

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2020

Класс 11

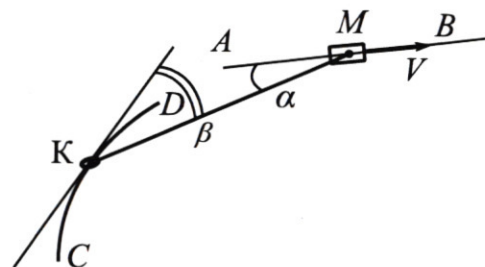
Вариант 11-04

Шифр L.49

(заполняется секретарём)

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложенного задания не проверяются.

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.



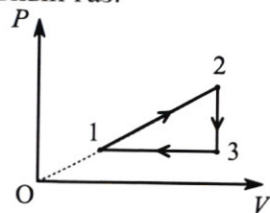
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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.

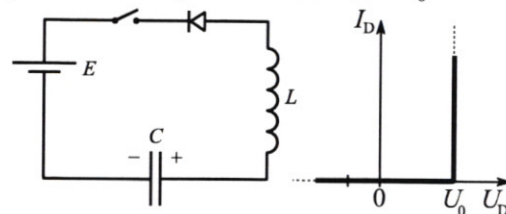
1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \frac{|q|}{m}$.

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.

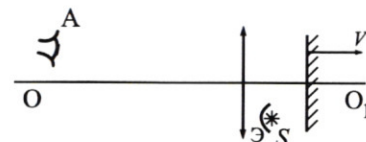
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

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.

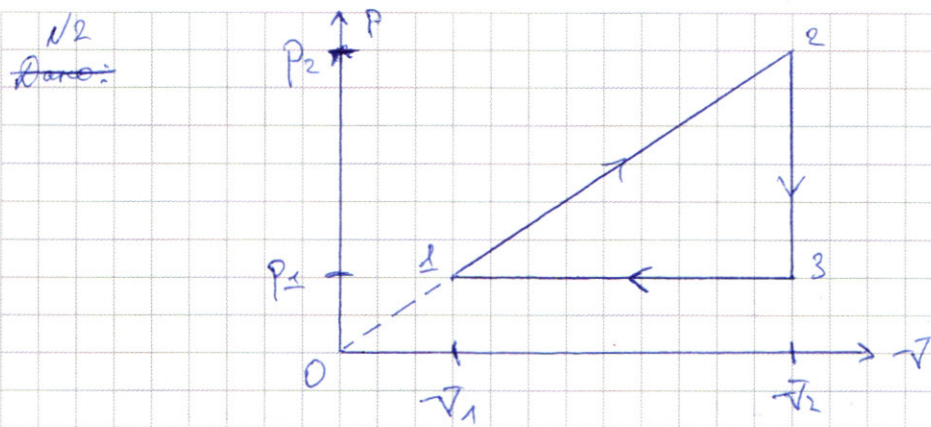
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

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



Пусть, в процессе 12 $p = k \sqrt{V}$
 $V_2 = \alpha V_1$

1) ~~1-2: $Q = \Delta U + A$; ΔU~~

$Q = \Delta U + A$; 1-2: $\Delta U_{12} > 0$; $A > 0 \Rightarrow Q_{12} > 0$.

2-3: $\Delta U_{23} < 0$; $A = 0 \Rightarrow Q_{23} < 0$

3-1: $\Delta U_{31} < 0$; $A < 0 \Rightarrow Q_{31} < 0$.

$\frac{C_{p23}}{C_{p31}} = ?$

$$C_{p23} = \frac{Q_{23}}{V \Delta T_{23}} = \frac{\Delta U_{23}}{\Delta T_{23} V} = \frac{\frac{3}{2} \cancel{V} R \Delta T_{23}}{\cancel{V} \Delta T_{23}} = \frac{3}{2} R.$$

$$C_{p31} = \frac{Q_{31}}{V \Delta T_{31}} = \frac{\Delta U_{31} + A_{31}}{V \Delta T_{31}} = \frac{\frac{3}{2} V R \Delta T_{31} + P_1 \Delta V_{31}}{V \Delta T_{31}} =$$

$$= \frac{\frac{3}{2} V R \Delta T_{31} + V R \Delta T_{31}}{V \Delta T_{31}} = \frac{\frac{5}{2} \cancel{V} R \Delta T_{31}}{\cancel{V} \Delta T_{31}} = \frac{5}{2} R.$$

$$\frac{C_{p23}}{C_{p31}} = \frac{3 R \cdot \cancel{2}}{2 \cdot 5 R} = \frac{3}{5} = \boxed{0,6}$$

$$2). \Delta U_{12} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} (k V_2^2 - k V_1^2) = \\ = \frac{3}{2} k V_1^2 (\alpha^2 - 1).$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} \cdot (V_2 - V_1) \cdot (p_2 + p_1) = \frac{1}{2} k V_1^2 (\alpha^2 - 1).$$

A_{12} - площадь под графиком в осях pV .

$$\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = \frac{\frac{3}{2} k V_1^2 (\alpha^2 - 1)}{\frac{1}{2} k V_1^2 (\alpha^2 - 1)} = \boxed{3}$$

$$3). \eta = \frac{A_{полн}}{Q_{12}} = \frac{A_{12} + A_{31}}{4 A_{12}} = \frac{\frac{1}{2} k V_1^2 (\alpha^2 - 1) - k V_1^2 (\alpha - 1)}{2 k V_1^2 (\alpha^2 - 1)} =$$

$$= \frac{\alpha^2 - 1 - 2\alpha + 2}{4\alpha^2 - 4} = \frac{\alpha^2 - 2\alpha + 1}{4\alpha^2 - 4}$$

$$\frac{(\alpha^2 - 2\alpha + 1)}{4\alpha^2 - 4} = \frac{(2\alpha - 2) \cdot (\alpha - 1)}{4(\alpha^2 - 1)}$$

$$\frac{(\alpha - 1)^2}{4(\alpha^2 - 1)} = \frac{\alpha - 1}{4(\alpha + 1)} = \frac{\alpha - 1}{4\alpha + 4}$$

$$\left(\frac{\alpha - 1}{4\alpha + 4} \right)' = \frac{1 \cdot (4\alpha + 4) - (\alpha - 1) \cdot 4}{(4\alpha + 4)^2} = \frac{4\alpha + 4 - 4\alpha + 4}{16(\alpha + 1)^2} =$$

$$= \frac{1}{2(\alpha + 1)^2}$$

$$\alpha > 1 \Rightarrow \eta' > 0 \Rightarrow \text{max при } \alpha \rightarrow \infty$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow \infty} \eta = \lim_{\alpha \rightarrow \infty} \left(\frac{1 - \frac{1}{\alpha}}{4 + \frac{4}{\alpha}} \right) = \frac{1 - 0}{4 + 0} = \boxed{\frac{1}{4}}$$

Ответ: 1). 0,6 ; 2). 3 ; 3). $\frac{1}{4}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3
Дано:
 $u; d; V_1; 0,2d; q < 0$

1) $\gamma = \frac{|q|}{m} - ?$
2) $T - ?$
3) $V_0 - ?$

поле однородное $\Rightarrow E = \frac{U}{d}$

1) По з.сохр.ЭИ:

$$\frac{m V_1^2}{2} + A_{поля} = 0$$

$$\frac{m V_1^2}{2} + q E (d - 0,2d) = 0$$

$$\frac{V_1^2}{2} - \gamma E \cdot 0,8d = 0$$

$$\gamma = \frac{V_1^2 \cdot 5}{2 E \cdot 4 d} = \frac{5 V_1^2}{8 E d} = \boxed{\frac{5 V_1^2}{8 U}}$$

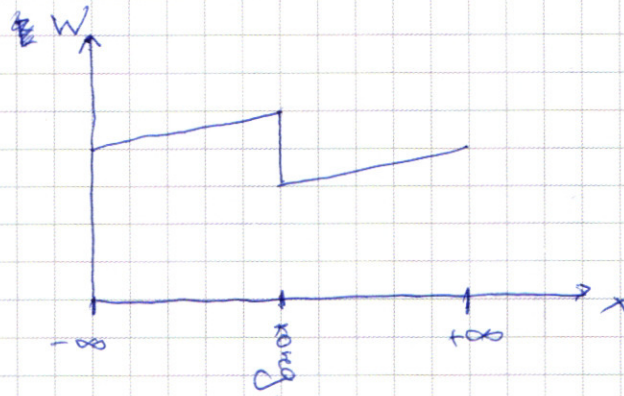
2) $T = 2\tau$ τ - время торможения.

Т.к. $0,8d = \frac{V_1 + 0}{2} \tau$; $\tau = \frac{0,8d}{V_1}$

$$T = \frac{0,8d}{V_1} = \frac{3,2d}{V_1} = \boxed{\frac{16d}{5 V_1}}$$

3) Пусть на ∞ потенциал 0, на обкладках -

При v скорости на ∞ поле совершит одинаковую работу при перемещении заряда из ∞ к конденсатору. Из соображений симметрии работы до конденсатора и после него будут совпадать по модулю.



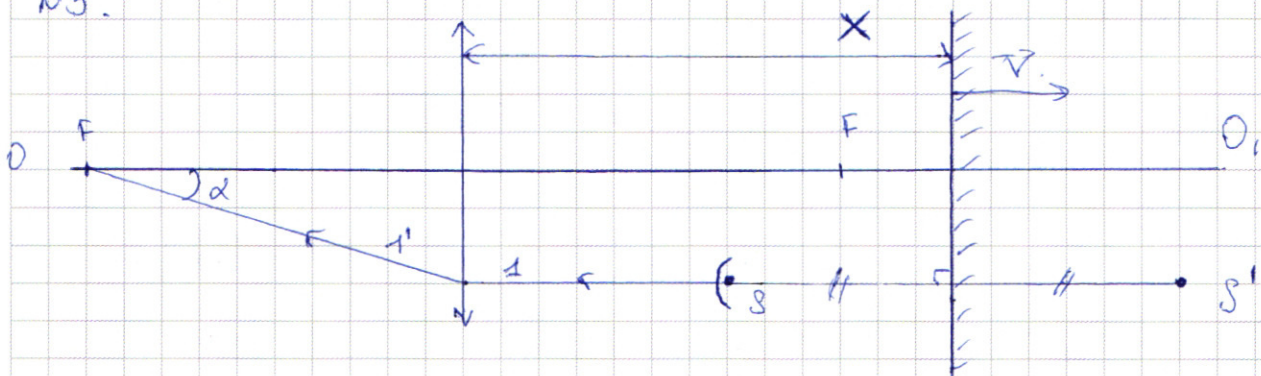
Значит v_0 совпадает со скоростью в центре конденсатора (из сообр. симметрии).

$$\frac{m v_1^2}{2} + q E \cdot \delta d = \frac{m v_0^2}{2}; \quad v_0^2 = \sqrt{v_1^2 - \frac{5 V_1^2}{8 U}}$$

$$v_0 = \sqrt{v_1^2 - \frac{5 V_1^2}{8 U}} = v_1 \sqrt{\frac{3}{8}} = \frac{v_1 \sqrt{6}}{4}$$

Ответ: 1). $\frac{5 V_1^2}{8 U}$; 2). $\frac{16 d}{5 V_1}$; 3). $\frac{V_1 \sqrt{6}}{4}$.

N5.



x - расстояние от линзы до зеркала.
изображение получено от источника S' (отраженного в зеркале S)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~Изображение~~ Луч, идущий от S' параллельно OO_1 не проходит из-за эфрана, но можно построить этот луч после эфрана, т.к. на изображение это не повлияет. Этот луч будет идти в F ;

1). $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$

$$d = \left(\frac{6}{5} F - \frac{3}{5} F \right) + \frac{6}{5} F = \frac{9}{5} F.$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} = \frac{1}{f}; \quad \frac{1}{f} = \frac{d - F}{F \cdot d} = \frac{\frac{4}{5} F}{F \cdot \frac{9}{5} F} = \frac{4}{9F}.$$

$$f = \frac{9}{4} F = \boxed{2,25 F}$$

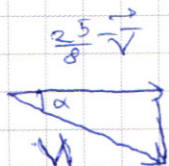
2). α будет постоянным, т.к. изображение будет на луче S' ; $\operatorname{tg} \alpha = \frac{8 F}{15 F} = \frac{8}{15}$

$$\alpha = \arctg \frac{8}{15}$$

3). $d = 2x - \frac{3}{5} F$ $d'_x = 2\sqrt{V}$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} = \frac{1}{d}; \quad 0 = -\frac{1 \cdot f'_x}{f^2} - \frac{1 \cdot d'_x}{d^2}$$

$$\frac{2\sqrt{V} \cdot 25}{81 F^2} = -\frac{f'_x \cdot 16}{81 F^2}; \quad f'_x = -\frac{25}{8} \sqrt{V}.$$



$$u = \frac{25 \sqrt{V}}{8} : \cos \alpha = \frac{5}{8 \cdot 15} \cdot \frac{17}{24} = \boxed{\frac{51}{24} \sqrt{V}}$$

Ответ: 1). $2,25 F$; 2). $\arctg \frac{8}{15}$; $\frac{51}{24} \sqrt{V}$.

Дано:

$$E = 60$$

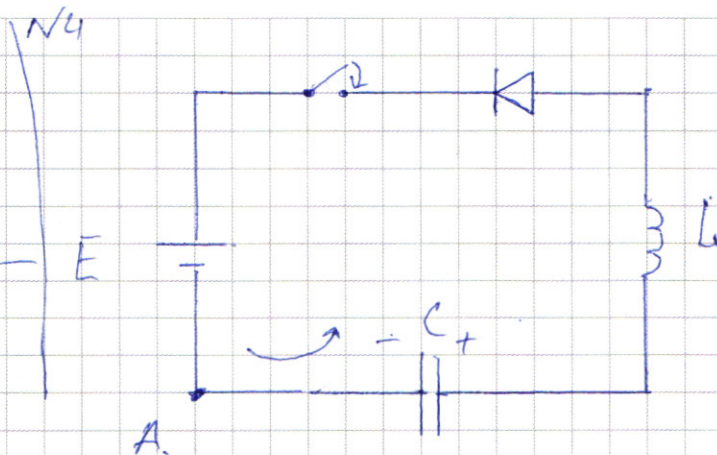
$$C = 10 \text{ мкФ}$$

$$L = 0,4 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$U_1 = 30$$

- 1) $\dot{I}$ - ?
- 2) $I_{\max}$ - ?
- 3) U_2 - ?



1). по Кирхгофа (в A): $-U_1 + U_L + U_C + E = 0$.

$$U_L = U_1 - U_C - E = L \dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{U_1 - U_C - E}{L} = \frac{2 \text{ В}}{0,4 \text{ Гн}} = \boxed{5 \frac{\text{А}}{\text{с}}}$$

2). $I_{\max} \Rightarrow \dot{I} = 0 \Rightarrow U_L = 0$.

$$\Delta q = C(U_3 - U_1)$$

$$-U_3 + U_C + E = 0 \Rightarrow U_3 = U_C + E$$

По з. сохр. эн.:

$$\frac{CU_1^2}{2} = \frac{CU_3^2}{2} + |\Delta q|(U_C + E) + \frac{LI_{\max}^2}{2}$$

$$CU_1^2 = C(U_C + E)^2 + 2C(U_C + E)(U_1 - U_C - E) + LI_{\max}^2$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{C(U_1 - U_C - E)(U_1 + U_C + E + 2U_C + 2E)}{L}}$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{C(U_1 - U_C - E)(U_1 + 3(U_C + E))}{L}} =$$

$$= \sqrt{\frac{10^{-5} \text{ Ф} \cdot 2 \text{ В} \cdot 30 \text{ В} \cdot 5}{2 \text{ Гн}}} = \frac{\sqrt{15}}{100} \text{ А} = \boxed{10\sqrt{15} \text{ мА}} \approx 40 \text{ мА}$$

3). установившийся режим $\Rightarrow I = 0$

ток перестанет течь, как только $U_L < U_C$

$$-U_2 + U_L' + U_C + E = 0, \text{ причем } U_L' < 0, I = 0, \text{ т.к.}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

В следующий момент цепь размыкается; а ток в катушке L не может меняться мгновенно.

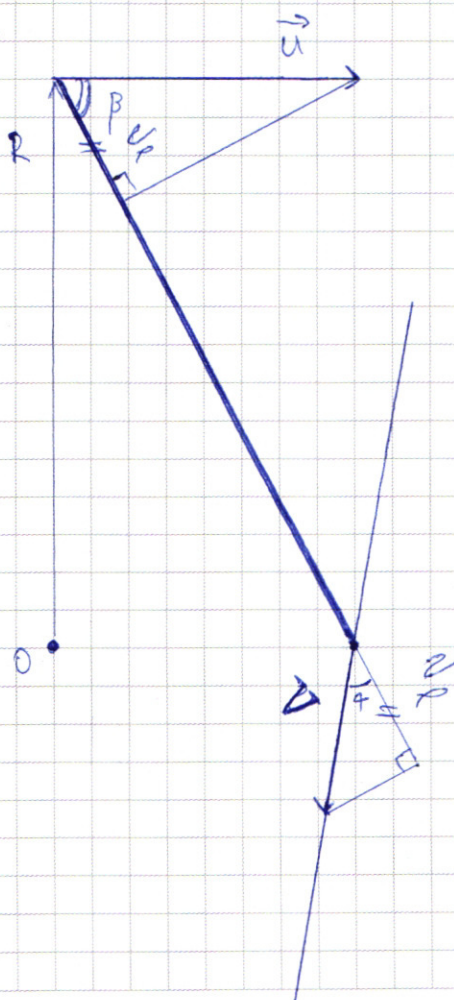
Это колеб. контур; без резистора $\Rightarrow |U_L| = U_L = U_1 - U_0 - E$.

$$U_2 = U_0 + E - U_L = U_0 + E - U_1 + U_0 + E = 2(U_0 + E) - U_1 = 5 \text{ В}$$

Ответ: 1). $5 \frac{\text{А}}{\text{с}}$; 2). $10\sqrt{15} \text{ нА}$; 3). 5 В .
(40 нА)

№ 1
Дано:
 $V = 2 \text{ м/с}$
 $m = 0,4 \text{ кг}$
 $R = 1,3 \text{ м}$
 $l = R^2 R / 15$
 $\cos \alpha = 4/5$
 $\cos \beta = 3/17$

1). u - ?
2). u' - ?
3). T - ?



1). скорость вдоль троса одинакова.

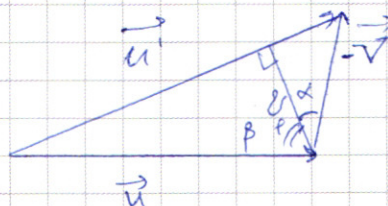
$$V_r = V \cos \alpha = u \cos \beta$$

u - скорость кольца.

$$u = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{4 \cdot 17}{5 \cdot 8} V = 1,7 V = 3,4 \text{ м/с}$$

$$2). \vec{u}' = \vec{u} + (-\vec{V})$$

Муфта движется прямолинейно, равномерно, значит, с.о. муфты - ИСО.



по Т. кос: $(u')^2 = u^2 + \vec{V}^2 - 2u\vec{V} \cdot \cos(\alpha + \beta)$

$$\cos \alpha = \frac{4}{5} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\cos \beta = \frac{8}{17} \Rightarrow \sin \beta = \frac{15}{17}$$

$$\begin{aligned} (u')^2 &= u^2 + \vec{V}^2 - 2u\vec{V} \cdot \left(\frac{32}{85} - \frac{45}{85} \right) = 3,89 \vec{V}^2 + \\ &+ 3,4 \vec{V}^2 \cdot \frac{13}{85} = \vec{V}^2 \left(\frac{389}{100} + \frac{13 \cdot 34}{17 \cdot 5 \cdot 10} \right) = \\ &= \vec{V}^2 \left(\frac{389 + 52}{100} \right) = \vec{V}^2 \cdot \frac{441}{100} = (2,1 \vec{V})^2 \end{aligned}$$

$$\boxed{u' = 2,1 \vec{V}} = 4,2 \text{ м/с.}$$

3) отн. муфты кольцо движется со скоростью u' по окр.:-ти. радиусом R .

$$T = m a_{\text{ц.с.}} = m \frac{(u')^2}{17R} \cdot 15 = \frac{m \vec{V}^2 \cdot 4,41 \cdot 15}{17 R} =$$

$$= \frac{0,4 \text{ кг} \cdot 4 \text{ м}^2/\text{с}^2 \cdot 4,41 \cdot 15}{17 \cdot 1,9 \text{ м}} = \frac{1,6 \cdot 15 \cdot 4,41}{17 \cdot 1,9} \text{ Н} = \frac{24 \cdot 4,41}{17 \cdot 1,9} \text{ Н} =$$

$$= \frac{24 \cdot 4,41}{17 \cdot 1,9} \text{ Н} = \frac{1100 \cancel{8} - 44 \cancel{0}}{(324 - 1) \cdot 10} \text{ Н} = \frac{1056}{323} \text{ Н} = 3,2 \text{ Н}$$

$$\begin{array}{r} 1056 \quad | \quad 323 \\ \underline{969} \\ 870 \\ \underline{646} \\ 1240 \\ \underline{969} \\ 271 \end{array}$$

Ответ: 1). 8,4 м/с; 2). 4,2 м/с. 3). 3,2 Н

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$A_{\text{газа}} = \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{1}{2} (\kappa^2 p_1 V_1 - p_1 V_1) = \frac{1}{2} p_1 V_1 (\kappa^2 - 1)$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \Delta(pV) = \frac{3}{2} (\kappa^2 - 1) p_1 V_1 \Rightarrow \frac{3}{2} \Delta U$$

$$\eta = \frac{A_{\text{полн}}}{Q_{12}} = \frac{\frac{1}{2} p_1 V_1 (\kappa^2 - 1) - p_1 V_1 (\kappa - 1)}{2 p_1 V_1 (\kappa^2 - 1)} = \frac{\frac{1}{2} (\kappa + 1) - 1}{2 (\kappa + 1)} =$$

$$= \frac{\frac{1}{2} \kappa - \frac{1}{2}}{2 \kappa + 1} = \frac{\frac{1}{2} (\kappa - 1)}{2 \kappa + 1} = \frac{\frac{1}{4} (2 \kappa + 1) - \frac{1}{4} - \frac{1}{2}}{2 \kappa + 1} = \frac{\frac{1}{4}}{4 (2 \kappa + 1)} =$$

$$= \frac{1}{4} - \frac{3}{8 \kappa + 4}$$

при $\kappa \rightarrow \infty$ $\eta \rightarrow \frac{1}{4}$

$$E = \frac{U}{d}$$

$$\frac{m v_1^2}{2} + A_{\text{эл. поля}} = 0$$

$$\frac{m v_1^2}{2} - 0,8 d \cdot \frac{U}{d} \cdot q = 0$$

$$0,8 q U = \frac{m v_1^2}{2}; \quad \gamma = \frac{|q|}{m} = \frac{v_1^2}{1,6 U}$$

$$T = 2\pi = 2 \cdot \frac{2 \cdot 0,8 d}{v_1} = \frac{3,2 d}{v_1}$$

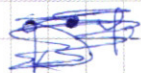
$$S = \frac{v_1 + v_2}{2} \tau; \quad S = \frac{v_1 \tau}{2}; \quad \tau = \frac{2 S}{v_1}$$



$$\frac{mv_0^2}{2} + q\varphi_2 = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + q(\varphi_1 - \varphi_2) - q\varphi_1 = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$q(\varphi_1 - \varphi_2) = \frac{mv_2^2}{2}$$



$$\frac{mv_3^2}{2} + q\varphi_2 = \frac{mv_4^2}{2}$$

$$\frac{mv_4^2}{2} + qU = \frac{mv_5^2}{2}$$

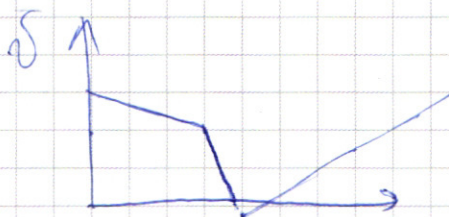
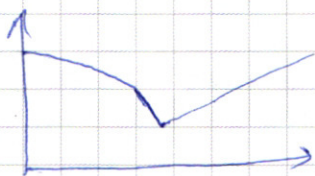
$$\frac{mv_5^2}{2} + q\varphi_1 = \frac{mv_3^2}{2}$$

$$\frac{mv_3^2}{2} = q\varphi_1 + \frac{mv_4^2}{2} + qU = q\varphi_1 + qU + \frac{mv_5^2}{2} - q\varphi_2$$

$$\frac{mv_0^2}{2}$$

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

$$\frac{mv_0^2}{2} + q\varphi_2$$

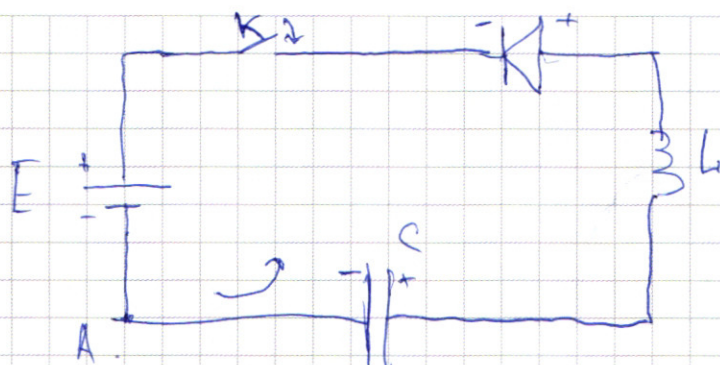


E

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

$$= \sqrt{v_1^2 - \frac{qU}{m}} = \sqrt{v_1^2 - \frac{v_1^2 U}{1.6U}} = v_1 \sqrt{\frac{1.6 - 1}{1.6}} = v_1 \sqrt{\frac{0.6}{1.6}} = \frac{v_1}{2} \sqrt{6}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$-U_1 + U_L + U_C + E = 0$$

$$U_L = U_1 - U_C - E =$$

$$= (3 - 1 - 6) \text{ В} = -2 \text{ В}$$

$$U_L = L \dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{U_L}{L} = \frac{-2 \text{ В}}{0,4 \text{ Гн}} =$$

$$= \frac{-2 \text{ В} \cdot 5}{2 \cdot 0,4 \text{ м} \cdot \text{с}} = -5 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

$$I = \max \Rightarrow \dot{I} = 0 \Rightarrow U_L = 0$$

$$-U_2 + U_C + E = 0$$

$$U_2 = E + U_C = 7 \text{ В}$$

$$dq = C(U_2 - U_1)$$

$$\frac{CU_1^2}{2} = \frac{CU_2^2}{2} + (U_C + E) \cdot q + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU_2^2}{2} + C(U_1 - U_2)(U_C + E) + \frac{LI^2}{2}$$

$$\frac{LI^2}{2} = \frac{CU_1^2}{2} + 2C(U_1 - U_2)(U_C + E) - \frac{CU_2^2}{2}$$

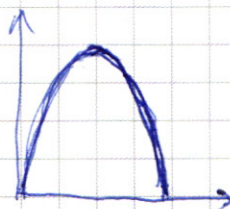
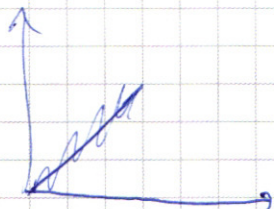
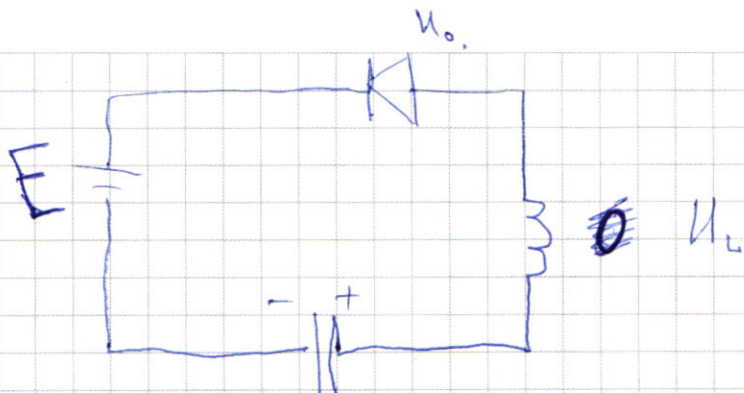
$$I = \sqrt{\frac{C(U_1 - U_2)(U_1 + U_2 + 2U_C + 2E)}{L}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} \cdot (2 \text{ В} + 5 \text{ В} + 4 \text{ В})}{0,4 \text{ Гн}}}$$

$$= \sqrt{\frac{10^{-5} \text{ В}^2 \cdot 11}{2 \cdot 0,4 \text{ м} \cdot \text{с} \cdot 0,4 \text{ м} \cdot \text{с}}} = 5 \cdot 10^{-2} \sqrt{\frac{5}{2}} \text{ А} =$$

$$= \frac{5 \cdot 10^{-2}}{\sqrt{2}} \text{ А} = \frac{5\sqrt{2}}{2} 10^{-2} \text{ А} =$$

$$= 2,5\sqrt{2} 10^{-2} \text{ А} =$$

$$= 25\sqrt{2} \text{ мА}$$



$$-U_c + U_L + U_0 + E = 0.$$

$$-\frac{q}{C} + L\ddot{q} = U_0 - E.$$

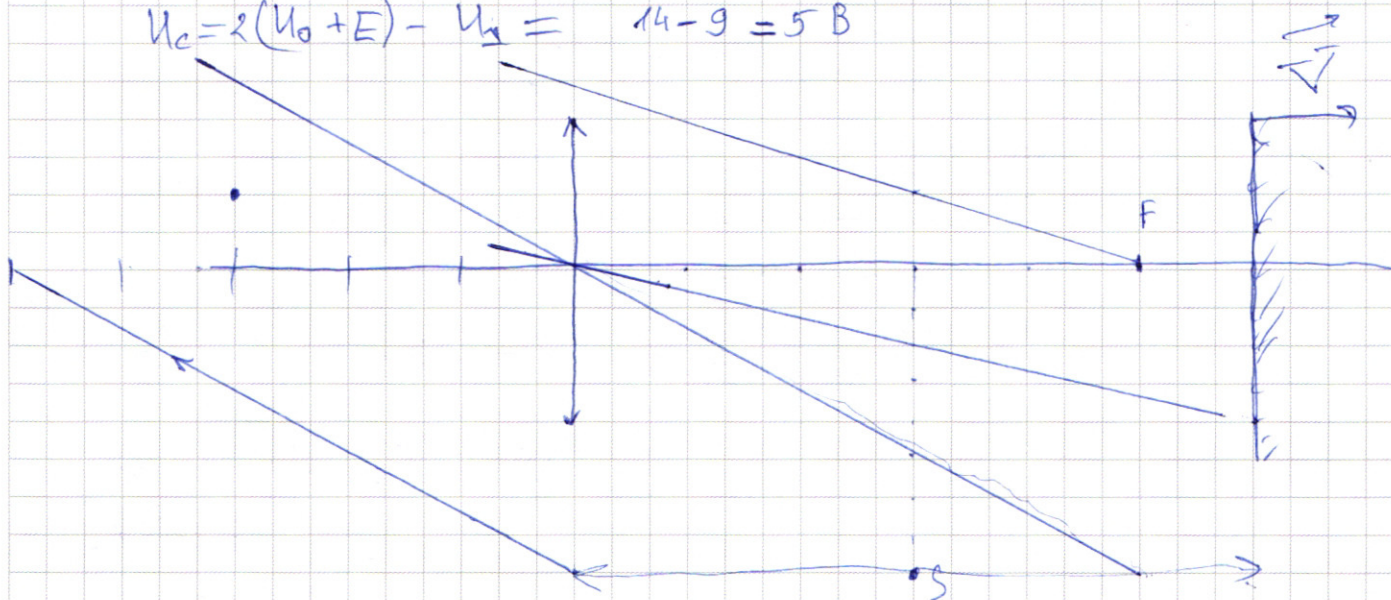
$$L\ddot{q} = -\frac{q}{C} + U_0 + E.$$

$$\ddot{q} = -\frac{q}{LC} + \frac{U_0 + E}{L}$$

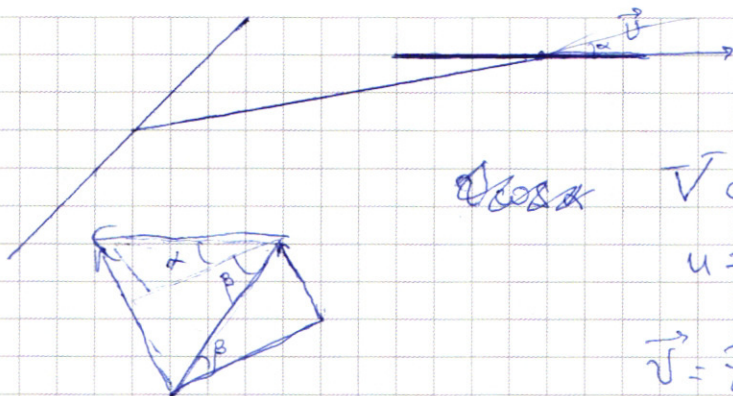
$$+U_c - U_L + U_0 + E = 0.$$

$$U_c + U_L = U_0 + E, \quad U_L = U_1 - U_0 - E.$$

$$U_c = 2(U_0 + E) - U_L = 14 - 9 = 5 \text{ V}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



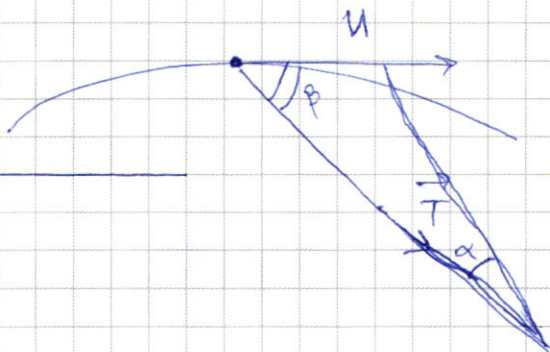
$$u \cos \alpha = V \cos \beta = u' \cos \beta$$

$$u = V \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{4 \cdot 17}{5 \cdot 8} V = 1,7 V$$

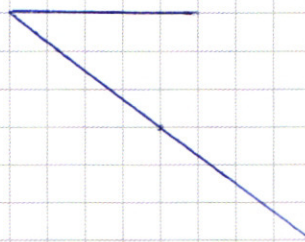
$$\vec{u} = \vec{u}' + \vec{u}_{\text{с.о.}}$$

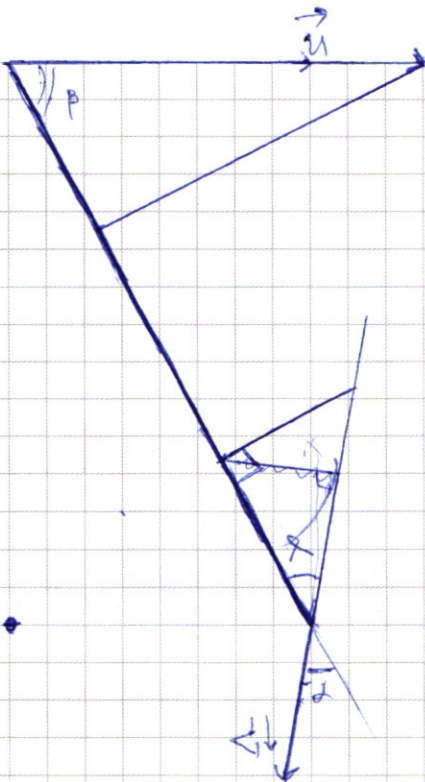
$$\vec{u}' = \vec{u} - \vec{u}_{\text{с.о.}}$$

$$\begin{aligned} (u')^2 &= u^2 + V^2 - 2uV \cos(\alpha + \beta) = \\ &= 2,89V^2 + V^2 - 3,4V^2 \cdot (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) = \\ &= 3,89V^2 - 3,4V^2 \cdot \left(\frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{15}{17} \cdot \frac{3}{5} \right) = \\ &= V^2 \cdot \left(3,89 - \frac{34 \cdot (32 - 45)}{10 \cdot 5 \cdot 17} \right) = V^2 \cdot \left(3,89 + \frac{2 \cdot 13}{50} \right) = \\ &= V^2 \cdot \left(3,89 + \frac{52}{100} \right) = (3,89 + 0,52) V^2 = 4,41 V^2 \\ u' &= 2,1 V \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} T \sin \beta &= m a_{\text{ц.с.}} = m \frac{u^2}{R} = \\ &= m \frac{2,89 V^2}{1,9} \end{aligned}$$





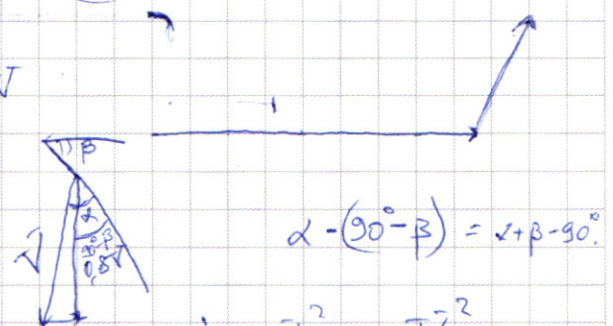
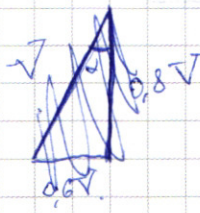
$$\frac{5,5}{32} = \frac{55}{320} = \frac{1}{4} \quad \frac{23}{32}$$

224

$$1,7\sqrt{}$$

$$1,7\sqrt{} \cdot \frac{8}{17} = 0,8\sqrt{}.$$

$$(90^\circ - \alpha + \beta)$$



$$\alpha - (90^\circ - \beta) = \alpha + \beta - 90^\circ$$

$$u' = \sqrt{}^2 + 0,64\sqrt{}^2 -$$

$$- 1,6\sqrt{}^2 \cdot \cos(\alpha + \beta - 90^\circ)$$

$$1,64\sqrt{}^2 = 1,6\sqrt{}^2 \sin(\alpha + \beta) =$$

$$= \sqrt{}^2 \left(1,64 - 1,6 \cdot \left(\frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} + \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} \right) \right) =$$

$$1 \cdot \left. \begin{array}{l} Q = \Delta U + A \\ \Delta U > 0 \\ A > 0 \end{array} \right\} \Rightarrow Q > 0.$$

$$(2) \left. \begin{array}{l} Q = \Delta U + A \\ \Delta U < 0 \\ A = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow Q < 0$$

$$(3) \left. \begin{array}{l} Q = \Delta U + A \\ \Delta U < 0 \\ A < 0 \end{array} \right\} \Rightarrow Q < 0.$$

$$C_{23} = \frac{Q_{23}}{\gamma \Delta T} = \frac{\frac{3}{2} \sqrt{} R \Delta T_{23}}{\gamma \Delta T_{23}} = \frac{3}{2} \sqrt{} R.$$

$$1,64 \quad \sqrt{} \frac{\sqrt{} 17}{17}$$

$$\Delta p \Delta V = \gamma R \Delta T_{23}$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} = \frac{3}{2} \gamma R \Delta T_{23} =$$

$$C_{31} = \frac{Q_{31}}{\gamma \Delta T}.$$

$$A = p \Delta V = \gamma R \Delta T_{31}$$

$$p \Delta V = \gamma R \Delta T_{31}$$

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

$$\Rightarrow C_{31} = \frac{\frac{3}{2} \gamma R \Delta T_{31} + \gamma R \Delta T_{31}}{\gamma \Delta T_{31}} = \frac{5}{2} R.$$

$$\frac{84}{672}$$

$$\left[\frac{5}{3} \right] \frac{17}{68}$$

697

$$1,64 - 1,6 = \frac{24 + 60}{85} = \frac{164}{85} = \frac{8 \cdot 84}{17 \cdot 25} = \frac{1}{17}.$$

$$17 \cdot 41 - 8 \cdot 84 = 697 - 672 = 25.$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$d = \left(\frac{6}{5} + \frac{3}{5}\right) F = \frac{9}{5} F.$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}; \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d - F}{dF} \Rightarrow f = \frac{dF}{d - F} = \frac{\frac{9}{5} F^2}{\frac{9}{5} F - F} = \frac{9}{4} F = 2,25 F.$$

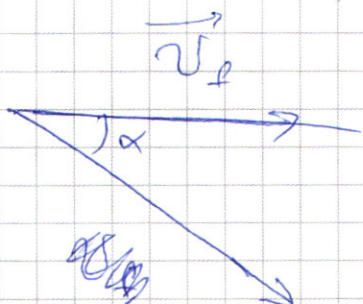
$$\operatorname{arctg} \frac{8}{15} = \arcsin \frac{8}{17} = \arccos \frac{15}{17}.$$

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

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow -\frac{d'}{d^2} - \frac{f'}{f^2} = 0.$$

$$\frac{d'}{d^2} = -\frac{f'}{f^2} \Rightarrow \frac{2 \cdot 0,25}{8 \pm F^2} = -\frac{f' \cdot 16}{8 \pm F^2}$$

$$v_f = -\frac{v \cdot 25}{8}$$



$$v_f = v \cos \alpha$$

$$v = \frac{v_f}{\cos \alpha} = \frac{25 \cdot 0,17}{0,853} = \frac{85}{24} v$$

о_н

$$\frac{40}{22} = \frac{20}{11}$$

$$\begin{array}{r} 40000 \\ - 34 \\ \hline 60 \\ - 51 \\ \hline 90 \\ - 88 \\ \hline 20 \\ - 17 \\ \hline 30 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1,7 \\ 2,3,652 \end{array}$$

$$\frac{T}{m} \cdot \frac{15}{17} = \frac{(1,7)^2}{R}$$

$$\frac{TR}{m} = \frac{(1,7)^3 \cdot 15}{1500}$$

$$\frac{T}{m} = \frac{(2,1)^2 \cdot 15}{17 R}$$

$$\frac{TR}{m} = \frac{(2,1)^2 \cdot 15}{1700}$$

$$\frac{4,42 \cdot 15}{17} \vee \frac{4,12}{15}$$

$$\begin{aligned} & (15 \cdot 2,1)^2 \vee (2 \cdot 17)^2 \\ & (30 + 1,5)^2 \vee (34)^2 \\ & (31,5)^2 \vee 34^2 \end{aligned}$$

$$\frac{17 \cdot 3}{1500} \vee \frac{21 \cdot 15}{1200}$$

$$12^3 \vee (21 \cdot 15)^2$$

$$289 \cdot 17 \vee (210 + 105)^2$$

$$222 \quad 315$$

$$\begin{array}{r} \times 289 \\ 17 \\ \hline 2023 \\ 289 \\ \hline 4913 \end{array}$$

$$T \sin \beta = \frac{m u^2}{R} = \frac{4m V^2}{R}$$

$$T = \frac{4m V^2}{R} \cdot \frac{17}{15}$$

$$\begin{array}{r} \times 315 \\ 315 \\ \hline 1575 \\ 315 \\ \hline 945 \\ 945 \quad 25 \end{array}$$