

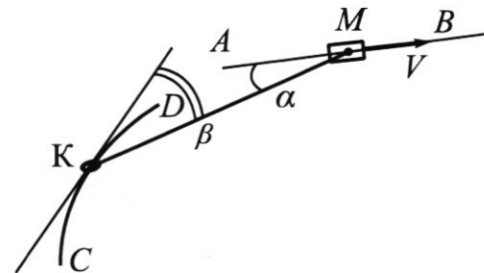
Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

Вариант 11-01

Класс 11

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

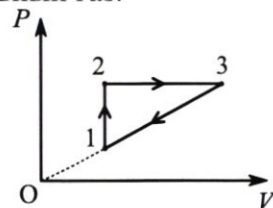
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной 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

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

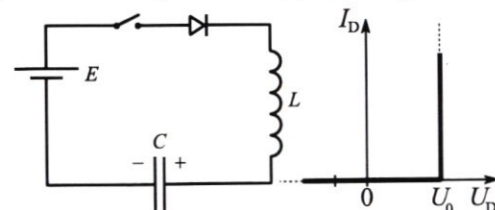
- 1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
- 2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
- 3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

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.

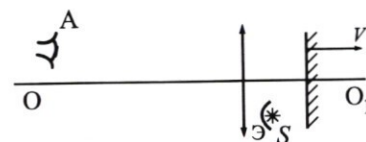
Ключ замыкают.

- 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.

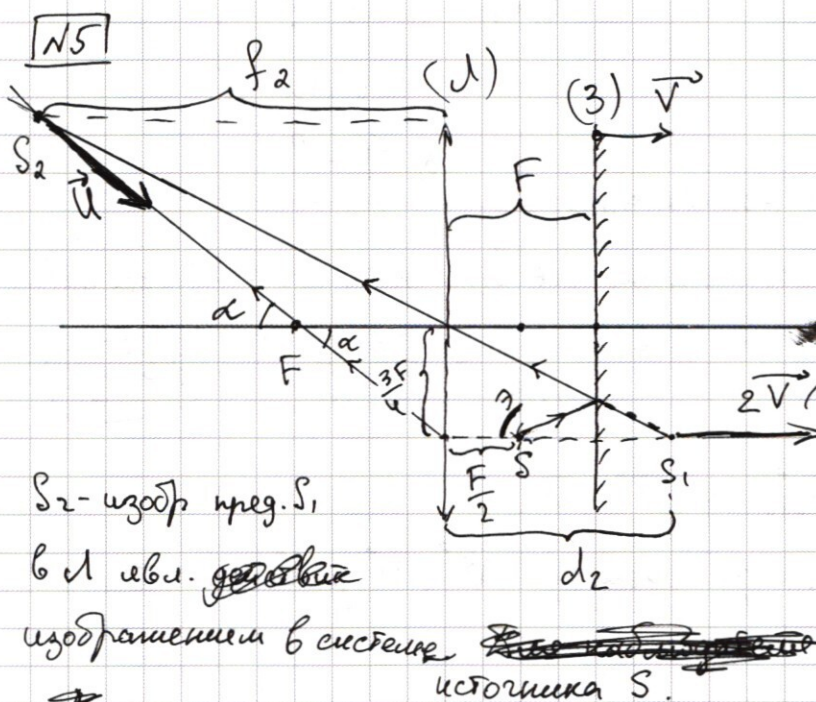


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник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



Дано: 1) f_2 - ?
2) α - ?
3) U - ?

S_1 - изобр. прег. S в
зеркале экв.
действ. прег. где M .

$d_2 > F$,
 $d_2 = (F - \frac{F}{2}) \cdot 2 + \frac{F}{2} =$
 $\frac{3}{2}F > F$.

По формуле
тонкой линзы: $\Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{f_2} + \frac{1}{d_2}$;
 $f_2 = \frac{d_2 \cdot F}{d_2 - F} = \frac{1.5F}{0.5} = 3F$

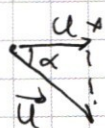
В СОЗ: $v_{S_2} = -V$, $v_{S_1} = V$
 $\Rightarrow$ В ЛСО $v_{S_1} = V + V = 2V$.

Изобр. S_2 образовано двумя лучами, проходящий
через фокус не сдвигается при перемещении S_1 .

$\Rightarrow S_2$ будет двигаться вдоль этого луча как точка пересечения
подвижного и неподвижного лучей.

$U_x = \Gamma^2 \cdot 2V$, $\Gamma = \frac{f_2}{\frac{3F}{2}} = \frac{3F}{3F} = 1$.

$\Rightarrow U_x = 4 \cdot 2V = 8V$.

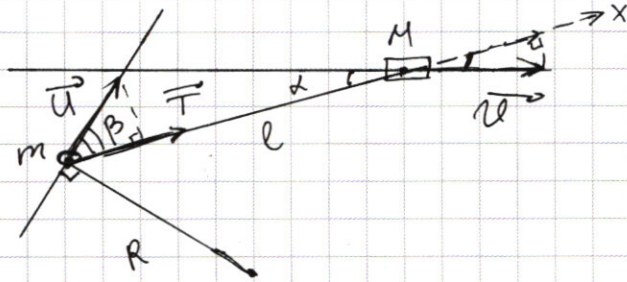


$U = \frac{U_x}{\cos \alpha} = \frac{8V}{4/5} = 10V$.

Ответ: 1) $3F$; 2) $\alpha = \arctg(\frac{3}{4})$; 3) $U = 10V$

Ответ к N1: 1) $U = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; 2) $U_{\text{отн.}} = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; 3) $T \approx 0,2 \text{ н.}$

№1



Дано: $v = 68 \frac{\text{см}}{\text{с}}$; $R = 1,9 \text{ м}$;
 $l = \frac{5R}{3}$; $m = 0,1 \text{ кг}$;
 $\cos \alpha = \frac{15}{17}$; $\cos \beta = \frac{4}{5}$.

- Опр: 1) U - ?
 2) $U_{\text{отн}}$ - ?
 3) T - ?

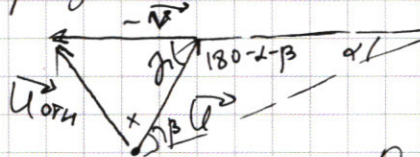
$\vec{U} \perp R$ т.к. кольцо движ. по окр.

Кольцо лёгкое $\Rightarrow$ нерастяжимая.

$\Rightarrow$ Проекция скоростей концов нити на ось вдоль нити равны (ос Ox)

$U_x = v_x$, $\rightarrow U \cos \beta = v \cos \alpha \rightarrow U = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{68 \cdot 15 \cdot 5}{17 \cdot 4} = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

Перейдём в СО М:



$\vec{U}_{\text{отн}} = \vec{U} - \vec{v}$

угол γ - между $-\vec{v}$ и $\vec{U}$ равен $\alpha + \beta$.

По Пн. $\cos$:

$U_{\text{отн}}^2 = v^2 + U^2 - 2v \cdot U \cdot \cos(\alpha + \beta)$, $\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$.

$\sin \alpha = \sqrt{\frac{17^2 - 15^2}{17^2}} = \frac{8}{17}$; $\sin \beta = \frac{3}{5}$.

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

$\Rightarrow U_{\text{отн}}^2 = 68^2 + 75^2 - \frac{2 \cdot 68 \cdot 75 \cdot 36}{5 \cdot 17} = 68^2 + 75^2 - 8 \cdot 15 \cdot 36 = 5929$.

$\Rightarrow U_{\text{отн}} = \sqrt{5929} = 77 \frac{\text{см}}{\text{с}}$. Пусть угол между $\vec{U}_{\text{отн}}$ и $\vec{U} = \chi$.

$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta = \frac{77}{17 \cdot 5}$. $\frac{U_{\text{отн}} \cdot 17 \cdot 5}{77} = \frac{68(20)}{\sin \chi}$,

$\sin \chi = \frac{68}{17 \cdot 5} = \frac{4}{5} = \cos \beta$. $\Rightarrow \chi + \beta = 90^\circ \Rightarrow \vec{U}_{\text{отн}} \perp O_x$.

СО М лев. инерциальной т.к. $v = \text{const}$.

В этой СО кольцо движ. по окр. вокруг М.

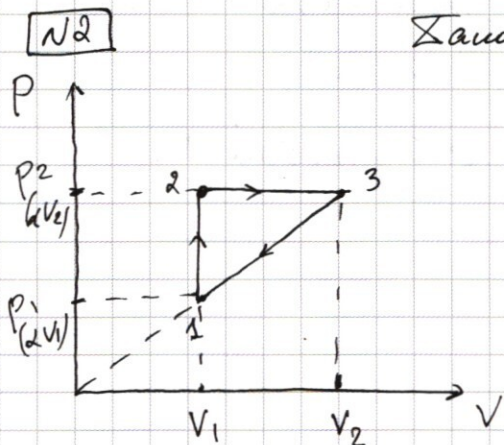
радиус $= l = \frac{5R}{3}$.

$T = m a_{\text{цм}} = \frac{m U_{\text{отн}}^2}{l}$

$T = \frac{0,1 \cdot 0,77^2 \cdot 3}{1,9 \cdot 5} \approx \frac{3 \cdot 0,6}{1,9 \cdot 5} \approx \frac{1}{5} \approx 0,2 \text{ Н}$

Ответ на стр. №2 внизу

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Дано: одноатомный газ, 1-2 - изохора; 2-3 - изобара.

$$3-2: p \propto V.$$

Опр: 1) $\frac{C_{12}}{C_{23}}$ (так $T_2 > T_1$ т.к. $p_2 > p_1$,
 $T_3 > T_2$ т.к. $V_2 > V_1$,
а $pV = \text{const}$)

2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} - ?$ 3) $\eta_{\text{max}} - ?$

$p_1 \propto V_1; p_2 \propto V_2.$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$\alpha V_1^2 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_1 = \nu R T_2$$

$$\alpha V_1 V_2 = \nu R T_2$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_3$$

$$\alpha V_2^2 = \nu R T_3$$

$A_{12} = 0$ (изохора)

$$\Rightarrow Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \alpha V_2 (V_2 - V_1).$$

$$Q_{12} = C_{12} \nu \Delta T = C_{12} \nu (T_2 - T_1) \Rightarrow C_{12} = \frac{3}{2} R.$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = p_2 (V_2 - V_1) + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \nu R (T_3 - T_2) + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) = C_{23} \nu (T_3 - T_2) \Rightarrow C_{23} = \frac{5}{2} R.$$

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

$$A_{23} = \nu R (T_3 - T_2)$$

$$\Rightarrow \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)}{\nu R (T_3 - T_2)} = \frac{5}{2}$$

$$\eta = \frac{A_0}{Q^+}, Q^+ = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} \alpha V_1 (V_2 - V_1) + \frac{5}{2} \alpha V_2 (V_2 - V_1) =$$

$$= (V_2 - V_1) \frac{\alpha}{2} \cdot (3V_1 + 5V_2); A_0 = A_{23} - A_{31}, A_{31} \text{ по модулю.}$$

$$|A_{31}| = \frac{(\alpha V_2 + \alpha V_1) \cdot (V_2 - V_1)}{2} = \frac{\alpha}{2} (V_2^2 - V_1^2). A_0 = A_{23} - |A_{31}|;$$

$$A_{23} = \alpha V_2 (V_2 - V_1) \Rightarrow A_0 = \alpha V_2 (V_2 - V_1) - \frac{\alpha}{2} (V_2^2 - V_1^2) =$$

№2) Прогнозирование.

$$\eta = \frac{0,5\alpha (V_2 - V_1)^2}{0,5\alpha (V_2 - V_1)(3V_1 + 5V_2)} \sim \frac{V_2 - V_1}{3V_1 + 5V_2} = \frac{\frac{V_2}{V_1} - 1}{3 + 5\frac{V_2}{V_1}}, \text{ пусть } \frac{V_2}{V_1} = x.$$

$$\eta(x) = \frac{x-1}{3+5x}, \quad \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x-1}{3+5x} \right) = \frac{1}{5} \Rightarrow \eta_{\max} \approx 0,2. (20\%)$$

$V_2 \gg V_1.$

Функция $\eta(x)$ возрастает т.к. $\eta'(x) = \frac{8}{(3x+5)^2} > 0$ при всех x .

Ответ: 1) $\frac{3}{5}$; 2) $\frac{5}{2}$; 3) 20%.

№4)

Дано: $C = 40 \text{ мкФ}$;

$U_1 = 5 \text{ В}$; $E = 9 \text{ В}$;

$U_0 = 1 \text{ В}$ (напр. открытие диода)

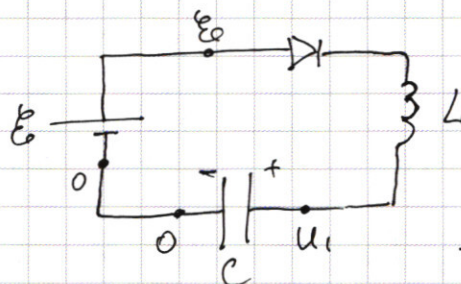
$L = 0,1 \text{ мГн}$

Воп: 1) I'_0 - ?

2) I_m - ?

3) U_L - ? U_C уст. реж.

1) $t = 0$, момент сразу после замык. К:



Метод потенциалов.

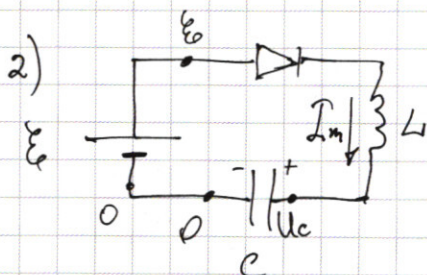
$$U_0 + U_L = E - U_1 = 9 - 5 = 4 \text{ В} > U_0$$

$\Rightarrow$ диод открыт, $U_0 = 1 \text{ В} = U_C$.

$$\Rightarrow U_L = 4 \text{ В} = L I'_0;$$

$$I'_0 = \frac{U_L}{L} = \frac{E - U_1 - U_0}{L} = \frac{3 \text{ В}}{0,1 \text{ мГн}} = 30 \frac{\text{В}}{\text{мГн}}$$

$I_0 = 0$ т.к. ток через катушку изменяется плавно.



$I = \max$ когда $I' = 0$, $\Rightarrow U_L = 0$.

$$\Rightarrow E - U_C = U_0 \Rightarrow U_C = E - U_0 = 8 \text{ В}.$$

Проблема: ЗСЭ: $A_{\text{ист}} - A_0 = W_k - W_0 + Q$.

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

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

Знаю: $C U_1$
знаю: $C U_C$
 $\Rightarrow q = C(U_C - U_1)$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4 Продолжение

~~Решение~~ $L I_m^2 = C U_1^2 - C U_c^2 + 2C(\varphi - U_0)(\varphi - U_0 - U_1) - \frac{C(\varphi - U_0)^2}{2}$

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

$$= \sqrt{\frac{C}{L} \cdot (25 - 64 + 2 \cdot 8 \cdot 3)} = 3 \sqrt{\frac{C}{L}} = 3 \cdot \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1}} = 3 \cdot 2 \cdot 10^{-2}$$

$$= 0,06 \text{ A} = 60 \text{ mA}$$

3) Когда выходящий момент после $U_c = 8 \text{ В}$ на конденсатор притягивает еще заряд и $U_c > 8 \text{ В} \Rightarrow \varphi - U_c < U_0$, а ток через катушку может течь только в одном направ. $\Rightarrow$ диод закрывается в момент когда $U_c = 8 \text{ В}$. Но $I_L = I_m$ и не изменяется скачкообразно, а убывает плавно при $I_{\text{ген}} = 0$. $\Rightarrow$ катушка дозарядит конденсатор до U_2 .

ЗСЭ: $A_{\text{ист}} - A_0 = 0$, $\Rightarrow W_0 = W_k \Rightarrow \frac{C U_c^2}{2} + \frac{L I_m^2}{2} = \frac{C U_2^2}{2}$

$$U_2 = \sqrt{U_c^2 + \frac{L}{C} I_m^2} = \sqrt{64 + 9} = \sqrt{73} \text{ В} \approx 8,5 \text{ В}$$

Ответ: 1) $I_0 = 30 \frac{\text{A}}{\text{C}}$; 2) $I_m = 60 \text{ mA}$; 3) $U_2 = \sqrt{73} \text{ В} \approx 8,5 \text{ В}$

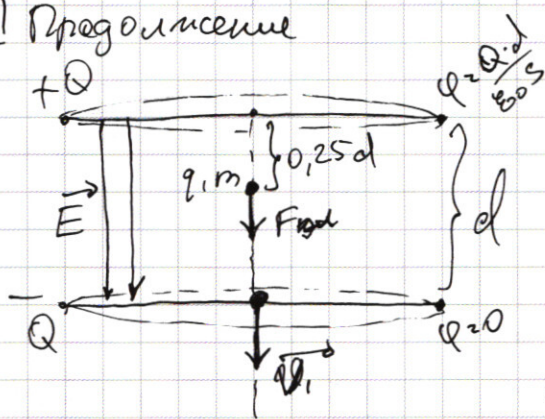
№3

Дано: $U_0 = 0$; T ; d ; S ; $\frac{q}{m} = \gamma$ Выр: 1) $V_1 = ?$

2) $Q = ?$

3) $V_2 = ? (\infty)$

№3) Продолжение



$$F_{эл} = Eq = ma,$$

$$a = \frac{Eq}{m} = E\gamma = \text{const.}$$

$$v_1 = at = E\gamma t;$$

$$\frac{aT^2}{2} = 0.75d,$$

$$\frac{v_1 T^2}{2T} = 0.75d;$$

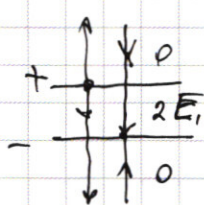
$$v_1 = 2 \cdot 0.75d \cdot \frac{1}{T} = \frac{1.5d}{T}$$

$$v_1 = \frac{1.5d}{T}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$E = \frac{v_1}{\gamma T} = \frac{1.5d}{\gamma T^2} \Rightarrow Q = \epsilon_0 S E = \frac{1.5d \cdot \epsilon_0 S}{\gamma T^2} = \boxed{\frac{1.5 \epsilon_0 d \cdot S}{\gamma T^2}}$$

И. поле за пределами конденсатора на оси симметрии нет:



$$\vec{E}_{вн} = \vec{E}_1 - \vec{E}_2 = 0.$$

$\Rightarrow$ После выхода за пределы конденсатора а частица = 0 т.к. нет внешних воздействий на неё. $\Rightarrow$ её скорость не будет изменяться.

$$\Rightarrow v_2 = v_1.$$

Это эквивалентно тому, что частица прошла ускоренную разность потенциалов и приобрела скорость

$$v_1 = v_2 : \frac{mv_2^2}{2} = \Delta\varphi \cdot q = \frac{0.75dQ}{\epsilon_0 S} \cdot q; v_2^2 = \frac{1.5d\gamma \cdot Q}{\epsilon_0 S}$$

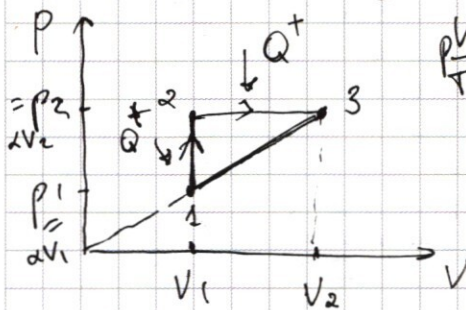
$$\Rightarrow v_2 = \frac{1.5d}{T} = v_1.$$

$$= \frac{1.5^2 d^2}{T^2};$$

$$\boxed{\text{Ответ: 1) } v_1 = \frac{1.5d}{T}; 2) Q = \frac{1.5 \epsilon_0 d S}{\gamma T^2}; 3) v_2 = \frac{1.5d}{T}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2
8.10.2018 г. 12.00



1) $T \uparrow$ на 1-2 и 2-3. $\frac{C_{12}}{C_{23}} = ?$

$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \text{const}$

2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = ?$

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

$$\begin{aligned} \alpha V_1 &= p_1 V_1 = 2RT_1 \\ \alpha V_1 V_2 &= p_2 V_1 = 2RT_2 \\ p_2 V_2 &= 2RT_3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p_1 &\propto V_1 \\ p_2 &\propto V_2 \end{aligned}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} 2R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_2 V_1 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} V_1 \alpha (V_2 - V_1) = C_{12} R(T_2 - T_1)$$

$$C_{12} = \frac{3}{2} R; \quad C_{23} = \frac{5}{2} R. \quad \frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3}{5} \quad \left| \quad A_{12} \propto \frac{V_2^2 - V_1^2}{2} \right|$$

$$2) \quad Q_{23} = p_2(V_2 - V_1) + \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_2 V_1) = \frac{5}{2} p_2 (V_2 - V_1)$$

$$A_{23} = p_2(V_2 - V_1) \Rightarrow \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{5}{2} \quad \left| \quad A_0 = \alpha V_2^2 - \alpha V_1^2 - \frac{\alpha V_2^2}{2} + \frac{\alpha V_1^2}{2} \right|$$

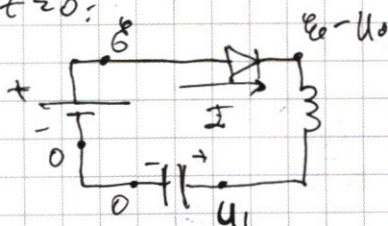
$$3) \quad \eta = \frac{A_0}{Q^+} = \frac{\alpha(V_2 - V_1)^2}{\frac{5}{2} V_2^2 - 2\alpha V_1 V_2 - \frac{3}{2} V_1^2} = \frac{(V_2 - V_1)^2}{5V_2^2 - 2V_1 V_2 - 3V_1^2}$$

№4

Схема: $U_1 = 5V, \quad \mathcal{E} = 9V, \quad L = 0,1H.$

$U_0 = 1V.$

$t = 0:$



1) $I_0 = ?$

2) $I_m = ?$

3) $U_2 = ?$ (КЗ)

В $t = 0$ тока нет. (L).

$$U_0 + U_L = \mathcal{E} - U_1 = 9 - 5 = 4V > 1V > U_0.$$

$\Rightarrow$ диод открыт.

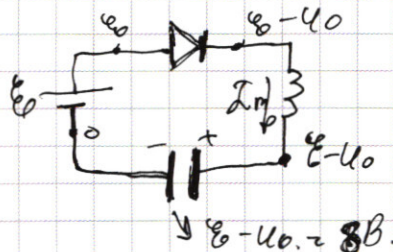
$$L I_0' = \mathcal{E} - U_0 - U_1 = 9 - 5 - 1 = 3V. \quad \Rightarrow I_0' = \frac{3V}{L}$$

$$\begin{aligned} Q^+ &= \frac{5}{2} \alpha V_2 (V_2 - V_1) + \\ &+ \frac{3}{2} \alpha V_1 (V_2 - V_1) = \\ &= \frac{5}{2} \alpha V_2^2 - \frac{5}{2} \alpha V_1 V_2 + \\ &+ \frac{3}{2} \alpha V_1 V_2 - \frac{3}{2} \alpha V_1^2 \end{aligned}$$

$I = \max$ когда $I' = 0$. $\Rightarrow$

$\Rightarrow U_2 = 0$

3) Уч. когда пуг. закрепится.



Если мы работаем у пуга...

Сумма: $C U_1$
Страна: $C(U_2)$
 $q = C U_2 - C U_1$

Ток не может течь в обратную сторону. Но он может быть конст. вет.

Тогда ит. $[U_2 = 8B]$ и I_m при $U_2 = 8B$. учим. $U_2 = \varepsilon - U_0$

$$A_{\text{ист}} = (\varepsilon - U_0) q = \frac{C U_2^2}{2} + \frac{L I_m^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}; \quad \text{где}$$

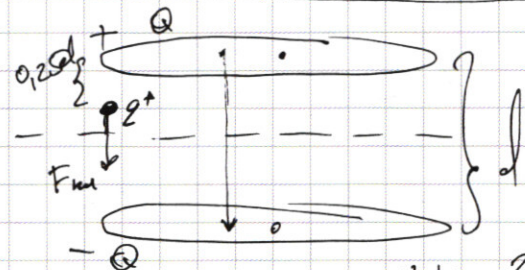
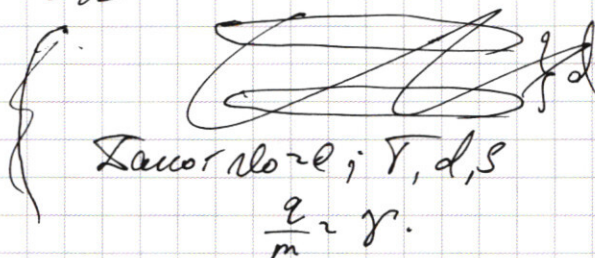
$W_{\text{посл}} \quad W_0$

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

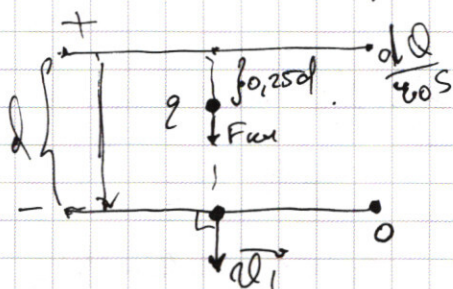
$$L I_m^2 = 2C \cdot 8B \cdot 3B - C \cdot 64B^2 + C \cdot 825B^2 = (48 + 25 - 64) C \cdot 9C$$

$$I_m = 3 \sqrt{\frac{C}{L}} = 3 \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1}} = 6 \cdot 10^{-2} = 60 \text{ мА.} \quad \text{Не верно.}$$

~~Итого~~ $N3 \quad d \ll \sqrt{S}$.



- 1) V_1 - ?
 - 2) Q - ?
 - 3) V_2 - ? (∞)
- $C = \frac{Q}{U} = \frac{Q}{\frac{Q}{\varepsilon_0 S}} = \varepsilon_0 S$



$$E = \frac{U}{d} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{Q}{\varepsilon_0 S}$$

Из м. сетки!

$$F_{\text{м}} = Eq = ma, \quad a = \frac{Eq}{m}; \quad \frac{5929}{1,7787} \approx 1,8.$$

$$Eq T^2 = 0,75d;$$

$$0,75d = \frac{Q^2}{2a};$$

$$E = \frac{3}{2}d \sim \frac{1,5d}{T^2} = \frac{Q}{\varepsilon_0 S}$$

$$U_1 = \sqrt{1,5d \cdot Q} = \sqrt{1,5d E T^2}; \quad U_1 = a T = E T^2 = \frac{1,5d}{T^2}$$

$$= \sqrt{\frac{1,5d^2}{T^2}} = \frac{1,5d}{T}; \quad Q = \frac{1,5d \varepsilon_0 S}{T^2}; \quad \varphi_0 = \frac{0,25d Q}{\varepsilon_0 S};$$

$$3) \frac{m U^2}{2} = 1 \varphi_0 q = q \left(\frac{0,75d Q}{\varepsilon_0 S} \right)$$

$$\varphi_0 = \frac{0,25d Q}{2 \varepsilon_0 S} + \frac{0,75d Q}{2 \varepsilon_0 S} =$$

$$U = \sqrt{\frac{1,5 Q T d}{\varepsilon_0 S}} = \frac{1,5d}{T}. \quad \text{(Такой же!)}.$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N5 1) $f_2 = ?$
 2) $\alpha = ?$
 3) $U = ?$

использ. S_2 минимое, F нежелательное, U желат.

$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_2} + \frac{1}{d_2}$
 $f_2 = \frac{d_2 \cdot F}{d_2 - F} = \frac{\frac{3}{2}F}{\frac{1}{2}} = 3F$

$U_y = \text{const.}$
 $d_1 = d_2$

$\tan \alpha = \frac{3F}{F} = \frac{3}{1} \Rightarrow \alpha = \arctan 3$
 $U_x = U_y \cdot \cos \alpha = 10V \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} = \sqrt{10}V$

$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x-1}{3x} \right) = \frac{1}{3}$

N2

$y(x) = \frac{x-1}{3+5x}, y'(x) = \frac{1(3+5x) - 5(x-1)}{(3+5x)^2} = \frac{3+5x-5x+5}{(3+5x)^2} = \frac{8}{(3+5x)^2}$

$y(0) = \frac{3+5x-4x-4}{3+5x} = \frac{-1+x}{3+5x} = 1 - \frac{4}{3+5x}$

$y(x) = \frac{1-x}{3x+5}, y'(x) = \frac{-1(3x+5) - 3(1-x)}{(3x+5)^2} = \frac{-3x-5-3+3x}{(3x+5)^2} = \frac{-8}{(3x+5)^2}$

$y = \frac{A_{23} - A_{31}}{Q_{12} + Q_{23}}$

$2: \frac{1}{3+10} = \frac{1}{13}$
 $3: \frac{2}{3+15} = \frac{2}{18} = \frac{1}{9}$

$x > 0, \frac{2}{8} = \frac{1}{4}$

$\frac{99}{3+1005} \approx \frac{99}{1008} \approx \frac{1}{10}$

$$\frac{L I_m^2}{2} + \frac{C U_2^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2} = C(U_2 - U_1)(\varepsilon - U_0);$$

$$\frac{L I_m^2}{2} = C(\varepsilon - U_0)U_2 - C(\varepsilon - U_0)U_1 + \frac{C U_1^2}{2} - \frac{C U_2^2}{2};$$

$f(U_2)$

$$f'(U_2) = C(\varepsilon - U_0) - C U_2 = 0 \Rightarrow U_2 = \varepsilon - U_0 = 8 \text{ В}$$

$$\begin{array}{r} 8,5 \\ 8,5 \\ \hline 425 \\ 680 \\ \hline 7225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8,6 \\ 8,6 \\ \hline 516 \\ 688 \\ \hline 8396 \end{array}$$

$\sqrt{21}$

$$V = 68 \frac{\text{см}}{\text{с}}; m = 0,1 \text{ кг}; R = 1,9 \text{ м}.$$

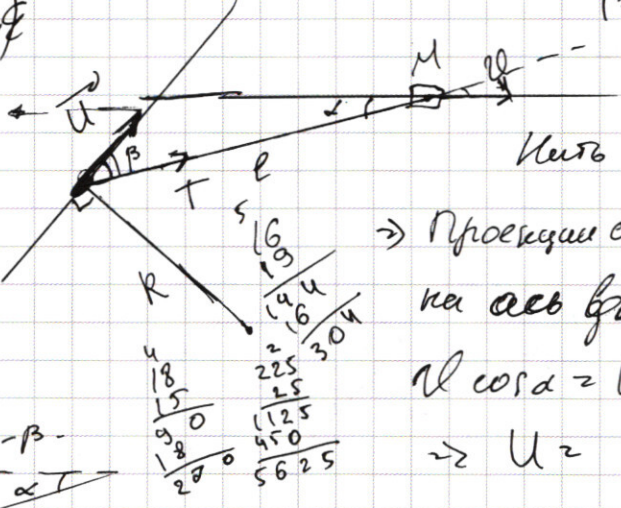
$$l = \frac{5R}{3}$$

$$\cos \alpha = \frac{15}{17}; \cos \beta = \frac{4}{5}$$

$$\sin \alpha = \frac{8}{17}$$

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

- 1) $\text{Дал } U_2?$
- 2) $U_{\text{отн}}?$
- 3) $T?$



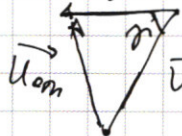
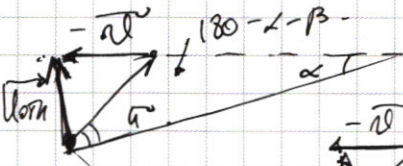
Итак, итак $\Rightarrow$ не растягиваем

$\Rightarrow$ Проекция скорости каждого из них на ось брызжки равна.

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

$$\Rightarrow U = \frac{U \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{68 \cdot 15 \cdot 5}{17 \cdot 4} = 75 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

Уотн. со М:



$$\Rightarrow U_{\text{отн}}^2 = U^2 + V^2 - 2UV \cos(\alpha + \beta)$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} = \frac{12}{17} - \frac{24}{85} = \frac{60 - 24}{85} = \frac{36}{85}$$

$$\Rightarrow U_{\text{отн}}^2 = 68^2 + 75^2 - 2 \cdot 68 \cdot 75 \cdot \frac{36}{85} = 68^2 + 75^2 - 8 \cdot 15 \cdot 36 = 4 \cdot 17^2 + 5 \cdot 15^2 - 4 \cdot 15 \cdot 9 \cdot 2 = 5 \cdot 15^2 + 4^2 (17^2 - 18 \cdot 15) = 5 \cdot 15^2 + 4^2 \cdot 19$$

$$U_{\text{отн}} = 59,29 \text{ м/с}$$

$$\Rightarrow U_{\text{отн}} = 77$$

T — в со М, экв. инерциальной: колесо движется по окружности!

$$\Rightarrow \frac{U_{\text{отн}}}{c} = m = T$$

$$\frac{U_{\text{отн}}}{c} \cdot 17,5 = \frac{75}{c} \sin \alpha; \sin \alpha = \frac{75}{5 \cdot 17} = \frac{15}{17} = \cos \alpha$$

