

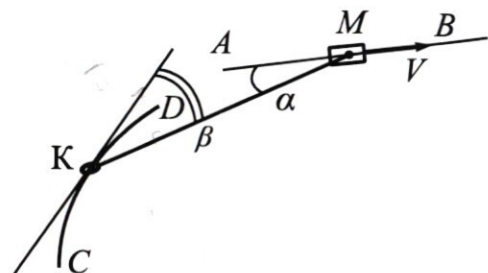
Олимпиада «Физтех» по физике, (

Класс 11

Вариант 11-02

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

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.



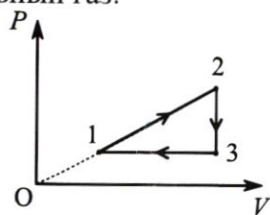
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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.

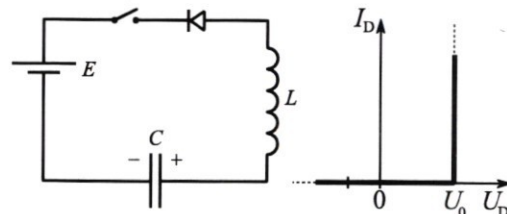
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке,

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.

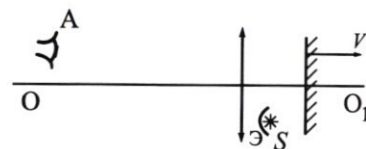


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

1 ДАНО:

$$v = 40 \text{ см/с}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$R = 1.7 \text{ м}$$

$$l = \frac{17}{15} R$$

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

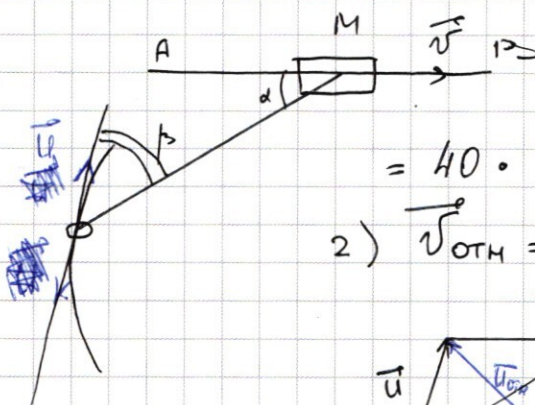
$$\beta (\cos \beta = \frac{8}{17})$$

1) u - ?

2) $u_{отн}$ - ?

3) T - ?

Решение

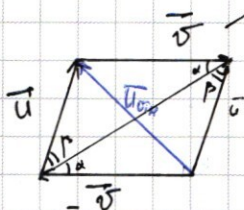


$$1) u \cos \beta = v \cos \alpha$$

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

$$= 40 \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{17}{8} = 51 \text{ см/с}$$

$$2) \vec{v}_{отн} = \vec{v}_{абс} - \vec{v}_{ск}$$



$$u_{отн}^2 = u^2 + v^2 - 2uv \cos(\alpha + \beta)$$

$$u_{отн} = \sqrt{51^2 + 40^2 - 2 \cdot 51 \cdot 40 \cdot \left(\frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} \right)} =$$

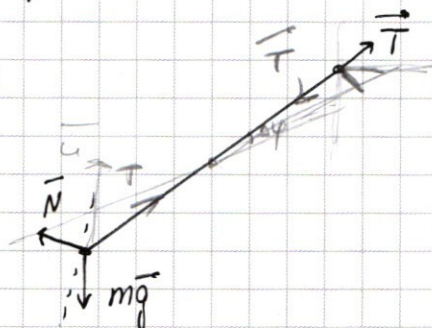
$$= \sqrt{5929}$$

$$u_{отн}^2 = u^2 + v^2 + 2uv \cos(\alpha + \beta)$$

$$u_{отн} = \sqrt{51^2 + 40^2 + 2 \cdot 51 \cdot 40 \cdot \left(\frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} \right)} =$$

$$= \sqrt{2473}$$

3)



$2T \Delta x = m a$ Метод виртуальных перемещений.

Ответ: 1) $u = 51 \text{ см/с}$ 2) $u_{отн} = \sqrt{5929}$

2 Дано:

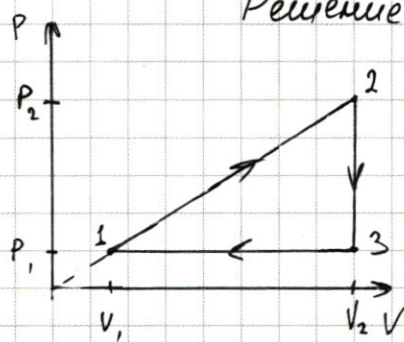
$$i = 3$$

1) $\frac{C_{M1}}{C_{M2}} = ?$

2) $\frac{Q}{A_{\text{возд}}} = ?$

3) $\eta = ?$

Решение



1) 2-3: $V = \text{const} \Rightarrow \frac{P}{T} = \text{const}$ и

$P \downarrow \Rightarrow T \downarrow$

3-1: $P = \text{const} \Rightarrow \frac{V}{T} = \text{const}$ и

$V \downarrow \Rightarrow T \downarrow$

1-2: $PR = \text{const} \Rightarrow \frac{PV}{T} = \text{const}$ и

$PV \uparrow \Rightarrow T \uparrow$

$$C_{M1} = C_{1-3} = \frac{i}{2} R + R = \frac{i+2}{2} R$$

$$C_{M2} = C_{2-3} = \frac{i}{2} R$$

$$\frac{C_{M1}}{C_{M2}} = \frac{(i+2)R \cdot 2}{iR} = \frac{5}{3}$$

2) $Q_{12} = \Delta U_{12} - A_{\text{возд}}$

$$\Delta U_{12} = \frac{i}{2} PR (T_2 - T_1) = \frac{i}{2} P_2 V_2 - \frac{i}{2} P_1 V_1 =$$

$$= \frac{i}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$A_{\text{возд}} = \Delta(PV) = P_2 V_2 - P_1 V_1$$

$$\frac{Q_{12}}{A_{\text{возд}}} = \frac{\Delta U_{12} - A_{\text{возд}}}{A_{\text{возд}}} = \frac{\Delta U_{12}}{A_{\text{возд}}} - 1 = \frac{i}{2} \frac{(P_2 V_2 - P_1 V_1)}{(P_2 V_2 - P_1 V_1)} - 1 = \frac{3}{2} - 1 = \frac{1}{2}$$

3) $\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} = 1 - \frac{Q_X}{Q_H}$

max η при $Q_{H \text{ max}}$ и $Q_{X \text{ min}}$.

Ответ: 1) $\frac{C_{M1}}{C_{M2}} = \frac{5}{3}$

2) $\frac{Q}{A_{\text{возд}}} = 0.5$

3 Дано:

$$d \ll a$$

$$v_1$$

$$0.2d$$

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

1) $T = ?$

2) $U = ?$

3) $\omega_0 = ?$

Решение

1) $\int m v_1 - 0 = q E \cdot T$

1) $\frac{(1)}{(2)}: \frac{1}{v_1} = \frac{T}{2 \cdot 0.8d} \quad T = \frac{1.6d}{v_1}$

(2) $\frac{m v_1^2}{2} = q E \cdot 0.8d$

2(1): $v_1 = f \frac{U}{d} \cdot \frac{1.6d}{v_1}$

$$U = \frac{v_1^2}{f \cdot 1.6} = \frac{5 v_1^2}{8 f}$$

3) на $\infty \quad \varphi = 0. \quad \omega_0 = \frac{m v_0^2}{2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Отв.: 1) $T = \frac{1.6d}{v_1}$ 2) $U = \frac{5}{8} \frac{v_1^2}{d}$

4 Дано:

$\mathcal{E} = 3\text{ В}$

$C = 20\text{ нкФ}$

$U_1 = 6\text{ В}$

$L = 0.2\text{ Гн}$

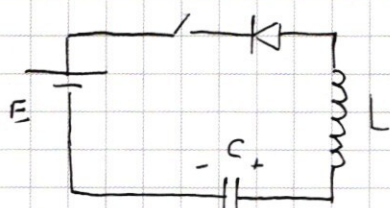
$U_0 = 1\text{ В}$

1) $\frac{\Delta I}{\Delta t} - ?$

2) $I_{\max} - ?$

3) $U_2 - ?$

Решение



$I_0 =$

$q_0 = C U_1$

1) $U_1 - \mathcal{E} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{U_1 - \mathcal{E}}{L} = \frac{6 - 3}{0.2} = \frac{3 \cdot 10}{2} = 15$

2) $I_{\max} \Rightarrow U_L = 0 \quad U_0 = 1\text{ В} \quad \mathcal{E} = 3\text{ В} \Rightarrow$

$U_C = U_1 - U_0 - \mathcal{E} = 6 - 3 - 1 = 2\text{ В}$

$\frac{C U_C^2}{2} = \frac{L I_{\max}^2}{2} \quad C U_C^2 = L I_{\max}^2$

$I_{\max} = U_C \sqrt{\frac{C}{L}} = 2 \sqrt{\frac{20 \cdot 10^{-6}}{0.2}} = 2 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0.02\text{ А}$

3) $U_2 = U_C = 2\text{ В}$

Отв.: 1) $15 \frac{\Delta I}{\Delta t} = 15$

2) $I_{\max} = 0.02\text{ А}$

3) $U_2 = 2\text{ В}$

5 дано:

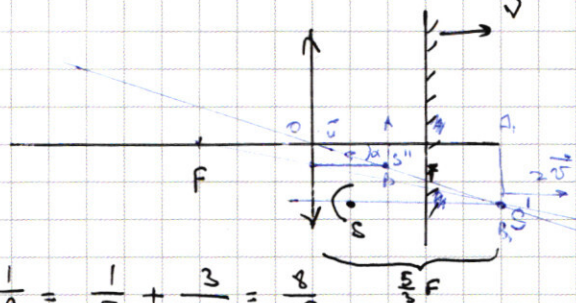
$$\frac{F}{8F} \\ \frac{15}{F} \\ \frac{3}{5}$$

1) f - ?

2) α - ?

3) u - ?

Решение



1) S' - изображение S

2) зеркало - именовое

$$2) \frac{1}{F} = -\frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} + \frac{3}{8F} = \frac{8}{8F}$$

$$f = \frac{5}{8}F$$

2) $\triangle OAB \sim \triangle OA_1B_1$

$$\tan \alpha = \frac{A_1B_1}{OA_1} = \frac{8F}{15} \cdot \frac{3}{8F} = \frac{8}{25}$$

$$3) \text{ так } AB = A_1B_1, \frac{OA}{OA_1} = \frac{8F}{15} \cdot \frac{3}{8} \cdot \frac{3}{8F} = \frac{3F}{15} \cdot \frac{F}{5}$$

$$\Gamma = \frac{H}{l} = \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{8F}{15} \cdot \frac{5}{F} = \frac{8}{3}$$

$$\Gamma^2 = \frac{2U}{u \cos \alpha} \Rightarrow u \cos \alpha = \frac{2U}{\Gamma^2} \Rightarrow u = \frac{2U}{\Gamma^2 \cos \alpha} =$$

$$= \frac{2U \cdot 9 \cdot \sqrt{689}}{64 \cdot 25} = \frac{9\sqrt{689}U}{800}$$

$$\text{Ответ: 1) } f = \frac{5}{8}F \quad 2) \alpha = \arctg \frac{8}{25}$$

$$3) u = \frac{9\sqrt{689}}{800}U.$$

~~Сделано~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1 Дано:

5 Дано:

F

$\frac{\delta F}{\delta r}$

F

1) $f - ?$

2)

Решение

Решение

изобразим объект. пусть

$$\angle = \frac{h-1}{h} h$$

$$1) \frac{1}{F} = -\frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} + \frac{3}{5F} = \frac{8}{5F}$$

$$f = \frac{5}{8} F$$

$$\frac{AB}{A, B} = \frac{DA}{DA}$$

$$\begin{array}{r} + 625 \\ 64 \\ \hline 689 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 32 \\ 25 \\ \hline 160 \\ 64 \\ \hline 800 \end{array}$$

4 Дано:

$C = 3 \text{ В}$

$C = 20 \text{ мкФ}$

$U_1 = 6 \text{ В}$

$L = 0.2 \text{ Гн}$

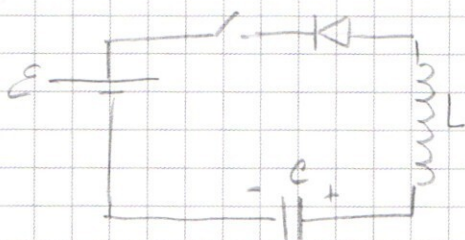
$U_0 = 1 \text{ В}$

1) $U - ?$

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

3) $U_2 - ?$

Решение



$$1) U = \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$I_0 =$$

2 Дано:
 $P(V)$

$i = 3$

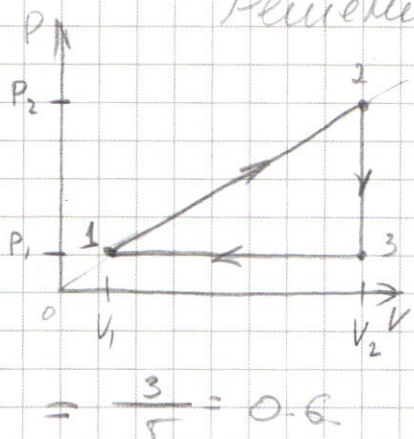
1) $\frac{C_{M1}}{C_{M2}} - ?$

2) $\frac{Q}{A} - ?$

3) $y_{\text{max}} - ?$

Решение

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = 0 - ?$$



1) 1-3 $T \downarrow$

2) 3-1 $T \downarrow$

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

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

$$+ R \cdot \frac{i+2}{2} R$$

$$\frac{C_v}{C_p} = \frac{iR}{2} \cdot \frac{2}{(i+2)R} = \frac{i}{i+2}$$

$$= \frac{3}{5} = 0.6$$

2)

$$Q = \Delta U$$

Работа МДВ изотерм равна ①

$$Q = \Delta U - A_{\text{изот}}$$

$$\frac{\Delta U - A_{\text{изот}}}{A_{\text{изот}}} = \frac{\Delta U}{A_{\text{изот}}} - 1 = \frac{\frac{C}{2} R \Delta T}{-2 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{8}{40} \cdot \frac{36}{85}}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 36 \\ \times 48 \\ \hline 288 \\ 144 \\ \hline 1728 \end{array}$$

$$\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} =$$



Дано:

$$v = 40 \text{ см/с}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$R = 1.5 \text{ м}$$

$$C = \frac{15}{8} R$$

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

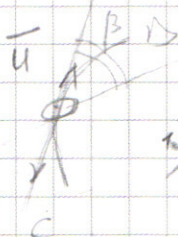
$$\beta (\cos \beta = \frac{4}{5})$$

1) U_k - ?

2) $v_{\text{ком}}$ - ?

3) T - ?

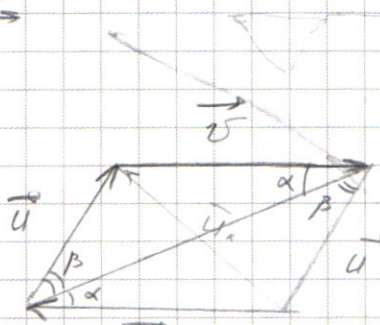
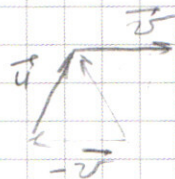
Решение



$$u \cos \beta = v \cos \alpha \quad \text{т.к. } v \text{ и } u \text{ лежат на одной прямой}$$

$$u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = 40 \cdot \frac{3}{4} = \frac{120}{4} = 30 \text{ см/с}$$

2) $\vec{v}_{\text{ком}} = \vec{v}_{\text{отн}} + \vec{v}_{\text{скл}} \quad \vec{v}_{\text{отн}} = \vec{v}_{\text{ком}} - \vec{v}_{\text{скл}}$



$$\vec{v}_{\text{отн}} = \vec{v}_{\text{ком}} - \vec{v}_{\text{скл}}$$

$$\begin{array}{r} 60 \\ - 289 \\ \hline 311 \end{array}$$

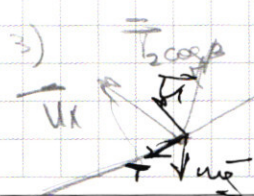
$$u_x^2 = u^2 + v^2 - 2uv \cos(\alpha + \beta)$$

$$u_x^2 = 51^2 + 40^2 - 2 \cdot 51 \cdot 40 \cdot \left(\frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} \right) =$$

$$= 51^2 + 40^2 - 2 \cdot 40 \cdot 51 \left(\frac{24}{85} - \frac{60}{85} \right) = 51^2 + 40^2 + 2 \cdot 40 \cdot 51 \cdot \frac{36}{85} =$$

$$= 51^2 + 40^2 + 2 \cdot 36 \cdot 24 = 5929$$

$$u_x = \sqrt{5929} = 77$$



мотор. виф. парашел.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3 DARIO'

$$a \gg d$$

25

0.2 d

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

1) $T = ?$

2) 4 - ?

3) $250 \cdot 10$

Решение



$$\frac{mv_1^2}{2} +$$

$$\Delta p = F \cdot \Delta t$$

$$0 - m\vec{v}_{1,0} = q' E \cdot \Delta t$$

$$E = \frac{U}{d}$$

$$-m \frac{dv}{dt} = -q \frac{dV}{dt} \cdot \Delta t$$

$$m v_i = q \frac{U}{d} \Delta t$$

$$\frac{mv^2}{2} - 0 = qE \cdot 0.2d$$

$$\frac{(1)}{(2)} : \frac{1}{v_1} = \frac{\Delta t}{2 \cdot 0.8 \text{ d}}$$

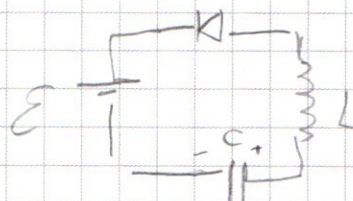
$$\Delta t = \frac{1.6d}{v_1} - 0.76$$

~~$$U = v_1 = \frac{q}{m} \frac{U}{d} \cdot \frac{1.6 \text{ eV}}{v_1} = \frac{U \cdot 1.6}{v_1}$$~~

$$\frac{v_1^2}{f \cdot 1.6} = 4 - 0.5$$

$$3) \quad 4 \equiv 9$$

$$\frac{\ln 5.2}{2}$$



I was

$$U = 0$$

$$a_{10} = 2u_1$$

1)

$$Q = \Delta U - A_{\text{возд}}$$

$$\frac{\Delta U - A_{\text{возд}}}{A_{\text{возд}}} = \frac{\Delta U}{A_{\text{возд}}} - 1$$

$$\Delta U = Q = \Delta U + A = \frac{i}{2} \nu R \Delta T + \Delta(PV) =$$

$$= \Delta(PV) = P \Delta V = \Delta P V$$



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)

