

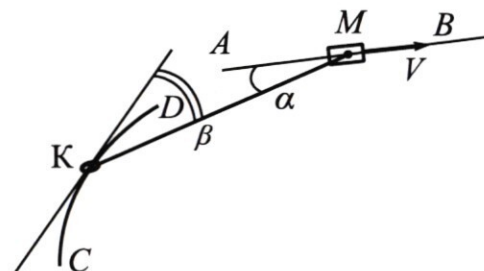
Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

Вариант 11-03

Класс 11

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложения бланка задания не принимаются.

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.



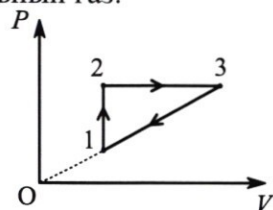
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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?

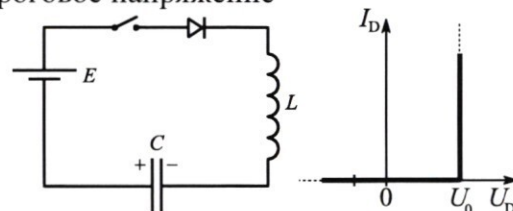
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

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.

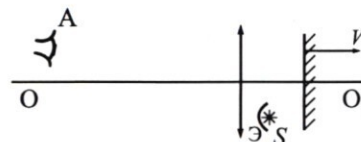


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

№ 1

Дано

$$V = 34 \text{ м/с}$$

$$m = 0,3 \text{ кг}$$

$$R = 0,53 \text{ м}$$

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

$$\cos \alpha = 15/17$$

$$\cos \beta = 3/5$$

1) V_k

2) V'

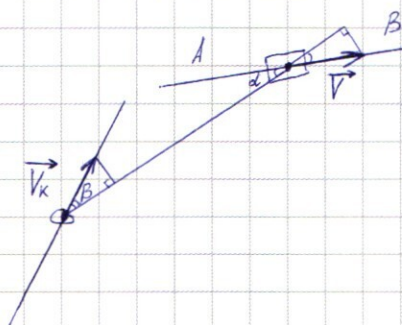
3) T

Решение

V_k — скорость камня в данный момент времени

V' — скорость камня относительно муфты

T — сила натяжения нити в данный момент

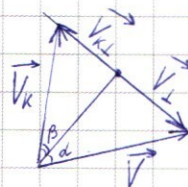


1) Так как проволока нерастяжима, проекция скорости муфты и камня по её направлению, т.е.

$$V \cos \alpha = V_k \cos \beta$$

$$V_k = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = V \cdot \frac{25}{17} = 50 \text{ (м/с)}$$

2) Так как проекции скоростей на проволоку одинаковы, то относительная скорость камня определяется разностью скоростей камня и муфты, перпендикулярными проволоке:

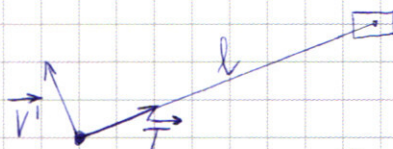


$$\vec{V}' = \vec{V}_k - \vec{V}, \quad V' = V_{k\perp} + V_{\perp} = V_k \sin \beta + V \sin \alpha$$

$$V' = V \cos \alpha \tan \beta + V \sin \alpha = \frac{28}{17} V = 56 \text{ (м/с)}$$

$$\sin \alpha = \frac{8}{17}, \quad \tan \beta = \frac{4}{3}$$

3) Перейдем в систему отсчета (инерциальную), движущуюся со скоростью $\vec{V}$, т.е. систему отсчета, связанную с лодкой. Так как сила — инвариантная величина, то сила натяжения нити в данной системе отсчета равна таковой в лабораторной системе отсчета.



$$T = ma = m \frac{V'^2}{l} = m \frac{V'^2 \cdot 4}{5R} = 0,3 \cdot 4 \cdot \frac{56^2}{10^4 \cdot 5 \cdot 0,53}$$

$$T \approx 0,134 \text{ (Н)}$$

Ответ: 1) 50 (см/с); 2) 56 (см/с); 3) 0,134 (Н)

№ 2

Решение

1) $\frac{c_1}{c_2} = ?$

2) $\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = ?$

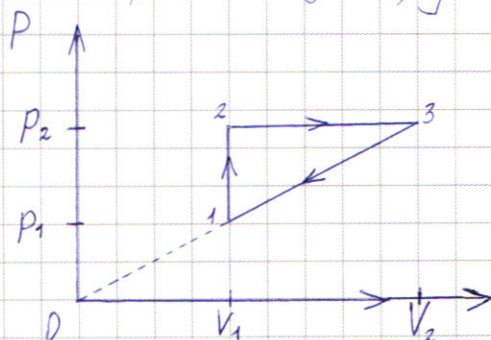
3) $\eta_{\text{MAX}} = ?$

c_1 — молярная теплоемкость на участке 1-2

c_2 — молярная теплоемкость на участке 2-3

ΔU — изменение внутр энергии газа

A — работа газа, η — КПД цикла



T_1 — темп. газа в т. 1

T_2 — темп. газа в т. 2

T_3 — темп. газа в т. 3.

1) $Q = c \Delta T \Rightarrow c = \frac{Q}{\Delta T}$

$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \delta R \Delta T_{12}, c_1 = \frac{3}{2} R$

$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = p_2 (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} \delta R \Delta T_{23}$

Так как $p_2 V_2 = \delta R T_3, p_2 V_1 = \delta R T_2$, то

$A_{23} = \delta R (T_3 - T_2) = \delta R \Delta T_{23}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3

Дано

$$d; 0,3d; S$$

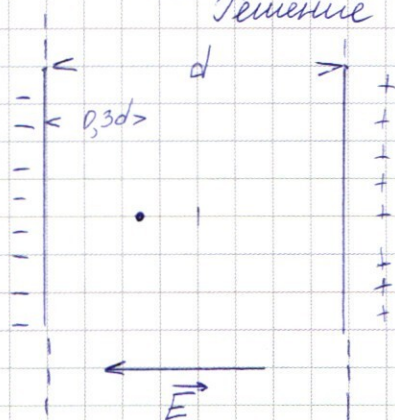
$$V_1, \gamma = \frac{|q|}{m}$$

1) T

2) Q

3) V_2

Решение



Поле между пластинами явл. суперпозицией полей, создаваемых каждой пластиной

$$E = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} \cdot 2 = \frac{Q}{\epsilon_0 S}, \quad E - \text{напряженность поля конденсатора}$$

$$1) \vec{F} = \vec{E} \cdot (-q) = -\vec{E}|q| = -\frac{Q|q|}{\epsilon_0 S}$$

$$\vec{F} = m\vec{a}, \quad \text{т.е.}$$

$$\vec{a} = -\frac{Q|q|}{\epsilon_0 S m} = -\frac{Q\gamma}{\epsilon_0 S}$$

$$0,5d - 0,3d = \frac{aT^2}{2}$$

$$T = \sqrt{\frac{0,4d}{a}} = \sqrt{\frac{0,4d\epsilon_0 S}{Q\gamma}} = \frac{d}{10V_1} \sqrt{56} \quad (\text{см. пункт 2})$$

2) Потенциал в центре $\varphi = 0$, т.к. поле однородно, то $\varphi_0 = -E \cdot 0,2d = -\frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot 0,2d$

$$W_0 = \varphi_0 \cdot (-|q|) = \frac{Qq \cdot 0,2d}{\epsilon_0 S} \quad - \text{начальн. энергия частицы}$$

$$W = 0,5 \cdot E d \cdot (-|q|) = -\frac{Qq \cdot 0,5d}{\epsilon_0 S} \quad - \text{потенциальная энергия частицы при вылете}$$

$$\text{Пока } Q_{23} = \nu R \Delta T_{23} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}$$

$$c_2 = \frac{Q_{23}}{\nu \Delta T_{23}} = \frac{5}{2}$$

$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{3 \cdot 2}{2 \cdot 5} = \frac{3}{5} \dots$$

$$2) \quad \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23}, \quad A_{23} = \nu R \Delta T_{23} \text{ (см. пункт 1)}$$

$$\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{3}{2}$$

$$3) \quad \eta = \frac{A}{Q}, \text{ где } A - \text{ работа газа за цикл,}$$

Q - количество полученной теплоты

На участке 3-1 газ отдаст теплоту, значит

$$Q = Q_{12} + Q_{23} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + p_2 (V_2 - V_1) = \frac{3}{2} (p_2 V_1 - p_1 V_1) +$$

$$+ \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_2 V_1) + p_2 (V_2 - V_1)$$

$$\text{Поскольку } \frac{p_2}{V_2} = \frac{p_1}{V_1}, \text{ то}$$

$$Q = \frac{3}{2} V_1 p_1 \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right) + \frac{3}{2} \frac{p_1 V_2}{V_1} (V_2 - V_1) + \frac{p_1 V_2}{V_1} (V_2 - V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} p_1 (V_2 - V_1) + \frac{5}{2} p_1 \frac{V_2}{V_1} (V_2 - V_1) = \frac{p_1 (V_2 - V_1)}{2 V_1} (3 V_1 + 5 V_2)$$

$$A = \frac{p_2 - p_1}{2} \cdot (V_2 - V_1) = \frac{p_1}{2} \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right) (V_2 - V_1) = \frac{p_1 (V_2 - V_1)^2}{2 V_1}$$

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{p_1 (V_2 - V_1)^2 \cdot 2 V_1}{2 V_1 \cdot p_1 (V_2 - V_1) (3 V_1 + 5 V_2)} = \frac{V_2 - V_1}{3 V_1 + 5 V_2}$$

$$\text{Пусть } k = \frac{V_1}{V_2}, \quad \eta = \frac{1-k}{3k+5}, \quad \eta(k) - \text{убывающая функция}$$

$$k \rightarrow 0, \quad \eta \rightarrow \frac{1}{5} = 20\%$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Закон сохранения энергии:

$$W_0 = W + \frac{mV_1^2}{2}$$

$$\frac{0,2 Q q d}{\epsilon_0 S} = - \frac{0,5 d Q q}{\epsilon_0 S} + \frac{m V_1^2}{2}$$

$$\frac{0,7 Q q d}{\epsilon_0 S} = \frac{m V_1^2}{2} \rightarrow Q = \frac{m V_1^2 \epsilon_0 S}{1,4 q d} = \frac{V_1^2 \epsilon_0 S}{1,4 q d}$$

3) На бесконечно большом расстоянии от конденсатора потенциальная энергия взаимодействия частицы и поле равна нулю. Значит по ЗСЭ:

$$\frac{0,2 Q q d}{\epsilon_0 S} = \frac{m V_2^2}{2}$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{0,4 Q q d}{\epsilon_0 S m}} = \sqrt{\frac{0,4}{m} \cdot \frac{m V_1^2}{2 \cdot 0,7}} = V_1 \sqrt{\frac{2}{7}}$$

Ответ: 1) $\sqrt{\frac{0,4 d \epsilon_0 S}{Q q}} = \frac{\sqrt{56} d}{10 V_1}$; 2) $\frac{V_1^2 \epsilon_0 S}{1,4 q d}$; 3) $\sqrt{\frac{2}{7}} V_1$

№ 5

Дано

Решение

F, V

1) y

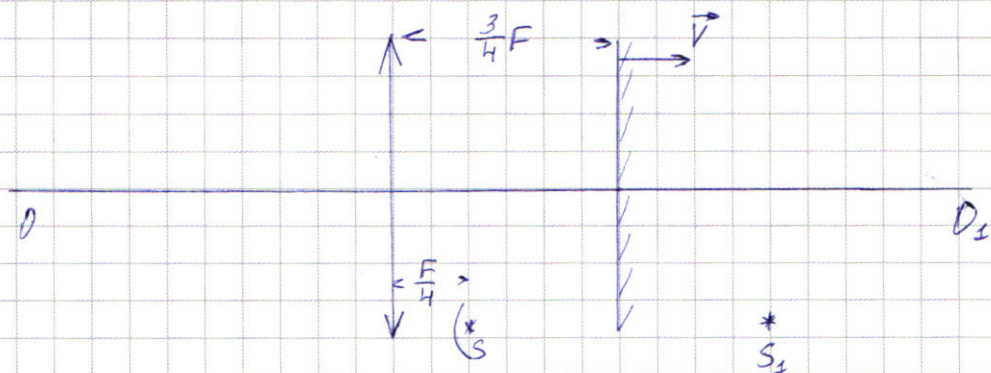
2) $f(d)$

3) $V_{из}$

X - расстояние от источника S до линзы, $X = \frac{F}{4}$

X' - расстояние от изобр. в зеркале до линзы

y - расстояние от изобр. в системе от линзы



1) S_1 - изображение шт. в зеркале, $x' = \frac{3}{4}F + \left(\frac{3}{4}F - \frac{F}{4}\right) = \frac{5}{4}F$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{x'} + \frac{1}{y}, \quad y = \frac{Fx'}{x' - F} = 5F$$

2) Для начала найдем составляющие скорости изображения, перпендикулярные и параллельные OO_1 .

Поскольку $\Gamma = \frac{H_{из}}{H} = \frac{y}{x}$, $H_{из}$ - расст. от изображения до OO_1 ,

H - расст. от S_1 до OO_1 , $H = \frac{3F}{4}$

$$H_{из} = H \cdot \frac{F}{x' - F}$$

$$V_{из\perp} = \frac{dH_{из}}{dt} = HF \cdot \frac{-v_1}{(x' - F)^2} = -\frac{v_1 HF}{(x' - F)^2}, \quad v_1 - \text{скорость } S_1$$

Поскольку скорость зеркала V , то $v_1 = 2V$

$$V_{из\perp} = -\frac{2VHF}{(x' - F)^2} = -\frac{2VHF \cdot 16}{F^2} = -\frac{32VH}{F} = -32V \cdot \frac{3}{4} = -24V$$

(минус означает, что $V_{из\perp}$ направлена к OO_1)

$$y = \frac{Fx}{x - F}, \quad V_{из\parallel} = \frac{dy}{dt} = F \frac{2V(x' - F) - 2xV}{(x' - F)^2} = -\frac{2F^2V}{(x' - F)^2} = -32V$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{V_{из\perp}}{V_{из\parallel}} = \frac{3}{4}$$

$$3) \quad V_{из} = \sqrt{V_{из\perp}^2 + V_{из\parallel}^2} = 40V$$

Ответ: 1) $5F$; 2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4}$; 3) $40V$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано

$$E = 6 \text{ В}$$

$$C = 40 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 2 \text{ В}$$

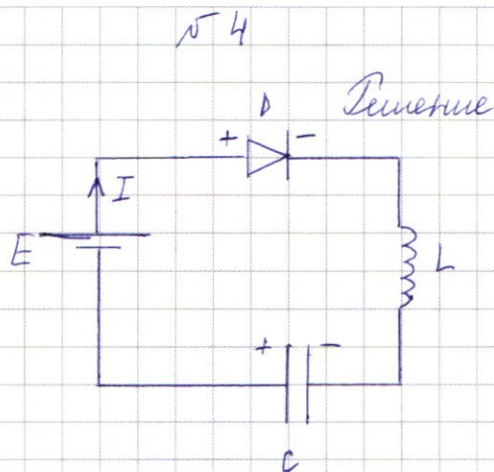
$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$1) \frac{dI}{dt}$$

$$2) I_{\text{MAX}}$$

$$3) U_2$$



1) сразу после замыкания ключа напряжение на диоде

$$U_D = U_0 = 1 \text{ В}$$

Тогда $E + U_1 - U_0 = U_K$ — напряжение на катушке

$$U_K = 7 \text{ (В)}$$

$$E = -L \frac{dI}{dt} = -U_K \cdot \frac{dI}{dt} = \frac{U_K}{L} = \frac{E + U_1 - U_0}{L} = 70 \left(\frac{\text{А}}{\text{с}} \right)$$

2) Максим. ток через катушку течет, когда $U_K = 0$,
тогда $U_C = U_0 - E = -5 \text{ (В)}$ — конденсатор перезарядится

Начальн. заряд конденсатора $q_0 = CU_1$

Конечный: $q = C(U_0 - E)$

$$A_{\text{ист.}} = E \Delta q = E \cdot (q_0 - q) = EC(U_1 + E - U_0)$$

$$\Delta W_{\text{конт.}} = \frac{C(E - U_0)^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

По ЗСЭ: $A_{\text{ист.}} = \Delta W_{\text{конт.}} + \frac{LI_{\text{MAX}}^2}{2}$

$$EC(U_1 + E - U_0) = \frac{C(E - U_0)^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} + \frac{LI_{\text{MAX}}^2}{2}$$

$$I_{\text{MAX}} = \frac{1}{\sqrt{L}} \sqrt{2EC(U_1 + E - U_0) + CU_1^2 - C(E - U_0)^2}$$

$$I_{\text{MAX}} = \sqrt{\frac{C}{L}} \cdot \sqrt{(U_1 + E)^2 - U_0^2} \approx 8 \cdot 10^{-2} \sqrt{7} \approx 0,159 \text{ (А)} \approx 0,16 \text{ (А)}$$

$$3) \quad U_{\text{конт}} = \frac{q}{C}$$

$$U_{\text{кат}} = L \frac{dI}{dt}$$

$$U_D = E + |U_{\text{кат}}| - U_{\text{конт}}$$

$$Eq = \frac{CU^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

$$q = C(U_1 + U)$$

$$ECU_1 + ECU = \frac{CU^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

$$2EU_1 + 2EU = U^2 - U_1^2$$

$$U^2 - 2EU - U_1^2 - 2EU_1 = 0, D = 4E^2 + 4(U_1^2 + 2EU_1)$$

$$U = \frac{2E + \sqrt{4E^2 + 4(U_1^2 + 2EU_1)}}{2} = E + \sqrt{E^2 + U_1^2 + 2EU_1}$$

$$U = 2E + U_1 = 14 \text{ (В)}$$

Ответ: 1) $40 \left(\frac{\text{А}}{\text{с}}\right)$; 2) $0,16 \text{ А}$; 3) 14 (В) .

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$M, V = 34 \text{ см/с}$
 $m = 0,3 \text{ кг}$
 $R = 0,53 \text{ м} \quad l = \frac{5R}{4}$
 $\cos \alpha = 15/17$
 $\cos \beta = 3/5$

1) V_k
2) V'
3) T

$T = m \frac{V^2}{R}$
 $T \sin \beta = m \frac{V_k^2}{R}$
 $V_k = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = V \cdot \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 3} = \frac{25}{17} \cdot 34 = 50 \text{ см/с}$

$V'^2 = V_k^2 + V^2 - 2 V_k V \cos(\beta + \alpha)$
 $\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{15^2}{17^2}} = \frac{8}{17}$
 $\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$
 $\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{15}{17} \cdot \frac{3}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{4}{5} = \frac{45 - 32}{85} = \frac{13}{85}$

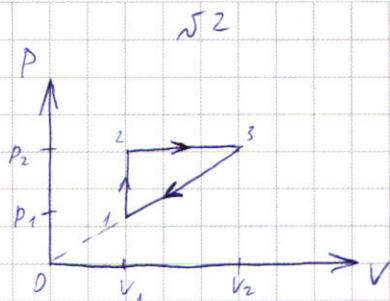
$V'^2 = 34^2 + 50^2 - 2 \cdot 34 \cdot 50 \cdot \frac{13}{85} = 1156 + 2500 - 4 \cdot 13 \cdot 10 = 3136 = 56^2$
 $V' = 56 \text{ см/с}$

$T = m \frac{V^2}{R} = 0,3 \cdot \frac{34^2}{0,53} = 392 \cdot 2 = 784 \text{ Н}$

$$1) \frac{C_1}{C_2} = ?$$

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

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



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

$$pV = \alpha T$$

$$\frac{\Delta T}{V^2} = \text{const} \quad T \downarrow$$

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

$$Q_{12} = \Delta U = \frac{3}{2} \Delta T \quad C_1 = \frac{3}{2} R$$

$$Q_{23} = p \Delta V + \Delta U = \Delta T + \frac{3}{2} \Delta T = \frac{5}{2} \Delta T, \quad C_2 = \frac{5}{2} R$$

$$f(k) = \frac{1-k}{5+3k}$$

$$f'(k) = \frac{-(5+3k) - 3(1-k)}{(5+3k)^2} = \frac{-5-3k-3+3k}{(5+3k)^2} = \frac{-8}{(5+3k)^2}$$

$$5+3k = 3(k+1)$$

$$Q = \frac{3}{2} \Delta T (T_2 - T_1) + \frac{3}{2} \Delta T (T_3 - T_2) + p_2 (V_2 - V_1)$$

$$f(k) = \frac{1-k}{5+3k}$$

монотонно

$$k \rightarrow 0, \quad y \rightarrow 100\%$$

$$A = p_2 (V_2 - V_1) + \int_1^2 p dV = p_2 (V_2 - V_1) + \frac{p_1 + p_2}{2} (V_1 - V_2)$$

$$\frac{p_1 + p_2}{2} \cdot (V_1 - V_2)$$

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2}$$

$$\frac{p_1 V_2}{V_1} (V_2 - V_1) + \frac{p_1 (V_1 + V_2)}{2 V_1} (V_1 - V_2)$$

$$\frac{p_1 V_2}{V_1} (V_2 - V_1) + \frac{p_1 + \frac{p_1 V_2}{V_1}}{2} (V_1 - V_2)$$

$$\frac{p_1}{V_1} (V_2 - V_1) \left(V_2 - \frac{V_1 + V_2}{2} \right) = \frac{p_1}{V_1} (V_2 - V_1) \cdot \frac{V_2 - V_1}{2} = \frac{p_1 (V_2 - V_1)^2}{2 V_1}$$

$$Q = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) + \frac{5}{2} (p_2 V_2 - p_2 V_1) = \frac{5}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 - p_2 V_1$$

$$\frac{5}{2} \frac{p_1 V_2^2}{V_1} - \frac{3}{2} p_1 V_1 - p_1 V_2 = p_1 \left(\frac{5}{2} \frac{V_2^2}{V_1} - \frac{3}{2} V_1 - V_2 \right) = \frac{p_1}{V_1} \left(\frac{5}{2} V_2^2 - \frac{3}{2} V_1^2 - V_1 V_2 \right)$$

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

$$p_2 (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{p_1 V_2}{V_1} (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} p_1 \left(\frac{V_2^2}{V_1} - V_1 \right)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$y = \frac{A}{Q}, \quad A = p_2(V_2 - V_1) + \frac{p_1 + p_2}{2}(V_1 - V_2) \quad \frac{p_2}{V_2} = \frac{p_1}{V_1}$$

$$Q = \frac{3}{2} V_1 (p_2 - p_1) + \frac{p_1 V_2}{V_1} (V_2 - V_1) + \frac{p_1 + \frac{p_1 V_2}{V_1}}{2} (V_1 - V_2)$$

$$\frac{3}{2} p_2 (V_2 - V_1) + p_2 (V_2 - V_1) + \frac{p_1 V_2}{V_1} (V_2 - V_1) + \frac{p_1 (V_1 + V_2)}{2 V_1} (V_1 - V_2)$$

$$\frac{3}{2} V_1 p_1 \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right) + \frac{5}{2} \frac{p_1 V_2}{V_1} (V_2 - V_1) \quad \frac{p_1}{V_1} (V_2 - V_1) \left(V_2 - \frac{V_1}{2} - \frac{V_2}{2} \right) = \frac{p_1}{V_1} (V_2 - V_1) \frac{V_2 - V_1}{2}$$

$$\frac{A}{Q} = \frac{\frac{3}{2} p_1 (V_2 - V_1) + \frac{5}{2} \frac{p_1 V_2}{V_1} (V_2 - V_1)}{\frac{p_1 (V_2 - V_1)}{2} \left(3 + 5 \frac{V_2}{V_1} \right)} \quad A = \frac{p_1 (V_2 - V_1)^2}{2 V_1}$$

$$\frac{p_1 (V_2 - V_1)^2}{2 V_1 p_1 (V_2 - V_1) (3 V_1 + 5 V_2)} = \frac{V_2 - V_1}{3 V_1 + 5 V_2} = \frac{1 - \frac{V_1}{V_2}}{3 \frac{V_1}{V_2} + 5}$$

$$p_1 V_1 = \alpha T_1$$

$$p_2 V_2 = \alpha T_2$$

$$p_2 V_2 = \alpha T_3$$

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{V_1}{V_2} \rightarrow 0 \quad y = \frac{1}{5} = 20\%$$

$$d, 0.3d \quad V_1 \quad y = \frac{|q|}{m}$$

$$1) T \quad Q = \frac{\epsilon_0 S V_1^2}{1.4 d}$$

$$2) Q \quad T = \int_0^{0.4} \frac{d \epsilon_0 S V_1^2}{F V_1^2}$$

$$3) V_2 \quad \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{m V_2^2}{2}$$

$$Q = \frac{m V_2^2 \epsilon_0 S}{1.4 q d}$$

$$Q = \frac{q F}{\epsilon_0 S}$$

$$T = 2 \sqrt{\frac{\epsilon_0 S d}{10 q F}}$$

$$W_0 = + \frac{Q^2 d}{\epsilon_0 S}$$

$$W_k = \frac{m V_1^2}{2} - \frac{0.5 Q d q}{\epsilon_0 S}$$

$$\varphi = E \cdot 0.2 d = \frac{0.2 Q d}{\epsilon_0 S}$$

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \quad F = E q = - \frac{Q q}{\epsilon_0 S}$$

$$F = m a, \quad T = \sqrt{\frac{2 S}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0.2 d \epsilon_0 S}{q F}}$$

$$\frac{0.2 Q d q}{\epsilon_0 S} = \frac{m V_1^2}{2}$$

$$E = 6 \text{ В}$$

$$C = 40 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 2 \text{ В}$$

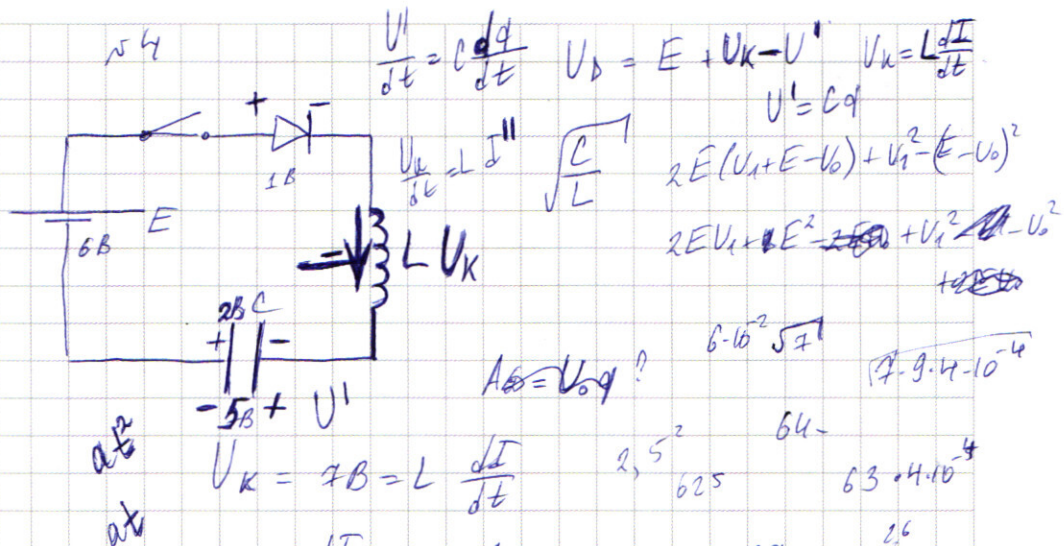
$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$1) \frac{dI}{dt} = ?$$

$$2) I_{\text{MAX}}$$

$$3) U_2$$



$$U_K = 7 \text{ В} = L \frac{dI}{dt}$$

$$1) \frac{dI}{dt} = 70 \text{ А/с}$$

$$I_{\text{MAX}}, \frac{dI}{dt} = 0, U_K = 0$$

$$2) I_{\text{MAX}} = \frac{2EC(U_1 + E - U_0)}{L} + \frac{C(E - U_0)^2}{L} + \frac{C U_1^2}{L}$$

$$\Delta q_c = C(U_1 + U_2), U_2 = E - U_0$$

$$\frac{12 \cdot 4 \cdot 10^{-5}}{10^{-1}} \cdot 7 - \frac{4 \cdot 10^{-5}}{10^{-1}} \cdot 25 + \frac{4 \cdot 10^{-5}}{10^{-1}} \cdot 4$$

$$A = EC(U_1 + U_2) = EC(U_1 + E - U_0)$$

$$W_{0c} = \frac{C U_1^2}{2}, W_{0c} = \frac{C(E - U_0)^2}{2}$$

$$U_n = 32 \text{ В}$$

$$A = \Delta W + \frac{L I_{\text{MAX}}^2}{2}$$

$$12 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 10^{-4} - 10^2 \cdot 10^{-4} + 16 \cdot 10^{-4}$$

$$336 - 100 + 16 = 252 \cdot 10^{-4} = 0,025 \approx 25 \text{ (мА)}$$

$$U_n = -\frac{2FV}{(x-F)^2}$$

$$3) U_2 = 5 \text{ В}$$

$$V' = \sqrt{V_n^2 + V_1^2} = \sqrt{32^2 + 24^2} \text{ В}$$

$$\frac{3F}{4} \text{ от } 001$$

$$\frac{F}{4} \text{ от } \text{минус}$$

$$g: \frac{3F}{4} \text{ от } \text{минус } V$$

$$1) y = ? 5F$$

$$2) d = ?$$

$$y = \frac{Fx}{x-F} = \frac{F \cdot \frac{5F}{4}}{\frac{F}{4}} = 5F$$

$$F = \frac{xy}{x+y}, F = \frac{Hu}{h} = \frac{y}{x} = \frac{F}{x-F}$$

$$x = \frac{3}{4}F + \frac{2F}{4} = \frac{5F}{4} = 24 \text{ В}$$

$$\frac{dHu}{dt} = Fh, dHu =$$

$$\frac{dHu}{dt} = Fh \frac{1}{(x-F)^2} \cdot 2V$$

$$Hu = \frac{Fh}{x-F} = \frac{Fh}{x-F}$$

$$V_1 = \frac{-Fh \cdot 2V}{(x-F)^2 \cdot 2V} = \frac{-Fh \cdot 16 \cdot 2V}{F^2 \cdot 2V} = -\frac{32hV}{F}$$