

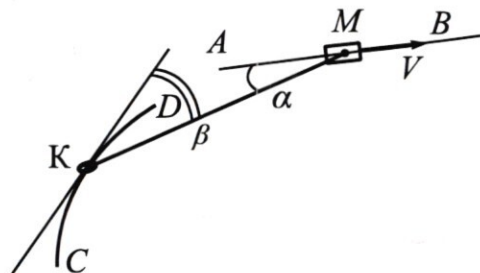
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-04

Класс 11

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

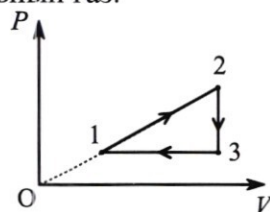
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол α ($\cos \alpha = 4/5$) 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 изменения внутренней энергии газа 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. Напряжение на конденсаторе U . Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается на расстоянии $0,2d$ от отрицательно заряженной обкладки.

- 1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \frac{|q|}{m}$.

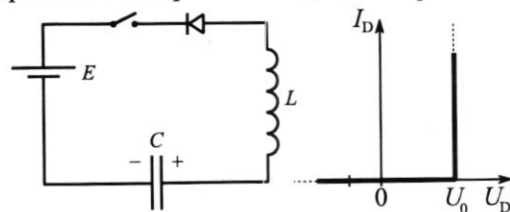
- 2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?
- 3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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 $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ 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.

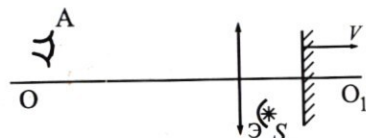


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии $3F/5$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $6F/5$ 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. Дано:

$$V = 2 \text{ м/с}$$

$$R = 1,4 \text{ м}$$

$$l = \frac{14R}{15}$$

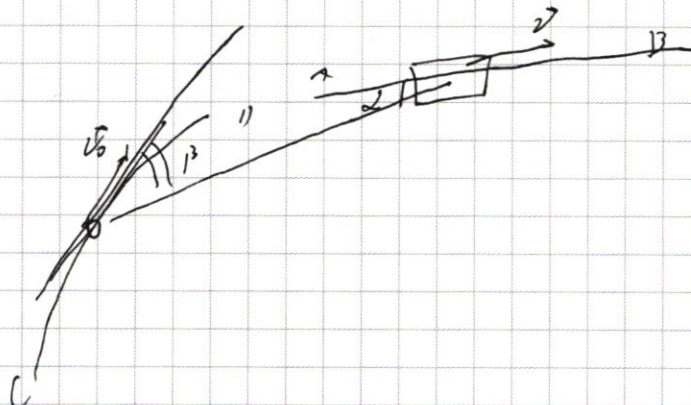
$$\cos \alpha = \frac{4}{5}$$

$$\cos \beta = \frac{8}{12}$$

1) $|\vec{V}_0| \sim ?$

2) $|\vec{V}_{\text{отн}}| \sim ?$

3) $T \sim ?$



1) Тело движется, значит, скорость его увеличивается, поэтому скорость на ось 11 м/с, т.е.

$$V \cos \alpha = V_0 \cos \beta$$

$$V_0 = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \quad (1)$$

$$V_0 = 2 \cdot \frac{\frac{4}{5}}{\frac{8}{12}} = 3,4 \text{ м/с}$$

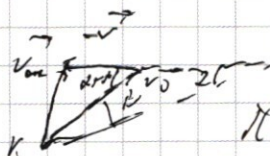
2) Попробуем в скорости

в 10 м/с.

$$\vec{V}_{\text{отн}} = \vec{V}_{\text{отн}} - \vec{V}_{\text{отн}}$$

или

$$\vec{V}_{\text{отн}} = \vec{V}_0 - \vec{V}$$



Попробуем:

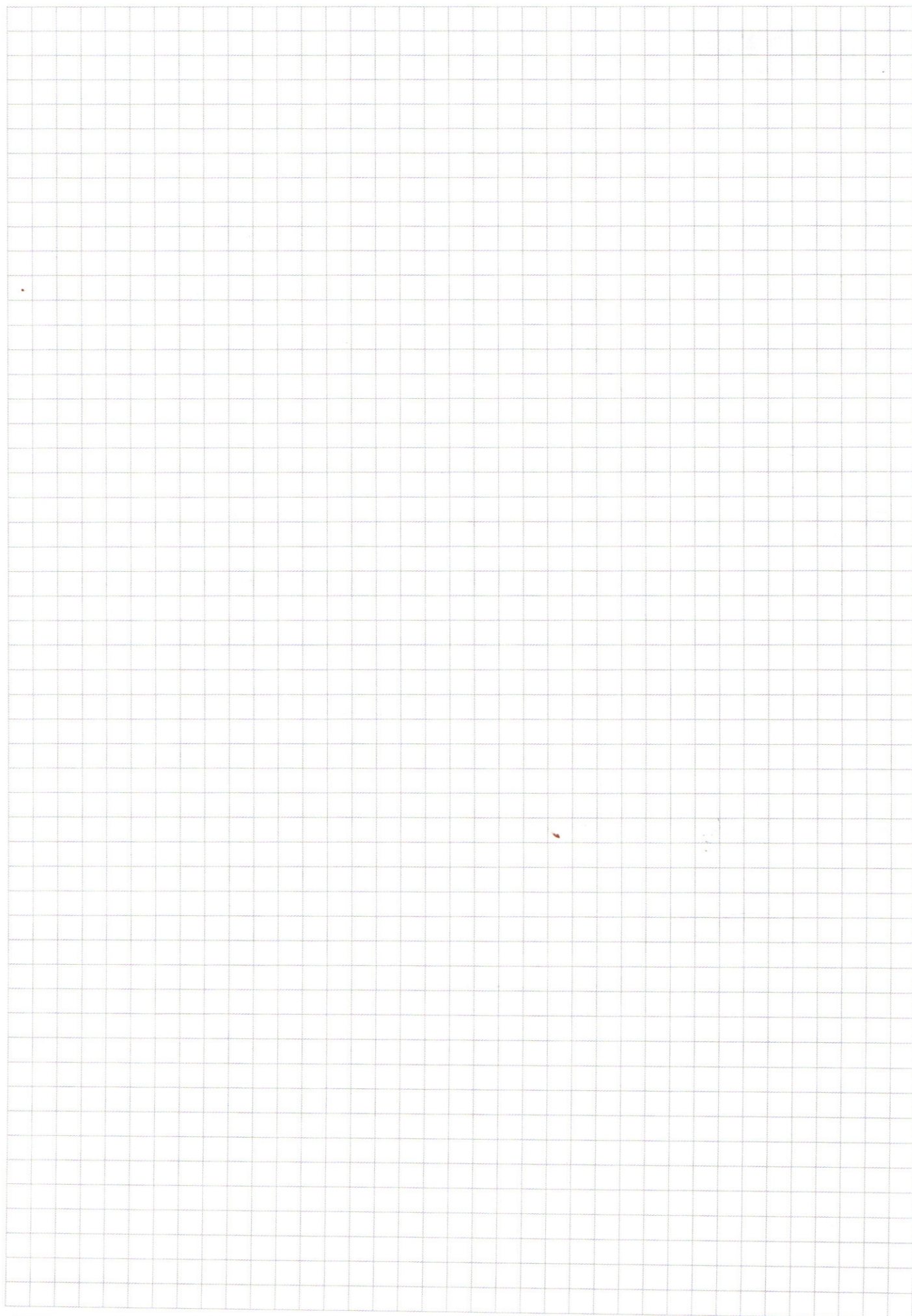
$$V_{\text{отн}} = \sqrt{V^2 + V_0^2 - 2V_0V \cos(\alpha + \beta)}$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta =$$

$$\sin \alpha = \frac{3}{5} \quad \sin \beta = \frac{75}{12} = \frac{15}{5,12}$$

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

$$= \frac{2}{10} \sqrt{403} = \frac{2}{10} \sqrt{403} = \sqrt{0,1 \sqrt{403}} \quad (2)$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 2
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

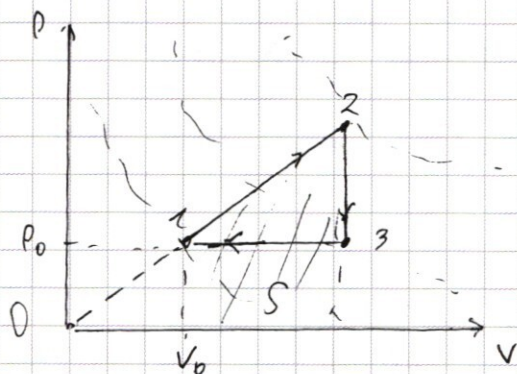
2. Дано:

цикл

$$1) \frac{C_{O1}}{C_{O2}} = ?$$

$$2) \frac{Q_{1-2}}{Q_{2-1}} = ?$$

$$3) \eta_{\max} = ?$$



1) Если провести цикл без каких-либо потерь, то

можно считать, что $T \propto \frac{1}{V}$ на $1-2$ и $2-3$

Для $1-2$: $Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$

Для $2-3$:

$$\frac{Q}{\Delta T} = C_{V1} = \frac{3}{2} R$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + P_0 \Delta V = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + 2 \nu R \Delta T$$

$$\frac{Q}{\Delta T} = C_{V2} = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{C_{V1}}{C_{V2}} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = 0.6$$

(1) Ответ: $\frac{C_{V1}}{C_{V2}} = 0.6$

2) $Q_{1-2} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$ путь $P_1 = P_0$, $V_1 = V_0$; т.к. мы учли

$1-2$ закон $P = kV$, $k = \text{const}$, то

$$P_2 = kP_1 = kP_0, \quad V_2 = kV_0 = kV_0$$

$$\text{Тогда } Q_{1-2} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} P V (k - 1)$$

$$A_{1-2} = S_{\text{под кр}} = (P + kP)(kV - V) = \frac{P V (k^2 - 1)}{k}$$

$$\text{Тогда } \frac{Q_{1-2}}{A_{1-2}} = \frac{\frac{3}{2} P V (k - 1)}{\frac{P V (k^2 - 1)}{k}} = \frac{3}{k} = 3$$

(2) Ответ: $\frac{Q_{1-2}}{A_{1-2}} = 3$

7 По определению:

$$\eta = \frac{A_{\text{инт}}}{Q_H}$$

где $Q_H = Q_{t-2}$

$A_{\text{инт}}$ - площадь графика

$$A_{\text{инт}} = (k-1)P(k-1)V = P_0 V (k-1)^2$$

$$Q_H = Q_{t-2} = OU_{t-2} + A_{t-2} = \frac{1}{2} P_0 V (k^2 - 1) + \frac{P_0 V (k^2 - 1)}{2} = P_0 V (k^2 - 1)$$

Тогда:

$$\eta = \frac{P_0 V (k-1)^2}{2 P_0 V (k^2 - 1)} = \frac{k-1}{2(k+1)}$$

$$f'(k) = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{(k+1)^2} \rightarrow \text{возр. функция при } k$$

$$\eta_{\text{max}} = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{1 \cdot k - 1}{2(k+1)} = \frac{1}{2}$$

$$\boxed{\eta_{\text{max}} = 0,5 = 50\%} \quad (3)$$

$$\text{Отв.: } \eta_{\text{max}} = 0,5 = 50\%$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3. Дано:

U

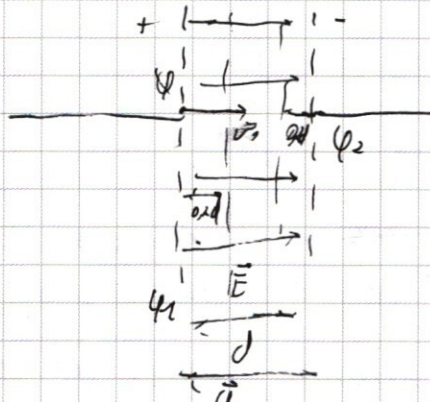
d

v_1

1) $\gamma = \frac{|q|}{m} \cdot ?$

2) $T = ?$

3) $\lambda_{0\infty} = ?$



1) $E_{\text{внутренняя}} = E_0 = \frac{U}{d}$

Сила $\vec{F}_0$, действующая на заряд: $F_0 = E(q) = ma$

$a = E \cdot \gamma$ тогда, из кинематики:

$$S = \frac{v_1^2 - 0}{2a} \quad v_1^2 = a \cdot d \cdot E \cdot \gamma = \frac{q \cdot U}{m} \cdot \gamma = v_1^2$$

или $S = q \cdot d$

$\boxed{\gamma = \frac{v_1^2}{qU}}$ Ответ: $\gamma = \frac{v_1^2}{qU}$

2) Т.к. $a = \text{const}$, то время вылета из конденсатора и точка скорости - $\vec{v}_1$; или

$$v_1 - (-v_1) = at \quad \frac{2v_1}{a} = T \quad T = \frac{2v_1}{E\gamma} = \frac{2v_1}{\frac{q}{m} \cdot \frac{U}{d}} = \frac{2md}{qU}$$

Ответ: $T = \frac{2md}{qU}$

3) Внутреннее поле $E_{\text{вн}} = 0$, а $E_{\text{вн}} \neq 0$ из-за внешнего

электрического поля $\varphi = E_{\text{вн}} \cdot d = E \cdot d = \frac{U}{2}$

Тогда, на расстоянии $\xi E = 0$ все компенсируется, т.е. $(E_1, 2E_1)$

$\lambda_0 = v_1$

" $\xi E = E_1 - E_1$

У. Дано:

$$\mathcal{E} = 6\text{В}$$

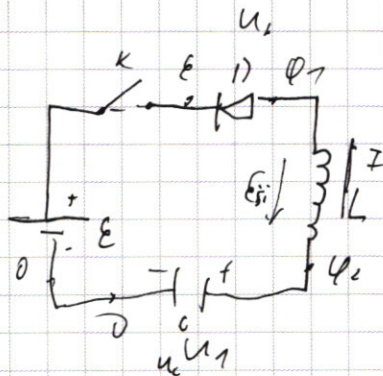
$$U_0 = 1\text{В}$$

$$U_1 = 9\text{В}$$

$$L = 0.4\text{Гн}$$

$$C = 10\text{мкФ}$$

$$1) \frac{\Delta I}{\Delta t} \sim ?$$



1) ~~Короткое замыкание~~ — Разность потенциалов U_0 ,
клемм индуктивности или клемм батареи U_0

$U_1 = 6\text{В}$ — минимальное значение пр-во катушки

И

$$\mathcal{E} = \cancel{U_0} + U_C \neq L \frac{\partial I}{\partial t} = -L \frac{\partial \Phi}{\partial t}$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial t} = \frac{U_C - \mathcal{E}}{L}$$

$$\frac{\partial I}{\partial t} = \frac{9 - 6}{0.4} = 7.5 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

$$\text{Ответ: } \frac{\partial I}{\partial t} = 7.5 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

2) минимальное значение тока при $U_1 = 1\text{В}$ и $U_0 = 6\text{В}$: $\frac{\partial I}{\partial t} = 7.5 \frac{\text{А}}{\text{с}}$

$$Lq'' + q \frac{1}{C} = 0$$

$$\text{знаем } r = \frac{q}{C} = \mathcal{E} + U_0$$

$$\text{или } \frac{q}{C} = \max$$

Тогда

$$Lq'' + r = 0$$

$$\text{и } r(t) = r_0 \cos \omega t$$

$$q'' + \frac{1}{LC} q = 0 \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\frac{q}{C} = \mathcal{E} + (U_1 - \mathcal{E}) \cos \omega t$$

$$\frac{q}{C} = \mathcal{E} + (U_1 - \mathcal{E}) \cos \omega t$$

$$\frac{q''}{C} = -(U_1 - \mathcal{E}) \cos \omega t$$

$$+ U_0 \mathcal{E} + (U_1 - \mathcal{E}) \cos \omega t + (U_1 - \mathcal{E}) \cos \omega t = U_0 \quad Lq'' = -(U_1 - \mathcal{E}) \cos \omega t$$

$$2(U_1 - \mathcal{E} + U_0) \cos \omega t = 2U_0$$

$$\cos(\omega t) = \frac{U_0}{U_1 - \mathcal{E} + U_0} = \frac{1}{4}$$

$$\cos \omega t = 0$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\text{Тогда } \sin \omega t = \sqrt{1 - \frac{1}{10}} = \frac{\sqrt{5}}{4}$$

$$\text{Откуда } \frac{q'}{C} = (U_0 - \varepsilon + u_0 \sin \omega t)$$

$$q' = I_{\max} = C (U_0 - \varepsilon + u_0 \sin \omega t)$$

$$I_{\max} = (U_0 - \varepsilon + u_0) \sqrt{\frac{C}{L}} \sin \omega t$$

$$I_{\max} = \frac{2}{4} \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-6}}{10}} \cdot \frac{\sqrt{5}}{4}$$

$$= \frac{0,01 \sqrt{5}}{2} = 0,005 \sqrt{5} \text{ А}$$

$$2 \sqrt{\frac{10^{-6}}{10}} = 0,01 \text{ А}$$

Ответ: $I_{\max} = 0,005 \sqrt{5} \text{ А}$

3) Тогда, в этот момент заряд равен, заряд и ток не дел

$$U_2 = \varepsilon + U_0 + (U_0 - \varepsilon + u_0) \cos \omega t = \varepsilon + U_0 + \frac{(U_0 - \varepsilon + u_0)}{4} = 9 - 1 + \frac{4 - 6 + 1}{4} =$$

$$= 7,25 \text{ В}$$

Ответ: $U_2 = 7,25 \text{ В}$

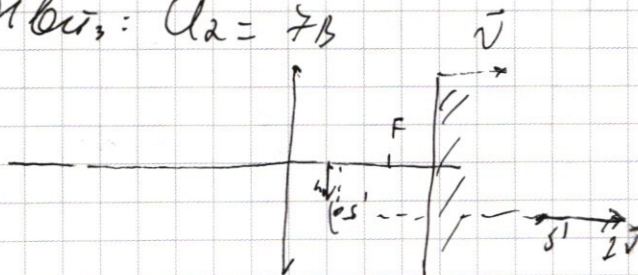
5. Дано:

$$F$$

$$h_0 = \frac{8F}{15}$$

$$F_1 = \frac{3F}{5}$$

$$F$$



1) шток с массой от массы на рычаг

$$L = \frac{6}{5} F - \frac{3}{5} F = \frac{3}{5} F$$

$$\text{т.е. и масса - рычаг } 2L = \frac{6}{5} F$$

2) Для массы предположим движение шарика вправо

$$\text{тогда, } d = \frac{6}{5} F + \frac{3}{5} F = \frac{9}{5} F \quad \text{по у. и точкой массы:}$$

$$t_0 = \frac{9}{4} F$$

Ответ: $t_0 = \frac{9}{4} F$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{t_0} = \frac{1}{F}$$

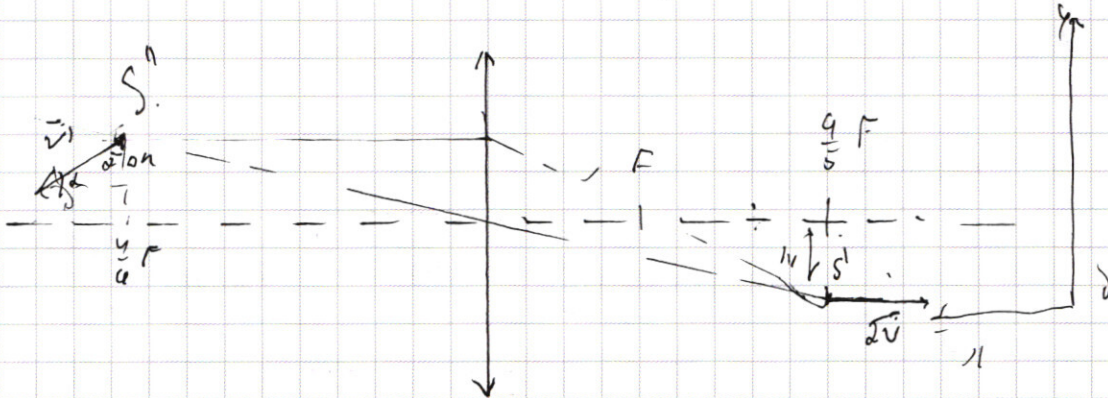
$$\frac{1}{t_0} = \frac{1}{F} - \frac{5}{4F} = \frac{4}{9} F$$

2) Значит формула от $\vec{v}$, и x -матрица от $\vec{v}$ до S

$$\lambda' = V$$

Тогда $2x$ - матрица от $\vec{v}$ до S

$$2\lambda' = 2V - \text{чтобы упростить}$$



Рассмотрим матрицу $\vec{v}$:

$$\vec{v} = \frac{h_x + \rho h_y}{h_0} = \frac{t_0 + \rho t_x}{d_0 + \rho d_x} \quad \text{т.е.} \quad \frac{h_1}{h_0} = \frac{t_0}{d_0} = \vec{v}$$

$$\rho h_y \sim v_y$$

$$\rho t_x \sim v_x$$

$$\frac{\rho h_y}{\rho t_x} = \frac{v_y}{v_x} = \frac{t_y}{t_x} = \frac{h_y}{t_x} \quad \text{т.е.} \quad d_0 = \frac{4}{5} F$$

$$n_0 = \frac{8}{5} F$$

$$t_y = \frac{8}{5} = \frac{8 \cdot 5}{5 \cdot 5} = \frac{8}{5} \quad \text{Отсюда: } t_{yd} = \frac{8}{24}$$

3

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Diagram showing a particle's trajectory in a coordinate system. The particle starts at the origin and moves along the x-axis, then turns and moves along a curved path. The trajectory is labeled with '0' at the start and 'x' at the end.

Equations and calculations:

$$\Phi_1 + \frac{mv_1^2}{2} =$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = 0,8 \text{ eV}$$

$$\Delta h = h \left(\frac{F}{\frac{4}{5}F + eU} - \frac{3}{4} \right)$$

$$\left(\frac{5}{4} - \frac{F}{\frac{4}{5}F + eU} \right) h$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + |q| \frac{U}{ad} = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\frac{v_1^2}{2} - \frac{U}{ad} = \frac{v_0^2}{2}$$

$$v_1^2 - \frac{U}{ad} = v_0^2$$

$$\frac{0,6v_1^2}{116} = v_0^2$$

$$v_0 = \frac{v_1}{116} \sqrt{6}$$

$$\frac{5}{9F} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F}$$

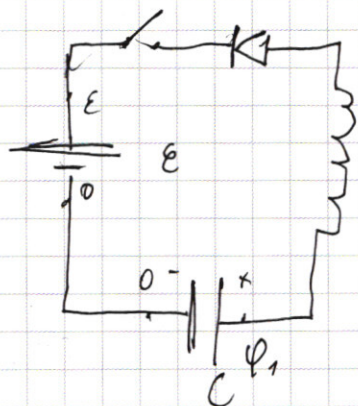
$$\frac{1}{4} = \frac{U}{9F}$$

$$U = \frac{9}{4} F$$

$$\frac{U}{\frac{4}{5}F + eU} = h = \frac{h_1}{n_2}$$

$$h_1 = h \frac{F}{\frac{4}{5}F + eU}$$

$$h_1 = \frac{5}{4} h$$



$$-L \frac{dI}{dt}$$

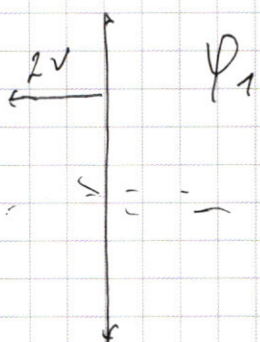
$$\frac{1}{\frac{q}{5} F_{rod}} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{\frac{14}{5} F_{rod}}{F(\frac{q}{5} F_{rod})}$$

$$f_2 = \frac{F(\frac{q}{5} F_{rod})}{\frac{14}{5} F_{rod}} - \frac{1}{4} F$$

$$f_1 = \frac{q}{4} F$$

$$of = \frac{F(\frac{q}{5} F_{rod})}{\frac{14}{5} F_{rod}} - \frac{q}{4} F$$



$$U_0 - \epsilon =$$

$$- \epsilon = U_0 - L \frac{d^2 x}{dt^2}$$

$$\epsilon = \frac{q}{C} - L q''$$

$$L q'' + \frac{q}{C} - \epsilon$$

$$L q'' - \frac{q}{C} + \epsilon$$

$$- \frac{q}{C} + \epsilon$$

$$\frac{q}{C} - \epsilon = r$$

$$\frac{F(\frac{q}{5} F_{rod})}{\frac{14}{5} F_{rod}}$$

$$h(\frac{3}{4} - \frac{F}{\frac{q}{5} F_{rod}})$$

$$F(\frac{q}{5})$$

$$f(t) = f_0 \cos \omega t = (\frac{q}{C} - \epsilon) \cos \omega t \quad L C f'' + f = 0$$

$$r'' + \frac{1}{LC} r = 0$$

$$\frac{q}{C} - \epsilon =$$

$$U_0 - \epsilon = (U_0 - \epsilon) \cos \omega t$$

$$U_0 - \epsilon = U_0 \cos \omega t =$$

$$U_0 = \epsilon + \cos \omega t (U_0 - \epsilon)$$

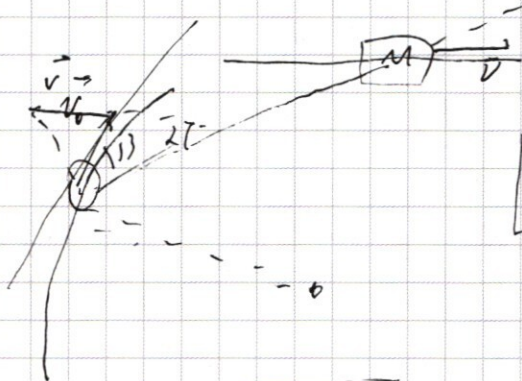
$$\frac{I}{C} = (U_0 - \epsilon) \omega \sin(\omega t)$$

$$\left(\frac{U_0}{U_0 - \epsilon} \right) = \cos(\omega t + 1)$$

$$I = \frac{U_0}{\omega C} \sin \omega t$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1.



$$V \cos \alpha = V_0 \cos \beta$$

$$v_0 = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = \sqrt{\frac{4}{5}} = 4.15$$

$$284 + 26$$

$$= 30.146$$

$$= 3.13$$

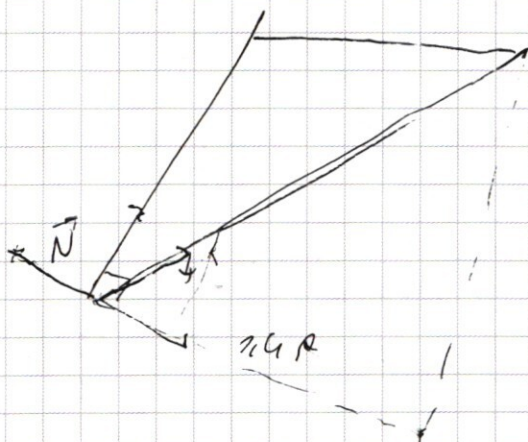
$$V_{\text{откл}} = \sqrt{V_0^2 + v^2 - 2V_0v \cos(\alpha + \beta)}$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 =$$

$$\varphi_2 = -\varphi_1$$

$$\frac{4}{3} \cdot 1.5 = 1.72$$

$$= 3.4 \text{ мм}$$



$$\begin{array}{r} + 14 \\ 14 \\ \hline 28 \\ 28 \\ \hline 56 \\ 56 \\ \hline 112 \end{array}$$

$$\frac{4}{5} \cdot \frac{8}{14} = \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{14} =$$

$$= \frac{15}{5.14}$$

$$\frac{32 - 45}{5.14} = \frac{13}{5.14}$$

$$284 - 64 = 225$$

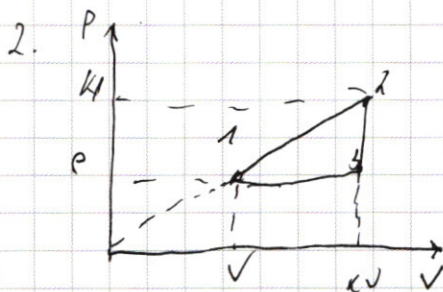
$$\begin{array}{r} + 22 \\ 22 \\ \hline 44 \\ 44 \\ \hline 88 \end{array}$$

$$\frac{13}{5.14} \cdot \frac{2.14}{52} = \frac{16}{52} + \frac{234}{100} + 1 =$$

$$\frac{26 + 100 + 285}{100}$$

$$= \frac{104 + 100 + 284}{100} = \frac{484 + 4}{100} = 4.93$$

φ_2 φ_1 φ_0



$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{q\varphi_0}{2} = q\varphi_2$$

$$\eta = \frac{(k-1)P_1(k+1)V_1}{2(k^2-1)P_1V_1} = \frac{k-1}{2(k+1)}$$

$$\boxed{2-3} \quad \frac{3}{2}R$$

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

$$\frac{mv_{\text{orb}}}{2} = |q|E \cdot d$$

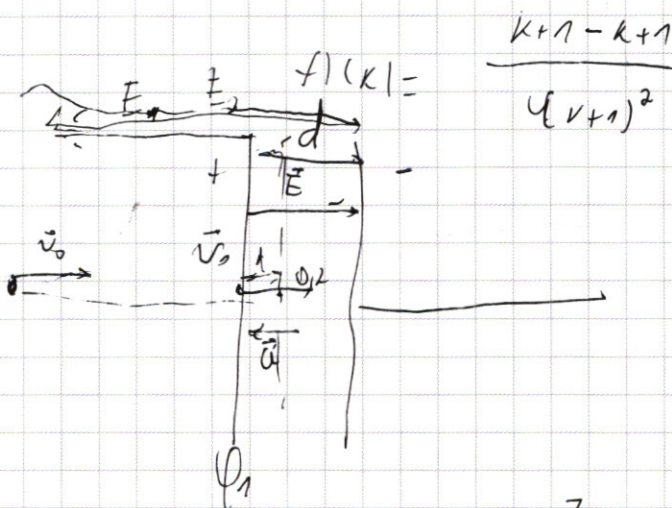
$$\frac{v_1^2}{2} =$$

$$Q_{1-2} = k^2 P V$$

$$\frac{3}{2} P \Delta V = \frac{3}{2} (k^2 - 1) P V$$

$$A_{1-2} = \frac{(P+kP)(kV-V)}{2} = \frac{PV(k^2-1)}{2}$$

$$\frac{Q_{1-2}}{A_{1-2}} = 3$$



$$f(k) = \frac{k+1-k+1}{(v+1)^2} = 2$$

$$E = \hbar \omega$$

$$v_1$$

$$E(q) = \hbar \omega$$

$$a = E \hbar$$

$$\frac{U}{2U}$$

$$\frac{U}{2}$$

$$v_1 = \alpha \frac{T}{2}$$

$$0.4d = \frac{v_1^2}{2a}$$

$$0.4d \cdot \omega d \cdot \lambda = v_1^2$$

$$T = \frac{2\hbar \omega}{a} =$$

$$\lambda = \frac{v_1^2}{\omega^2} \cdot \frac{2.5}{U}$$

$$\lambda = \frac{v_1}{d_1} \sqrt{\frac{5}{2U}}$$

$$= \frac{2v_1}{a} \sqrt{\frac{5}{2U}}$$

$$= \frac{2\sqrt{5}}{\sqrt{2U}}$$



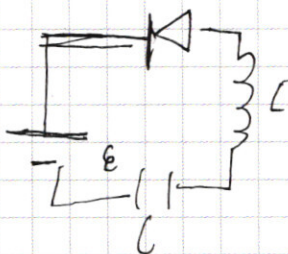
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



$$-L\ddot{q} = \frac{q}{C} - E - u_0$$

$$L\ddot{q} + \frac{q}{C} - E - u_0 = 0$$

$$\frac{q}{C} - E - u_0 = \mathcal{E}$$

$$\mathcal{E}' = \frac{q'}{C}$$

$$\mathcal{E}'' = \frac{q''}{C}$$

$$\mathcal{E}'' + \frac{\mathcal{E}}{LC} = 0$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_0 \cos \omega t \quad \Rightarrow \quad A$$

$$\frac{q}{C} - (E + u_0) = (U_1 - (E + u_0)) \cos \omega t$$

$$u_c$$

$$q' = (U_1 - (E + u_0)) \omega \sin \omega t$$

$$\frac{q''}{C} = - (U_1 - (E + u_0)) \omega^2 \cos \omega t$$

$$u_c - (E + u_0) + u_c - u_0 = E$$

$$u \quad \frac{q}{C} - L\ddot{q} = U$$

$$-E = u_0$$

$$A + E + u_0$$

$$q''$$