

Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

Вариант 11-01

Класс 11

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

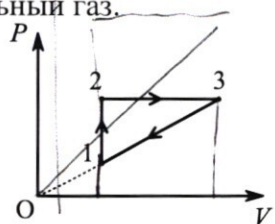
1. Муфту M двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей. Массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 4/5$) 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 количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
- 3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица и через время T вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам. Удельный заряд частицы

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

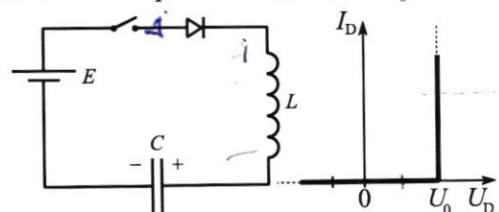
- 1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
- 2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
- 3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

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 $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ 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.

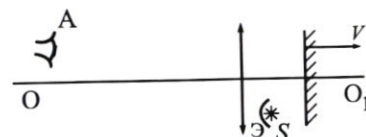


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии $F/2$ от плоскости 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

$$V = 68 \text{ см/с}$$

$$M = 0,1 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

$$l = \frac{5}{3} R$$

$$\cos \alpha, \sin \alpha$$

$$\cos \beta, \sin \beta$$

1) тела связаны нитью, нить не
растянута $\rightarrow$ уравнение кинематической
связи: $v_k l = v_M l$, проекции скоростей
на направление нити двух тел равны.
Отсюда

$$v_k \cos \beta = v_M \cos \alpha$$

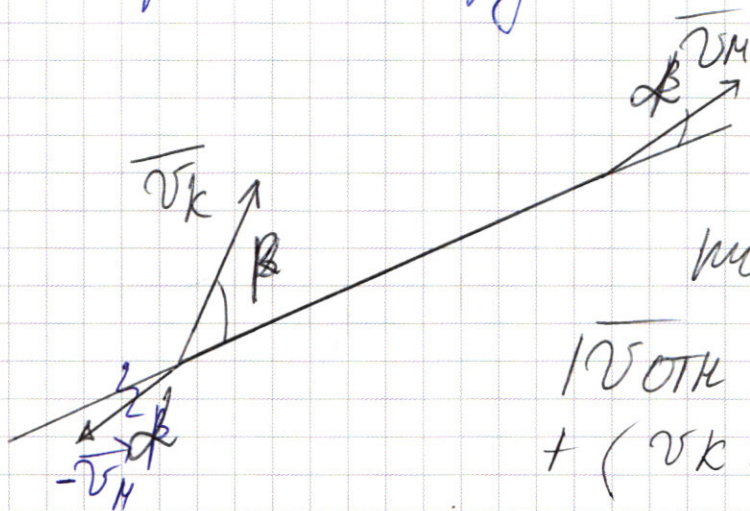
$$v_k = v_M \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 68 \cdot \frac{15,5}{17,4} = 75 \text{ см/с}$$

2.) по определению: $\vec{v}_{\text{отн}} + \vec{v}_M = \vec{v}_k$

где $\vec{v}_{\text{отн}}$ - скорость кольца относительно
муфты, $\vec{v}_k$ - скорость кольца в ЛСО
 $\vec{v}_M$ - скорость муфты в ЛСО.

$$\vec{v}_{\text{отн}} = \vec{v}_k - \vec{v}_M$$

выберем координаты так:



тогда

$$|v_{OTK}| = \sqrt{(v_k \cos \beta - v_H \cos \alpha)^2 + (v_k \sin \beta + v_H \sin \alpha)^2}$$

$$= v_k^2 + v_H^2 + 2v_H v_k (\sin \alpha \sin \beta - \cos \alpha \cos \beta)$$

(2) $v_{OTK} = \sqrt{v_k^2 + v_H^2 + 2v_H v_k (\sin \alpha \sin \beta - \cos \alpha \cos \beta)}$

(3) II закон Ньютона для кольца

$$\frac{m v_k^2}{R} = T \sin \beta, \quad T = \frac{m v_k^2}{R \sin \beta} = \frac{0,1 \cdot (0,75)^2 \cdot 5}{1,9 \cdot 3}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3-ча 2.

1) $1 \rightarrow 2$

$$\Delta V = 0$$

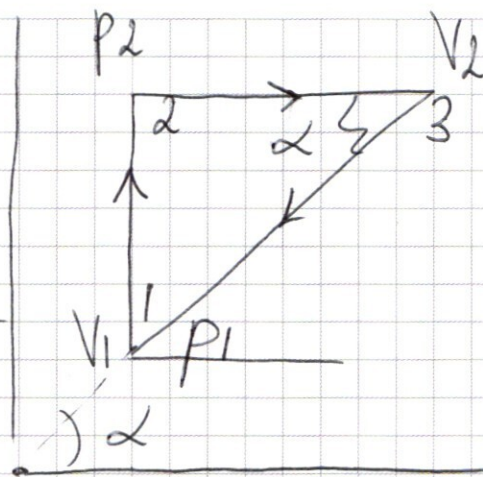
$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} \quad (1)$$

$2 \rightarrow 3$

$$Q_{23} = p_2 \Delta V$$

$$+ \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} = \Delta p V_{изур} - \text{е состоянии}$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} p_2 \Delta V = \frac{5}{2} A_{23} \quad (2)$$



(1) температура увелие в проц $1 \rightarrow 2$ и $2 \rightarrow 3$
газ получает тепло в этих процессах.

$$C_{12} \nu \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} \quad \text{из (1)}$$

$$C_{23} \nu \Delta T_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23} \quad \text{из (2)}$$

тогда

$$\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{5}{3}$$

12. из (2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2}$

13. КПД будет максимальным
когда $\alpha = 45^\circ$

$$\eta_0 = \frac{A_{пол}}{Q_{т}}$$

поэтому

$$Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = A_{пол}$$

$$V_0 = 1 + \frac{Q_{13}}{Q_{12} + Q_{23}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

√3.
0,25d (1) ЗСЭ $q E \Delta x = \frac{m V_1^2}{2}$
d $V_1^2 = 2 \gamma E \Delta x$ (1)

T Δx — расстояние от нач. полож.
S частицы до окруж. обкладки
r $= d - \frac{d}{4} = \frac{3}{4}d$.

с другой стороны

$$F = q E = m \dot{V} \text{ и } V_1 = \gamma E T. (2)$$

разделим (1) на (2)

$$V_1 = \frac{2 \Delta x}{T} = 2 \cdot \frac{3}{4} \frac{d}{T} = \left(\frac{3}{2} \frac{d}{T} \right)$$

(2) $\epsilon = \frac{Q}{S \epsilon_0}$ (3) напряж. поля в конденсаторе.

приравняем квадраты (2) к (1)

$$\gamma^2 E^2 T^2 = 2 \gamma E \Delta x$$

$$E = \frac{2}{\gamma} \frac{\Delta x}{T^2}, E = \frac{Q}{S \epsilon_0} \text{ и } Q = S \epsilon_0 \frac{2 \Delta x}{\gamma T^2}$$

$$Q = \frac{3}{2} \frac{d}{\gamma T^2} \epsilon_0 S$$

√3.
↓

если пренебречь краевыми эффектами
то поля за пределами конденсатора
и будут. На бесконечно большом
расстоянии частица и будет взаимодействовать
с пластинами и поэтому $(V_1 = V_2)$

если учесть размеры пластины
то потенциал даваемый диском с R
на расстоянии z от центра

$$\varphi = 2\pi k \int_0^R \frac{1 dr}{\sqrt{r^2 + z^2}} = 2\pi k (\sqrt{R^2 + z^2} - z)$$

тогда потенциал в начальной точке

$$\varphi_1 + \varphi_2 = 2\pi k (\sqrt{R^2 + (\frac{d}{4})^2} - \frac{d}{4}) - 2\pi k (\sqrt{R^2 + (\frac{3}{4}d)^2} - \frac{3}{4}d)$$

из закона сохр энергии

$$2e(\varphi_1 + \varphi_2) = V_2^2$$

$$V_2 = \sqrt{2e(\varphi_1 + \varphi_2)}$$

что в принципе тоже самое

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(1) Сразу после, по втор. правому

$$E = LI_1 + U_1, \text{ отсюда } \dot{I}_1|_{t_0} = 40 \frac{A}{c}$$

(2) ток максимален $U_c = E$

по ЗСЭ

$$\frac{CU_1^2}{2} + qE = \frac{LI_m^2}{2} + \frac{CE^2}{2}$$

q - заряд протекший через конденсатор к этому моменту времени.

$$= CE - CU_1$$

тогда

$$I_m = \sqrt{\frac{C}{L}} (E - U_1) = 0,8 A.$$

(3) II правому

$$E = LI_1 + U_C, \text{ если бы диода не было.}$$

$$U = \frac{Q}{C}$$

$$\dot{I} = \dot{Q}$$

$$E = L\ddot{Q} + \frac{Q}{C}$$

$$\ddot{Q} + \frac{Q}{LC} - \frac{E}{L} = 0$$

замена $Q \rightarrow Q - CE$

тогда

$$\frac{Q - CE}{C} = -(E - U_1) \cos \frac{1}{LC} t$$

и

$$U_C = E - 4VB \cos \frac{1}{LC} t$$

ток в цепи

$$Q = CE - C \cdot 4 \cos \frac{1}{LC} t$$

$$\dot{Q} = \frac{4}{L} \sin \frac{1}{LC} t \text{ не можем поменять}$$

направление из-за диода до тех пор пока

$$U_D = U_0$$

? направление на конденсаторе в усм.
режиме $E - U_0 = 8B$.

3-4a

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

 $\sqrt{5}$

1) S_1 - объект в зеркале, S_2 - изоб в центре
расстояние до M в S_2

$$\frac{3}{2} \text{ R}$$

1) по формуле и индексам

$$\frac{21}{3F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{3f}$$

$f = 3 F$ OM MK361

2) Изображение дробя вдоль прямой АВ так что

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{f - F}$$

2gc $h = \frac{3}{4} \frac{1}{d} P$

$$= \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{1}$$

$$= \frac{3}{2} F$$

$$\text{morga } \tan \alpha = \frac{\frac{3}{2} F}{2F} = \frac{3}{4}$$

(в) найдем $f = \left(\frac{dF}{d-P} \right)^{-1}$, d - расстояние до
мкзс от изобр S_1

$$\dot{f} = F \quad \frac{\dot{d}(d-F) - \dot{d}d}{(d-F)^2} = \frac{-\dot{d}F^2}{(d-F)^2}$$

$\dot{d} = \left(\frac{F}{2} + 2\left(\ell - \frac{F}{2}\right)\right) \dot{\ell}$ где ℓ - расстояние от микса до зеркала

$$\dot{d} = 2\dot{\ell} = \frac{2 \cdot V \cdot F^2}{-2V \cdot F^2} = -8V$$

тогда $\dot{f} = \frac{-2V \cdot F^2}{\left(\frac{1}{2}F\right)^2} = -8V$

и перенайдём $\dot{h}$

h - где h - расстояние от OO_1 до изобр S_2 .

$$\frac{h}{H} = \frac{f}{d} \Rightarrow h = \frac{H}{d} f, \quad H = \frac{3}{4}F \text{ расстояние от источника до } OO_1, \quad d \text{ расстояние от отражения в зеркале до микса.}$$

$d = \frac{3}{2}F$ в момент времени t .

$$\dot{h} = \frac{\frac{3}{4}F}{\frac{3}{2}F} (-8V) = -4V$$

полная скорость

$$V_{\text{полн}} = \sqrt{\dot{h}^2 + \dot{f}^2} = \sqrt{16V^2 + 64V^2} = \sqrt{80}V = 4\sqrt{5}V.$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

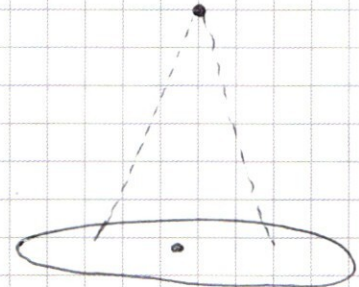
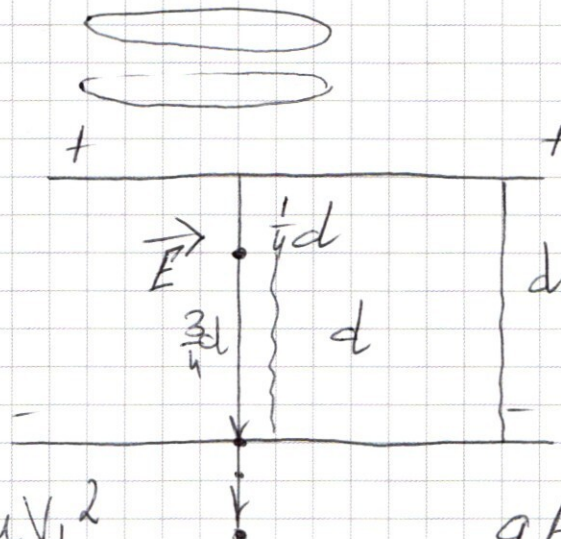
3. 5

d

$0,25d$

T

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



3CЭ

$$qU = \frac{mV_1^2}{2}$$

$$V_1^2 = \frac{2qU}{m} = 2\gamma U$$

U

$$E \Delta x = E \cdot \frac{3}{4}d$$

$$V_1^2 = 2\gamma E \frac{3}{4}d \quad V_1 = \frac{2\Delta x}{T}$$

$$V_1 = \gamma ET$$

$$\gamma^2 E^2 T^2 = 2\gamma E \Delta x$$

$$E = \frac{2\Delta x}{\gamma T^2} = \frac{2}{\epsilon_0} = \frac{Q}{S\epsilon_0}$$

$$(2) Q = S\epsilon_0 \frac{2\Delta x}{\gamma T^2}$$

$$qE = F = m\dot{V}$$

$$V_1 = \frac{qE}{m} T = \gamma ET$$

$$(3) E_k = \frac{mV_1^2}{2} + ?$$

$$\frac{mV_1^2}{2} - k\Phi$$

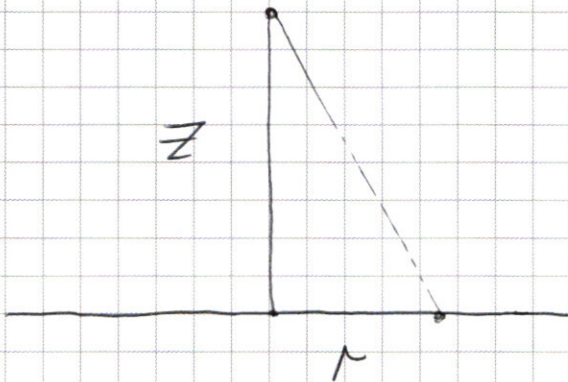
$$2\sigma\pi k (\sqrt{R^2+z^2} - z)$$

$$\sigma = \frac{Q}{S}$$

$$\varphi_1 = \frac{2Q\pi k}{S} (\sqrt{R^2+d^2} - d)$$

$$\varphi_2 = -\frac{2Q\pi k}{S} (R^2)$$

$$R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$



$$\frac{k dq}{\sqrt{z^2+r^2}} = \frac{k r d\varphi_2}{\sqrt{z^2+r^2}} \Rightarrow \frac{2\pi k \sigma}{\sqrt{z^2+r^2}}$$

$$\sigma \rightarrow \sigma dr$$

$$2\pi r \sigma = \sigma \cdot 2\pi r dr$$

$$2\pi k \int_0^R \frac{r dr}{\sqrt{r^2+z^2}} = 2\pi k \int_0^R \frac{dr^2}{2\sqrt{r^2+z^2}} = \int_0^R \frac{d(r^2+z^2)}{\sqrt{r^2+z^2}} 2\pi k$$

$$(\varphi_1 + \varphi_2) q + \frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано

$$V = 68 \text{ см/с}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

$$l = \frac{5R}{3}$$

$$\cos \alpha = \frac{15}{17}, \sin \alpha = \frac{8}{17}$$

$$\cos \beta = \frac{4}{5}, \sin \beta = \frac{3}{5}$$

$$h = \frac{A_n}{Q} \frac{(V_2^2 - V_1^2) \operatorname{tg} \alpha}{2 Q \operatorname{tg} \alpha}$$

$$Q_1 = \frac{3}{2} (p_2 - p_1) V_1$$

$$Q_2 = \frac{5}{2} (p_2 (V_2 - V_1))$$

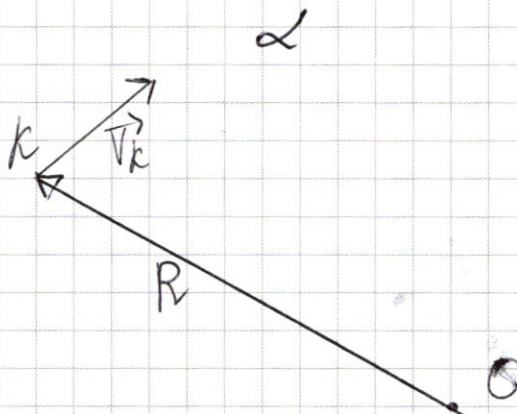
$$Q_1 + Q_2 = \frac{1}{2} (5 p_2 V_2 - 5 p_2 V_1 + 3 p_2 V_1 - 3 p_1 V_1)$$

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

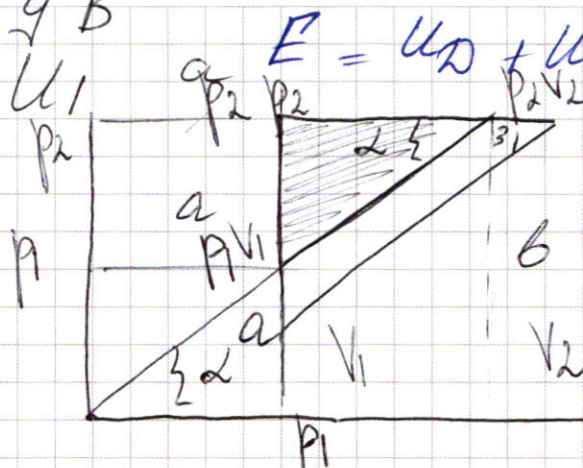
$$Q_1 + Q_2 = S - Q_{31}$$

$$S - \frac{2 \alpha (V_1^2 - V_3^2)}{2 A_{31}}$$

$$\frac{S}{S_4 - 4 A_{31}} = h$$



4 E g B
C U₁ p₂



$$\frac{3}{2} p \Delta V = Q_{12}$$

$$S = \frac{(b-a)^2}{2} \quad A_{31} = \frac{(a+b)}{2} h = 2h(a+b)$$

$$h = b - a$$

$$2(b^2 - a^2)$$

$$p = kV$$

$$\eta_0 = \frac{A_2}{Q_{\text{нотн}}} = 1 + \frac{Q_{31}}{Q_{12} + Q_{23}}$$

$$Q_{\text{нотн}} = Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = Ah$$

$$Q_{31} = 2 \operatorname{tg} \alpha (V_1^2 - V_2^2)$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} (p_2 - p_1) V_1 \quad 1 + \frac{2k(V_1^2 - V_2^2)}{2k(V_1^2 - V_2^2)}$$

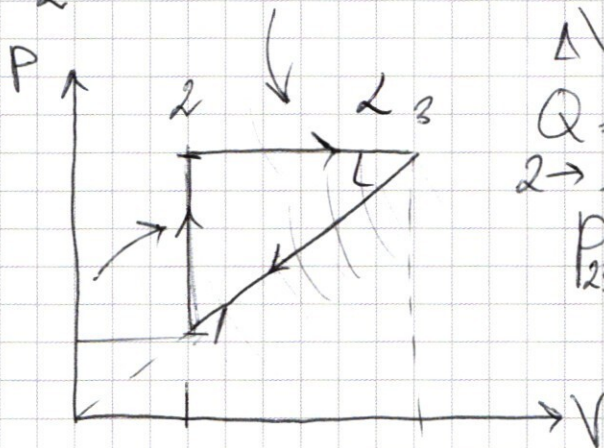
$$Q_{23} = \frac{5}{2} p_2 (V_2 - V_1)$$

Q k

$$\left. \begin{aligned} p_1 &= kV_1 \\ p_2 &= kV_2 \end{aligned} \right\}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) $\frac{1}{2} = \frac{3}{2}$



1 → 2

$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$

$\Delta V = 0$

$Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$

2 → 3

$p \Delta V + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} = Q_{23}$

$Q_{31} = A + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31}$

$Q_{12} + Q_{23} + Q_{31} = A_{12} + A_{23} + A_{31}$

1-2 $c \nu \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$

2 → 3

$p \Delta V = \Delta (\nu R T)$

$\frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23} = c \nu \Delta T_{23}$

$\frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} = c \nu \Delta T_{12}$

(3) $\eta_0 = \frac{A_{\text{пол}}}{Q_{\text{пол}}} = \frac{(p_2 - p_1)(V_3 - V_1)}{2}$

$Q_{\text{пол}} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} (p_2 - p_1) V_{12}$

$+ \frac{5}{2} p_{23} (V_3 - V_1)$

$p_{23} = 2 V_3$

$p_1 = 2 V_1$

$\eta_0 = \frac{A_{12} = 0 + A_{23} + A_{31}}{2} = 4 A_{31}$

$\frac{(p_2 - p_1)(V_3 - V_1)}{2} = \frac{2}{2} (V_1 - V_3)$

2) $Q_{23} = \frac{5}{2} A$

3)

3 → 1

$p = 2 V$

$A = \frac{2}{2} (V_1 + V_3)$

$(V_1 - V_3)$

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

$= \frac{3}{2} \Delta (p V)$

$= \frac{3}{2} (2 V_1^2 - 2 V_3^2)$

< 0

$Q_{31} = 2 (V_1^2 - V_3^2)$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} A_{23} = \frac{5}{2} (p_{23} (V_3 - V_1))$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \cancel{V R \Delta T_{12}} = \frac{3}{2} \cancel{V R} (p_{23} - p_1) V_1$$

$$p_{23} = \alpha V_3$$

$$\alpha V_3 (V_3 - V_1)$$

$$(\alpha (V_3 - \alpha V_1) V_1 = \alpha V_1 (V_3 - V_1))$$

$$Q_{31} = 2\alpha (V_1^2 - V_3^2)$$

$$\frac{5}{2} \alpha (V_3^2 - V_1 V_3) + \frac{3}{2} \alpha V_1 (V_3 - V_1) + 2\alpha (V_1^2 - V_3^2)$$

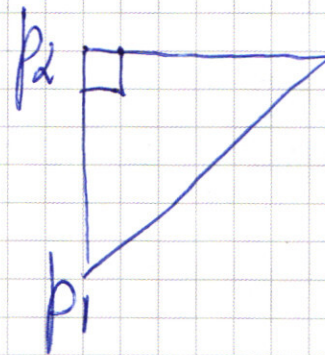
$$\frac{5}{2} \alpha V_3^2 - \frac{5}{2} \alpha V_1 V_3 + \frac{3}{2} \alpha V_1 V_3 - \frac{3}{2} \alpha V_1^2 + 2\alpha V_1^2$$

Q_{12}

A

$A_{23} + A_{31}$

$\frac{5}{2} A_{23} + Q_{12}$



$$1 + \frac{Q_{31}}{Q_{12} + Q_{23}}$$

$$Q_{12} + \frac{5}{2} A_{23} + \cancel{A_{31}} = A_{23} + A_{31} \quad (1)$$

$$Q_{12} = \cancel{A_{31}} - \frac{3}{2} A_{23}$$

$A_{23} + A_{31}$

$A_{23} + A_{31}$

$$\frac{5}{2} A_{23} + (-3A_{31} - \frac{3}{2} A_{23}) = A_{23} - 3A_{31}$$

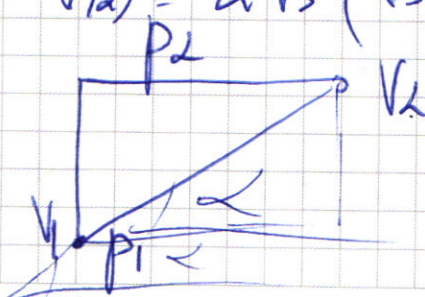
$$\frac{A_{31}}{A_{23}} = \frac{p_1 + p_2}{2 p_2}$$

$$\frac{1}{2} \left(1 + \frac{p_1}{p_2} \right)$$

$$A_{31} = \frac{\alpha}{2} (V_1^2 - V_3^2) = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1)$$

$$A_{23} = p_{23} (V_3 - V_{12}) = \alpha V_3 (V_3 - V_{12}) = p_2 (V_2 - V_1)$$

$$\frac{p_{23}}{p_{12} V}$$



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



черновик



чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$V = 68 \text{ см/с}$
 $M = 0,1 \text{ кг}$
 $R = 1,9 \text{ м}$
 $l = \frac{5}{3} R$

(1) $V \cos \alpha = V_k \cos \beta$

$V \cdot \frac{15}{17} = V_k \cdot \frac{4}{5}$

$V_k = V \cdot \frac{15 \cdot 5}{68} = 75 \text{ см/с}$

2.

$\vec{V}_{\text{котн м}} + \vec{V}_M = \vec{V}_k$
 $\vec{V}_{\text{котн м}} = \vec{V}_k - \vec{V}_M$

$(V_k \cos \beta - V_M \cos \alpha) \vec{i}$
 $+ \vec{j} (V_k \sin \beta + V_M \sin \alpha)$

$\sin \beta = \frac{3}{5}$

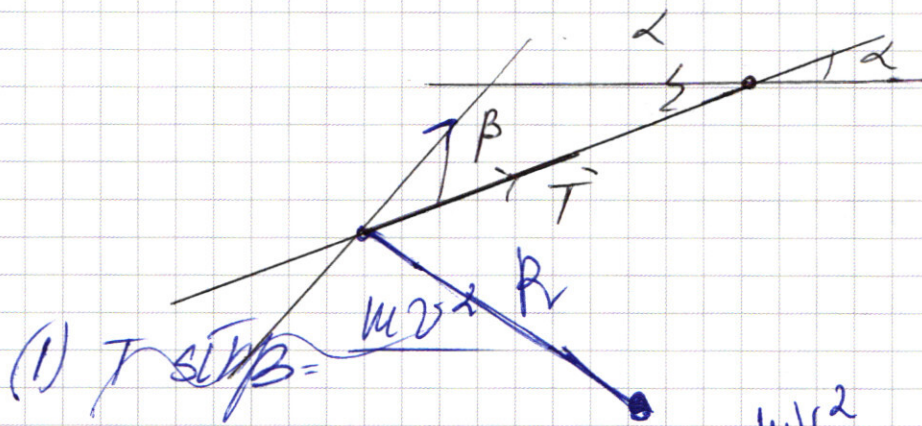
$V_k^2 \cos^2 \beta + V_M^2 \sin^2 \alpha - 2 V_k V_M \cos \alpha \cos \beta$
 $+ V_k^2 \sin^2 \beta + V_M^2 \sin^2 \alpha + 2 V_k V_M \sin \alpha \sin \beta$

$V_k^2 + V_M^2 + 2 V_k V_M (\sin \alpha \sin \beta - \cos \alpha \cos \beta)$

$\frac{17^2}{17}$
 $\frac{119}{17}$
 $\frac{289}{17}$

$289 - 225 = 64$

$\frac{8}{17}$



$$(1) T \sin \beta = \frac{mv^2}{R}$$

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

$$\vec{v} = \dot{r} \hat{r} + r \dot{\theta} \hat{\theta}$$

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = \dot{\hat{r}} \dot{r} + \hat{r} \ddot{r} + \dot{\hat{\theta}} r \dot{\theta} + \hat{\theta} r \ddot{\theta} + \hat{\theta} \dot{r} \dot{\theta} + \hat{r} \dot{\theta} \dot{r}$$

$$\dot{\hat{\theta}} = -\dot{\theta} \hat{r}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N4.

(1) сразу после, по II кр. Кирх.

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

отсюда $\dot{I} = \frac{E - U_1}{L} = 40 \frac{A}{c}$.

(2) на диоде установ. постоянное напряжение

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

II кр.

$$E = L \dot{I} + U_C + U_0$$

ток максимален

$$E - U_0 = U_C$$

по ЗСЭ.

$$\frac{CU_C^2}{2} + qE = \frac{LI_m^2}{2} + \frac{C(E - U_0)^2}{2}$$

q - заряд крош. через конденс. = $C(E - U_0 - U_1)$

отсюда

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

$$LI_m^2 = 2CE^2 - 2CEU_0 - 2CU_1E + CU_1^2 - \frac{CE^2}{2} + 2CEU_0 - CU_0^2$$

$$LI_m^2 = CE^2 - 2CU_1E + CU_1^2 - CU_0^2$$

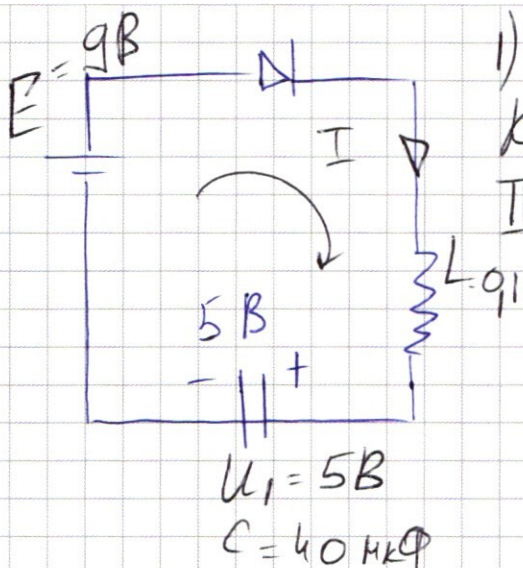
$$I_m^2 = \frac{1}{L} C ((E - U_1)^2 - U_0^2)$$

$$I_m = \sqrt{\frac{C}{L} ((E - U_1)^2 - U_0^2)} = \sqrt{\frac{40}{0,1 \cdot 10^{-6}}} (15 \text{ В})$$

$= 0,3 \text{ A}.$

(3) U_2 установивш.
||

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) сразу после замыкания

II правило Кирхгофа

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

$$\dot{I}|_{t=0} = \frac{E - U_1}{L} = \frac{4}{0.1} = 40 \text{ A}$$

2) Будем считать, что ток движется
по цепи в одном направлении.
тогда

$$E = L \dot{I} + U_C$$

$$E = L \ddot{Q} + \frac{Q}{C}$$

$$E = L \dot{I}(t) + U_C + U_D$$

ток максимален $\dot{I}(t) = 0$

$$\ddot{Q} + \frac{Q}{CL} - \frac{E}{L} = 0$$

$$U_C = E - U_D$$

$$Q \frac{Q}{C} - E$$

$$\text{ЗСЭ: } \frac{L I_m^2}{2} + 9 E = \frac{L I_m^2}{2} + \frac{C E^2}{2}$$

$$\frac{1}{L} \frac{Q^2}{2} - \frac{C E}{(Q - C E)}$$

Q - заряд протекающий через конденсатор = CE - C U₁

тогда

$$\frac{L I_m^2}{2} = C U_1^2 - C E^2 + 2 E (C E - C U_1) = C E^2 + C U_1^2 - 2 E C U_1$$

$$= C (E - U_1)^2, I_{\max} = \sqrt{\frac{C}{L}} (E - U_1) = \sqrt{\frac{40}{0.1} \cdot 10^{-6}} (40) \quad (40)$$



черновик



чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №

(Нумеровать только чистовики)

$$20 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ A} = \underline{80 \cdot 10^{-3} \text{ A}}$$

$$Q = CE + \cos\left(\frac{1}{LC}t\right)$$

$$Q - CE = A \cos \omega t + B \sin \omega t$$

$$\begin{array}{c} CU \\ (Q - CE) = -4B \cos \omega t \end{array}$$

$$Q = CE + 4(CU - CE) \cos \omega t$$

$$CE + 4BC$$

$$U = E - 4 \cos(\omega t)$$