

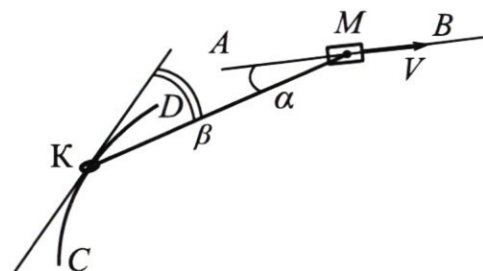
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

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

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.



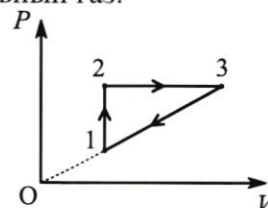
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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.

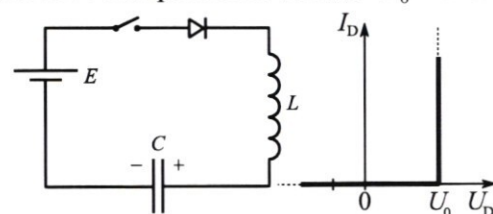
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ 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.

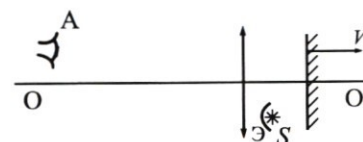


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

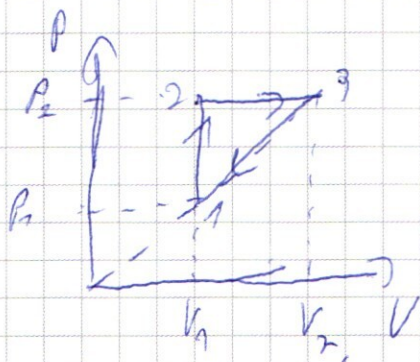
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

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



№ 2
обозначения: P_1 - давление в Т. 1,
 V_1 - объем в Т. 1, T_1 - Темп
в Т. 1.
 P_2 - давление в Т. 2, V_2 - объем
в Т. 3, T_2 - Темп в Т. 2,
 T_3 - Темп. в Т. 3.

Тогда $Q_{12} = C_{12} \cdot \Delta(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \Delta R (T_2 - T_1)$ C_{12} - мольн.
теплоемкость
в промеж 1-2.

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

$Q_{23} = C_{23} \cdot \Delta(T_3 - T_2) = \frac{5}{2} \Delta R (T_3 - T_2)$ C_{23} - мольн.
теплоемкость
в промеж 2-3.

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

по ур. 10

мембранно-
клетчатка

$$\begin{aligned} P_1 V_1 &= \Delta R T_1 \\ P_2 V_1 &= \Delta R T_2 \end{aligned} \Rightarrow T_2 > T_1, \text{ в промеж 1-2} \quad \text{Темп. повыш.}$$

$$P_2 V_1 = \Delta R T_2$$

$$P_2 V_2 = \Delta R T_3$$

$$P_2 V_2 = \Delta R T_3$$

$$P_1 V_1 = \Delta R T_1$$

В кон. 9) $\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3}{5}$

в створ. приу. 2-3, найти $\frac{Q_{23} \text{ (кал/с)}}{A_{23} \text{ (под. Гол/с)}}$

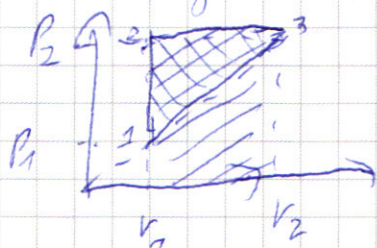
$$Q_{23} = \frac{5}{2} \gamma R (T_3 - T_2)$$

$$A_{23} = p \cdot \Delta V = \gamma R \Delta V \quad p \cdot \Delta V = \gamma R \Delta V \quad \text{по } V \cdot \gamma \quad \text{м-к.}$$

$$A_{23} = \gamma R \Delta V (T_3 - T_2)$$

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5 \gamma R (T_3 - T_2)}{2 \gamma R (T_3 - T_2)} = \frac{5}{2}$$

найти η цикла, через площадь S_1 - от
гиперболической и площади S_2 - под графиком.



S_2 - S_2

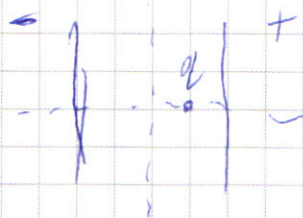
S_1 - S_1

$$\eta = \frac{S_1}{S_2} = \frac{\frac{1}{2} (P_2 - P_1) (V_2 - V_1)}{P_2 \cdot (V_2 - V_1)} =$$

$$= \frac{P_2 - P_1}{2 P_2} = \frac{1}{2} - \frac{P_1}{P_2}$$

$\max(\eta)$ будет при $P_2 \rightarrow \infty$, тогда $\eta \rightarrow \frac{1}{2}$.

ответ: 1) $\frac{3}{5}$;
2) $\frac{1}{2}$;
3) $\frac{1}{2}$;
N3



у точки конденсатора
есть только две оси
симметрии, на которых

мог находиться заряд, одна параллельно
плоскости обкладок, а другая перпендикулярно.

т.к. расстояние от полож. заряда обкладки

$L_1 = 0,25 d$, $L_1 < \frac{1}{2} d$, он мог располагаться
только на оси, перп. плоск. обкладок.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Т.к. обкладки это сетки, то, исходя из гипотезы ои пролетит из конденсатора, на него будет дей- сила $F = E \cdot q$, где E - поле внутри конденсатора. Тогда он будет двигаться равномерно (т.к. нет других сил) с ускор a .

для равномерного движения тогда:

$$d = L_1 = \frac{aT^2}{2} \quad a = \frac{2(2-1)}{T^2} = \frac{2 \cdot 0,45^2}{T^2} = \frac{1,5}{T^2}$$

$$V_1 = a \cdot T = 1,5 \frac{d}{T}$$

Тогда 2-й закон Ньютона для заряда, при движении в поле конденсатора:

$$m \cdot a = F = E \cdot q \quad E_{\text{конд.}} = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \quad \text{где } \epsilon_0 - \text{диэлектрич. проницаемость вакуума.}$$

$$m \cdot a = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot q = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \gamma \cdot m$$

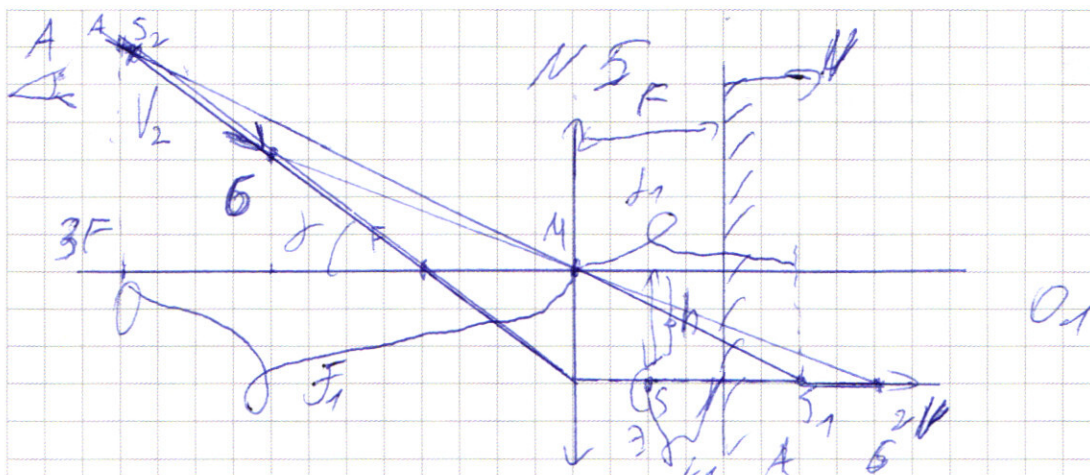
$$Q = \frac{a \cdot \epsilon_0 S}{\gamma} = \frac{1,5 \frac{d}{T^2} \cdot \epsilon_0 S}{\gamma}$$

Т.к. за обкладками поля не будет

1 при сложении по троб. суперпозиции.

$$\text{В обл. 1: } \frac{-Q}{2\epsilon_0 S} + \frac{Q}{2\epsilon_0 S} = 0. \quad \text{То заряд не будет действоват}$$

Тогда $V_2 = V_1$ Ответ: 1) $1,5 \frac{d}{T}$; 2) $\frac{1,5 \cdot \epsilon_0 S}{T^2 \gamma}$; 3) $1,5 \frac{d}{T}$; ϵ_0 - диэлектрич. проницаемость вакуума.



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

пусть расстояние

от м-ти линзы = f_1 .

Тогда расстояние d_1 — это расстояние от м-ти линзы до изображения S_1 источника S в зеркале. (h_1 — раст от м-ти до зеркала)

$$\text{Тогда } d_1 = F + h_1 = F + \frac{F}{2} = \frac{3}{2} F$$

Тогда по формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} \Rightarrow f_1 = \frac{d_1 \cdot F}{d_1 - F} = \frac{\frac{3}{2} F \cdot F}{\frac{3}{2} F - F} = 3F$$

Короткое промежуточное изображение $S_2, -h_2$

будет направлено по оси, проходящей через точку с линзой и до тех пор, пока не выйдет из точки на линзе, ниже O_1 , как т. К. ~~направление~~ обозначу вектор кор. изобр., он будет $\parallel O_1 O_2$, т.к. зеркало $AB \parallel O_1 O_2$, поэтому кор. лучи для точки Космич

каждой этой вектора (ТА и ТБ) будут направлены к O_1 , как потом пройдут через левый фокус (они да А и Б единички)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) Через точку пересечения линзы и OO_1 - и
тогда, т.к. центр кривизмы вправо, луч через
центр ~~так же~~ еще через и ~~пересечет~~
пересечет первый объектный луч ниже,
чем луч, параллельный по точкам на
вспомогательной, но из точки А. Тогда
 V_2 будет на луче, проходящем через
левый фокус и точку В прав. линзы,
которая выше OO_1 над Н (т.к. это
луч как в начале идет под OO_1 , $\Rightarrow$ перевен
линзу ~~назад~~ под в точке С коорд - h
по оси линзы. Тогда $\cos \gamma = \frac{F}{\sqrt{F^2 + h^2}} = \frac{F}{\sqrt{F^2 + \frac{9}{16} F^2}} =$
 $= \frac{F}{\frac{5}{4} F} = \frac{4}{5}$

Теперь найду $I_1(t) : I_1(t) = \frac{3}{2} F + 2Vt$,
 где V — скорость движения зеркала от того
 момента, когда зеркала подают F от лампы.
 $2V$ т.к. перейдя в с.о. с каждой зерка,
 30 ~~см~~ толк зеркала T_1 будет двук со скор V ,
 т.к. сам. двук со скор V в др. сторону.
 перейдя в лев. с.о. в том. сам. направлении, скор $S_1 = 2V$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$Q_n = \frac{9}{2} k_1 \cdot (E - P_1) + \frac{5}{2} k_2 (k_2 - k_1) \sqrt{1 - \frac{v_2^2}{c^2}}$

$A_n = \frac{R^2}{4} (v_2 - v_1)^2$

$M v_1^2 + m v_2^2 = C$

$P = k \cdot v$

$\frac{\Delta x}{\Delta t} = v_1$

$A_n = k v_2^2 - k v_2 v_1 + \frac{k}{2} v_1^2 = \frac{k}{2} v_2^2$

$P \cdot v = P \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} \cdot [k] = \frac{P}{v}$

$A_{23} = P_2 \cdot \Delta l = P_1 = k \cdot v_1 \cdot \frac{k}{2} v_2^2 + \frac{k}{2} v_1^2 = \frac{k}{2} v_2^2$

$P_2 = k \cdot v_2 - k v_2 v_1 = \frac{k}{2} v_2^2$

$R \cdot \Delta \varphi = \Delta C = k_2 \cdot \Delta t$

$A_n = 2 R \Delta T_2 - P_2 \cdot \Delta l$

$A_{31} = \int_{v_2}^{v_1} P \cdot \Delta l = \int_{v_2}^{v_1} k \cdot v \cdot \Delta l = \frac{k}{2} v_1^2 - \frac{k}{2} v_2^2 = \frac{k}{2} (v_1^2 - v_2^2)$

$\frac{v_2^2}{R} + N_1 = T_0 \sin \beta$

$Q_n = \frac{3}{2} 2 R \Delta T_1 + \frac{5}{2} 2 R \Delta T_2$

$\Delta T_1 + \Delta T_2 = -\Delta T_3 \cdot \frac{C_V}{C_P} = -\frac{3}{5} \Delta T_3$

$Q = C_V \Delta T_1 = \frac{3}{2} 2 R \Delta T_1$

$L_V = \frac{3}{2} R$

$P_2 - P_1 = k v_2 - k v_1$

$Q = C_P \Delta T_2 = P \cdot \Delta l + \frac{3}{2} 2 R \Delta T_2 = \frac{5}{2} 2 R \Delta T_2$

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

$\frac{C_V}{C_P} = \frac{3 R \cdot 2}{2 \cdot 5 R} = \frac{3}{5}$

$\frac{Q_P}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} 2 R \Delta T_2}{2 R \Delta T_2} = \frac{5}{2}$

$$Q_n = K(k_2 - k_1) \left(\frac{3}{2} v_1 + \frac{5}{2} v_2 \right)$$

$$A_n = \frac{K}{v_1} (v_2 - v_1)^2$$



$$v_2/v_1$$

$$v_1 = K P_1 \quad v_2 = K_1 \frac{P_2}{P_1}$$

$$v_2 = K P_2$$

$$\frac{A_n}{Q_n} = \frac{K(k_2 - k_1)}{4 \left(\frac{3}{2} v_1 + \frac{5}{2} v_2 \right)}$$

$$= \frac{K(k_2 - k_1)}{6v_1 + 10v_2} = 1 - \frac{v_2 - v_1}{6v_1 + 10v_2}$$

$$\frac{v_1 \left(\frac{P_2}{P_1} = 1 \right)}{v_1 \left(6 + 10 \frac{P_2}{P_1} \right)} = \frac{\frac{P_2 - P_1}{P_1}}{\frac{6P_1 + 10P_2}{P_1}} = \frac{P_2 - P_1}{6P_1 + 10P_2}$$

$$P_1 = K v_1$$

$$P_2 = K v_2$$

$$P_2 \cdot v_1 = \gamma R T_2 = \gamma K v_1 v_2$$

$$P_2 \cdot v_1 = \gamma R T_2 = \gamma K v_1 v_2$$

$$P_2 v_2 = \gamma R T_3 = K \cdot v_2^2$$

$$m \cdot d = F = q \cdot E = q \cdot \frac{Q}{E \cdot S}$$

$$d = \gamma \cdot \frac{Q}{60S}$$

$$R = \frac{d \cdot 60S}{8}$$

$$A_n = \frac{1}{2} \Delta V \cdot \Delta P$$

$$d = \Delta V \cdot P_2$$

$$\eta = \frac{A_n}{Q_3} = \frac{\Delta P}{2P_2} = \frac{P_2 - P_1}{2P_2} = \frac{1}{2} = \frac{P_1}{2P_2}$$

$$\eta_{max} = \frac{1}{2}$$



$$\frac{Q}{m} = \gamma$$

$$v = \frac{2L}{T}$$

$$v = v \cdot T$$

$$U \geq E \cdot d$$

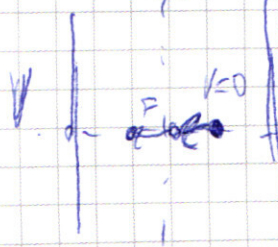
$$E_{not-2} = A = F \cdot L = F \cdot 0.75d$$

$$E = \frac{Q}{S}$$

$$F = E \cdot q$$

$$A = \int_{-\infty}^{\infty} F \cdot dx = F \cdot x \Big|_{-\infty}^{\infty} = F \cdot x$$

$$L = \frac{dT^2}{2} \quad d = \frac{2L}{T^2}$$



Т.к. вылетом перм. Скорости, максимальное поле = 0, $v_1 = v_2$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Handwritten solution on grid paper for a physics problem involving forces, velocity, and distance.

Diagram: A horizontal force F is applied to a mass m on a horizontal surface. The mass moves a distance h to the right. A vertical force F is also shown acting downwards from the mass. A velocity vector v is shown pointing to the right.

Equations and Calculations:

$$f(t) = F \cdot \frac{\frac{3}{2}F + 2Vt}{\frac{1}{2}F + 2Vt}$$

$$d(t) = \frac{3}{2}F + 2Vt$$

Оно верно + подм. 8 т.о.

$$\frac{dx}{dt} = 2V$$

$$\frac{1}{f_1} = F + \frac{F}{2} = \frac{3}{2}F$$

$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{d_1} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d_1} = \frac{d_1 - F}{d_1 \cdot F}$$

$$f_1 = \frac{d_1 \cdot F}{d_1 - F} = \frac{3F^2}{2(\frac{1}{2}F)}$$

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

$$t_{82} = \frac{h}{F} \cos \alpha = \frac{F}{F \cdot \sqrt{2}}$$

$$f(t) = F \cdot \frac{\frac{3}{2}F + 2Vt}{\frac{1}{2}F + 2Vt} = F \cdot \frac{3F + 4Vt}{F + 4Vt}$$

$$\frac{df}{dt} = \frac{F \cdot 4V - (3F + 4Vt) \cdot 4V}{(F + 4Vt)^2} = \frac{4V(F - 3F - 4Vt)}{(F + 4Vt)^2} = \frac{-8V(F + Vt)}{(F + 4Vt)^2}$$

$$f'(t) = F \cdot 4V \cdot \frac{1}{(F + 4Vt)^2} + \dots$$

$$f(t) = \frac{d(t) \cdot F}{d(t) - F}$$

$$\dot{f}(t) = \frac{4FV}{F+4Vt} = \frac{4FV(3F+4Vt)}{(F+4Vt)^2} =$$

$$= \frac{12F^2V + 16V^2Ft - 12F^2V - 16V^2Ft}{(F+4Vt)^2} = \frac{0}{(F+4Vt)^2}$$

Найти $\dot{f}(0) = \frac{-8F^2V}{F^2} = -8V$ т.к. $f \downarrow$,

и по модулю: $8V$

$$V_H = \frac{\dot{f}}{\cos \alpha} = \frac{8V}{F} \sqrt{F^2 + h^2}$$

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

$$F^2 + \frac{9F^2}{16} = \frac{25F^2}{16}$$



или $V_H \cdot \cos \alpha = \dot{f}$

$$V_H = \frac{8V \cdot 5F}{F \cdot 4} = 10V$$