

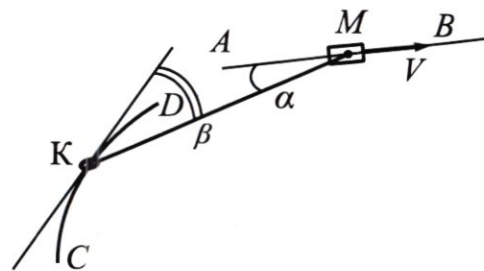
Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

Вариант 11-02

Класс 11

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

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.



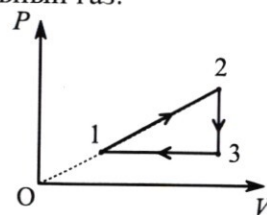
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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

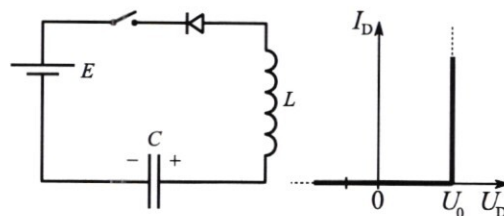
- 1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.
- 2) Найдите напряжение U на конденсаторе.
- 3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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.

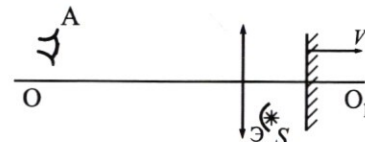


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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

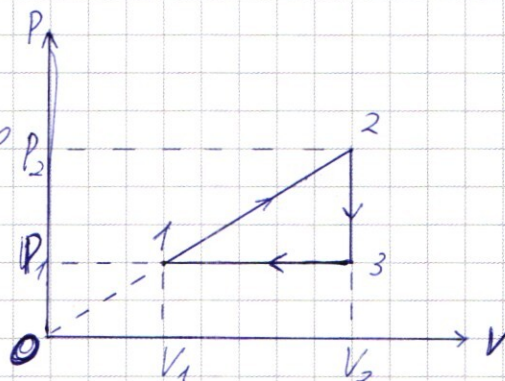
N.2.

- 1) Понижение температуры происходит на участках 23 и 31.

Участок 23: $V = \text{const}$

$$\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3} \quad A'_{23} = 0$$

A'_{23} - работа газа на 23



I закон термодинамики:

$$\Delta U_{23} = Q_{23} + A'_{23} = Q_{23} \quad \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \mathcal{R} \Delta T_{23}$$

$$Q_{23} = C_{23} \mathcal{R} \Delta T_{23} = \frac{3}{2} \mathcal{R} \Delta T_{23} \quad C_{23} = \frac{3}{2} \mathcal{R}$$

Участок 31: $P = \text{const}$

I закон термодинамики:

$$\Delta U_{31} = Q_{31} - A'_{31} \quad A'_{31} - \text{работа газа на } 31$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \mathcal{R} \Delta T_{31} \quad A'_{31} = P_3 \Delta V = \mathcal{R} \Delta T_{31}$$

$$Q_{31} = \frac{5}{2} \mathcal{R} \Delta T_{31} = C_{31} \mathcal{R} \Delta T_{31} \Rightarrow C_{31} = \frac{5}{2} \mathcal{R}$$

$$\frac{C_{31}}{C_{23}} = \frac{5}{3}$$

- 2) Процесс 12: I закон термодинамики: $\Delta U_{12} = Q_{12} - A'_{12}$

A'_{12} - работа газа на 12

A'_{12} равна площади ~~под~~ трапеции.

$$A'_{12} = \frac{(P_1 + P_2)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{P_1 V_2 - P_1 V_1 + P_2 V_2 - P_2 V_1}{2} \quad (1)$$

П.к. участок 12 прямой $\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2} \Rightarrow p_1 V_2 = p_2 V_1$

$p_1 V_2 - p_2 V_1 = 0$ Используя это в формуле (1) получаем, что $A'_{12} = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{2}$

$$\Delta V_{12} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$\frac{Q_{12}}{A'_{12}} = \frac{\Delta V_{12}}{A'_{12}} + 1 = \frac{3(p_2 V_2 - p_1 V_1)}{p_2 V_2 - p_1 V_1} + 1 = \underline{4}$$

$$3) \eta = \frac{A}{Q_H} \quad Q_H = Q_{12} = 2(p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

A - работа всего цикла, она равна площади треугольника.

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

Из соотношения $\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2}$ $p_1 = \frac{p_2 V_1}{V_2}$ (2) Подставляем

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

$$Q_H = 2(p_2 V_2 - p_1 V_1) \text{ Используем (2)}$$

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

$$\text{Тогда } \eta = \frac{p_2 (V_2 - V_1)^2}{2V_2 \cdot \frac{2p_2 (V_2^2 - V_1^2)}{V_2}} = \frac{V_2 - V_1}{4(V_2 + V_1)} \quad \text{это}$$

выражение максимально при $V_1 = 0$

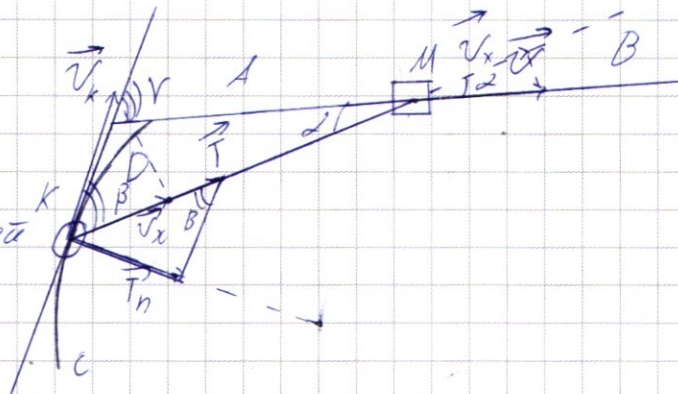
$$\eta_{\max} = \frac{V_2 - 0}{4(V_2 + 0)} = \frac{1}{4}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{C_{11}}{C_{23}} = \frac{5}{3} \quad 2) \frac{Q_{12}}{A'_{12}} = 4 \quad 3) \eta_{\max} = 25\%$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1.

Трос нерастяжим и
нерастяжим и натянут,
значит проекции скоростей
муфты и кольца на
трос равны.



v_k - скорость кольца.

$$v_k \cos \beta = v \cos \alpha \quad v_k = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \quad v_k = 51 \text{ см/с}$$

1) Ответ: $v_k = 51 \text{ см/с}$

v_0 - ~~относительная~~ скорость кольца относительно муфты.

$$\vec{v}_0 = \vec{v}_k - \vec{v}$$

$$\angle \gamma = \angle \alpha + \angle \beta$$

$$\sin \alpha = \frac{4}{5} \quad \sin \beta = \frac{15}{17}$$



$$\cos \gamma = \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} = -\frac{36}{85}$$

$$v_0 = \sqrt{v_k^2 + v^2 - 2v_kv \cos \gamma} = 77 \text{ см/с}$$

2) Ответ: $v_0 = 77 \text{ см/с}$

T - сила натяжения троса.

T_n - проекция T на нормаль к окружности в т. К.

$$T_n = T \sin \beta \quad T = \frac{T_n}{\sin \beta}$$

$$T_n = m a_n, \text{ где } a_n - \text{нормальное ускорение кольца}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$H' = \gamma U_y$ U_y - скорость излучения на оси Oy

$$H' = \frac{h}{\lambda} \lambda' = \frac{q}{2} v \frac{h}{\lambda} \quad h = \frac{8}{15} F$$

$$H' = \frac{q}{2} v \cdot \frac{8F}{15} \cdot \frac{3}{5F} = \frac{36}{25} v$$

U_y - скорость излучения

$$\angle \varphi = \sin \pm \varphi = \frac{U_y}{v_x}$$

$$\pm \varphi = \frac{36}{25} \cdot \frac{2}{9} = \frac{8}{25} = 0,32$$

2) Ответ: $\pm \varphi = 0,32$

$$v_y = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = v \sqrt{\frac{81}{4} + \frac{1296}{625}} = v \frac{9}{50} \sqrt{689} \approx 4,716 v$$

3) Ответ: $v_y \approx 4,716 v$

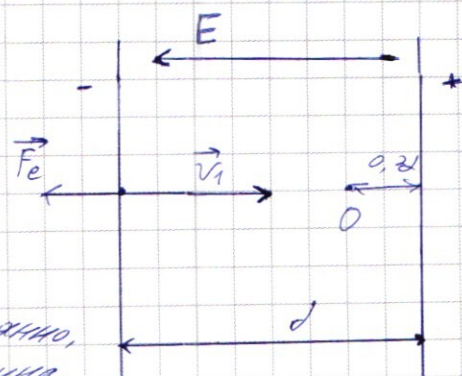
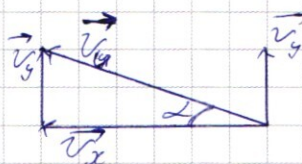
Н.З.

$$m\vec{a} = \vec{F}_e \quad m\alpha = F_e \quad F_e = Eq$$

$$\alpha = \frac{Eq}{m} = Ey \quad \text{ускорение постоянно, так как } E \text{ постоянна.}$$

Значит движение внутри конденсатора равноускоренное.

$$0,02 - \text{ путь } \vec{v}_1 \text{ пройденный} \quad 0,02 = \frac{-v_1^2}{-2\alpha} = \frac{v_1^2}{2\alpha} \Rightarrow \alpha = \frac{v_1^2}{1,62}$$



$$v_1 = aT \quad T = \frac{v_1}{a} = \frac{v_1 \cdot 1,6d}{v_1^2} = \frac{1,6d}{v_1}$$

1) Ответ: $T = \frac{1,6d}{v_1}$

$$U = Ed$$

$$a = \frac{v_1^2}{1,6d} = Ey$$

$$E = \frac{v_1^2}{1,6dy}$$

$$U = \frac{v_1^2}{1,6y}$$

2) Ответ: $U = \frac{v_1^2}{1,6y}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

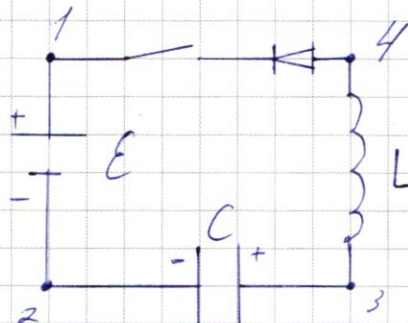
н.ч.

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \mathcal{E}$$

$$\varphi_3 - \varphi_2 = U_1$$

$$\varphi_1 = \varphi_4$$

Пока ток не бежит $\varphi_3 = \varphi_4$

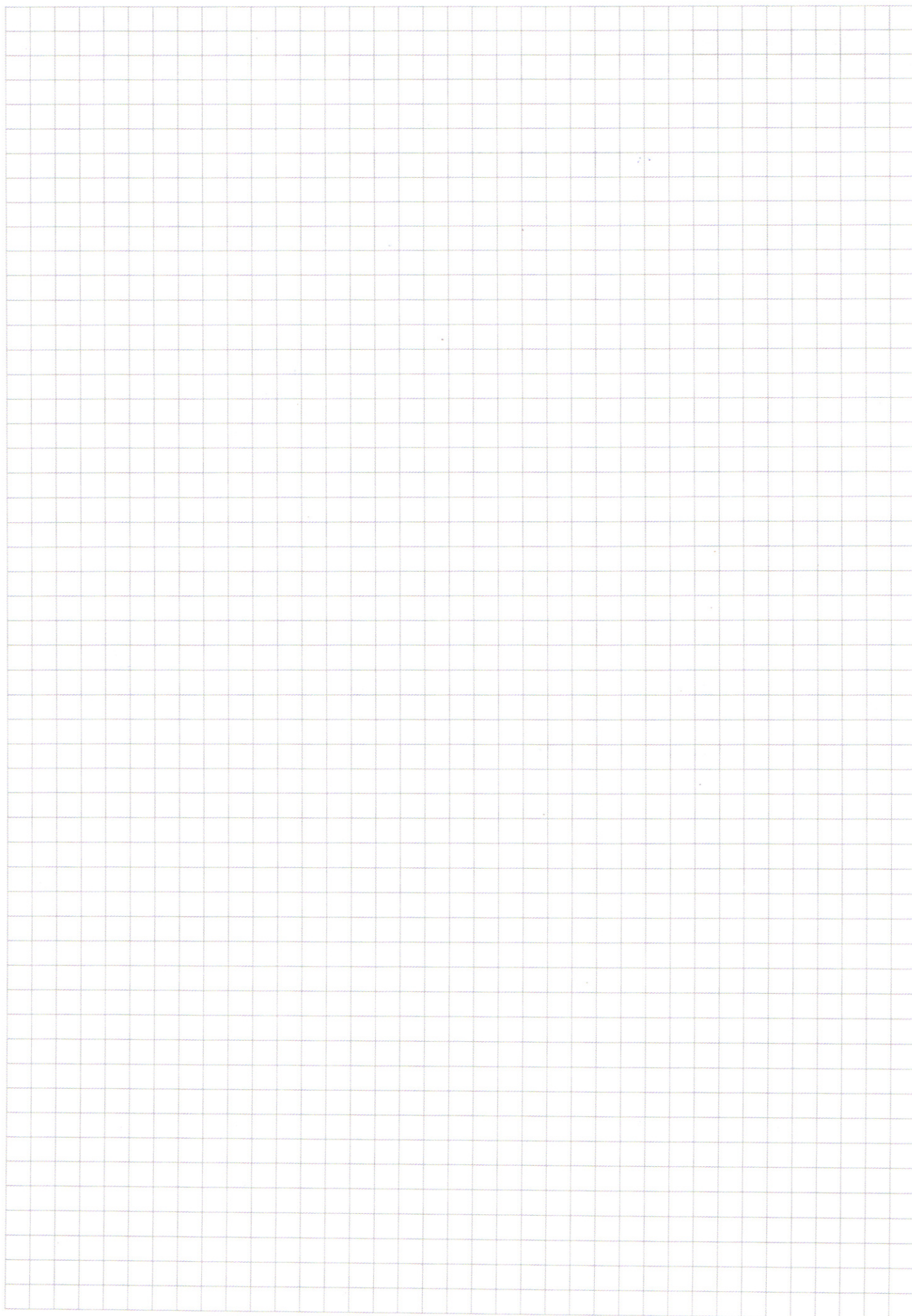


$\varphi_4 - \varphi_1 = U_1 - \mathcal{E} = 3 \text{ В}$. Значит, после замыкания ключа ток сначала пойдёт ~~на~~ против часовой стрелки. А это значит, что доод его пропустит.

Когда ток пошёл: $\varphi_3 - \varphi_4 = -L I'$

$$\varphi_3 - \varphi_4 = U_1 - \mathcal{E} = -L I' \quad |I'| = \frac{U_1 - \mathcal{E}}{L} = 15 \text{ А/с}$$

1) Ответ: ~~$|I'| = 15 \text{ А/с}$~~ $|I'| = 15 \text{ А/с}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = k$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$\frac{3(P_2 V_2 - V_1 P_1)}{(P_1 + P_2)(V_2 - V_1)}$$

$$V_2 = P_1 V_2 = P_2 V_1$$

$$A'_{12} = \frac{P_1 V_1 - P_1 V_2 + P_2 V_1 - P_2 V_2}{2} = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{2}$$

$$\frac{Q_{12}}{A'_{12}} = \frac{3(P_2 V_2 - V_1 P_1)}{P_2 V_2 - P_1 V_1} + 1 = 4$$

$$Q_{12} = 2(P_2 V_2 - P_1 V_1) = Q_H$$

$$3) Q_{23} = \frac{3}{2} R \Delta T_{23} \quad Q_{13} = \frac{5}{2} R \Delta T_{13}$$

$$|Q_x| = 4 R \Delta T \left| \frac{3}{2} R \Delta T (3 T_3 - 3 T_2 + 5 T_3 - 5 T_1) \right|$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23}$$

$$Q_{31} = A'_{31} + \Delta U_{31}$$

$$Q_{12} = A'_{12} + \Delta U_{12}$$

$$Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = A'_{12} + \Delta U_{12} + A'_{23} + \Delta U_{23} + A'_{31} + \Delta U_{31} = A'_{12} + A'_{23} + A'_{31}$$

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

$$A = \frac{(P_2 - P_1)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{P_2 V_2 - P_2 V_1 - P_1 V_2 + P_1 V_1}{2}$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

$$P_1 = \frac{P_2 V_1}{V_2}$$

$$P_2 V_2 + \frac{P_2 V_1^2}{V_2} - P_2 V_1 - P_1 V_2 = \frac{P_2 (V_2^2 + V_1^2 - 2 V_2 V_1)}{V_2} = \frac{P_2 (V_2 - V_1)^2}{V_2}$$

$$\eta = \frac{P_2 (V_2 - V_1)^2}{4 V_2 (P_2 V_2 - P_1 V_1)}$$

$$P_1 = P \quad P_2 V_2 - \frac{P_2 V_1^2}{V_2} = \frac{P_2 (V_2^2 - V_1^2)}{V_2}$$

$$\eta = \frac{(V_2 - V_1)^2}{4 (V_2 - V_1)(V_2 + V_1)} = \frac{V_2 - V_1}{4(V_2 + V_1)}$$

при увеличении V_1
значит η уменьшается.

$$V_1 = 0 \Rightarrow \eta = \frac{V_2}{4 V_2} = \frac{1}{4}$$

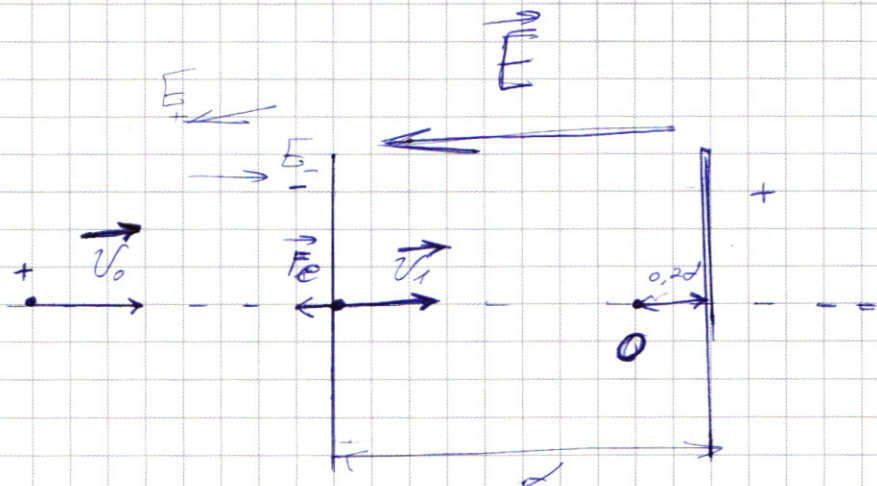
$$\eta_{\max} = 25\%$$

$$\vec{ma} = \vec{F}_e$$

$$ma = F_e = Eq$$

$$a = E \frac{q}{m} = Er$$

$$a = \text{const}$$



$$\cancel{a = \text{const}}$$

$$0 = v_1 - at \quad 0.2d = \frac{v_1^2}{2a} \quad a = \frac{v_1^2}{1.6d}$$

$$0 = v_1 - at \quad 1) T = \frac{v_1}{a} = \frac{v_1 \cdot 1.6d}{v_1^2} = \frac{1.6d}{v_1}$$

$$2) Er = \frac{v_1^2}{1.6d} \quad E = \frac{v_1^2}{1.6d} \quad U = Ed = \frac{v_1^2}{1.6}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} - k \frac{q_0 q_c}{r} + k \frac{q_0 q_c}{r+d} = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$A_\Delta = FS = EqS_\Delta$$

$$A = 8q_0 q_c S_\Delta E$$

$$\cancel{E_\Pi = E_+ - E_- = k \frac{q_c}{(r+d)^2} - k \frac{q_c}{r^2} = \frac{k q_c (r^2 - (r+d)^2)}{(r+d)^2} = -k q_c \frac{(2rd + d^2)}{(r+d)^2}} \quad \text{при } r \rightarrow 0 \quad A' = EqU$$

$$E_\Pi = -k \frac{q_c d^2}{d^2} = -k q_c$$

$$\cancel{E_\Pi = k \frac{q_c}{r^2} - k \frac{q_c}{(r-d)^2}}$$

$$\cancel{= k q_c \left(\frac{r^2 - (r-d)^2}{(r-d)^2} \right) = k q_c \frac{(2rd - d^2)}{(r-d)^2}}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{k q_0 q_c}{d}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N. 4.

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \mathcal{E}$$

$$\varphi_3 - \varphi_2 = U_C$$

$$\varphi_3 = \varphi_4 \quad \varphi_1 = \varphi_4$$

$$\varphi_4 - \varphi_1 = \varphi_3 - \varphi_1 = U_C - \mathcal{E} = 3 \text{ В}$$

$$\varphi_3 - \varphi_4 = -L I'$$

$$\frac{q}{C} = -L I' + \mathcal{E} = U_C \quad \frac{q}{C} = -L I'' + \mathcal{E}$$

$$1) \quad I' = \frac{\mathcal{E} - U_C}{L} = \frac{3}{0,2} = 15 \text{ А/с}$$

$$\varphi_3 - \varphi_2 = U_C$$

$$\varphi_3 - \varphi_4 = -L I'$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \mathcal{E}$$

$$\varphi_4 = \varphi_1$$

$$\varphi_3 - \varphi_2 = U_C = -L I' + \mathcal{E}$$

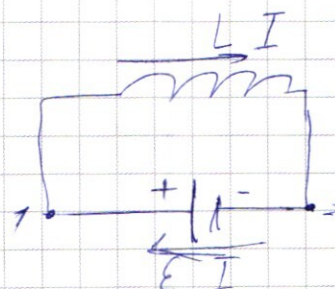
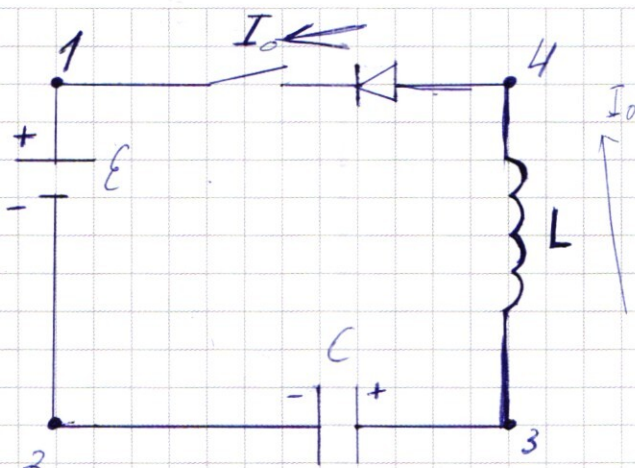
2)

$$\varphi_1 - \varphi_3 = \mathcal{E} - U_C$$

$$\varphi_3 - \varphi_1 = U_C - \mathcal{E} \quad \mathcal{E} > U_C$$

$$U_C < \mathcal{E}$$

$$\mathcal{E} = -L I'$$



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

$$\frac{1296}{36} = 36 \cdot 11.5$$

$$\frac{9}{2} \cdot \frac{8^4}{5^5} = \frac{36}{25}$$

$$F=6 \quad d=10$$

$$\frac{1}{6} = \frac{1}{10} + \frac{1}{s}$$

$$\frac{1}{s} = \frac{10-6}{60} = \frac{1}{15}$$

$$s=15$$

$$\frac{1}{s} = \frac{d-F}{Fd} \quad s = \frac{Fd}{d-F}$$

1)

$$s = \frac{5F^2 \cdot 3}{2F} = \frac{5}{2} F$$

$$d' = 2V$$

$$\begin{aligned} 81 \cdot 625 + 1296 \cdot 4 &= \\ = 9^2 \cdot 625 + 9^2 \cdot 4^3 &= \\ = 9^2 \cdot 689 \end{aligned}$$

$$2) \quad s' = F \cdot \frac{d'(d-F) - dd'}{(d-F)^2} = F \cdot \frac{2V \cdot \frac{2}{3}F - \frac{5}{3}F \cdot 2V}{4F^2} \cdot 9 =$$

$$= \frac{-2V \cdot 9}{42} = + \frac{9}{2} V = 2V$$

$$h = \frac{8F}{15}$$

$$\sqrt{689} = 26.1$$

$$\frac{s}{d} = \frac{h}{h}$$

$$H = \frac{s}{d} h$$

$$H' = \frac{h}{d} s' = \frac{8F \cdot 3}{15 \cdot 5F} \cdot \frac{9}{2} V = + \frac{36V}{25}$$



$$\sin \alpha \pm \cos \alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{36^4}{25} \cdot \frac{2}{9} = \frac{8}{25}$$

$$2) \quad \epsilon g d = 0.32$$

$$3) \quad v = \sqrt{v_y^2 + v_x^2} = 2V$$

$$= 2 \sqrt{\frac{1296 \cdot 4 + 81 \cdot 625}{4 \cdot 625}} \quad 23^2 =$$

$$1296 \cdot 4 = 5200 - 16 = 5184$$

$$81 \cdot 625 = 50625$$

$$50625 + 5184 = 55809$$

$$243^2 = 59609$$

$$55809 = 3^2 \cdot 6201 =$$

$$237^2 = 52900 + 3720 + 49 =$$

$$= 89^2 \cdot 689$$

$$27^2 = 400 + 280 + 49$$

$$\sqrt{9 \cdot 689} \approx 26.1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1.

Трос нерастяжим.

Все и натянут, все

его точка движется

с одинаковой скоростью.

Значит

проекция скоростей

шесты и кольца на трос

равны.

V_k - скорость кольца

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

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

$$V_k = 0.4 \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{17}{8.20} = 0.51 \text{ м/с}$$

$$V_k = 51 \text{ см/с}$$

V_0 - скорость кольца относительно шесты.

$$\vec{V}_0 = \vec{V}_k - \vec{V}$$

$$\angle \gamma = \alpha + \beta$$

$$V_0 = \sqrt{V^2 + V_k^2 - 2VV_k \cos(\alpha + \beta)}$$

$$\sin \alpha = \frac{4}{5}$$

$$\sin \beta = \frac{15}{17}$$

$$\cos \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\cos \beta = \frac{8}{17}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} = -\frac{36}{85}$$

$$51^2 = 2500 + 100 + 1 = 2601$$

$$V_0 = \sqrt{1600 + 2601 + 2 \cdot 40 \cdot 51 \cdot \frac{36}{85}}$$

$$48 \cdot 36 = 1440 + 288 = 1728$$

$$V_0 = 77 \text{ см/с}$$

T_n - проекция $\vec{T}$ на нормаль к окружности в точке К.

$$T_n = T \sin \beta$$

$ma_n = T_n$ a_n - нормальное ускорение кольца

$$a_n = \frac{V_k^2}{R}$$

$$T_n = \frac{mV_k^2}{R}$$

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

$$T = \frac{0,867 \cdot 10^{-2}}{1,7 \cdot 10^{-8}} = 1,734 \text{ Н. 2.}$$

$$1) \frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

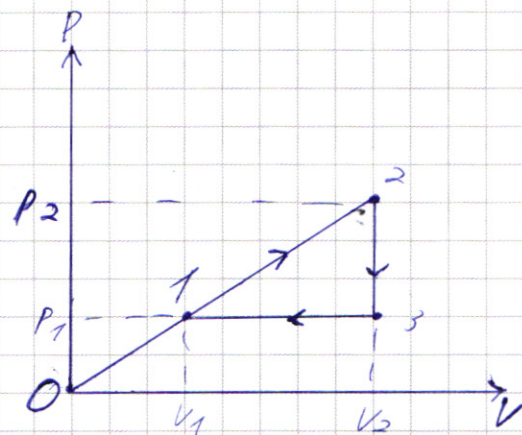
$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\frac{\nu R T_1}{V_1^2} = \frac{\nu R T_2}{V_2^2}$$

$$T_2 = T_1 \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2$$

$$T_2 > T_1$$



$$23. V = \text{const} \quad \frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3} \quad A = 0$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} = \frac{3}{2} P_3 \Delta V_{23} = C_{23} \Delta T_{23} \quad C_{23} = \frac{3}{2} R$$

$$31. P = \text{const}$$

$$\frac{V_3}{T_3} = \frac{V_1}{T_1}$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A'_{31}$$

$$A'_{31} = P_3 \Delta V_{31} = \nu R \Delta T_{31}$$

$$\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31}$$

$$Q_{31} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{31} = C_{31} \Delta T_{31} \quad C_{31} = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{C_{31}}{C_{23}} = \frac{5}{2} R \cdot \frac{2}{3R} = \left(\frac{5}{3} \right)$$

$$\frac{3(P_2 V_2 - P_1 V_1)}{(P_1 + P_2)(V_2 - V_1)}$$

$$2) \Delta U_{12} = Q_{12} - A'_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} P_2 V_2 - \frac{3}{2} P_1 V_1$$

$$A'_{12} = \frac{(P_1 + P_2) \cdot (V_2 - V_1)}{2}$$

$$Q_{12} = \frac{P_1 V_2 - P_1 V_1 + P_2 V_2 - P_2 V_1 + 3 P_2 V_2 - 3 P_1 V_1}{2}$$

$$Q_{12} = \frac{P_1 V_2 - 4 P_1 V_1 + 4 P_2 V_2 - P_2 V_1}{2}$$

$$\frac{Q_{12}}{A'_{12}} = \frac{\Delta U_{12}}{A'_{12}} + 1$$

$$1600 + 120 + 14$$

$$2601 = 3 \cdot 867$$