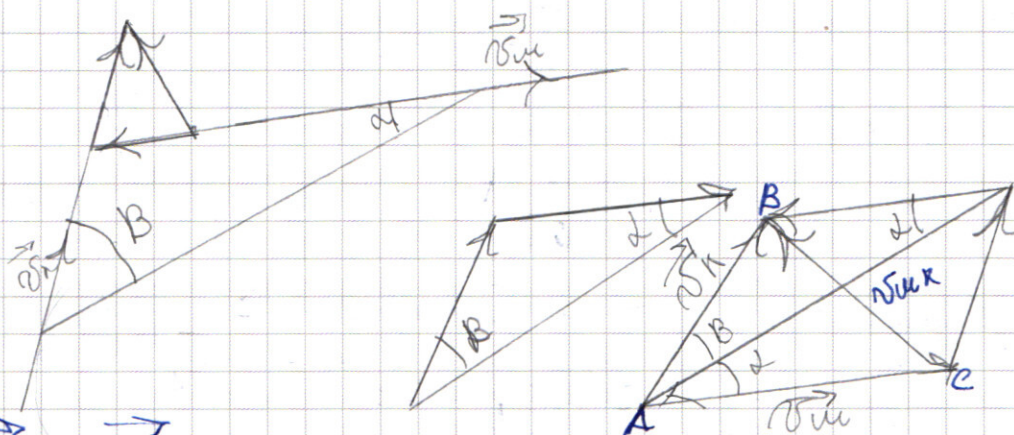
$$v_k = \frac{v_m \cdot \cos \alpha}{\cos \beta} = 0,4 \text{ м/с} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{17}{8} = \frac{2}{5} \text{ м/с} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{17}{8} =$$

$$\cancel{\frac{17}{5 \cdot 5 \cdot 8} \text{ м/с}} \cdot \frac{17}{5 \cdot 5 \cdot 3} = \frac{2}{5} \text{ м/с} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{17}{8} = \frac{3}{25} \cdot \frac{17}{4} = \frac{51}{100} \div$$

$$= 0,51 \text{ м/с}$$

$$v_k = \frac{v_m \cdot \cos \alpha}{\cos \beta} = 0,51 \text{ м/с}$$

2)



$$\vec{v}_{mk} = \vec{v}_k + \vec{v}_m$$

$$\angle CAB = \alpha + \beta \quad \cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta =$$

$$= \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \sqrt{1 - \frac{64}{289}} \cdot \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} =$$

$$= \frac{24 - 60}{17 \cdot 5} = -\frac{36}{17 \cdot 5}$$

По теореме косинусов

$$BC^2 = AB^2 + AC^2 - 2AB \cdot AC \cdot \cos \alpha$$

$$v_{mk}^2 = (0,51)^2 + (0,4)^2 + 2 \cdot 0,4 \cdot 0,51 \cdot \frac{36}{17 \cdot 5} =$$

$$= 0,2601 + 0,16 + 0,172584 = 0,4201 + 0,172584 =$$

$$= 0,592584$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3. Дано
 $d, V_1, q, 2d$
 $\frac{q}{m} = \gamma$
 $t = ?$
 $U = ?$
 $V_0 = ?$

a - ускорение частицы

$\Delta d = d - q_2 = 0,8d$ - расстояние пройденное частицей

$$0,8d = \frac{0 - v_1^2}{-2a} \Rightarrow 0,8d = \frac{v_1^2}{2a} \quad a = \frac{v_1^2}{1,6d}$$

$v(t) = v_1 - at$ - зависимость скорости частицы от времени

$$0 = v_1 - \frac{v_1^2}{1,6d} \cdot t \quad \frac{v_1^2}{1,6d} \cdot t = v_1 \quad t = \frac{v_1 \cdot 1,6d}{v_1^2} = \frac{1,6d}{v_1}$$

$$T = \frac{1,6d}{v_1}$$

$$U = Ed$$

$$ma = qE$$

$$E = \frac{ma}{q} = \frac{a \cdot l}{\gamma} = \frac{a}{\gamma} \quad a = \frac{v_1^2}{1,6d}$$

$$E = \frac{v_1^2}{1,6d} \cdot \frac{l}{\gamma}$$

$$U = \frac{v_1^2}{1,6d} \cdot \frac{l}{\gamma} \cdot d = \frac{v_1^2}{1,6\gamma}$$

$$U = \frac{v_1^2}{1,6\gamma}$$

3 Пусть потенциал частицы на очень большой расстоянии равен 0 $\varphi=0$, а вблизи поверхности отрицательно заряженной пластины он будет отрицательным. $U = \varphi_1 - \varphi_2$ φ

Ответ: $T = \frac{1,60}{v_1}$; $U = \frac{v_1^2}{1,68}$

Задача 4

Дано:

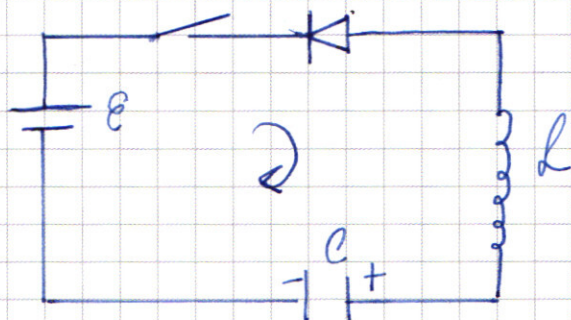
$E = 3В$

$C = 20 \mu F$

$U_1 = 6В$

$L = 0,2 Гн$

$U_0 = 1В$



$E - LI' = \frac{q}{C}$ — по II закону Кирхгофа

$I'(0) = ?$

В начальный момент времени $\frac{q}{C} = U_1 = 6В$

$I_{max} = ?$

$E - LI' = U_1$

$U_2 = ?$

$E - U_1 = LI'$

$I' = \frac{E - U_1}{L}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2 (продолжение)

$$\eta = \frac{1}{2} \Delta (V_2 - V_1)^2 \cdot \frac{2}{4 \Delta (V_2 - V_1)(V_2 + V_1)} = \frac{1}{2} \frac{(V_2 - V_1) \cdot 2}{4(V_2 + V_1)} =$$

$$\frac{1}{4} \frac{(V_2 - V_1)}{(V_2 + V_1)}, \text{ Пусть } V_2 = \gamma \cdot V_1, \text{ тогда } \gamma \in (0; +\infty)$$

$$\eta = \frac{1}{4} \frac{(\gamma V_1 - V_1)}{(\gamma V_1 + V_1)} = \frac{1}{4} \frac{V_1(\gamma - 1)}{V_1(\gamma + 1)} = \frac{1}{4} \frac{(\gamma - 1)}{(\gamma + 1)}$$

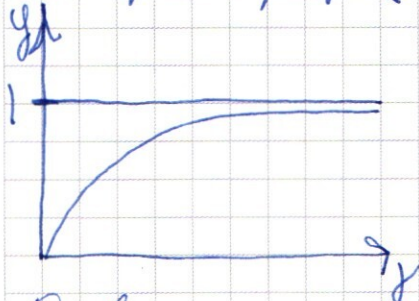
$$(\eta(\gamma))' = \left(\frac{\gamma - 1}{4\gamma + 4} \right)' = \frac{(4\gamma + 4)'(\gamma - 1) - (4\gamma + 4)(\gamma - 1)'}{(4\gamma + 4)^2} =$$

$$= \frac{4\gamma - 4 - 4\gamma - 4}{(4\gamma + 4)^2}$$

$$\eta'(\gamma) = \left(\frac{\gamma - 1}{4\gamma + 4} \right)' = \frac{(\gamma - 1)'(4\gamma + 4) - (4\gamma + 4)'(\gamma - 1)}{(4\gamma + 4)^2} =$$

$$= \frac{4\gamma + 4 - (4\gamma - 4)}{(4\gamma + 4)^2} = \frac{16}{(4\gamma + 4)^2} \text{ при } \gamma \rightarrow -1$$

Введем график $y = \frac{\gamma - 1}{\gamma + 1}$ асимптотой этого графика при $\gamma > 0$ является



$$\Rightarrow \max \eta = \frac{1}{4} \cdot 1 = \frac{1}{4} \approx 25\%$$

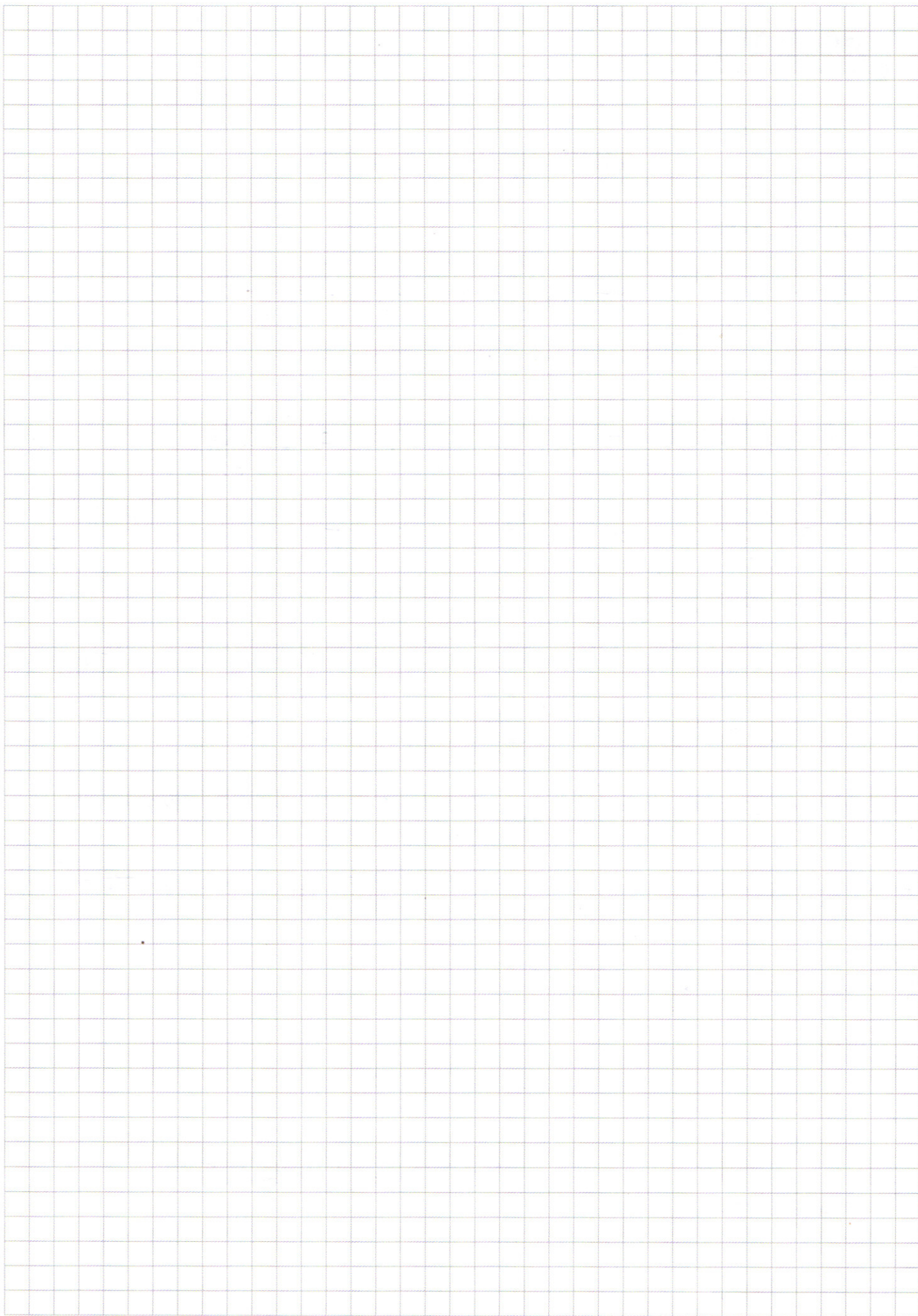
Ответ:

1) $\frac{C V_2 - 3}{C V_3 - 1} = 0,6$

2) $\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 4$

3) $\eta = \frac{1}{4} \frac{(V_2 - V_1)}{(V_1 + V_2)}$

$\max \eta = \frac{1}{4} \approx 25\%$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2

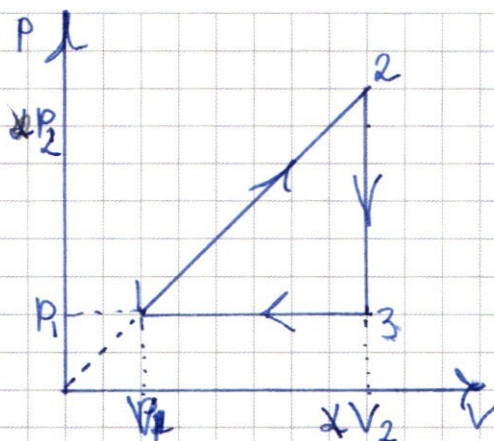
Дано:

одноатомный газ

$$p \sim V$$

$$\frac{C_V}{C_V} - ? \quad \frac{Q_{12}}{A_{12}}$$

$$\eta - ?$$



$$P_1 = 2 V_1$$

$$P_2 = 2 V_2$$

На участке 1-2 $p \sim V$ пусть $\alpha = \frac{P}{V}$ - коэффициент пропорциональности
напряженность $P = \alpha V$ $P_2 = 2 V_2$ $P_1 = 2 V_1$

2) Для процесса 1,2 $Q = A' + \Delta U$ где A' - работа газа

$$A' = \frac{P_1 + P_2}{2} \cdot (V_2 - V_1) = \frac{(2 V_1 + 2 V_2)}{2} (V_2 - V_1) = \frac{\alpha}{2} (V_2^2 - V_1^2)$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \quad \Delta T = \frac{P_1 V_1}{\nu R} + \frac{P_2 V_2}{\nu R} \quad \Delta U = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} (\alpha V_2^2 - \alpha V_1^2) = \frac{3}{2} \alpha (V_2^2 - V_1^2)$$

$$Q_{12} = \frac{\alpha}{2} (V_2^2 - V_1^2) + \frac{3}{2} \alpha (V_2^2 - V_1^2) = \frac{4}{2} \alpha (V_2^2 - V_1^2)$$

$$\frac{Q}{A'} = \frac{\frac{4}{2} \alpha (V_2^2 - V_1^2)}{\frac{\alpha}{2} (V_2^2 - V_1^2)} = 4$$

$$\boxed{\frac{Q}{A'} = 4}$$

1) Температура газа происходит на участке 2-3
и 3-1 C_{V23} - молярная теплоемкость в процессе 2-3
 C_{V31} - молярная теплоемкость в процессе 3-1

$$C_V = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$C_{V2-3} = \frac{Q_{23}}{\Delta T_{23}} \quad Q_{23} = A' + \Delta U \quad A' = 0 \text{ т.к. процесс}$$

изотермический $\Rightarrow Q_{23} = \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \Delta T = \frac{P_2 V_2}{\nu R} + \frac{P_1 V_2}{\nu R} =$
 $= \frac{1}{\nu R} (P_1 V_2 - P_2 V_2) = \frac{1}{\nu R} (2 V_1 V_2 - 2 V_2^2) = \frac{2}{\nu R} (V_1 V_2 - V_2^2)$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (P_1 V_2 - P_2 V_2) \quad P_1 V_2 = 2 V_1 V_2 \quad P_2 V_2 = 2 V_2 \cdot \frac{1}{2} = 2 V_2^2$$

$$Q = \frac{3}{2} 2 (V_1 V_2 - V_2^2)$$

$$C_{V2-3} = \frac{3}{2} \cancel{2 (V_1 V_2 - V_2^2)} \cdot \frac{1}{\cancel{2 (V_1 V_2 - V_2^2)}} \cdot \frac{\nu R}{\cancel{2 (V_1 V_2 - V_2^2)}} = \frac{3}{2} R$$

$$C_{V3-1} = \frac{Q_{3-1}}{\Delta T}$$

$$Q_{3-1} = A' + \Delta U \quad A' = P_1 (V_1 - V_2) = 2 V_1 (V_1 - V_2) = 2 (V_1^2 - V_1 V_2)$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \quad \Delta T = \frac{P_1 V_1}{\nu R} - \frac{P_1 V_2}{\nu R} = \frac{1}{\nu R} (P_1 V_1 - P_1 V_2) =$$

 $= \frac{1}{\nu R} (2 V_1^2 - 2 V_1 V_2) = \frac{2}{\nu R} (V_1^2 - V_1 V_2)$

$$\Delta U = \frac{3}{2} 2 (V_1^2 - V_1 V_2)$$

$$Q = 2 (V_1^2 - V_1 V_2) + \frac{3}{2} 2 (V_1^2 - V_1 V_2) = \frac{5}{2} 2 (V_1^2 - V_1 V_2)$$

$$C_{V31} = \frac{5}{2} \cancel{2 (V_1^2 - V_1 V_2)} \cdot \frac{1}{\cancel{2 (V_1^2 - V_1 V_2)}} \cdot \frac{\nu R}{\cancel{2 (V_1^2 - V_1 V_2)}} = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{C_{V23}}{C_{V31}} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3}{5} = 0,6 \quad \boxed{\frac{C_{V23}}{C_{V31}} = 0,6}$$

$$3) \quad \eta = \frac{A_{цикл}}{Q_{12}} \quad Q_{12} = \frac{4}{2} 2 (V_2^2 - V_1^2)$$

Q_{12} - т.к. именно на этом участке газ получает энергию

$$A_{цикл} = \frac{1}{2} (V_2 - V_1) \cdot (P_2 - P_1) = \frac{1}{2} (V_2 - V_1) \cdot (2 V_2 - 2 V_1) =$$

 $= \frac{1}{2} 2 (V_2 - V_1)^2$