

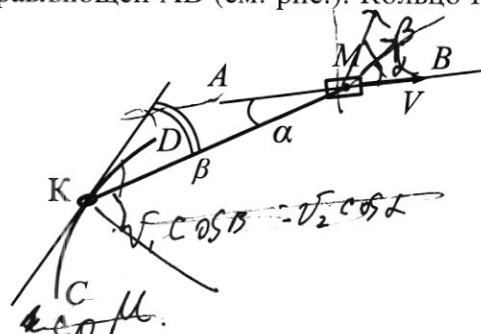
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-02

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

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.



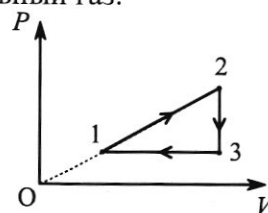
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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.

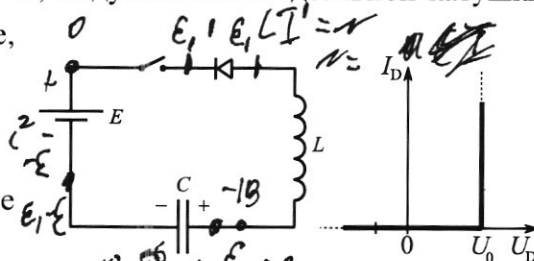
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

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.

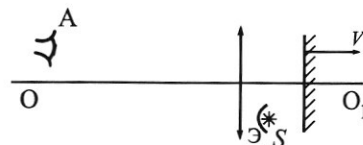


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

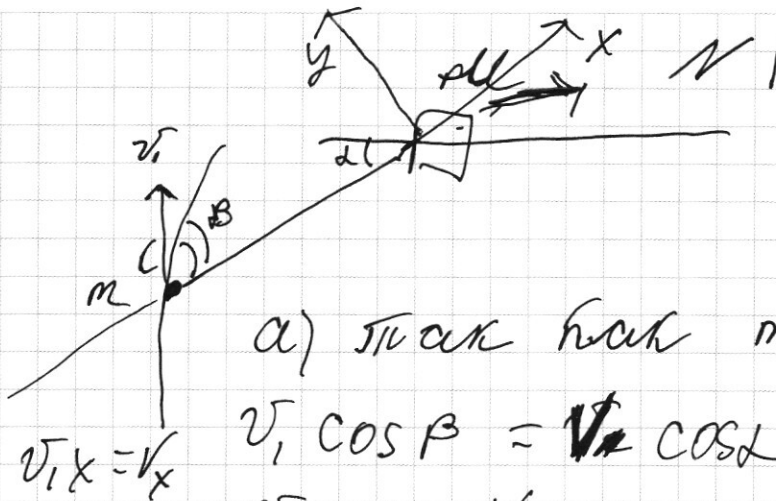
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

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



а) так как траектория не является прямой

$$V_1 \cos \beta = V \cos \alpha$$

$$V_1 = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{40 \cdot \frac{3}{5}}{\frac{8}{17}} =$$

$$= \frac{24 \cdot 17}{8} = 51 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

б) так как x координата не меняется
скоростей равны разница будет только
в y.

$$\Delta V = V_{1y} - V_y$$

$$V_{1y} = V_1 \sin \beta$$

$$V_y = -V \sin \alpha$$

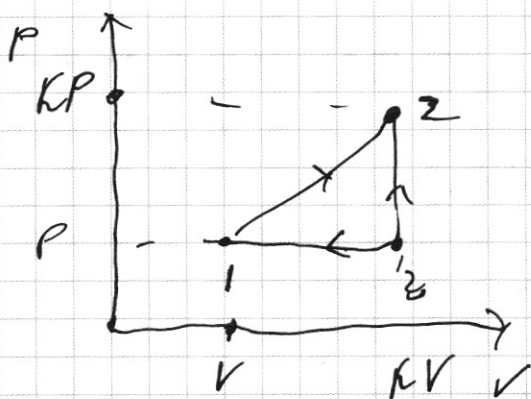
$$\sin \alpha = \frac{4}{5}$$

$$\sin \beta = \frac{15}{17}$$

$$\Delta V = 51 \cdot \frac{\sqrt{25} \cdot 15}{17} + 40 \cdot \frac{4}{5} =$$

$$= \frac{51 \cdot \sqrt{25} \cdot 15}{17} + 32 = \sqrt{25} + 32. \quad 45 + 32 = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

№2.



а) K - коэффициент пропорциональности.

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

2-3 - изобары $C_V = \frac{3}{2} R$

3-1 - изобары $C_P = \frac{5}{2} R$

$$\frac{C_{2-3}}{C_{3-1}} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = 0,6 \quad \text{ответ в 1}$$

$$\begin{aligned} \text{б) } \Delta_{1-2} &= P + \frac{K P}{2} \cdot (KV - V) = \frac{P(1+K) \cdot V(K-1)}{2} \\ &= \frac{P V (K^2 - 1)}{2} \end{aligned}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$C_{1-2} = \frac{3}{2} R \Delta T + \frac{P V (K^2 - 1)}{2 \Delta T} = \frac{3}{2} R \Delta T + \frac{P V (K^2 - 1)}{2 \Delta T}$$

$$\frac{P V}{\Delta T} = R \Delta T$$

$$C_{1-2} = \frac{3}{2} R \Delta T + \frac{R \Delta T (K^2 - 1)}{2} = \frac{(K^2 + 2) R \Delta T}{2}$$

$$Q_{1-2} = C_{1-2} \Delta T = \frac{(K^2 + 2) R \Delta T}{2} \Delta T$$

$$\Delta T_{\text{изм}} = R \Delta T$$

$$\left| \frac{Q_{1-2}}{\Delta T_{\text{изм}}} \right| = \frac{K^2 + 2}{2}$$

Ответ в 2

$$b) \quad \eta = \frac{\Delta T_{\text{изм}} \text{ обш}}{Q_1}$$

$$\Delta T_{3-1} = -P (K V - V) = -P V (K - 1)$$

$$\begin{aligned} \Delta T_{\text{изм}} \text{ обш} &= P V (K - 1) [K + 1 - (K - 1)] = \\ &= 2 P V (K - 1) \quad \Delta T_{1-2} + \Delta T_{3-1} = \\ &= \frac{P V (K - 1) (K + 1) - 2 P V (K - 1)}{2} = \frac{P V (K - 1)^2}{2} \end{aligned}$$

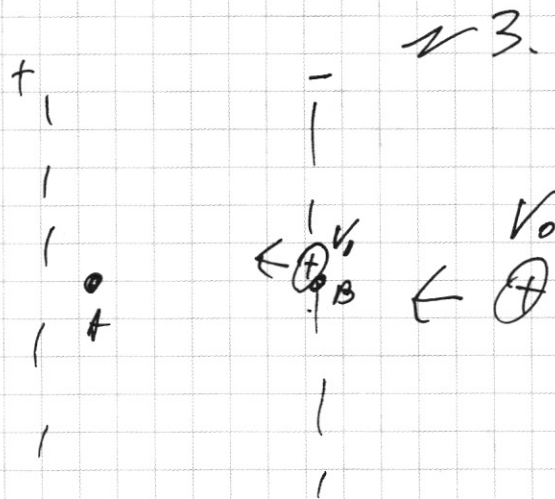
$$n = \frac{pV (K-1)^2}{2} \cdot \frac{2}{(K^2+2)RT} =$$

$$pV = \nu RT$$

$$= \frac{pV (K-1)^2}{(K^2+2) \frac{pV}{\nu}}$$

$$= \frac{(K-1)^2}{K^2+2}$$

Ответ 3.



$$s = \frac{v_1^2}{2\alpha}$$

$$s = 0,8 \text{ м}$$

$$\alpha = \frac{v_1^2}{1,6 \text{ м}}$$

$$v_1 - \alpha t^2 = 0$$

$$t = \sqrt{\frac{v_1}{\alpha}}$$

$$\frac{v_1}{\alpha}$$

$$= \left(\frac{v_1^2}{1,6 \text{ м}} \right)^{-1} \sqrt{v_1} =$$

$$= \sqrt{1,6 \text{ м}}$$

$$\frac{v_1}{\frac{v_1^2}{1,6 \text{ м}}}$$

$$= \boxed{\frac{1,6 \text{ м}}{v_1}} \leftarrow \text{Ответ 1}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

а) $U = E \cdot d$

$qE = ma$

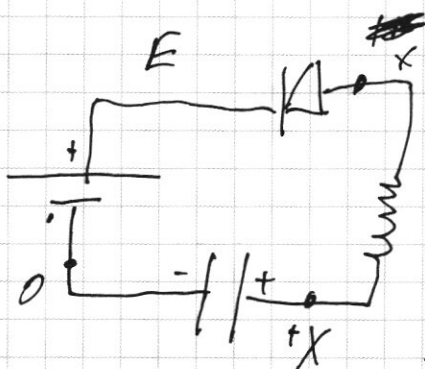
$\Rightarrow E = \frac{m}{q} \cdot a = \frac{a}{q} = \frac{v_1^2}{1,6 \cdot 10^{-19}}$

$U = \frac{v_1^2}{1,6 \cdot 10^{-19}} \cdot d$ ← Ответ 2

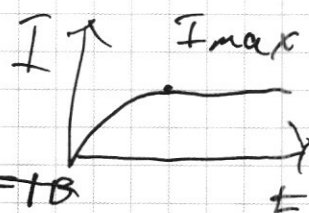
б) $3CE$

$E \pi + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2}$

н 4.



$N = I \cdot U$



$E - X = IR$

$I_{max} ? \quad X = 2R \quad X - E = -IR$
 $X = 4$

3CE

~~$$\frac{CU_1^2}{2} = \frac{CX^2}{2} + \frac{LI_{max}^2}{2}$$~~

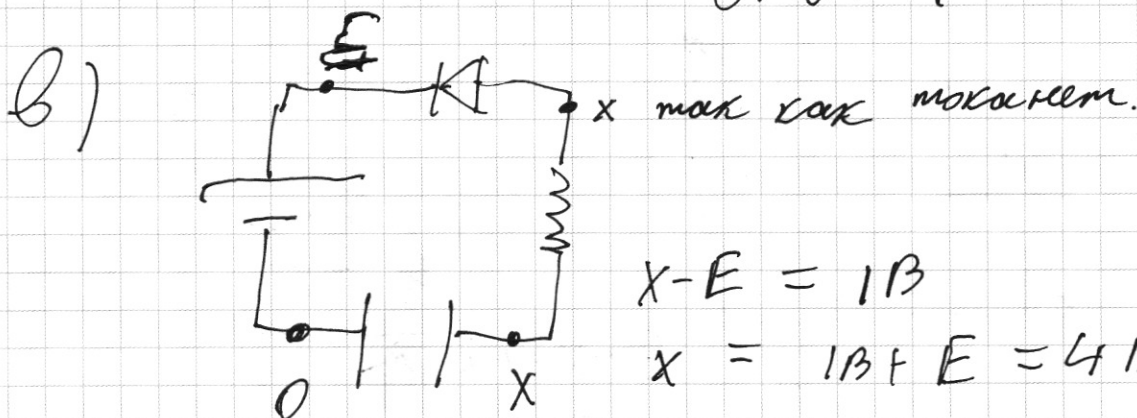
~~$$\sqrt{\frac{CU_1^2 - CX^2}{L}} = I_{max} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-6} \cdot 20}{0,2}}$$~~
~~$$= \sqrt{\frac{400 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-1}}} = \sqrt{200 \cdot 10^{-5}} = \sqrt{20} \cdot 10^{-2} \text{ A.}$$~~

α) $LI' = \mathcal{E}$
 $I' = \frac{\Delta I}{\Delta t}$

$\mathcal{E} = U_1 - E = 3 \text{ В}$

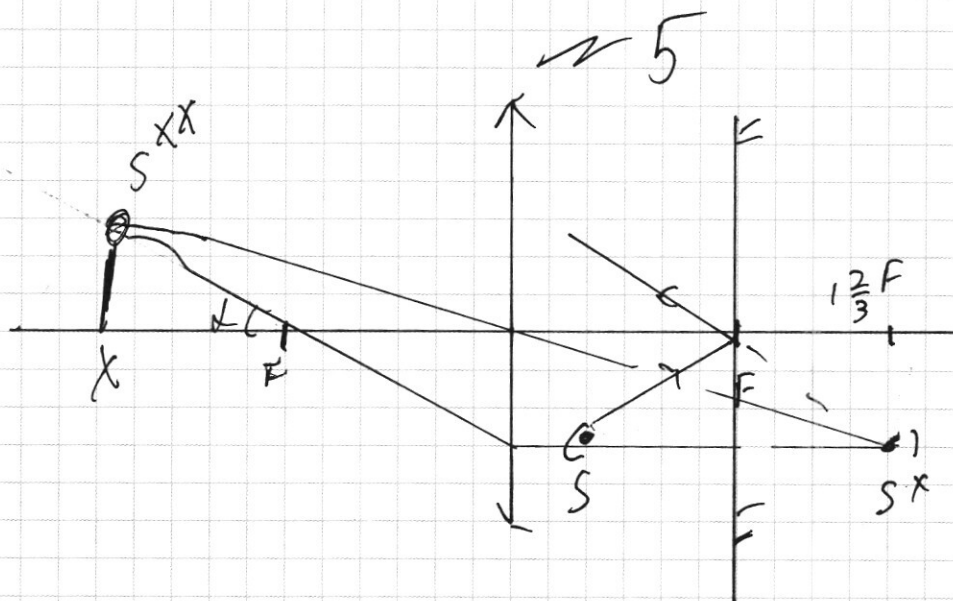
$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\mathcal{E}}{L} = \frac{3}{0,2} = 15 \frac{\text{А}}{\text{с.}}$

Ответ 1 ↗



Ответ 3. установится на конденсаторе напряжение 4 В.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



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

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

$S^{2 \times K}$ - комплексная
измеряет.

$$\frac{\frac{2}{3}}{\frac{5 \cdot F}{3}} = \frac{1}{x} = \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{5F} = \frac{0.4}{F} \neq \text{ZB}$$

$X = 2,5 F \leftarrow \text{Orbital m}$

5) $\cos \alpha = \frac{XF}{5^{xx} F}$ $\text{Eg } \alpha = \frac{XS^{xx}}{XF}$

$$S^{xx} F = X F$$

$$= 0,8 F \quad \text{ergo} \quad = \frac{0,8 F}{2,5 F} = \left[\frac{8}{25} \right] \leftarrow \text{0 mrem}$$

$$2V = V_1 \quad V_1 \text{ скорость } S^{\text{хх}}$$

$$V_2 - \text{ скорость } S^{\text{хх}}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \Gamma^2$$

$$\Gamma = \frac{8}{10} \cdot \frac{15}{8} = 1,5$$

$$\Gamma^2 = 2,25$$

$$V_2 = V_1 \cdot 2,25 = 2V \cdot 2,25$$

ответ ↗

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Handwritten work on graph paper showing thermodynamic calculations and diagrams.

Top Left: $F = qE$, $a = \frac{F}{m}$

Top Center: A diagram of a thermodynamic cycle on a p-V diagram with points 1, 2, 3. Arrows indicate the direction of the cycle.

Top Right: $CP = \frac{5}{2}R$, $Q = CV$

Middle Left: $0.8J = S$, $\frac{V_1}{V_2}$

Middle Center: A diagram of a thermodynamic cycle on a p-V diagram with points 1, 2, 3. Arrows indicate the direction of the cycle.

Middle Right: $Q = \Delta U + A$, $1 - \frac{\Delta U}{Q} = \eta$

Bottom Left: $\eta = \frac{A}{Q_+}$, $\eta = \frac{A_{12} + A_{31}}{Q_+}$

Bottom Center: $\eta = \frac{3}{2} R \Delta T + \frac{PV}{Q}$

Bottom Right: $\eta = \frac{P + KP}{2} \cdot (KV - V)$

Far Bottom Right: $\eta = \frac{(KP - P)(KV - V)}{2PV(K-1)}$

Far Bottom Left: $\eta = \frac{A}{Q_+}$

$$\frac{H}{D}$$

$$Q = \frac{3}{2} R +$$

$$\frac{L \Delta I}{4t} = \varepsilon$$

$$\frac{4I}{4t} = \frac{\varepsilon}{L}$$

$$\frac{q}{\Delta t^2} = I$$

$$\frac{L V_1}{2} = \frac{C U_2^2}{2} - \frac{L I_{max}}{2}$$

$$- q E \Delta t = \frac{L}{4t}$$

