

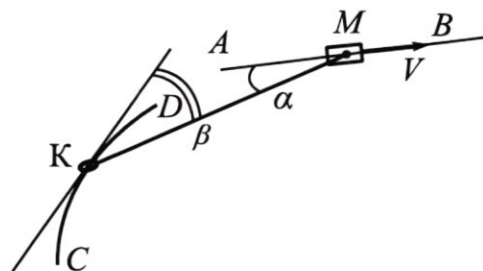
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-02

Класс 11

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

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.



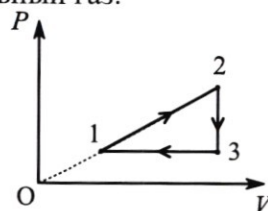
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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 $\frac{q}{m} = \gamma$.

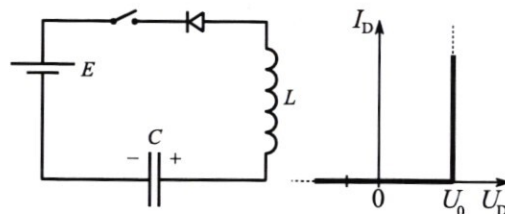
- 1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.
- 2) Найдите напряжение U на конденсаторе.
- 3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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.

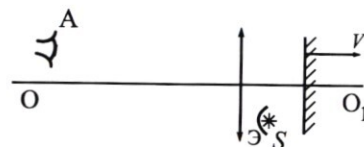


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

Дано:

d ;

$d_1 = 0,2 d$;

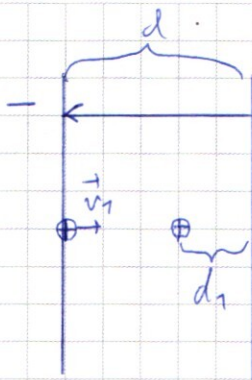
$\frac{e}{m} = j$;

v_1 ;

T - ?

U - ?

v_0 - ?



3.

$$1) d - d_1 = \frac{v_1^2}{2a}; a = \frac{v_1^2}{2(d-d_1)j};$$

Заряд движется по направлению к "+" обложке, поэтому замедляется.

(звучит тонкая) $0 = v_1 - aT$;

$$T = \frac{v_1}{a} = \frac{2v_1(d-d_1)}{v_1^2} = \frac{2(d-d_1)}{v_1} = \frac{1,6d}{v_1};$$

$$2) U = Ed$$

Динамическое уравнение для заряда:

$$qE = ma; a = jE, \text{ значит } U = \frac{a}{j} d$$

$$U_3 (1) \Rightarrow U = \frac{v_1^2 d}{2(d-d_1)j} = \frac{v_1^2 d}{1,6dj} = \frac{v_1^2}{1,6j};$$

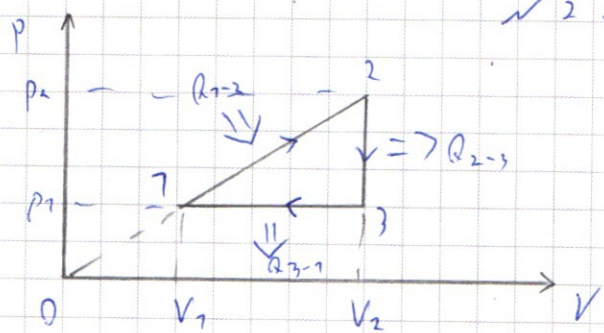
$$3) \text{ ЗСЭ: } \frac{mv_0^2}{2} = W_p; E = \frac{v_1^2}{2j(d-d_1)i};$$

$$W_p = \frac{kqEd_1^2}{kd_1} = qEd_1; v_0 = \sqrt{2jEd_1}$$

$$\text{Подставим } E: v_0 = v_1 \sqrt{\frac{d_1}{d-d_1}} = v_1 \sqrt{\frac{0,2d}{0,8d}} = \frac{v_1}{2}$$

$$\text{Ответ: } T = \frac{1,6d}{v_1}; U = \frac{v_1^2}{1,6j}; v_0 = \frac{v_1}{2}.$$

2.



1) Понижение температуры газа произошло на участках 2-3 и 3-1

$$Q_{3-1} = C_p \Delta T = \nu C_{\mu p} \Delta T;$$

$$Q_{2-3} = C_v \Delta T = \nu C_{\mu v} \Delta T$$

По I з-ну термодинамики: $Q_{2-3} = \Delta U_{2-3} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \nu C_{\mu v} \Delta T$

$$C_{\mu v} = \frac{i}{2} R; \quad \text{где } i=3 \text{ (одноатомный газ)}$$

$$\begin{aligned} Q_{3-1} &= A_{23-1} + \Delta U_{3-1} = p_1 V_1 - p_1 V_2 + \frac{i}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \\ &= \nu R T_1 - \nu R T_3 + \frac{i}{2} (\nu R T_1 - \nu R T_3) = \frac{i+2}{2} (\nu R T_1 - \nu R T_3) = \\ &= \frac{i+2}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \nu C_{\mu p} \Delta T \end{aligned}$$

$$C_{\mu p} = \frac{i+2}{2} R;$$

$$\frac{C_{\mu v}}{C_{\mu p}} = \frac{i}{i+2}; \quad \text{при } i=3 \text{ (одноатомный газ)} \quad \frac{C_{\mu v}}{C_{\mu p}} = \frac{3}{5};$$

2) 1-2: I з-н термодинамики:

$$Q_{1-2} = A_{12-2} + \frac{i}{2} \nu R \Delta T;$$

$$\frac{Q_{1-2}}{A_{12-2}} = 1 + \frac{\frac{i}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)}{A_{12-2}} \quad (\text{с учетом з-на Менделеева - Клапейрона})$$

$$\frac{Q_{1-2}}{A_{12-2}} = 1 + \frac{\frac{i}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)}{\frac{1}{2} (p_1 V_2 + p_2 V_2 - p_1 V_1 - p_2 V_1)}; \quad p = \alpha V, \quad \alpha = \text{const (изотерма)}$$

$$\text{изотерма)} \quad \alpha = \frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2} \Rightarrow p_1 V_2 = p_2 V_1.$$

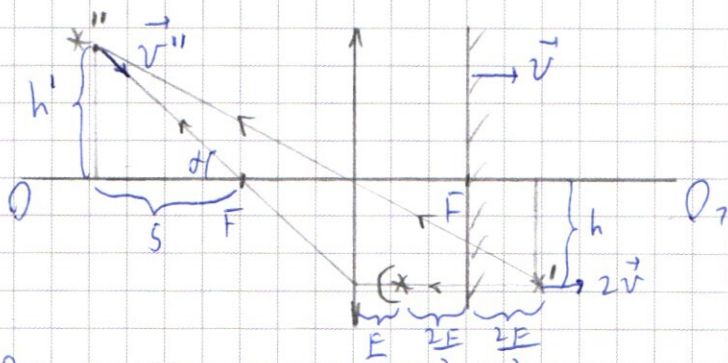
$$\frac{Q_{1-2}}{A_{12-2}} = 1 + \frac{\frac{3}{2}}{\frac{1}{2}} = 4.$$

$$\begin{aligned} 3) \quad \eta &= \frac{A_{1-2}}{Q_{1-2}} \cdot 100\%; \quad \eta = \frac{\frac{1}{2} \Delta V \Delta p}{\frac{1}{2} \Delta V (p_1 + p_2) + \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)} = \\ &= \frac{\frac{1}{2} \Delta p \Delta V}{\frac{1}{2} (p_1 V_2 + p_2 V_2 - p_1 V_1 - p_2 V_1) + \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)} = \frac{\frac{1}{2} \Delta p \Delta V}{2 (p_2 V_2 - p_1 V_1)} = \frac{\Delta p \Delta V}{4 (p_1 + p_2) \Delta V} = \\ &= \frac{\Delta p}{4 (p_1 + p_2)} = \frac{\Delta p \Delta V}{8 p_1 \Delta V + 4 \Delta p \Delta V} = \frac{1}{8 \frac{p_1}{\Delta p} + 4}. \end{aligned}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

η_3 подобная преобразования: $\frac{p_1}{\Delta p} = \frac{V_1}{\Delta V} = k$. Так как ~~поэтому~~ η - максимальный КПД, то $\frac{p_1}{\Delta p}$ - наименьшее. Это произойдет, если $p_1 = 0$; $p_2 \neq 0$, тогда $\eta = \frac{1}{4} = 0,25$

Problem: 1) $\frac{c_{uv}}{c_{up}} = \frac{3}{5}$; 2) $\frac{A_{1-2}}{A_{2-2}} = 4$; 3) $\eta = 25\%$
 $\sqrt{5}$.



2) Изображение источника находится за зеркалом на расстоянии $\frac{2F}{3}$ от него.

По 9-е формуле получим: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$

vgl. $d = \frac{F}{3} + \frac{2F}{3} + \frac{2F}{3} = \frac{5F}{3}$

$$f = \frac{Fd}{d - F} = \frac{F \cdot \frac{5F}{3}}{2F} = \frac{5}{2} F$$

$$2) \quad S = \frac{5}{2} F - F = \frac{3}{2} F$$

линейное увеличение для ~~рас~~ расстояний до m

DD₂: $\Gamma = \frac{h'}{h} = \frac{f}{d} = \frac{\frac{5}{2} F}{\frac{5F}{2}} = \frac{3}{2}$

$$h' = \frac{3}{2} h = \frac{3}{2} \cdot \frac{8F}{15} = \frac{4F}{5}$$

$$t_{gd} = \frac{h'}{S} = \frac{4F}{5} \cdot \frac{2}{3F} = \frac{8}{15}$$

$$\angle = \arctan \frac{8}{15}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$= \sqrt{7 + \left(\frac{\cos \alpha}{\cos \beta}\right)^2 - 2 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \cos(\alpha + \beta)} = 77 \left(\frac{\text{см}}{\text{с}}\right)$$

$$= 40 \sqrt{7 + \left(\frac{3}{5} \cdot \frac{77}{8}\right)^2 - 2 \left(\frac{3}{5} \cdot \frac{77}{8}\right) \cos(\alpha + \beta)} = 77 \left(\frac{\text{см}}{\text{с}}\right)$$

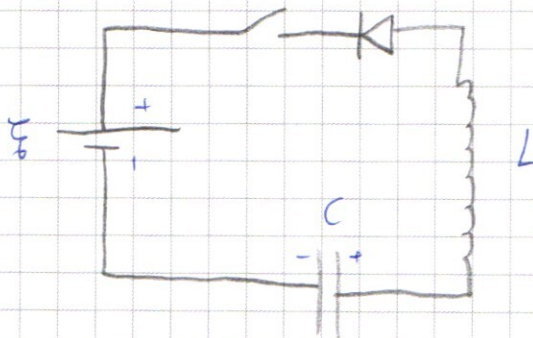
3) По: $T \sin \beta - v = \frac{mv_1^2}{R}$

$$T - v \sin \beta = \frac{mv_{\text{отн}}^2}{R}; \quad T(1 - \sin \beta) = \frac{mv_{\text{отн}}^2}{R} - \frac{mv_1^2}{R} \sin \beta$$

$$T = \frac{m}{R} (v_{\text{отн}}^2 - v_1^2) \frac{\sin \beta}{1 - \sin \beta}$$

Ответ: 1) $v_1 = 57 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; 2) $v_{\text{отн}} = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; 3) $T = \frac{m}{R} (v_{\text{отн}}^2 - v_1^2) \frac{\sin \beta}{1 - \sin \beta}$.

✓4.



1) $\mathcal{E}_L = -L \frac{di}{dt} = -LI'$

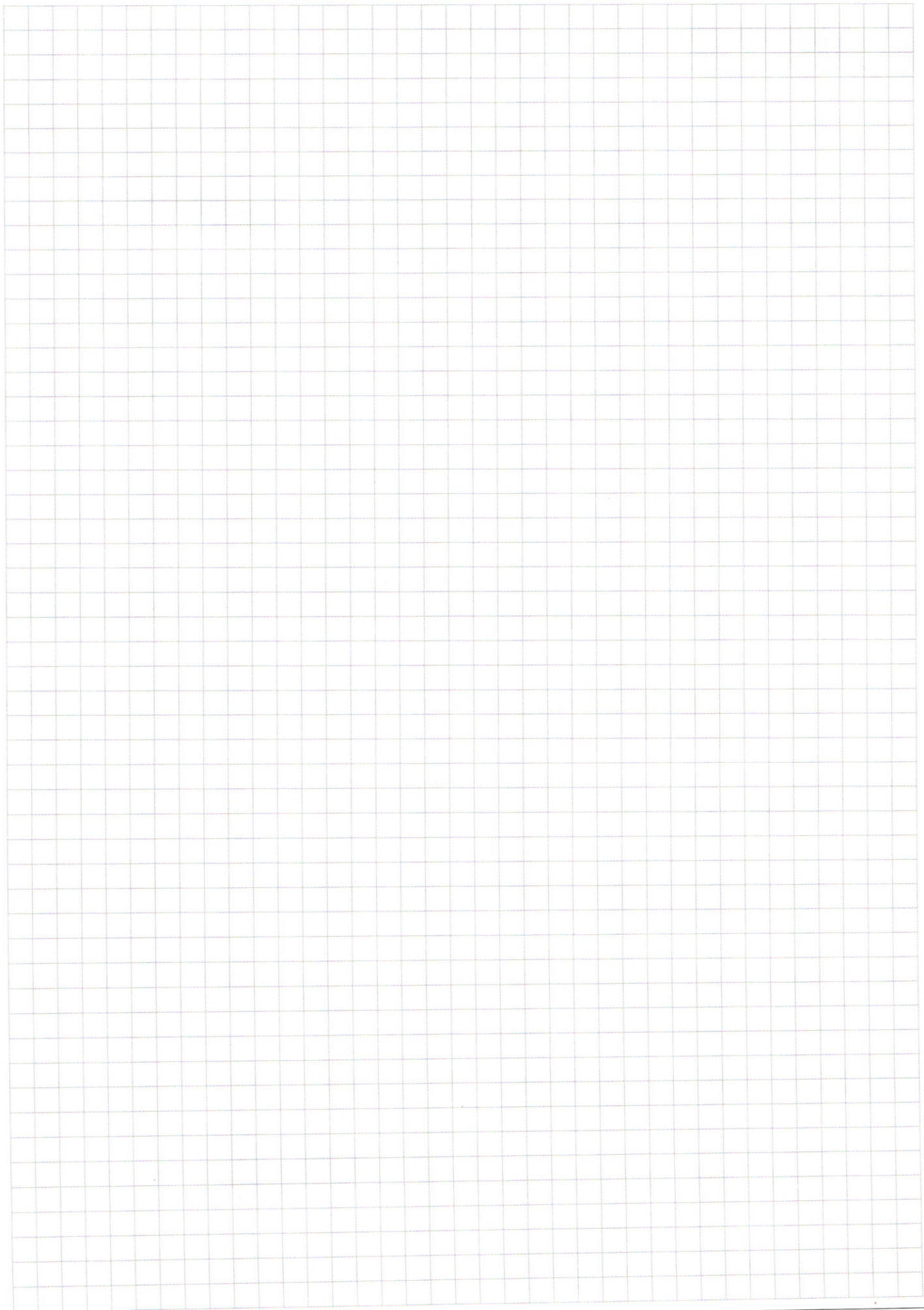
В данный момент ток в катушке не идет. По II правилу Кирхгофа:

$$U_1 - \mathcal{E} - \mathcal{E}_L = 0$$

$$U_1 = \mathcal{E} + L \frac{di}{dt}; \quad \frac{di}{dt} = \frac{U_1 - \mathcal{E}}{L} = \frac{15}{L} \left(\frac{\text{А}}{\text{с}}\right)$$

2) При максимальном токе $U_L = 0$.

Ответ: 1) $\frac{15}{L} \frac{\text{А}}{\text{с}}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) $p = 2V$
($i = 3$)

$2-3$ и $3-1$

$C_{mv} = \frac{i}{2} R$

$C_{mp} = C_{mv} + R = \frac{i+2}{2} R$

$\Delta U = \nu C_{mv} \Delta T$

$Q = \Delta U = \nu C_{mp} \Delta T$

$C_{mv} = \frac{\nu C}{2}$

$C_{mv} = \nu R$

$p_1 \Delta p$

$\frac{C_{mv}}{C_{mp}} = \frac{i}{i+2} = \frac{3}{5}$

$1-2: Q = A_1 + \frac{i}{2} p_1 \Delta T = \frac{i}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$

$A_2 = \frac{1}{2} (V_2 - V_1) (p_1 + p_2)$

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

$p_2 V_2 = p_1 V_1$

$\frac{A}{A_2} = \frac{A_2 + \frac{i}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)}{A_2} =$

$= 1 + \frac{\frac{i}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)}{\frac{1}{2} (p_2 V_2 + p_1 V_1)} = 1 + \frac{\frac{i}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)}{\frac{1}{2} (p_2 V_2 + p_1 V_1)}$

$= 1 + 3 = 4$

$\eta = \frac{A_{2, \text{ч.}}}{Q_{\text{max}}} = \frac{\frac{1}{2} (V_2 - V_1) (p_2 - p_1)}{\frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) + \frac{i}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)} =$

$= \frac{\frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_2 - p_2 V_1 + p_1 V_1)}{2 (p_2 V_2 - p_1 V_1)}$

$d_1 = 0,2d$

$\frac{v_1^2}{2a} = 0,8d = 0,8d = d - d_1$
 $a = \frac{v_1^2}{2 \cdot 0,8d} = \frac{v_1^2}{1,6d} = \frac{v_1^2}{2(d-d_1)}$

$E = \frac{mv_1^2}{2}$

$0 = v_1 - at$

$t = \frac{v_1}{a} =$

$p_1(V_2 - V_1) + V_1(p_2 - p_1) =$
 $= p_1 V_2 - p_1 V_1 + V_1 p_2 - V_1 p_1$
 $= \frac{v_1^2 \cdot 1,6d}{v_1^2} = \frac{1,6d}{v_1}$

$T = \frac{v_1 \cdot 2(d-d_1)}{v_1^2} = \frac{2(d-d_1)}{v_1}$

$$u = Ed = \frac{p_1}{p_2 - p_1} \quad \frac{p_1 \rightarrow 0}{p_1 = p_1 a} \quad \frac{p_1}{p_1 - p_1 a} = \frac{v_1^2}{2(d-d_1)j}$$

$$jE = a \quad ; \quad E = \frac{a}{j} = \frac{v_1^2}{2(d-d_1)j}$$

$$p_2 - p_1 = 4p \quad u = \frac{v_1^2 d}{2(d-d_1)j}$$

$$W_p = 4q$$

$$q = k \frac{q}{r}$$

$$0 - \frac{m v_0^2}{2} = W_p = - \frac{m v_0^2}{2} = A_{F, \text{in}} = -(d-d_1)qE = - \frac{m v_0^2}{2}$$

$$W_p = k \frac{q_1 q_2}{r} \quad q_1 = q$$

$$\frac{2}{8} = \frac{1}{4}$$

$$p_1(v_2 - v_1) + \frac{2}{8} = \frac{1}{4}$$

$$p_1 v_2 (p_2 - p_1) = \frac{2}{8} q$$

$$= p_1 v_2 - p_1 v_1 + v_1 p_2 - v_1 p_1$$

$$2(d-d_1)qE = m v_0^2$$

$$v_0 = \sqrt{2jE(d-d_1)} = \sqrt{2j \frac{v_1^2}{2(d-d_1)j} (d-d_1)} = v_1$$

$$W_p = k \frac{q_1 q_2}{d-d_1}$$

$$E = k \frac{q_2}{d_1^2}$$

$$W_p = \frac{k q E d_1^2}{k d_1} = q E d_1 = \frac{m v_1^2}{2} k$$

$$q_2 = \frac{E d_1^2}{k}$$

$$\sqrt{2jE d_1} = v_0 \quad \frac{dp \Delta V}{dp v + \Delta V p}$$

$$Q_{\text{anal}} = 4 A_{11-2}$$

$$\eta = \frac{A_{11-2} - A_{11-3}}{4 A_{11-2}} = \frac{1}{4} - \frac{A_{11-3}}{4 A_{11-2}} =$$

$$v_0 = \sqrt{2j d_1 \frac{v_1^2}{2(d-d_1)j}} = v_1 \sqrt{\frac{d_1}{d-d_1}}$$

$$u) \quad \frac{q}{8} = 3B$$

$$C_i \quad U_i$$

$$U_0 = 7B_i = \frac{1}{2} (p_1 v_2 - p_1 v_1 + p_2 v_2 - p_2 v_1)$$

$$\frac{1}{2} (p_1 + p_2) \Delta V + \frac{3}{2} (p_2 v_2 - p_1 v_1) =$$

$$(p_2 - p_1) V = 0.25 p_1 = \frac{1}{2} p_1$$

$$\frac{V}{\Delta V} \quad \frac{p}{\Delta p}$$

$$\eta = \frac{1}{8n} \quad ; \quad n = \frac{p}{\Delta p} = \frac{V}{\Delta V} = 7$$

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

$$d \Rightarrow f = \frac{Fd}{d+F}$$

$$d = F + \frac{2F}{3} = \frac{5F}{3}$$

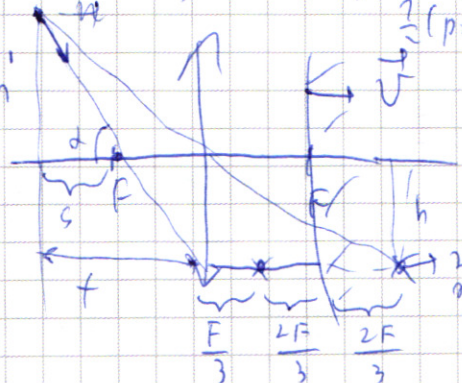
$$f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{F \cdot \frac{5F}{3}}{\frac{2F}{3}} = \frac{5}{2} F$$

$$S = \frac{5}{2} F - F = \frac{3}{2} F$$

$$\Gamma = \frac{\frac{5}{2} F}{\frac{5F}{2}} = \frac{3}{2} = \frac{h'}{h} \quad ; \quad h' = \frac{3}{2} h = \frac{3}{2} \cdot \frac{8F}{75} =$$

$$7 + \left(\frac{3 \cdot 17}{5} \right)^2 - 2 \cdot \frac{17}{5} \cdot \left(\frac{3 \cdot 17}{5} \right) =$$

$$\frac{2 \cdot 64}{64} = \frac{64}{64}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

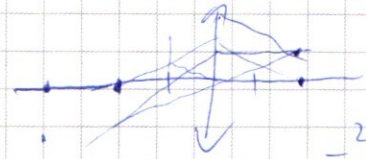
$$= \frac{4F}{5}$$

$$\tan \alpha = \frac{h'}{S} = \frac{4F}{5} \cdot \frac{2R}{3F} = \frac{8}{75}$$

$$\alpha = \arctan \frac{8}{75}$$

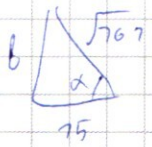
$$3) \quad \Gamma^2 = \frac{V'}{V_1} \Rightarrow V' = \frac{9}{4} \cdot 2V = 4,5V$$

$$V_{\text{прог}} = \Gamma^2 \cdot 2V$$

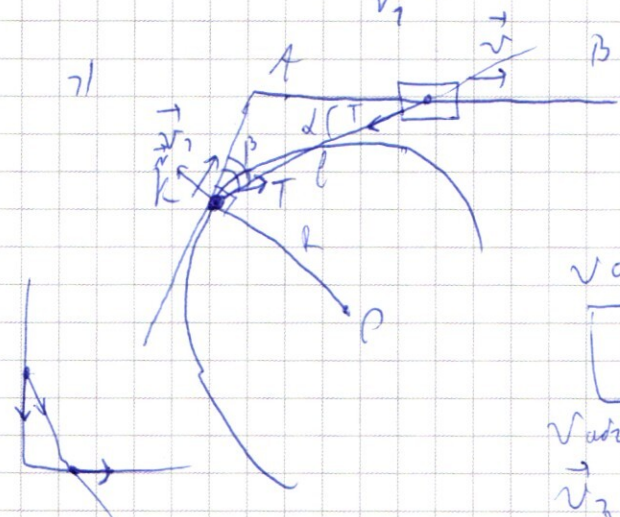


$$\frac{225}{167}$$

$$\frac{225-64}{167} = \sqrt{167}$$



$$V' = \frac{V_{11} \sqrt{167}}{75}$$



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

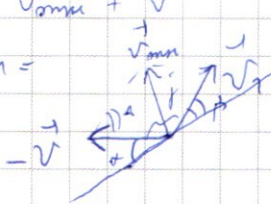
$$V_1 = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} V$$

$$\cos \alpha = \frac{V_{11}}{V'}$$

$$V_{\text{отн}} = V_{\text{отн}} + V_{\text{отн}}$$

$$V_3 = V_{\text{отн}} + V$$

$$V_{\text{отн}} =$$



$$\delta = 180 - \alpha - \beta$$

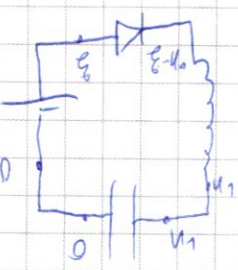
$$\Delta = \alpha + \beta$$

$$\text{по т. кос-ов: } V_{\text{отн}}^2 = V^2 + V_1^2 - 2V V_1 \cos(\alpha + \beta)$$

$$V_{\text{отн}} = \sqrt{V^2 + \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} V^2 - 2V \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} V \cos(\alpha + \beta)} =$$

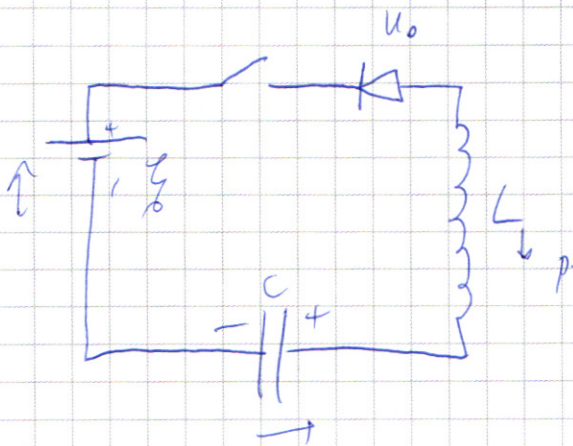
$$= V \sqrt{1 + \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - 2 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \cos(\alpha + \beta)}$$

$$T \sin \beta = \frac{m u^2}{R}$$



$$U_L = L I'$$

$$T = N \sin \beta = \frac{m V_{\text{отн}}^2}{R}$$



$$\begin{aligned}
 U_1(p_2 - p_1) + (V_2 - V_1)p_1 &= \\
 &= V_1 p_2 - p_1 V_1 - p_2 V_1 + p_1 V_2 \\
 &= p_2 V_2 - p_1 V_1 \\
 (p_1 + p_2)(V_2 - V_1) &= \Delta p - p_1 \\
 p_1 \Delta V + p_2 \Delta V &=
 \end{aligned}$$

$$U_1 - \mathcal{E} = -\mathcal{E}_{is}$$

$$U_1 - \mathcal{E} - \mathcal{E}_{is} = 0$$

$$U_1 = \mathcal{E} + L \frac{di}{dt}$$

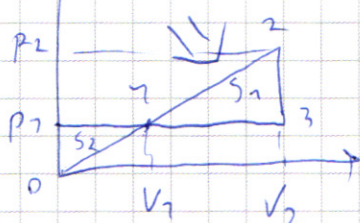
$$\frac{dI}{dt} = ?$$

$$\mathcal{E}_{is} = L \frac{di}{dt}$$

$$\begin{aligned}
 R_L &= 0 \\
 \mathcal{E}_{is} &= \frac{U_1^2}{2} - \frac{L I_m^2}{2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mathcal{E} &= U_0 - \frac{U}{c} \quad \theta \text{ и } \text{мощность} \\
 \frac{di}{dt} &= \frac{U_1 - \mathcal{E}}{L} \\
 \frac{U_1}{V_2} &= \frac{p_1}{p_2}
 \end{aligned}$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} \Delta V \Delta p}{\frac{1}{2}}$$



$$\begin{aligned}
 \frac{\Delta V p_1}{\frac{1}{2} \Delta V p_1 + p_2} \\
 \frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 \frac{S_1}{S_2} &= \frac{\Delta V \Delta p}{p_1 V_1} = p_1 V_2 - p_2 V_1 = V_1 p_2 - p_1 V_1 \\
 &= \left(\frac{\Delta V}{V_1} \right)^2 = \left(\frac{\Delta p}{p_1} \right)^2
 \end{aligned}$$

$$\frac{Q_{\text{max}}}{A_{n-2}} = 4$$

$$Q_{\text{max}} = 4 A_{n-2}$$

$$\frac{A_{n-2} - A_{n-3}}{Q_{\text{max}}} = \frac{1}{4}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\frac{1}{2} p_2 V_2 \frac{\Delta V^2}{V_1^2}}{2 (p_2 V_2 - p_1 V_1)} &= \frac{\frac{1}{2} \frac{p_1}{V_1} (V_2 - V_1)^2}{2 (p_2 V_2 - p_1 V_1)} \\
 \eta &= \frac{\frac{1}{2} \Delta V \Delta p}{2 \Delta V (p_2 + p_1)} = \frac{\Delta p}{4 (p_1 + p_2)} = \frac{1}{4} \frac{p_2 - p_1}{p_2 + p_1} \cdot \frac{A_{n-3}}{A_{n-2}} = 1
 \end{aligned}$$