

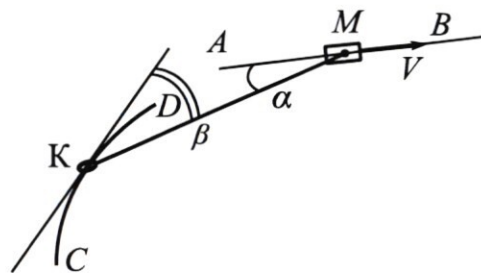
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

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.



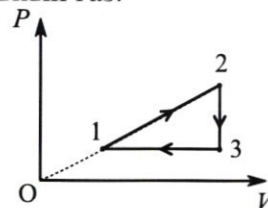
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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

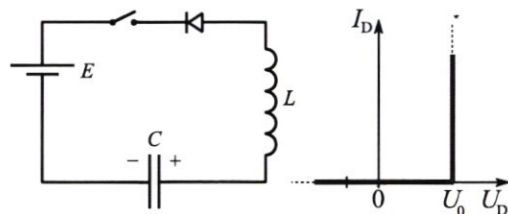
обкладки. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

Вакуум

- 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.



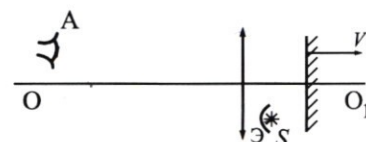
- 1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
- 3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

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.

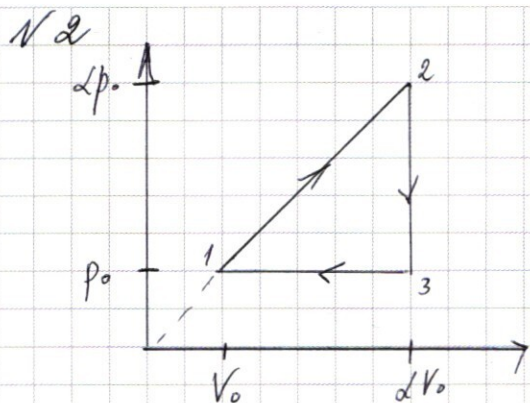
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

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



На участке $1 \rightarrow 2$: $p \sim V$;

т. 1 (p_0, V_0, T_0);

т. 2 (dp_0, dV_0, T_2);

т. 3 (p_0, dV_0, T_3).

Найдем связь между температурами

т. 1, 2 и 3: ур-ние Клапейрона: $\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{dp_0 dV_0}{T_2} = \frac{dp_0 dV_0}{T_3}$

Отсюда $\begin{cases} T_2 = d^2 T_0; \\ T_3 = d T_0; \end{cases}$

1) Значит на участке $1 \rightarrow 2$ температура возрастает, а на участках $2 \rightarrow 3$ и $3 \rightarrow 1$ понижается.

$2 \rightarrow 3$: $Q = \Delta U + A$ — 1-з. термодинамика,

т.к. $dV_0 = \text{const}$, то $A = 0$, зн. $Q = \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$;

C-мольная теплоемкость; $C_2 \nu \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$; $1: \Delta T$;

$$C_2 = \frac{3}{2} R;$$

$3 \rightarrow 1$: $Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + p_0 \Delta V = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$;

(из ур-ния Менделеева-Клапейрона $\nu R \Delta T = p \Delta V$;

$$C_2 \nu \Delta T = \frac{5}{2} \nu R \Delta T; 1: \Delta T$$

$\nu R \Delta T = p \Delta V$,
или $p = \text{const.}$)

$$C_2 = \frac{5}{2} R;$$

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{3}{2} R : \frac{5}{2} R = \frac{3}{5} = 0,6;$$

2) $1 \rightarrow 2$: $A = S_{\Delta}$ — площадь под графиком:

$$A = \frac{(p_0 + dp_0) \cdot (dV_0 - V_0)}{2} = \frac{dp_0 V_0 (d-1)(d+1)}{2} = \frac{p_0 V_0 (d^2 - 1)}{2};$$

$$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \nu R (d^2 T_0 - T_0) + \frac{p_0 V_0 (d^2 - 1)}{2} = \frac{3}{2} \nu R T_0 (d^2 - 1) + \frac{1}{2} p_0 V_0 (d^2 - 1).$$

Продолжение №2:

$$Q = \frac{3}{2} \rho_0 V_0 (d^2 - 1) + \frac{1}{2} \rho_0 V_0 (d^2 - 1) = \underline{2 \rho_0 V_0 (d^2 - 1)};$$

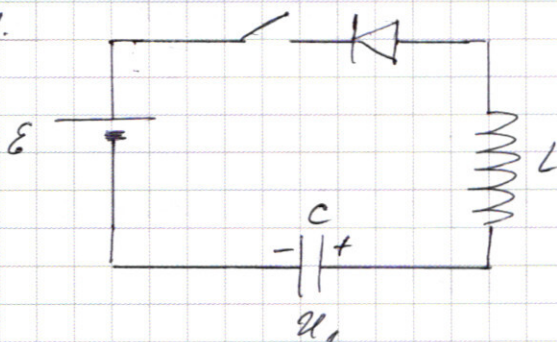
$$\frac{Q}{A} = \frac{2 \rho_0 V_0 (d^2 - 1)}{\frac{1}{2} \rho_0 V_0 (d^2 - 1)} = \underline{4};$$

3) КПД: $\eta = \frac{A_{\text{вых}}}{A_{\text{вх}}}$, где $A_{\text{вх}}$ - кол-во энергии, подведенное
 $A_{\text{вх}} = Q_{1-2} = 2 \rho_0 V_0 (d^2 - 1)$ газов

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} \rho_0 V_0 (d^2 - 1)}{2 \rho_0 V_0 (d^2 - 1)} = \frac{1}{4} = 25\%$$

Ответ: 1) $\frac{C_1}{C_2} = 0,6$; 2) $\frac{Q_{1-2}}{A_{1-2}} = 4$; 3) $\eta = 25\%$

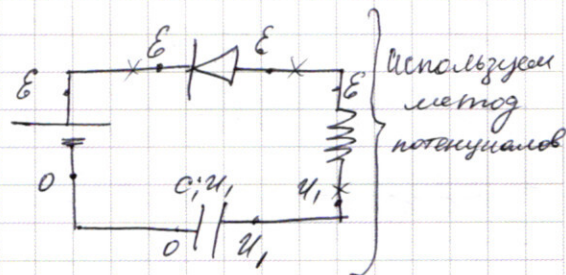
№4.



Заметим, что при размыкании
 ток через катушку нет.

1) Рассмотрим цепь в момент
 замыкания ключа

Напряжения на конденсаторе
 и ток через катушку скачком
 не меняются, значит $U_C(0) = U_1 = 6\text{В}$;
 $I_L(0) = 0$;

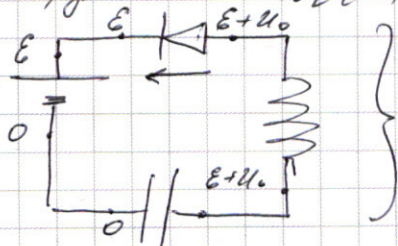


Отсюда напряжение на катушке $U_L(0) = U_1 - \varepsilon = 3\text{В}$;

$$U_L = L \cdot I'(t); \Rightarrow I'(t) = \frac{U_L}{L} = \frac{3}{0,2} = 15 \left(\frac{\text{А}}{\text{с}} \right);$$

$$\underline{I'(t) = \frac{U_1 - \varepsilon}{L}};$$

2) Рассмотрим цепь в момент, когда ток в цепи макси-
 мальный, значит $U_L(t) = 0$ - напряжение на катушке равно
 нулю.



Используем
 метод
 потенциалов
 (на диоде $U_0 = 1\text{В}$, т.к. ток сбег)

Значит напряжение на ~~катушке~~ конденсаторе: $U_C(t) = \varepsilon + U_0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Продолжение №4.

ЗСЗ: $A_\delta = \Delta W$, где $\Delta W = \frac{C U_0^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2} + \frac{L I_m^2}{2}$;
 $A_\delta = \pm \mathcal{E} \cdot q^*$;

Определим заряд, протекающий через конденсатор:

$\frac{1}{2} \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{1} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{1} \right)$ — было + $C U_1$, стало + $C(\mathcal{E} + U_0)$ $\mathcal{E} + U_0 < U_1$, зн. $\leftarrow$ q^*

$-C\mathcal{E}(U_1 - \mathcal{E} - U_0) = \frac{C(\mathcal{E} + U_0)^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2} + \frac{L I_m^2}{2}$; $A_\delta = -\mathcal{E} \cdot C(U_1 - \mathcal{E} - U_0)$;
 $L I_m^2 = C U_1^2 - C(\mathcal{E} + U_0)^2 - 2C\mathcal{E}(U_1 - \mathcal{E} - U_0)$;

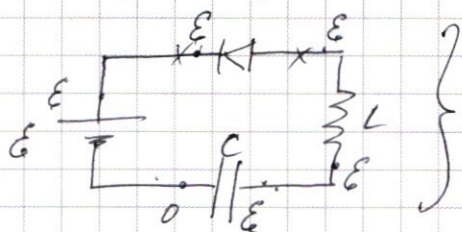
Зная, что $\mathcal{E} = 3\text{В}$, $U_0 = 1\text{В}$, $U_1 = 6\text{В}$, подставим и получим:

$L I_m^2 = 36\text{С} - 16\text{С} - 4 \cdot 12\text{С}$;

$L I_m^2 = 8\text{С}$; $I_m = \sqrt{\frac{8\text{С}}{L}} = \sqrt{\frac{8 \cdot 20 \cdot 10^{-6}}{20 \cdot 10^{-2}}} = 2\sqrt{2} \cdot 10^{-2} \text{А}$;

3) Рассмотрим цепь в установившемся состоянии:

ток через конденсатор не идет, а напряжение на катушке равно нулю: $I_L(t_{\text{уст}}) = 0$; $U_L(t_{\text{уст}}) = 0$;



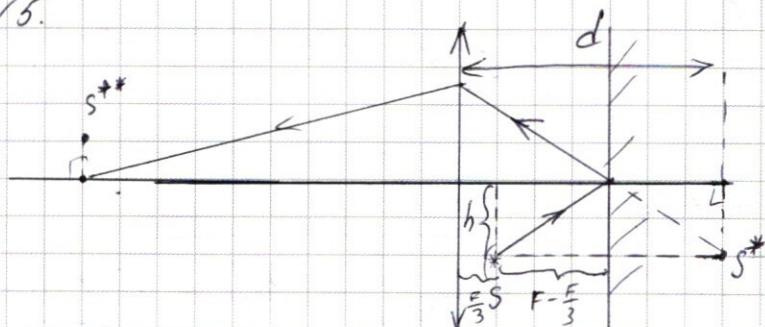
Используем
метод
потенциалов

$I_L = 0$;

зн. $U_C = \mathcal{E} = 3\text{В}$

Ответ: 1) $15 \frac{\text{А}}{\text{С}}$; 2) $2\sqrt{2} \cdot 10^{-2} \text{А}$; 3) 3В

№5.



Луч сначала отражается
от зеркала, $1^{\text{ое}}$ изображение
будет симметричным
отн. зеркала, внешнему.

Продолжение N5.

Оно и будет действительным предметом для линзы,

d - расстояние до линзы:

$$d = 2\left(F - \frac{F}{3}\right) + \frac{F}{3} = F + \frac{2F}{3} = \frac{5F}{3};$$

Формула тонкой линзы:

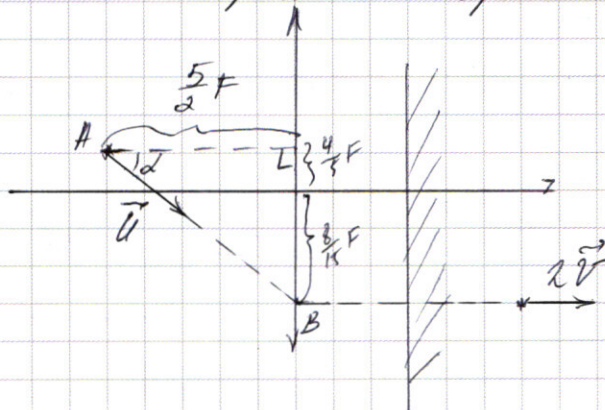
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}; \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{Fd};$$

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

$$P = \frac{f}{d} = \frac{5 \cdot 3}{2 \cdot 5} = 1,5;$$

$$H = P \cdot h = \frac{3}{2} \cdot \frac{8}{15} F = \frac{4}{5} F - \text{расстояние до } OO,$$

Продолжение скоростей пересекаются в точке на линзе.



Переадка в СО зеркала: предмет движется со скоростью

V влево, зн. S^* - со скоростью V вправо. Обратная

переадка: S^* - вправо со скоростью $2V$

$$\tan d = \frac{\frac{4}{5}F + \frac{16}{15}F}{\frac{5F}{2}} = \frac{4 \cdot 2}{3 \cdot 5} = \frac{8}{15};$$

$$AB = \sqrt{\left(\frac{5F}{2}\right)^2 + \left(\frac{4F}{3}\right)^2} = \sqrt{\frac{25F^2}{4} + \frac{16F^2}{9}} = \sqrt{\frac{225F^2 + 64F^2}{36}} = \frac{17F}{6}$$

$$\cos d = \frac{4F}{3} : \frac{17F}{6} = \frac{4 \cdot 6}{3 \cdot 17} = \frac{8}{17}; \quad \cos d = \frac{5F}{2} : \frac{17F}{6} = \frac{5 \cdot 6}{2 \cdot 17} = \frac{15}{17}$$

$$U \cos d = P^2 \cdot 2V;$$

$$U = \frac{9 \cdot 2V}{4} = \frac{9V \cdot 17}{2 \cdot 8} = \frac{153V}{16}$$

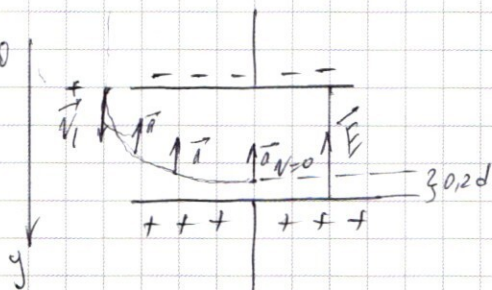
$$U = \left(\frac{9 \cdot 2V}{4}\right) : \frac{15}{17} = \frac{3 \cdot 17V}{2 \cdot 15 \cdot 5} = \frac{51V}{10} = 5,1V$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Продолжение №5.

Ответ: 1) $2,5F$; 2) $\lg d = \frac{8}{15}$; 3) $5,1V$

№3.0



1) На ось ОУ: $V_{xy} = V_1$ (влетает, перпендикулярно обкладкам),

$V_{yx} = 0$ - остановка частицы.

по ОУ, она прошла путь $S_y = d - 0,2d = 0,8d$;

$$S_y = V_{cp} \cdot t = \frac{(V_0 + 0)}{2} t, \text{ откуда}$$

$$T = \frac{2S}{V_1} = \frac{2 \cdot 0,8d}{V_0} = \frac{1,6d}{V_1}; \quad a = V_1/H = V_1 \cdot \frac{1,6d}{V_1} = \frac{V_1^2}{1,6d}$$

2) В электрическом поле конденсатора действует сила

$$F_2 = qE. \quad \text{По 2-му закону Ньютона } m\vec{a} = \vec{F};$$

$$ma = qE; \Rightarrow E = \frac{ma}{q};$$

Конденсатор: $U = E \cdot d$;

$$U = \frac{ma}{q} \cdot d = \frac{mV_1^2 \cdot d}{q \cdot 1,6d} = \frac{mV_1^2}{1,6q} = \frac{V_1^2}{1,6\gamma}$$

На бесконечно большое расстояние от конденсатора

$$W_{пот} = 0, \quad \varphi = 0$$

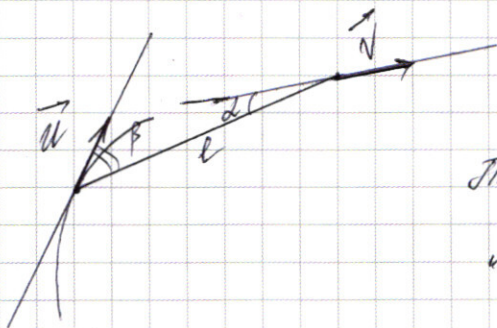
$$W = E_{кин};$$

$$q \cdot U = \frac{mV_0^2}{2};$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{2qU}{m}} =$$

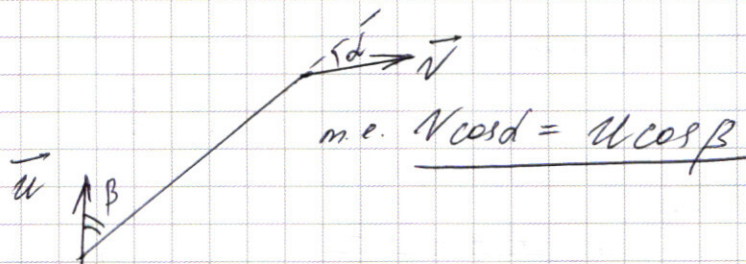
$$V_0 = \sqrt{\frac{2qU}{m}} = \sqrt{\frac{2q}{m \cdot V_1^2}} = \sqrt{\frac{2V_1^2}{1,6}} = V_1 \sqrt{\frac{1}{0,8}} = \frac{V_1 \sqrt{5}}{2};$$

N1.



1) Учтём, что трос нерастяжимый.
Тогда где нибудь выполняется
"закон палочки":

$$u = \frac{N \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{40 \cdot \frac{3}{5}}{\frac{8}{17}};$$

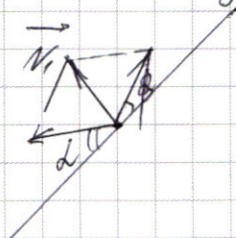


т.е. $N \cos \alpha = u \cos \beta$

$$u = \frac{8 \cdot 3 \cdot 17}{8} = 51 \left(\frac{\text{см}}{\text{с}} \right)$$

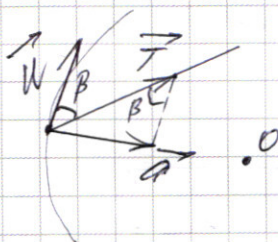
2) Рассмотрим движение колеса относительно шарика,
для этого перейдём в СД шарика.

В ней колесо движется со скоростью $\vec{V}_1 = \vec{u} + \vec{v}$



$$u \cos \alpha + v \cos \beta = 48 \left(\frac{\text{см}}{\text{с}} \right)$$

3) Рассмотрим II з. Ньютона для колеса



$$\vec{F} = m\vec{a};$$

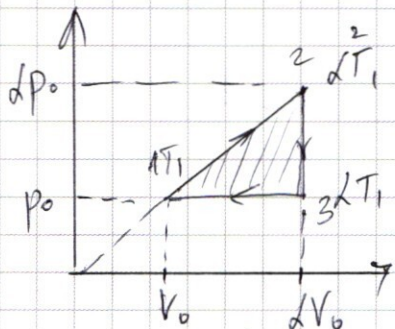
$$T \sin \beta = \frac{m u^2}{R};$$

$$T = \frac{m u^2}{R \sin \beta} = \frac{1 \cdot 51 \cdot 51 \cdot 10^{-4}}{1,7 \cdot \frac{15}{17}} = \frac{2 \cdot 51 \cdot 51 \cdot 10^{-4}}{3} = 34 \cdot 51 \cdot 10^{-4} = 1734 \cdot 10^{-4} \text{ [Н]} = 0,17 \text{ Н}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 2

КРАД =



$$\frac{1}{2} (2p_0 - p_0) (dV_0 - V_0) =$$

$$= \frac{1}{2} p_0 V_0 (d - 1)^2$$

$$\eta = \frac{A_2}{A_{пол.}}$$

$$T.1. (p_0, V_0, T_1)$$

$$T.2. (dp_0, dV_0, dT_1)$$

$$T.3. (p_0, dV_0, T_2)$$

$$\frac{p_0 V_0}{T_1} = \text{const} \quad \text{уравнение состояния}$$

$$2 \rightarrow 3: Q = \Delta U + A$$

$$Q = \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = -\frac{3}{2} \nu R (dT_1 - dT_1) = 3 \rightarrow T \downarrow$$

$$= -\frac{3}{2} \nu R dT_1 (1 - d)$$

$$3 \rightarrow 1: Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + p_0 \Delta V = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - dT_1) + p_0 V_0 (dV_0 - V_0) =$$

$$2 \rightarrow 3: \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R (dT_1 - d^2 T_1) =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R (T_1 - dT_1) + p_0 V_0 (1 - d) = \frac{3}{2} \nu R T_1 (1 - d) + p_0 V_0 (1 - d) =$$

$$\frac{3}{2} \nu R (T_1 - dT_1) + p_0 V_0 (1 - d) = \frac{3}{2} \nu R T_1 (d - d^2) = \frac{3}{2} \nu R T_1 \frac{d(1 - d)}{d(1 - d)} = \frac{5}{2} \nu R T_1 (1 - d)$$

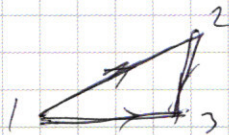
$$Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = c \nu R \Delta T; \quad c = \frac{\frac{3}{2} \nu R \Delta T}{\nu R \Delta T} = \frac{3}{2} R;$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + p_0 \Delta V = p_0 V_0 (1 - d) = p_0 V_0 (1 - d)$$

$$\frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_0 - dT_0) = \frac{3}{2} \nu R T_0 (1 - d) =$$

$$1 \rightarrow 2: Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \nu R (dT_1 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R T_1 (d^2 - 1) = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = c \nu R \Delta T;$$

$$A = \frac{1}{2} (p_0 + dp_0) \cdot V_0 (d - 1) = \frac{p_0 V_0}{2} (d^2 - 1) = \frac{\nu R T_1}{2} (d^2 - 1) \quad c = \frac{5}{2} R;$$



$$A \eta = \frac{A}{Q}$$

$$(dV_0 - V_0) \cdot (dp_0 - p_0) \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{2} p_0 V_0 (d-1)^2;$$

$$Q_{1-2} = 2 p_0 V_0 (d^2 - 1)$$

$$\frac{p_0 V_0 (d^2 - 1)}{2} - p_0 (dV_0 - dV_0) =$$

$$(dV_0 - V_0) (dp_0 - p_0) \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{2} p_0 V_0 (d-1)^2;$$

$$Q = 2 p_0 V_0 (d^2 - 1)$$

$$A_{1-2} + A_{3-2} = \frac{1}{2} p_0 V_0 (d^2 - 1) +$$

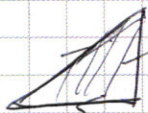
$$p_0 V_0 \left(\frac{1}{2} (d^2 - 1) + 1 + d \right) = p_0 (V_0 - dV_0) = p_0 V_0 (1 - d)$$

$$= p_0 V_0 \left(\frac{1}{2} d^2 - \frac{1}{2} + 1 + d \right) = \frac{1}{2} p_0 V_0 (d^2 + 1);$$

$$\frac{1}{2} d^2 - \frac{1}{2} + 1 + d = \frac{1}{2} d^2 + d + \frac{1}{2}$$

$$1 - \frac{T_2}{T_0}$$

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



работа газа:

$$\frac{1}{2} p_0 V_0 (d-1)^2;$$

$$Q_{1-2} = \frac{3}{2} p_0 V_0 (d^2 - 1) = \frac{3}{2} p_0 V_0 (d-1)(d+1)$$

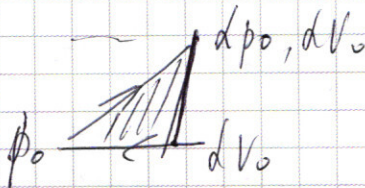
$$\eta = 1 - \frac{Q_K}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_K}{Q_H} = \frac{d-1}{d+1}$$

$$2 \rightarrow 3: Q = \frac{3}{2} \nu R (dT_0 - d^2 T_0) = dT_0 \cdot \frac{3}{2} \nu R (1 - d) = \frac{3}{2} \nu R T_0 d (1 - d)$$

$$3 \rightarrow 1: Q = \frac{3}{2} \nu R (T_0 - dT_0) = \frac{3}{2} \nu R T_0 (1 - d) + \frac{5}{2} p_0 V_0 (1 - d) =$$

$$\frac{3}{2} \nu R T_0 d (1 - d) + \frac{5}{2} \nu R T_0 d (1 - d) = \frac{5}{2} p_0 V_0 (1 - d)$$

$$1 - \frac{\frac{3}{2} \nu R T_0 d (1 - d) + \frac{5}{2} \nu R T_0 d (1 - d)}{\frac{3}{2} \nu R T_0 d (1 - d)} = \frac{\frac{3}{2} (1 - d) (3d + \frac{5}{3})}{2 (d-1)(d+1)}$$



$$\frac{(dp_0 - p_0) (dV_0 - V_0)}{2} = \frac{1}{2} p_0 V_0 (d-1)^2$$

$$\frac{E - H_0}{E + H_0}$$

$$= 4 \frac{d-1}{d+1}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$A_0 = \delta W + L I_m^2;$$

$$-CE(\varepsilon - u_1 - \varepsilon - u_0) = \frac{C(\varepsilon + u_1)^2}{2} - \frac{C(u_1)^2}{2} + \frac{L I_m^2}{2};$$

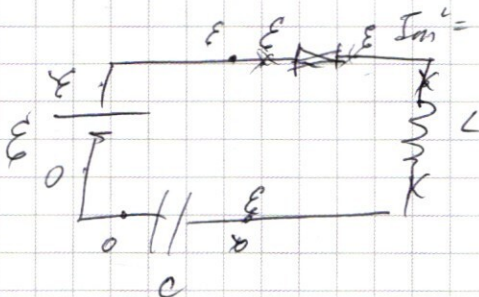
$$-C(\varepsilon + u_0)^2 + C u_1^2 - 2CE(u_1 - \varepsilon - u_0) = \frac{L I_m^2}{2};$$

$$-16C + 36C - 618C = \frac{L I_m^2}{2};$$

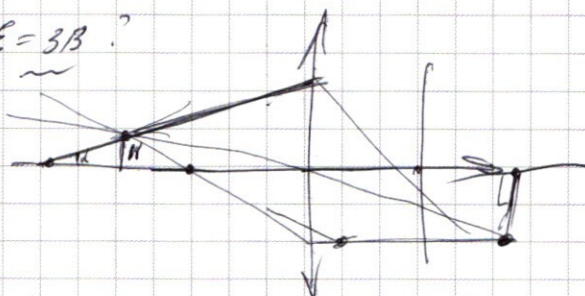
$$2C = \frac{L I_m^2}{2};$$

$$L I_m^2 = 4C;$$

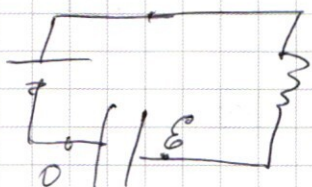
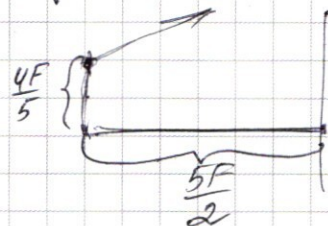
$$I_m = \sqrt{\frac{4 \cdot 20 \cdot 10^{-6}}{0,2 \cdot 10^{-2}}} = \sqrt{4 \cdot 10^{-4}} = 2 \cdot 10^{-2} = 20 \text{ мА};$$



$$u_1 = \varepsilon = 3B?$$



$$\frac{\frac{1}{2} \rho_0 V_0 (d-1)^2}{2 \rho_0 V_0 (d-1)} = 4 \cdot \frac{d-1}{d+1} \cdot \frac{d}{d+1} - \frac{1}{d+1}$$



$$16 \cdot 3 = 48$$

$$-9C = \frac{9C}{2} - \frac{36C}{2} + \frac{C I_m^2}{2}$$

$$36 - 9 - 18 =$$

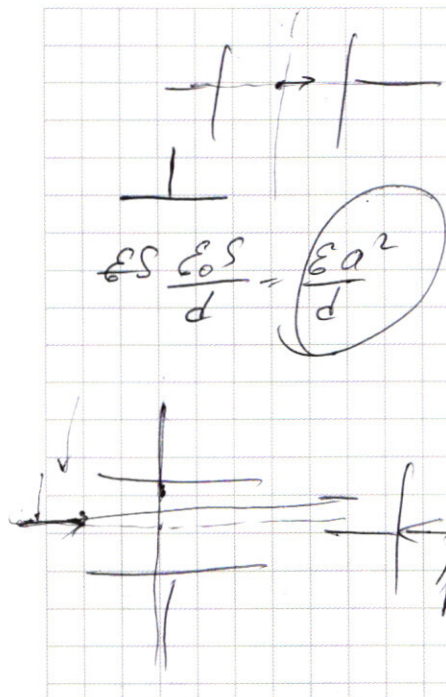
$$\frac{36}{2} - \frac{27}{2} = \frac{9}{2}$$

$$\frac{4}{3} \cdot \frac{17}{6} = \frac{4 \cdot 17}{8 \cdot 12} = \frac{17}{6}$$

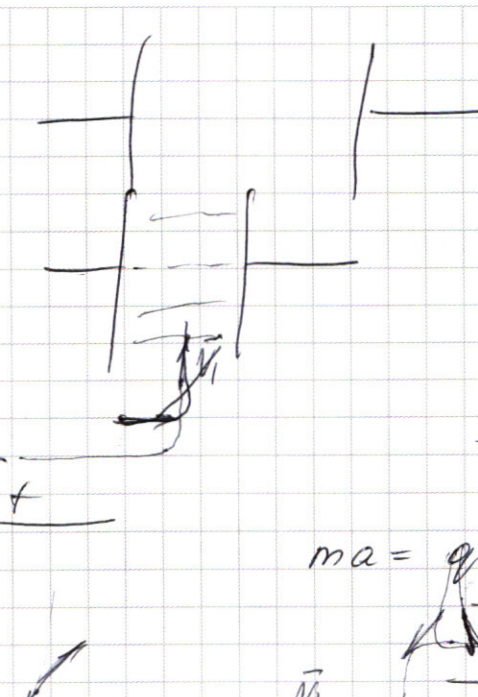
$$\frac{25}{4} + \frac{16}{9}$$

$$\frac{17}{6}$$

$$\left(\frac{3}{2}\right)^2 = \frac{9}{4} \cdot 2 = \frac{9}{2} \cdot \frac{8}{17} = \frac{36}{17} = \frac{8}{17}$$

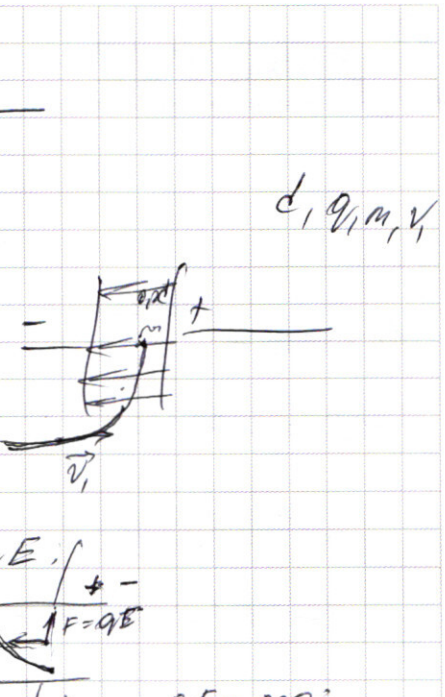


$\frac{\epsilon S \epsilon_0 S}{d} = \frac{\epsilon a^2}{d} C$



$ma = qE$
 $F = qE$
 $qE = ma$

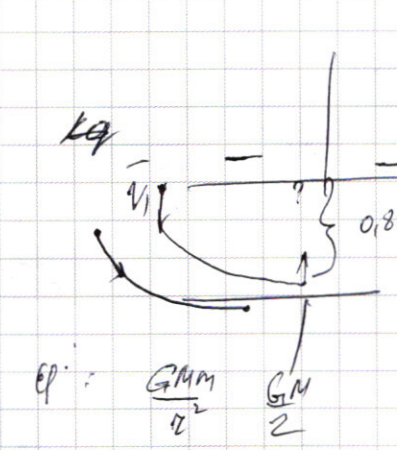
d, q, m, v



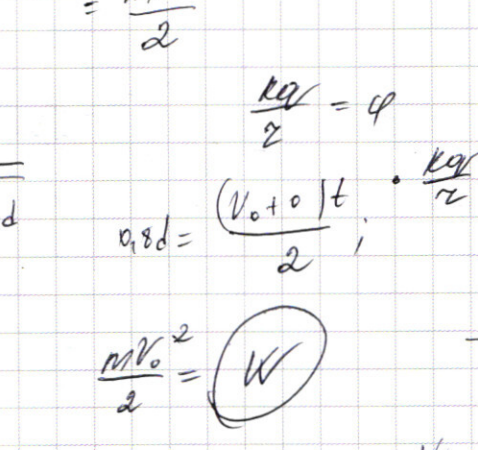
$qE = ma$
 $E = \frac{U}{d} = \frac{ma}{q}$
 $U = \frac{mad}{q}$
 $\frac{m \cdot v_0^2 \cdot d}{1.6d \cdot q} = \frac{v_0^2}{8}$
 $\frac{kq}{0.8d} \cdot \frac{q}{2} = \frac{mv^2}{2}$

$q, m, a = 0.8d$
 $S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$
 $0.8d = \frac{(v_0 + 0)t}{2}$
 $1.6d = v_0 t$
 $T = \frac{1.6d}{v_0}$
 $\frac{kq, q}{2} = \frac{mv^2}{2}$
 $\frac{kq}{2} = \varphi$
 $0.8d = \frac{(v_0 + 0)t}{2} \cdot \frac{kq}{2}$
 $\frac{mv_0^2}{2} = W$

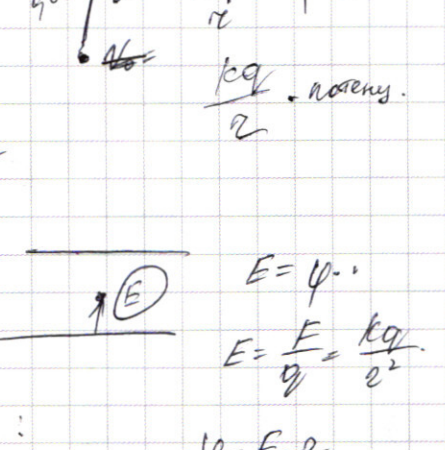
$E = \frac{U}{d}$
 $a = \frac{(0 - v_0)}{T}$
 $S = \frac{(v_0 + 0)t}{2}$
 $0.8d = \frac{(v_0 + 0)t}{2}$
 $1.6d = v_0 t$
 $T = \frac{1.6d}{v_0}$
 $\frac{kq}{2} = \varphi$
 $\frac{kq}{2} \cdot \text{покрыт}$
 $E = \varphi$
 $E = \frac{F}{q} = \frac{kq}{r^2}$
 $\varphi = E \cdot 2$
 $W = \varphi \cdot 2$



$\varphi = \frac{GMm}{r^2}$
 $\frac{kq}{2} = \varphi$
 $A = q \cdot U$
 $E \cdot W = qU$
 qEd



$\frac{kq}{2} = \varphi$
 $0.8d = \frac{(v_0 + 0)t}{2} \cdot \frac{kq}{2}$
 $\frac{mv_0^2}{2} = W$



$E = \varphi$
 $E = \frac{F}{q} = \frac{kq}{r^2}$
 $\varphi = E \cdot 2$
 $W = \varphi \cdot 2$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Handwritten calculations and diagrams on grid paper:

Top Left: Vector diagram showing forces $\frac{F}{3}$, $\frac{2F}{3}$, and $\frac{2F}{3}$. A resultant vector is shown with magnitude $\frac{5F}{3}$. A note $Q = C \cdot U$ is present.

Top Right: Circuit diagram with a voltage source $\mathcal{E}$ and a resistor R . The equivalent resistance is calculated as $d = F + \frac{2F}{3} = \frac{5F}{3}$. The current is $I = \frac{\mathcal{E}}{d} = \frac{3\mathcal{E}}{5F}$. The voltage across the resistor is $U = I \cdot R = \frac{3\mathcal{E}R}{5F}$.

Middle Left: Vector diagram showing forces $\frac{F}{3}$, $\frac{2F}{3}$, and $\frac{2F}{3}$. A note $Q = C \cdot U$ is present.

Middle Right: Calculations for the equivalent resistance d and the current I . The equivalent resistance is $d = \frac{5F}{3}$. The current is $I = \frac{\mathcal{E}}{d} = \frac{3\mathcal{E}}{5F}$. The voltage across the resistor is $U = I \cdot R = \frac{3\mathcal{E}R}{5F}$.

Bottom Left: Vector diagram showing forces $\frac{F}{3}$, $\frac{2F}{3}$, and $\frac{2F}{3}$. A note $Q = C \cdot U$ is present.

Bottom Right: Calculations for the equivalent resistance d and the current I . The equivalent resistance is $d = \frac{5F}{3}$. The current is $I = \frac{\mathcal{E}}{d} = \frac{3\mathcal{E}}{5F}$. The voltage across the resistor is $U = I \cdot R = \frac{3\mathcal{E}R}{5F}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$l = 60^\circ$

$Q = 50$

$N = 40 \frac{ae}{c}$

$V = const$

$ma = T \cos(90 - \beta) = T \sin \beta;$

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

$mV \cos \alpha = mU \cos \beta;$

$V \cos \alpha = U \cos \beta;$

$U = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{40 \cdot \frac{3}{5}}{\frac{4}{5}} = 30 \frac{ae}{c}$

$Q = \frac{mV^2}{2} = \frac{mU^2}{2}$

$180 - \alpha - \beta$

$\vec{A} + \vec{A}$

$\frac{mV^2}{R} = T \sin \beta;$

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

$U \cos \beta = V \cos \alpha$

закон сохранения:

$51 \cos \beta + 40 \cos \alpha =$

$3 \cdot \frac{51 \cdot 8}{17} + \frac{40 \cdot 3}{5} = 68 + 24 = 92$

$24 + 24 = 48$

$289 - 64 = 225$

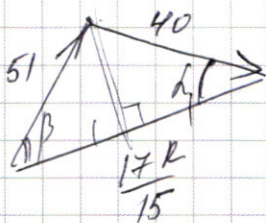
$\frac{1 \cdot 51}{17} = \frac{51}{17} = 3$

$\frac{51}{3} \cdot 2 = 17 \cdot 2 = 34$

34

170

1734



$$\begin{array}{r} 25 \\ 768 \\ \hline 193 \end{array}$$

$$\frac{4}{5} = \frac{8 \cdot 15}{17}$$

$$\frac{h}{x_1} = \frac{4}{17} \cdot \frac{15}{1}$$

$$h = \frac{15x_1}{17}$$

$$\frac{h}{x_2} = \frac{4}{17} \cdot \frac{15}{5}$$

$$\frac{15x_1}{17x_2} = \frac{4}{5}$$

$$15x_1 \cdot 5 = 4 \cdot 17x_2$$

$$75x_1 = 68x_2$$

$$x_1 + x_2 = \frac{17R}{15}$$

$$x_1 + x_2 = \frac{17R}{15}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 9 \\ \hline 68 \end{array}$$

$$x_1 = \frac{68x_2}{75}$$

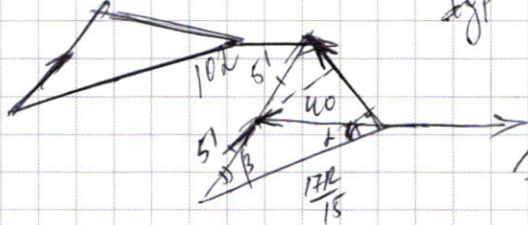
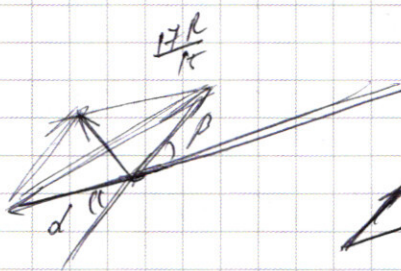
$$11 \cdot \frac{17R}{75}$$

$$51 \cos \beta = \frac{51 \cdot 8}{17} = 24$$

$$40 \cdot \cos \alpha = 40 \cdot \frac{3}{5} = 24$$

$$\frac{193}{75} x_2 = \frac{17R}{15}$$

$$x_1 = \frac{4 \cdot 17}{5 \cdot 15} x_2$$



$$\cos \beta = \frac{x}{\frac{17R}{15}}$$

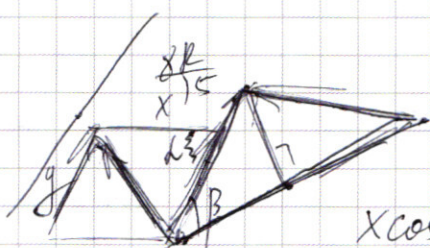
$$\frac{15}{8} \cdot \frac{17}{15}$$

$$\frac{17R}{15} \cdot \cos \beta = \frac{17R}{15} \cdot \frac{8}{17}$$

$$17 \cdot \frac{17 \cdot 17}{15}$$

$$\frac{51}{40}$$

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



$$\cos \beta = \frac{x}{\frac{17R}{15}}$$

$$\frac{8}{17} = \frac{x \cdot 15}{17R}$$

$$x \cos \beta + y \cos \alpha =$$

$$8R = 15x$$

$$\frac{8x}{17} + \frac{3y}{5} = \frac{17R}{15} = x \cdot \frac{8}{17} + y \cdot \frac{3}{5} = \frac{15R}{47} \cdot \frac{17R}{15}; x = \frac{8R}{15}$$

$$\frac{40x + 31y}{85 \cdot 17} = \frac{17R}{15}$$