

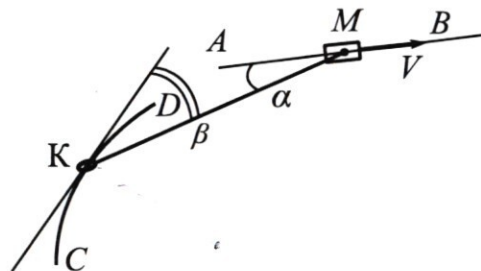
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-02

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

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.



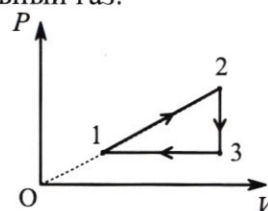
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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

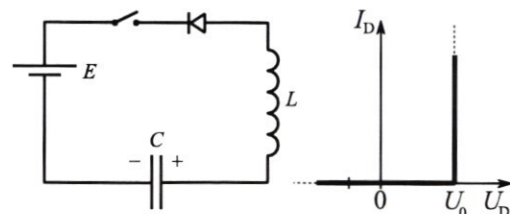
1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.

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.

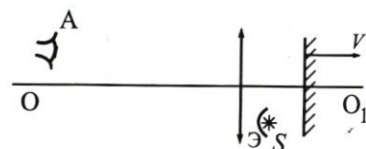
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

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.

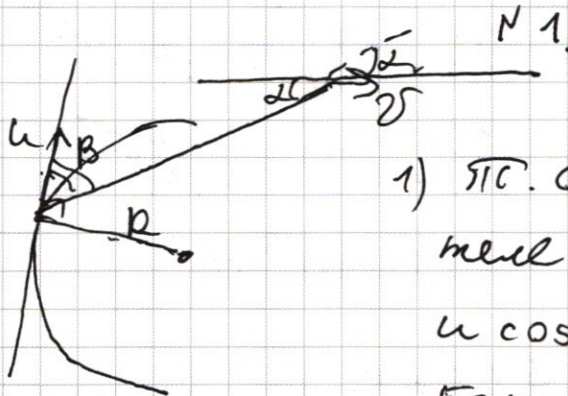
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

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

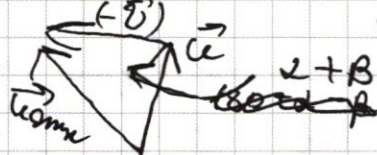


- 1) П.О. твердого (неэластичная) тела для тупого:
- $u \cos \beta = v \cos \alpha$, где u — скорость калыба в этот момент.

$$u = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 40 \text{ м/с} \cdot \frac{\frac{3}{5}}{\frac{8}{17}} = 40 \text{ м/с} \cdot \frac{51}{40} =$$

$$= 51 \text{ м/с}$$

- 2) Перелом в СО муром: пара по т. Косинусов:



$u_{отн}$ — скорость калыба относительно муром
в этот момент.

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

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

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{4}{5}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{15}{17}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 17 \\ \hline 119 \\ 1190 \\ \hline 289 \end{array} \quad \begin{array}{r} 289 \\ - 69 \\ \hline 225 = 15^2 \end{array}$$

$$u_{отн}^2 = v^2 \left(1 + \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} + \frac{2 \cos \alpha}{\cos \beta} (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) \right)$$

$$u_{отн}^2 = v^2 \left(1 + \left(\frac{51}{40} \right)^2 + \frac{2 \cdot 51}{40} \left(\frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} \right) \right) =$$

$$= v^2 \left(1 + \left(\frac{51}{40} \right)^2 + \frac{3}{20} \left(\frac{24 - 60}{5} \right) \right) =$$

$$= v^2 \left(1 + \left(\frac{51}{40} \right)^2 + \frac{3}{20} \cdot \frac{36}{5} \right) = v^2 \left(1 + \left(\frac{51}{40} \right)^2 + \frac{27}{25} \right) =$$

$$= \frac{103}{40} v^2 \quad u_{отн} \approx \frac{103}{40} v = 103 \text{ м/с}$$

3). II закон Коттона на об, перпендикулярно
 движению кавыда:

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

$$= \frac{1 \text{ кг}}{3,7 \text{ м}} \cdot \left(\frac{51}{40}\right)^2 \frac{17^2}{(40)^2 \cdot 15} \cdot 10^{-4} = \frac{10}{15} \left(\frac{51}{40}\right)^2 \cdot 40^2 \text{ Н} \cdot 10^{-4} =$$

$$= \frac{2}{3} \cdot 51^2 \text{ Н} \cdot 10^{-4} = \frac{2}{3} \cdot 17^2 \cdot 3^2 \text{ Н} = 6 \cdot 17^2 \text{ Н} =$$

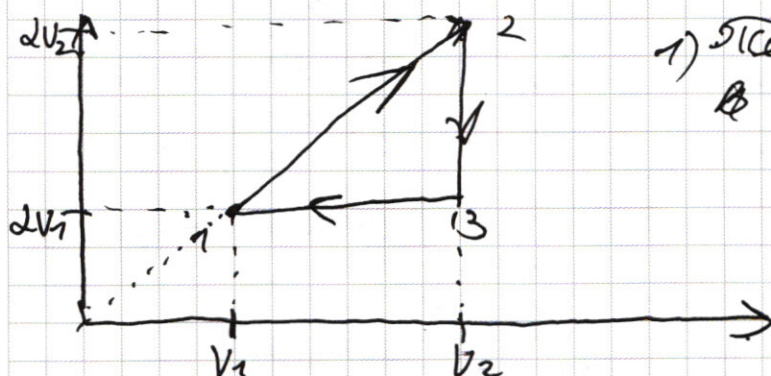
$$= 1734 \text{ Н} \cdot 10^{-4} = 0,1734 \text{ Н} = 1,734 \cdot 10^{-3} \text{ Н}.$$

Проблем: 1) $u = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 51 \text{ м/с}$

2.) $u_{\text{min}} = v \sqrt{1 + \left(\frac{\cos \alpha}{\cos \beta}\right)^2 - \frac{2 \cos \alpha}{\cos \beta} (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta)} \approx$
 $\approx 50 \text{ м/с} \quad 103 \text{ м/с}.$

3.) $T = \frac{m v^2}{R} \cdot \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta \sin \beta} = 1,734 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$

№2.



1) Температура падает

и как (2-3) и (3-1):

$$p = \frac{2kT}{v} \quad \left(\frac{1}{v} \uparrow, T \downarrow \right)$$

$$v = \frac{2kT}{p} \quad \left(\frac{1}{p} \uparrow, T \downarrow \right)$$

а как (1-2) растет:

$$p = \frac{2kT}{v^2} \quad \left(\frac{1}{v^2} \downarrow, T \uparrow \right)$$

(2-3) - изохора, т.е. ее

мольная теплоемкость $c_v = c_{23} = \frac{5}{2} R$

(3-1) - изохора, т.е. ее мольная

теплоемкость $c_p = c_{31} = \frac{7}{2} R$

$$\frac{c_{31}}{c_{23}} = \frac{i+2}{i} = \frac{5}{3}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2.) $Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$ ^{теплота передается на всем процессе (1-2)} ^{N_2 (продолжение)}

$$\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 1 + \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 1 + \frac{\frac{i}{2} (\alpha V_2^2 - \alpha V_1^2)}{\frac{1}{2} (\alpha V_1 + \alpha V_2) (V_2 - V_1)} =$$

$$= 1 + \frac{i \alpha (V_2^2 - V_1^2)}{2 (V_2^2 - V_1^2)} = 1 + i = 4.$$

$$3.) \eta = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{\frac{1}{2} (V_2 - V_1) (\alpha V_1 + \alpha V_2)}{\frac{1}{2} (\alpha V_1 + \alpha V_2) (V_2 - V_1) + \frac{i}{2} (\alpha V_2^2 - \alpha V_1^2)} =$$

$$= \frac{2 (V_2 - V_1)^2}{2 (V_2 - V_1) (V_1 + V_2) + i 2 (V_2 - V_1) (V_2 + V_1)} =$$

$$= \frac{V_2 - V_1}{V_1 + V_2 + i (V_2 + V_1)} = \frac{1}{i + 1} \cdot \frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}.$$

$$\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1} \leq 1, \text{ при } (V_2, V_1 \geq 0), \text{ при } V_1 = 0$$

$$\eta \leq \frac{1}{i + 1} = \frac{1}{4}, \text{ т.е. равенство при } V_1 = 0$$

$$\eta_{\max} = \frac{1}{i + 1} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ (25\%)}$$

Ответ: 1) $c_{23} = \frac{5}{3}$; 2) $\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 4$

$$1) c_{23} = \frac{5}{3} = \frac{5}{3}; \quad 2) \frac{Q_{12}}{A_{12}} = i + 1 = 4.$$

$$3.) \eta_{\max} = \frac{1}{i + 1} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ (25\%)}$$

№4.

1) Закон Фарадея:

$$U_1 = L \dot{I}_0 + U_0 + E$$

$$\dot{I}_0 = \frac{U_1 - U_0 - E}{L} =$$

$$= \frac{6\text{В} - 3\text{В} - 1\text{В}}{0,2\text{Гн}} = \frac{2}{0,2} \frac{\text{А}}{\text{с}} = 10 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

Значит $\dot{I}_0$ - скорость воз-
растания тока
в данной цепи.

2) Максимальной ток - значит производная
тока по времени в этот момент 0. ~~В~~ U' - напря-
жение на конденсаторе в этот момент.

$$U' = E + U_0$$

ЗСЭ:

$$\frac{CU_1^2}{2} + A = \frac{CU'^2}{2} + \frac{LI_{\text{макс}}^2}{2}$$

A - работа ЭДС.

$$A = -EC(U_1 - U')$$

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

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

$$LI_{\text{макс}}^2 = C(U_1^2 - (E + U_0)^2 - E(U_1 - E - U_0))$$

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

$$= \frac{20 \cdot 10^{-6}}{0,2} (36 - 16 - 2 \cdot 3 \cdot 2) \text{ А}^2 =$$

$$= 10^{-4} \cdot 8 \text{ А}^2$$

$$I_{\text{макс}} = 2\sqrt{2} \cdot 10^{-2} \text{ А} \approx 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ А}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3.) Вчет ЗСЭ: (тох в чет. решение ноло)

$$\frac{U_1^2}{2} + CE(U_2 - U_1) = \frac{U_2^2}{2}$$

$$EU_1^2 + 2E(U_2 - U_1) = U_2^2$$

$$(U_1 - U_2)(U_1 + U_2) = 2E(U_1 - U_2)$$

$U_1 \neq U_2$ (начальный момент):

$$U_1 + U_2 = 2E$$

$$U_2 = 2E - U_1 = 6В - 6В = 0В$$

Ответ: 1) $I_0 = \frac{U_1 - U_0 - E}{2} = 10 \frac{A}{C}$

2) $I_{max} = \sqrt{\frac{C}{L}(U_1^2 - (E + U_0)^2 - 2E(U_1 - E - U_0))} \approx$
 $\approx 2,8 \cdot 10^{-2} A$

3) $U_2 = 2E - U_1 = 0В$



1.) Изображение в линзе будет создаваться
 ся изображением в зеркале источника S.

Ур-е тонкой линзы: $\frac{1}{x} + \frac{1}{\frac{F}{3} + (F - \frac{F}{3})} = \frac{1}{F}$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{F} - \frac{1}{F + \frac{2}{3}F} = \frac{1}{F} - \frac{3}{5F} = \frac{2}{5F}$$

$$x = \frac{5F}{2}$$

2) Пусть u_x - скорость изображения в направлении OO_1 ,

u_y - перпендикулярно OO_1 . ~~Ускорение в~~
~~Зеркало движется со~~
~~д - расстояние от изображения в~~
~~Зеркале S_1 до линзы.~~
~~Ускорение в зеркале~~
 ~~S_1 движется со~~
~~скоростью $2v$.~~

$$u_y = \frac{8F}{15} \cdot \left(\frac{x}{d}\right)'$$

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$$

$$d + \frac{u_x}{x^2} = 0$$

$$-\frac{u_x}{x^2} - \frac{2v}{d^2} = 0$$

$$\left| \frac{u_x}{2v} \right| = \left(\frac{x}{d}\right)^2$$

$$u_x = 2v \left(\frac{\frac{5F}{2}}{F + \frac{2}{3}F} \right)^2 =$$

$$= 2v \left(\frac{5F}{2F \left(\frac{5}{3} \right)} \right)^2 =$$

$$= 2v \left(\frac{3}{2} \right)^2 = \frac{9v}{2}$$

$$u_y = \frac{8F}{15} \left(\frac{u_x \cdot d - x \cdot 2v}{d^2} \right) =$$

$$= \frac{\frac{9v}{2} \cdot \frac{5F}{3} - \frac{5F}{2} \cdot 2v}{\left(\frac{5}{3}F \right)^2} \cdot \frac{8F}{15} =$$

$$= \frac{\frac{9v}{2} \cdot \frac{5F}{3} - \frac{10Fv}{2}}{\frac{25}{9}F^2} \cdot \frac{8F}{15} = v \left(\frac{\frac{45}{6} - \frac{10}{2}}{\frac{25}{9} \cdot \frac{8}{15}} \right) =$$

$$= \left(\frac{\frac{15}{8}}{\frac{25}{9} \cdot \frac{8}{15}} \right) v = \left(\frac{15 \cdot 9}{25 \cdot 6} \cdot \frac{8}{15} \right) v = \left(\frac{3 \cdot 4}{25} \right) v = \frac{12}{25} v$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Итак: $u_x = \frac{2V}{2}$

$u_y = \frac{12}{25} V$

$\operatorname{tg} \alpha = \frac{u_y}{u_x} = \frac{\frac{12}{25}}{\frac{2}{2}} = \frac{24}{25 \cdot 2} = \frac{24}{228} = \frac{8}{75}$

3) $u = \sqrt{u_x^2 + u_y^2} = \sqrt{\frac{81V^2}{4} + \frac{144V^2}{625}} =$
 $= 2V \sqrt{\frac{81 \cdot 625 + 144 \cdot 4}{4 \cdot 625}} = \frac{2V}{2 \cdot 25} \sqrt{51201} = \frac{2V}{50} \cdot 3\sqrt{5689}$

$$\begin{array}{r} 81 \times 625 \\ \times 81 \\ + 625 \\ \hline 5000 \\ \hline 50625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 144 \\ 9 \\ \hline 576 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 50625 \\ + 576 \\ \hline 51201 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51201 \div 3 \\ - 15 \\ \hline 62 \\ - 54 \\ \hline 80 \\ - 72 \\ \hline 87 \\ - 81 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ \times 15 \\ + 375 \\ \hline 525 \\ \hline 5525 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 76 \\ \times 76 \\ + 456 \\ \hline 5320 \end{array}$$

$u \approx \frac{3V}{50} \cdot 76 = \frac{114V}{25}$

Ответ: 1) $x = \frac{5F}{2}$; 2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{8}{75}$

3) $u = \frac{3V}{50} \sqrt{5689} = \frac{114V}{25}$

N 3

II закон Ньютона:

$Eg = ma$ E - поле внутри конденсатора.

$$\alpha = E \frac{q}{m} = E \cdot \gamma$$

3C3:

$$\frac{m v_1^2}{2} = E q (d - 0,2d)$$

$$m v_1^2 = 1,6 E q d$$

$$E = \frac{m}{q} \frac{v_1^2}{1,6d} = \frac{v_1^2}{1,6d \gamma}$$

$$T = \frac{v_1}{\alpha} = \frac{v_1}{E \cdot \gamma} = \frac{v_1}{\frac{v_1^2}{1,6d \gamma} \cdot \gamma} = \frac{1,6d v_1}{v_1^2} = \frac{1,6d}{v_1}$$

$$2) U = E \cdot d = \frac{v_1^2}{1,6d \gamma} \cdot d = \frac{v_1^2}{1,6 \gamma}$$

б.) 3) Будем считать, что все конденсатора на расстоянии $x < d$ от отриц. заряженной пластинки как предельно мал.

$E(x)$ — потенциал, у нас

$$\Omega = \frac{S}{x^2} = \frac{C}{x^2}$$

$$E(x) = 2 \frac{C'}{x^2} = \frac{C}{x^2}$$

Найдем C' в середине конденсатора.

$$E = \frac{4C}{d^2} + \frac{4C}{d^2} = \frac{8C}{d^2} \quad C = \frac{E d^2}{8}$$

$$= \frac{v_1^2 d^2}{1,6 d \cdot \gamma \cdot 8} = \frac{v_1^2 d}{\gamma \cdot 12,8}$$

Работа над пластинкой на заряд q :

$$A = \int_d^{+\infty} \left(\frac{C q}{x^2} - \frac{C q}{(x+d)^2} \right) dx = C q \int_d^{+\infty} \frac{(x+d) dx}{(x(x+d))^2} =$$

$$= C q \int_d^{+\infty} \frac{d (x(x+d))}{(x(x+d))^2} = -C q \int_d^{+\infty} \frac{1}{x(x+d)} = -C q \left[\frac{1}{d} \ln \left| \frac{x}{x+d} \right| \right]_d^{+\infty} =$$

$$= -C q \left[\frac{1}{2d^2} \right] = -\frac{C q}{2d}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ЗСЭ:

$$\frac{m v_0^2}{2} + A = \frac{m v_1^2}{2}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} - \frac{C q}{2 d} = \frac{m v_1^2}{2}$$

$$\frac{m}{q} (v_0^2 - v_1^2) = m v_0^2 - \frac{v_1^2 d q}{y \cdot 10,8 d} = m v_1^2$$

$$\frac{v_0^2}{y} - \frac{v_1^2}{10,8 y} = \frac{v_1^2}{y}$$

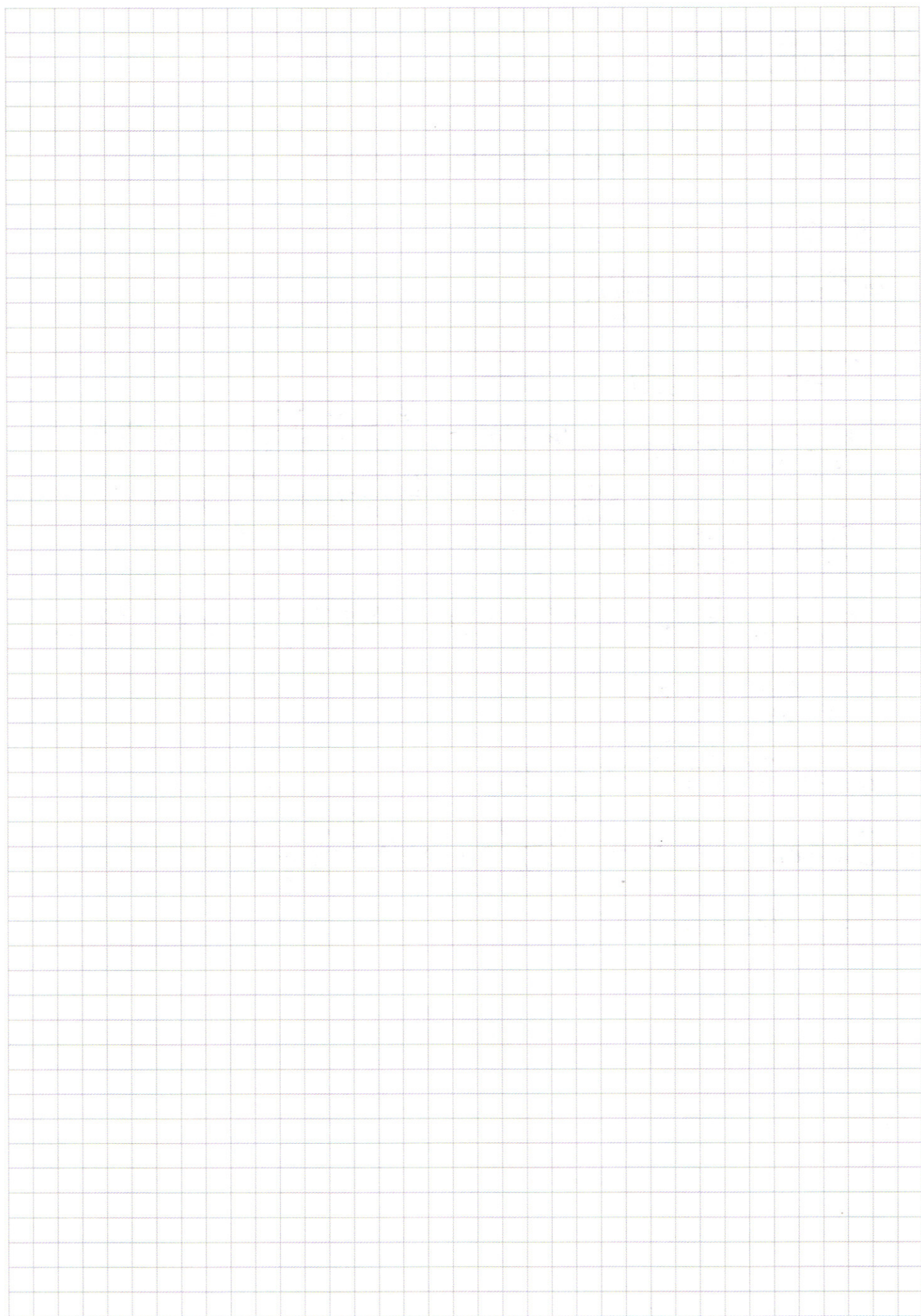
$$v_0^2 = \frac{v_1^2}{10,8} + v_1^2 = v_1^2 \left(\frac{10,8 + 1}{10,8} \right) = v_1^2 \frac{11,8}{10,8} =$$

$$= \frac{59}{54} v_1^2$$

$$v_0 \approx v_1 \sqrt{\frac{59}{54}} \approx 1,4 v_1$$

Ответ: 1) $T = \frac{1,6 d}{v_1}$; 2) $U = \frac{v_1^2}{1,6 y}$

3.) $v_0 \approx 1,4 v_1$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{A}{Q_+} = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{\frac{1}{2} (2U_1 - 2U)(U_1 - U)}{\frac{1}{2} \cdot (2U + 2U_1)(U_1 - U) + \frac{\epsilon}{2} (2U_1^2 - 2U^2)} = \\ &= \frac{2(U_1 - U)(U_1 - U)}{2(U + U_1)(U_1 - U) + \epsilon (U_1^2 - U^2)} = \frac{2(U_1 - U)}{2(U + U_1) + \epsilon (U_1 + U)} = \\ &= \frac{U_1 - U}{U + U_1 + \epsilon (U_1 + U)} = \frac{U_1 - U}{(1 + \epsilon)(U_1 + U)} = \frac{1}{1 + \epsilon} \cdot \frac{U_1 - U}{U_1 + U} \leq \frac{1}{1 + \epsilon} \end{aligned}$$

$\frac{U_1 - U}{U_1 + U} \ll 1$ (равенство при $U = 0$).
конверсия!

$$\eta_{\text{max}} = \frac{1}{1 + \epsilon} = \frac{1}{4} = 0,25 \quad (25\%)$$

1) $I_0 = 12 \cdot 10^3$ А
Кирхгоф:
 $\mathcal{E} = U_0 \cdot U_1 = 2I_0 + U_0 + \mathcal{E}$

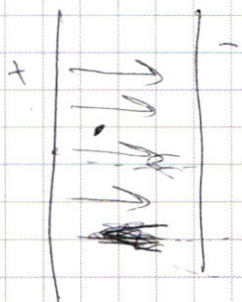
$$2I_0 = U_1 - U_0 - \mathcal{E}$$

$$U = I_0 = \frac{U_1 - U_0 - \mathcal{E}}{2} = \frac{8\text{В} - 1\text{В} - 3\text{В}}{0,2\text{А}} = \frac{2\text{В}}{0,2\text{А}} = 10\text{А}$$

$$= 10 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

2) $U_0 \neq U_1 - \mathcal{E} \neq 2I$
 $U_0 = U_{\text{сн}} - \mathcal{E}$
 $U_{\text{сн}} = U_0 + \mathcal{E} = 4\text{В}$
 $\frac{Q_{\text{сн}}}{2} = \frac{C U_{\text{сн}}^2}{2} + \mathcal{E} C U_{\text{сн}} + \mathcal{E} I$

03



$$BqL = A_{\text{пр}}$$

$$Bq = ma$$

$$a = \frac{Bq}{m}$$

1)

$$T = \frac{v_1}{a} = \frac{v_1 m}{Bq} = \frac{v_1}{E}$$

$$u = E \cdot d$$

$$Bq \frac{v_1^2}{2} = Eq \cdot 0,8d = 0$$

$$\frac{m v_1^2}{2} = E q \cdot 0,8d \quad E = \frac{m}{q} \cdot \frac{v_1^2}{1,6d} = 2 \cdot \frac{v_1^2}{1,6d}$$

$$T = \frac{v_1}{y \frac{v_1^2}{1,6d}} \quad y = \frac{1,6d}{v_1^2}$$

$$2) u = E d = 2 \cdot \frac{v_1^2}{1,6d} \cdot d = \frac{2 v_1^2}{1,6}$$

$$3) \frac{m v_1^2}{2} = A_1 = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{C}{(x+d)^2} \cdot dx$$

$$A_2 = \int_0^{\infty} \frac{C}{x^2} dx$$

$$\frac{V_{\text{ср}}}{0,5d} = E$$

$$C = E (0,5d)^2$$

$$\int \frac{1}{x^2(x+d)} dx$$

$$A = A_2 \int \left(\frac{C}{x^2} - \frac{C}{(x+d)^2} \right) dx =$$

$$= \frac{C}{x^2} - \frac{C}{(x+d)^2} = \frac{C((x+d)^2 - x^2)}{x^2(x+d)^2}$$

$$= \frac{C((x+d-x)(x+d+x))}{x^2(x+d)^2}$$

$$= \frac{2xd + d^2}{x^2(x+d)^2} = \frac{2xd + d^2}{x^2(x+d)^2}$$

$$\int \frac{2xd + d^2}{x^2(x+d)^2} dx = \ln \left(\frac{x(x+d)^2}{1} \right) + \frac{1}{x(x+d)^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\int \frac{dx}{x(x+d)} \quad \frac{2x+d}{x^2(x+d)^2} = \frac{2x+d}{(x(x+d))^2} =$$

$$= \frac{(x(x+d))'}{(x(x+d))^2}$$

$$d(x(x+d)) = dx \cdot (2x+d)$$

$$2x+d = \frac{d(x(x+d))}{2x+d}$$

$$\int \frac{2x+d}{x^2(x+d)^2} dx = \int \frac{d(x(x+d))}{(x(x+d))^2} =$$

$$v_0 = v_1$$

$$= \frac{1}{x(x+d)^3} + C$$

$$= \frac{dC}{2d^2} = \frac{C}{2d}$$

$$\frac{1}{x(x+d)^3} + C$$

$$\begin{array}{r} 59 \overline{) 59} \\ - 59 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 24 \\ \hline 56 \\ + 280 \\ \hline 336 \end{array}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F + \frac{2F}{5}} + \frac{1}{x}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{F} - \frac{3}{5F} = \frac{2}{5F}$$

$$x = \frac{5F}{2}$$

$$\frac{u_y}{u} = \left(\frac{2}{5} \right)'$$

$$x = \frac{1}{F - d}$$

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

$$u_x = \frac{H}{u} = \frac{x}{d}$$

$$u_y = \frac{8F}{x}$$

$$\frac{H}{u} = \frac{x}{F - x} = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{x}}$$

$$\frac{u_y}{h} = \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{D} \right)' = \left(\frac{D - F}{FD^2} \right)' = \frac{2D \cdot FD^2 - D \cdot 2FD \cdot 2D}{(FD^2)^2} =$$

$$= \frac{2D \cdot FD^2 - 4FD^2 D}{(FD^2)^2} = \frac{-2D}{FD^2}$$

$$u_y = \frac{2D}{FD^2} h = \frac{2D}{FD^2} \cdot \frac{8A}{15} = \frac{16D}{15FD^2}$$

$$u_x: \frac{1}{D} + \frac{1}{x} = \frac{1}{L}$$

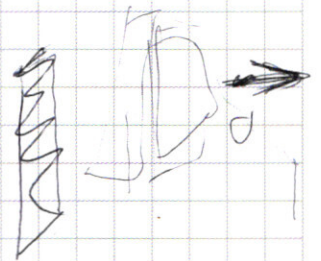
$$\frac{2D}{D^2} = \frac{u_x}{x^2}$$

$$u_x = \frac{x^2}{D^2} 2D$$

$$\frac{u_y}{h} = \frac{\frac{x^2}{D^2} 2D \cdot D - x \cdot 2D}{D} = \frac{2Dx \left(\frac{x}{D} - 1 \right)}{D}$$

$$\frac{u_y}{u_x} = \frac{u_y}{u_x}$$

№4



$$2) u_0' = E + u_0 = 4B$$

$$\frac{Cu_1^2}{2} - E \cdot C(u_1 - u_0') = \frac{Cu_0'^2}{2} + \frac{LI^2}{2}$$

$$3) \frac{Cu_2^2}{2} - E \cdot C(u_1 - u_2) = \frac{Cu_2^2}{2}$$

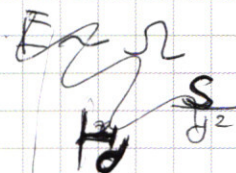
$$Cu_1^2 - Cu_2^2 = 2E(u_1 - u_2)$$

$$(u_1 - u_2)(u_1 + u_2) = 2E(u_1 - u_2)$$

$$u_1 \neq u_2$$

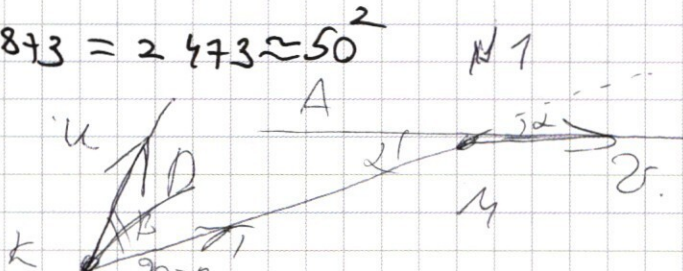
$$u_1 = u_2$$

$$u_2 = 2E - u_1 = 6B - 6B = 0$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$1600 + 873 = 2473 \approx 50^2$$



$$\begin{array}{r} 27 \\ \times 64 \\ \hline + 108 \\ 162 \\ \hline 1728 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2691 - 1728 \\ \hline 873 \end{array}$$

$$\approx \frac{50}{40} \cdot 40 \text{ cm} = 50 \text{ cm}$$

$$u \cos \beta = 25 \cos 2$$

$$7) u = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 25.$$

$$= 8 \frac{24}{85} = \frac{960}{85}$$

$$c_{\text{св}} \approx 17,3 \text{ смк}$$

$$\frac{3}{5} \succ \frac{8}{12}$$

$$51 \succ 45$$

$$\begin{array}{r} 289 \\ \times 6 \\ \hline 1734 \end{array}$$

$$2) U_{\text{sum}}^2 = U^2 + V^2 - 2UV \cos(180^\circ - \alpha - \beta) -$$

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

$$= v^2 \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} + v^2 + \frac{2 \cos \alpha}{\cos \beta} v^2 \cos(\alpha + \beta) =$$

$$\frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} + 1 + \frac{2 \cos \alpha}{\cos \beta} (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta)$$

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

$$T = \frac{m \cancel{L}^2}{2 \sin \beta} = \frac{m \cos^2 \alpha}{2 \sin \beta \cos \beta} \cdot \cancel{L}^2$$

$$\begin{array}{r} 2601 \\ \times 51 \\ \hline 2551 \\ 1300 \\ \hline 2601 \end{array}$$

$$1) \quad pV = nRT$$

2) $p_H = 101$

$$3.) \quad pV = nRT$$

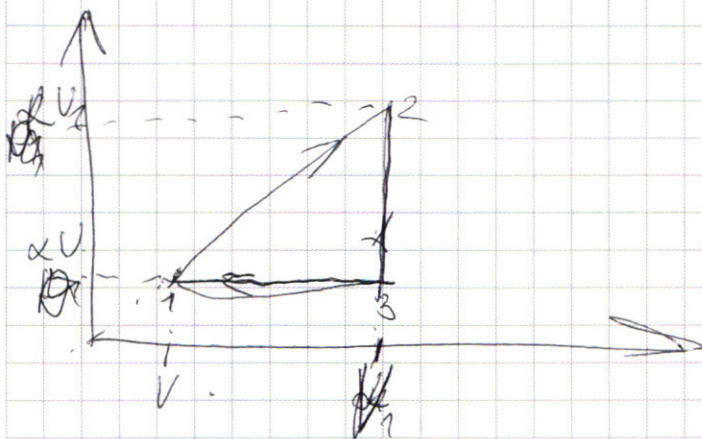
$$\mu_2 \cdot \rho = \frac{\gamma_{RT}}{V^2}$$

~~$$P = \frac{2RT}{V} \quad V = \frac{2RT}{P}$$~~

$$p = \frac{F}{A}, \quad U, \quad \bar{U}, \quad T, \quad \bar{T}$$

$$(U \Rightarrow \neg \frac{1}{\neg V}, TP)$$

$$\neg P \vee \frac{1}{PP}, TV$$



$$\frac{p}{v} = 2.$$

$$1) Q_{23} = A_{31} + \Delta U_{31} = C_{23} \cdot \Delta T_{23} \quad | \quad A_{31} = 0.$$

$$\Delta T_{31} = \frac{2vV_1}{\gamma R} - \frac{2v_1^2}{\gamma R}$$

$$\Delta U_{31} = \frac{i}{2} \Delta(pV)_{31} = \frac{i}{2} (2vV_1 - 2v_1^2)$$

$$C_{23} \cdot \frac{2v_1(V - v_1)}{\gamma R} = \frac{i}{2} 2v_1(V - v_1)$$

$$C_{23} = \frac{i}{2} \gamma$$

$$2) Q_{31} = Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} = C_{31} \cdot \Delta T_{31}$$

$$A_{31} = 2v(V - v_1)$$

$$\Delta U_{31} = \frac{i}{2} \Delta(pV)_{31} = \frac{i}{2} (2v^2 - 2vV_1)$$

$$\Delta T_{31} = \frac{2v^2}{\gamma R} - \frac{2vV_1}{\gamma R}$$

$$2v(V - v_1) + \frac{i}{2} (2v^2 - 2vV_1) = C_{31} \cdot \frac{(2v^2 - 2vV_1)}{\gamma R}$$

$$1 + \frac{i}{2} = \frac{C_{31}}{\gamma R}$$

$$C_{31} = \gamma R \frac{i+2}{2} \quad (i=3)$$

$$\frac{C_{31}}{C_{23}} = \frac{\gamma R \frac{i+2}{2}}{\gamma R \frac{i}{2}} = \frac{i+2}{i}$$

$$\frac{i+2}{i} = \frac{5}{3}$$

$$2) \frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{A_{12} + \Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{1}{1 + \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}}}$$

$$= 1 + \frac{\frac{i}{2} (2v_1^2 - 2v^2)}{\frac{1}{2} (2v + 2v_1)(v_1 - v)} = 1 + \frac{i \cdot 2(v_1 - v)(v_1 + v)}{2(v + v_1)(v_1 - v)} = 1 + i = 1 + 3 = 4$$