

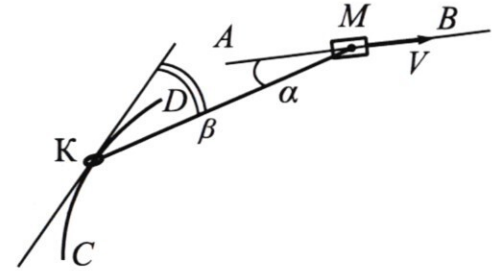
# Олимпиада «Физтех» по физике, (

## Вариант 11-02

Класс 11

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

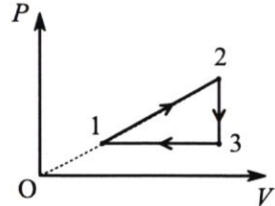
1. Муфту М двигают со скоростью  $V = 40$  см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой  $m = 1$  кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом  $R = 1,7$  м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной  $l = 17R/15$ . Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол  $\alpha$  ( $\cos \alpha = 3/5$ ) с направлением движения муфты и угол  $\beta$  ( $\cos \beta = 8/17$ ) 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.

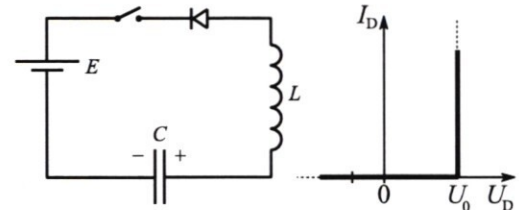


3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния  $d$  между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью  $V_1$  и останавливается 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.

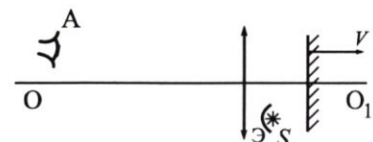
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника  $E = 3$  В, конденсатор емкостью  $C = 20$  мкФ заряжен до напряжения  $U_1 = 6$  В, индуктивность идеальной катушки  $L = 0,2$  Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода  $U_0 = 1$  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.

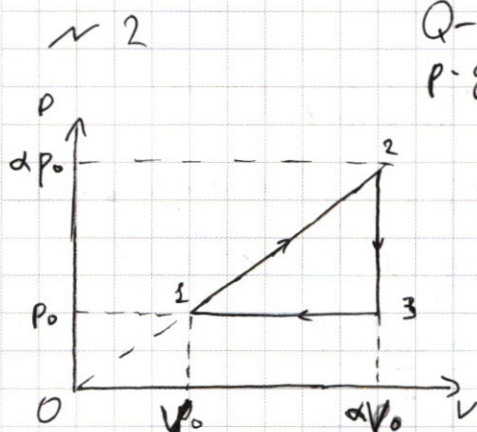
5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием  $F$ , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника  $S$  может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси  $OO_1$  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  $\alpha$  к оси  $OO_1$  движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.





## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$Q$  - подведенное тепло,  $T$  - температура газа  
 $p$  - давление газа,  $V$  - объем газа,  $C_v$  - теплоемкость  
1) процесс 1-2:

$pV = \nu RT$ , давление увеличивается, объем увеличивается  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  температура тоже увеличивается.

2-3:

$V = \text{const}$ ,  $p$  - уменьшается  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  температура уменьшается

$$\left[ C_v = \frac{dQ}{dT} \cdot \frac{1}{\nu} \right] \quad C_v = \frac{dQ}{dT} \cdot \frac{1}{\nu}$$

$$dQ = \frac{i}{2} \nu R dT + p dV, \quad dV = 0 \text{ (т.к. } V = \text{const}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C_{v, 2-3} = \frac{\frac{i}{2} \nu R dT}{dT \cdot \nu} = \frac{iR}{2}$$

3-1:  $p = \text{const}$ ,  $V$  - уменьшается  $\Rightarrow T$  - уменьшается

$$C_{v, 3-1} = \frac{dQ}{dT \cdot \nu} = \frac{\frac{i}{2} \nu R dT + p dV}{dT \cdot \nu} = \frac{iR}{2} + \frac{p dV}{dT \cdot \nu}$$

$$pV = \nu RT \Rightarrow p dV = \nu R dT \text{ (} p, \nu, R - \text{const)}$$

$$\frac{p dV}{dT \cdot \nu} = R \Rightarrow C_v = \frac{iR}{2} + R = \frac{i+2}{2} R$$

$$\frac{C_{v, 3-1}}{C_{v, 2-3}} = \frac{\frac{i+2}{2} R}{\frac{i}{2} R} = \frac{i+2}{i} = \frac{3+2}{3} = \frac{5}{3}$$

2)  $p = kV$ ,  $k$  - коэффициент пропорциональности

$$dQ = \frac{i}{2} \nu R dT + p dV$$

$$pV = kV^2 = \nu RT$$

$$d(kV^2) = 2kV dV = \nu R dT$$

$$p dV = kV dV \Rightarrow dQ = \frac{i}{2} \cdot 2kV dV + kV dV = (i+1)kV dV$$

Пусть объем увеличился в  $\alpha$  раз  $\Rightarrow p$  увеличилось в  $\alpha$  раз

Работа в процессе 1-2  $\neq$  площадь под графиком 1-2:

$$A = \frac{p_0 + \alpha p_0}{2} V_0 (\alpha - 1) = \frac{p_0 V_0 (\alpha^2 - 1)}{2} = \frac{k V_0^2 (\alpha^2 - 1)}{2}$$

$$\Delta Q = \int_{V_0}^{\alpha V_0} (i+1)kV dV = \frac{i+1}{2} kV^2 \Big|_{V_0}^{\alpha V_0} = \frac{i+1}{2} k V_0^2 (\alpha^2 - 1)$$

$$\frac{\Delta Q}{A} = \frac{\frac{i+1}{2} k V_0^2 (\alpha^2 - 1)}{\frac{k V_0^2 (\alpha^2 - 1)}{2}} = i+1 = 3+1 = 4$$

3)  $A_0$  - работа в цикле

$$A_0 = \frac{p_0 V_0 (\alpha - 1)^2}{2} - \text{площадь треугольника}$$

Т.к. тепло проводится в процессе 1-2, а в остальных отводится, то  $Q_{нагревание} = \Delta Q$

$\mu$  - КПД

$$\mu = \frac{A_0}{\Delta Q} = \frac{\frac{p_0 V_0 (\alpha - 1)^2}{2}}{\frac{i+1}{2} k V_0^2 (\alpha^2 - 1)} = \frac{k V_0^2 (\alpha - 1)^2}{(i+1) k V_0^2 (\alpha^2 - 1)} = \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1} \cdot \frac{1}{i+1}$$

$$\frac{1}{i+1} = \text{const} \Rightarrow \mu \text{ max при } \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1} \text{ max}$$

$$\alpha - 1 < \alpha + 1 - \text{всегда} \Rightarrow \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1} \text{ max при } \alpha \rightarrow \infty$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow \infty} \left( \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1} \right) = 1 \Rightarrow \mu_{\text{max}} = \frac{1}{i+1} = \frac{1}{3+1} = \frac{1}{4}$$

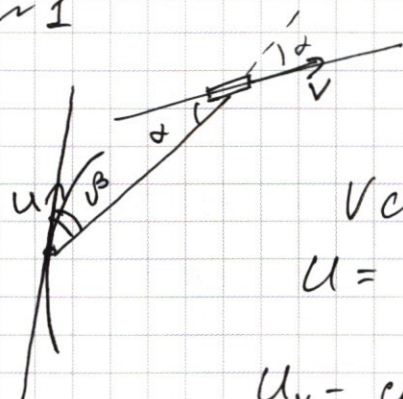
Ответ: 1)  $\frac{5}{3}$

2) 4

3)  $\frac{1}{4}$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~ 1



$U$  - скорость кольца

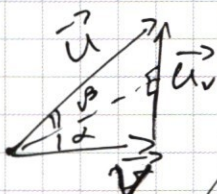
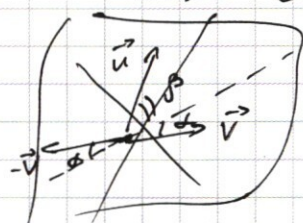
Т.к. трое, нарастающим, то

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

$$U = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{40 \cdot \frac{3}{5}}{\frac{8}{17}} = \frac{40 \cdot 3 \cdot 17}{5 \cdot 8} = 51 \text{ см/с}$$

$U_v$  - скорость кольца от космического мурфта

$$\vec{U}_v = \vec{U} - \vec{V}$$



$$U_v^2 = U^2 + V^2 - 2UV \cos(\alpha + \beta)$$

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

$$= \cos \alpha \cos \beta - \sqrt{(1 - \cos^2 \alpha)(1 - \cos^2 \beta)}$$

Т.к.  $U \cos \beta = V \cos \alpha$ , то  $U_v = U \sin \beta + V \sin \alpha =$

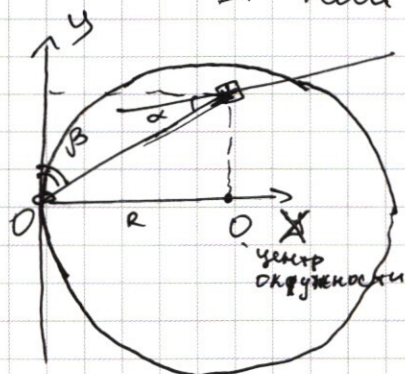
$$= U \sqrt{1 - \cos^2 \beta} + V \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$$

$$\sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{8^2}{17^2}} = \sqrt{\frac{17^2 - 8^2}{17^2}} = \sqrt{\frac{(17-8)(17+8)}{17^2}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 25}{17^2}} = \sqrt{\frac{3^2 \cdot 5^2}{17^2}} = \frac{15}{17}$$

$$\sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{3^2}{5^2}} = \sqrt{\frac{5^2 - 3^2}{5^2}} = \sqrt{\frac{16}{5^2}} = \frac{4}{5}$$

$$U_v = 51 \cdot \frac{15}{17} + 40 \cdot \frac{4}{5} = 3 \cdot 15 + 8 \cdot 4 = 77 \text{ см/с}$$

$X$  - найдем расположение мурфта



$$X_m = l \sin \beta = \frac{12}{15} R \cdot \frac{15}{17} = R$$

$$Y_m = l \cos \alpha = \frac{17}{15} R \cdot \frac{8}{17} = \frac{8}{15} R$$

$\omega_z$  - угловая скорость кольца относительно центра окружности движения

$$\omega_z = \frac{u}{R} = \frac{51}{1,7} = 30 \text{ } \frac{1}{\text{с}}$$

В системе отсчета муфты кольцо движется вокруг нее по окружности с  $r = l$

Пусть  $T$  - сила натяжения троса

Т.к. кольцо движется по окружности, то

в с.о. муфты кольцо движется по окружности радиуса  $l$ .

$$a_k = \frac{u_v^2}{l}$$

$$T = m a_k = \frac{u_v^2 m}{l} = \frac{0,77^2 \cdot 1}{\frac{17}{15} \cdot 1,7}$$

$T$  - сила натяжения троса

$T \sin \alpha = \omega^2 R m$ ,  $\omega$  - угловая скорость кольца

$$T = \frac{u^2 m}{R \sin \alpha} = \frac{0,51^2 \cdot 1}{1,7 \cdot \frac{4}{5}} = \frac{0,3 \cdot 0,51 \cdot 1 \cdot 5}{4} =$$

в с.о. муфты кольцо движется по окружности вокруг нее радиуса  $l$ .

$$T = \frac{u_v^2}{l} m = \frac{0,77^2}{\frac{17 \cdot 1,7}{15}} \cdot 1$$

$T$  - сила натяжения троса

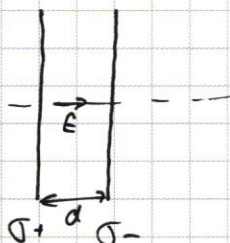
$$T \sin \beta = \frac{u^2}{R} m$$

$$T = \frac{u^2 m}{R \sin \beta} = \frac{0,51^2 \cdot 1}{1,7 \cdot \frac{15}{17}} = \frac{0,51^2}{1,5} = \frac{8}{8} \cdot 23,34 \text{ Н} = 0,2334 \text{ Н}$$

Ответ: 1)  $u = 51 \text{ см/с}$   
2)  $u_v = 77 \text{ см/с}$   
3)  $T = 0,2334 \text{ Н}$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~ 3



$\sigma$  - ~~плотность~~ поверхностная плотность заряда на обкладках конденсатора

Т.к. вблизи оси симметрии поле однородно, то внутри конденсатора частица движется равноускоренно.

$$\Rightarrow \Delta S = \frac{v_1 + v_2}{2} \Delta t$$

$\Delta S$  - перемещение частицы,  $\Delta t$  - время перемещения  
 $v_1, v_2$  - начальная и конечная скорости

$$\Delta S = d - 0,2d = 0,8d$$

$$v_1 = v_1$$

$$v_2 = 0, \Delta t = T$$

$$0,8d = \frac{v_1}{2} T \Rightarrow T = \frac{2 \cdot 0,8d}{v_1} = 1,6 \frac{d}{v_1}$$

Работа поле над частицей  $A$ ,  $\Delta \varphi$  - разность потенциалов начальной и конечной точки движения

$$A = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$A = q \Delta \varphi = qE \cdot 0,8d$$

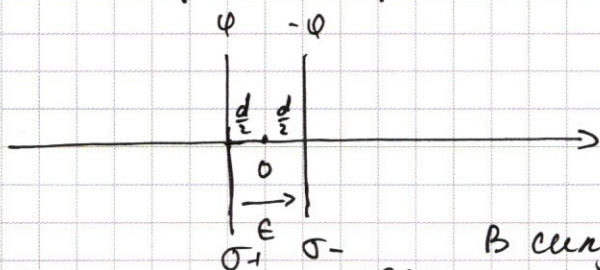
$$qE \cdot 0,8d = \frac{mv_1^2}{2}$$

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

$$Ed = \frac{m}{q} \cdot \frac{v_1^2}{2} \cdot \frac{1}{0,8} = \frac{v_1^2}{1,6} = 0,625 \frac{v_1^2}{q}$$

$$U = Ed \Rightarrow U = 0,625 \frac{v_1^2}{q}$$

Введем ОХ по оси симметрии, О - центр конденсатора



На бесконечности потенциал равен 0.

Найдем потенциал обкладок

В силу симметрии пусть на положительно заряженной обкладке  $\varphi = \psi$  на отрицательно заряженной  $-\varphi$

Т.к.  $\Delta \varphi = -E \Delta x$  - внутри конденсатора, то  $\varphi = \frac{U}{2} =$

$$= \frac{V_1^2}{1,6\sigma} = \frac{V_1^2}{3,2\sigma}$$

Работа, совершенная полем при переносе заряда с бесконечности к конденсатору

$$A_1 = (-\varphi)q = \frac{m(V_1^2 - V_0^2)}{2}$$

$$A_1 = (-\varphi - 0)q = \frac{m(V_1^2 - V_0^2)}{2}$$

$$\frac{V_1^2}{3,2\sigma} \cdot \frac{q}{m} = \frac{V_1^2 - V_0^2}{2}$$

$$\frac{V_1^2}{1,6\sigma} \cdot \sigma = V_1^2 - V_0^2$$

$$V_0 = V_1 \sqrt{1 - \frac{1}{1,6}} = V_1 \sqrt{\frac{0,6}{1,6}} = V_1 \sqrt{\frac{3}{8}} \approx 0,6 V_1$$

Ответ: 1)  $T = 1,6 \frac{d}{V_1}$

2)  $U = 0,625 \frac{V_1^2}{\sigma}$

3)  $V_0 = 0,6 V_1$

$$V_0 = V_1 \sqrt{1 - \frac{1}{1,6}} = V_1 \sqrt{\frac{0,6}{1,6}} \approx 0,6 V_1$$

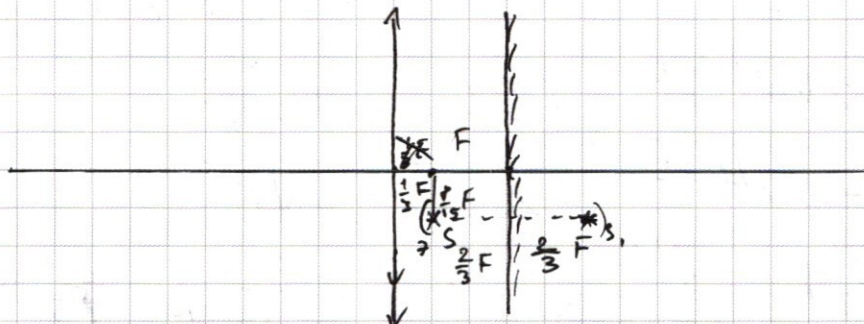
Ответ: 1)  $T = 1,6 \frac{d}{V_1}$

2)  $U = 0,625 \frac{V_1^2}{\sigma}$

3)  $V_0 \approx 0,6 V_1$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~ 5



Источник отражается в зеркале ( $S_1$  - его отражение)

$S_1$  находится на расстоянии  $F + (F - \frac{1}{3}F) = \frac{5}{3}F$  от  
линзы

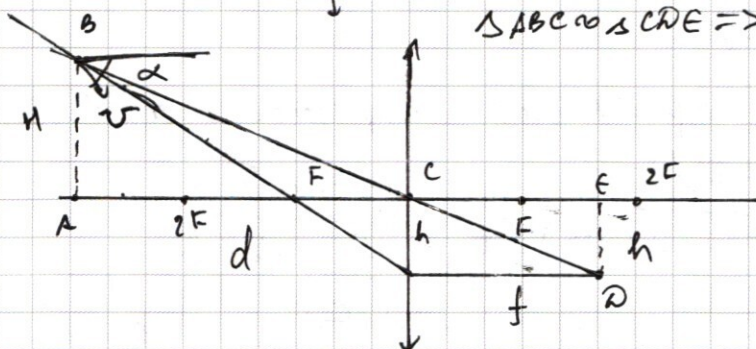
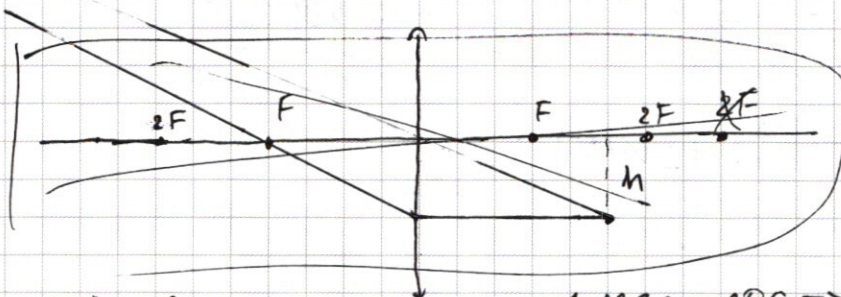
$f$  - расстояние от плоскости линзы до  $S_1$

$d$  - расстояние от плоскости линзы до  $S_2$

по ф. тонкой линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} \Rightarrow \frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{3}{5F} = \frac{2}{5F}$$

$$d = \frac{5}{2}F$$



$$\triangle ABC \sim \triangle CDE \Rightarrow \frac{H}{h} = \frac{d}{f}$$

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

$$= \frac{\frac{5}{2}F}{\frac{3}{5}F} \cdot \frac{8}{15} \cdot F =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \frac{8}{15} F = \frac{4}{5} F$$

Пусть прошло  $dt$ .

Зеркало сдвинулось на  $Vdt$ .

$S$ , сдвинутое на  $2Vdt$

$$f' = \frac{5}{3}F + 2Vdt$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d'} + \frac{1}{f'} \Rightarrow d' = \left( \frac{1}{F} - \frac{1}{f'} \right)^{-1} = \left( \frac{f' - F}{f'F} \right)^{-1} = \frac{f'F}{f' - F} =$$

$$= \frac{\left( \frac{5}{3}F + 2Vdt \right) F}{\frac{5}{3}F + 2Vdt - F} = \frac{\left( \frac{5}{3}F + 2Vdt \right) F}{\frac{2}{3}F + 2Vdt}$$

$$H' = \frac{d'}{f'} h = \frac{\frac{f'F}{f' - F}}{f'} h = \frac{F}{\frac{2}{3}F + 2Vdt} \cdot \frac{8}{15} F$$

$$\cancel{d(dt)} \Delta d = d' - d = F \left( \frac{\frac{5}{3}F + 2Vdt}{\frac{2}{3}F + 2Vdt} - \frac{5}{2} \right) =$$

$$= F \left( \frac{\frac{5}{3}F + 2Vdt - \frac{5}{3}F - 5Vdt}{\frac{2}{3}F + 2Vdt} \right) = \frac{-3Vdt F}{\frac{2}{3}F + 2Vdt}$$

$$\Delta H = H' - H = F \left( \frac{\frac{8}{15}F}{\frac{2}{3}F + 2Vdt} - \frac{4}{5} \right) =$$

$$= F \left( \frac{\frac{8}{15}F - \frac{8}{15}F - \frac{8}{5}Vdt}{\frac{2}{3}F + 2Vdt} \right) = \frac{-\frac{8}{5}Vdt F}{\frac{2}{3}F + 2Vdt}$$

$$\frac{\Delta H}{\Delta d} = \frac{-\frac{8}{5}Vdt F / (\frac{2}{3}F + 2Vdt)}{-3Vdt F / (\frac{2}{3}F + 2Vdt)} = \frac{8}{15}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta H}{\Delta d} = \frac{8}{15}$$

$U_{11}$  — ~~экспресс~~ проекция скорости на  $OO_1$ ,

$$U_{11} = \frac{\Delta d}{dt} = \frac{-3Vdt F}{\left( \frac{2}{3}F + 2Vdt \right) dt} = \frac{-3VF}{\frac{2}{3}F + 2Vdt}$$

$$2Vdt \ll \frac{2}{3}F \Rightarrow U_{11} = \frac{-3VF}{\frac{2}{3}F} = -\frac{9}{2}V$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$U_{\perp}$  - проекция скорости на ось, перпендикулярную  $OO_1$

$$U_{\perp} = U_{||} \operatorname{tg} \alpha = \frac{8}{15} \cdot -\frac{9}{2} = -\frac{12}{5} \text{ V}$$

$U$  - полная скорость

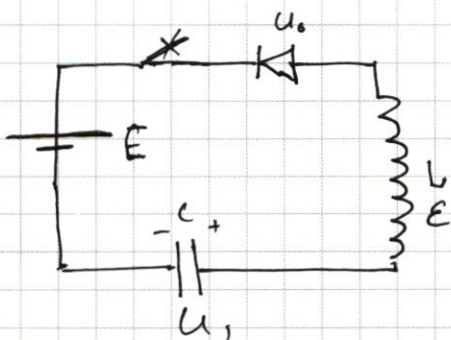
$$U = \sqrt{U_{||}^2 + U_{\perp}^2} = \sqrt{\left(\frac{12}{5}\right)^2 + \left(\frac{9}{2}\right)^2} \approx 3 \text{ V}$$

Ответ: 1)  $\frac{5}{2} \text{ F}$

2)  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{8}{15}$

3)  $3 \text{ V}$

24



Сразу после замыкания  
ключа ЭДС катушки  $\mathcal{E}$

$$\mathcal{E} = -L \dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{\mathcal{E}}{-L}$$

По правилу Кирхгофа

$$U_C + U_L + \mathcal{E} + E = 0$$

$$\Rightarrow \mathcal{E} = 1 + 3 - 6 = -3 \text{ В}$$

$$\dot{I} = -\frac{-3}{20 \cdot 10^{-6}} = 1,5 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{с}}$$

При  $I_{\max}$  установившемся напряжении  
конденсатора  $I = 0 = \text{const} \Rightarrow U_C + E + U_L = 0$

$$\Rightarrow U_C = 1 + 3 = 4 \text{ В}$$

при  $I_{\max}$   $\dot{I} = 0 \Rightarrow \mathcal{E} = 0$

Ответ: 1)  $\dot{I} = 1,5 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{с}}$

3)  $U_C = 4 \text{ В}$

при  $I_{\max}$   $\dot{I} = 0$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{d}{d\alpha} \left( \frac{1}{\alpha+1} \right) = \frac{1}{\alpha+1} \cdot \frac{d(\alpha+1)}{d\alpha} = \frac{1}{\alpha+1} \cdot 1 = \frac{1}{\alpha+1}$$

$\frac{d(f(x))}{d(x)} \cdot \frac{dx}{dx} = \frac{1}{\sqrt{x}} \cdot \frac{d(x)}{dx}$

$$6. 17^2 \quad (2-1)(2-1) = \frac{2-1}{100} \quad \frac{9}{10} \cdot \frac{9}{10}$$

$$17^2 = 100 + 70 + 70 + 49 = \frac{1}{2}$$

$$= 340 + 49 = 389 \quad \frac{x^2}{10} = 0,41$$

$$u = u_v + v$$

$$u_v = 61 - v$$

$$x^2 = 40$$

$$\begin{array}{r} 1800 + 480 + 54 \times 0,9 \\ 480 \times 0,9 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 0,15 \\ 1,125 \end{array}$$

$$= \frac{\cos \beta \sin \alpha + \sin \beta \cos \alpha}{\frac{2}{4} - \frac{1}{4} - \frac{2}{4}} = \frac{1}{-1/4} = -4$$

$$p(17+p) = 925 \quad \frac{6}{17} = \frac{3}{10} = 0,375$$

$$9 = 16$$

$$+ 32 = 77$$

$$0,0 - 0,30$$

$$\frac{5}{8} = \frac{5}{8} = 5 \cdot 0,125 = 0,5 + 0,125 = 0,625$$

$v = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2}$

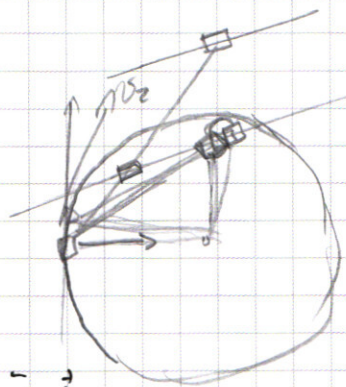
$$V_0^2 - V_1^2 = 1,690$$

$$1.2^2 = 1.44 = 1 + \frac{0.96}{1.04}$$

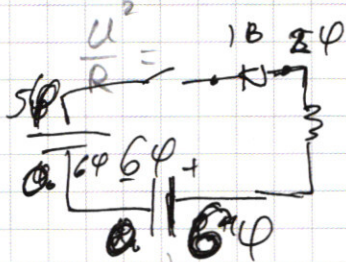
$$\omega_m^2 = \frac{0,51}{0,51} \cdot 0,51 = 0,51 \cdot 0,3 = 0,15$$

$$w^2 l m = 0,9$$

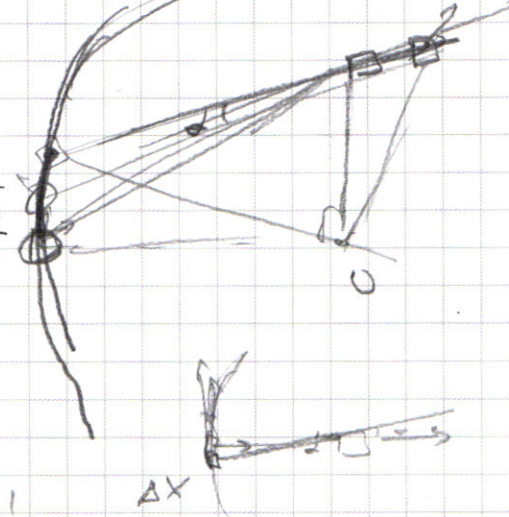
[illegible]



$$\frac{17}{15} R \frac{F}{17} = \frac{F}{15} R$$



$$\frac{2.4 \cdot 3.3}{3.5 \cdot 2} = \frac{3.4}{5}$$



$$\mathcal{E} = L \frac{dI}{dt}$$

$$\mathcal{E} = LI$$

$$u = LI$$

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

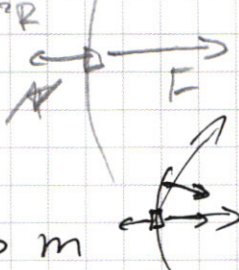
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{5F} + \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} \left(1 - \frac{3}{5}\right) = \frac{2}{5F}$$

$$d = \frac{5F}{2}$$

$$T \cos \beta = \frac{U^2}{\ell} \cos \beta m$$

$$ma =$$



$$dq = Idt$$

$$dq =$$

$$d\mathcal{E} = -L dI$$

$$\frac{(x-1)F}{F} = \frac{h}{h}$$

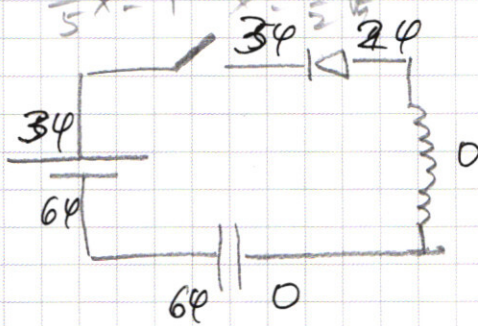
$$\frac{h+h}{h} = \left(\frac{5}{3} + x\right) \frac{F}{\frac{5}{3} F}$$

$$1 + \frac{h}{h} = 1 + \frac{3x}{5}$$

$$x - 1 = \frac{3x}{5}$$

$$\frac{2}{5}x = 1$$

$$x = \frac{5}{2}$$



$$\frac{144}{25} + \frac{81}{4} = \frac{144 \cdot 4 + 81 \cdot 5}{100}$$

$$= \frac{400 + 160 + 16 + 400 + 5}{100}$$

$$= \frac{981}{100}$$

$$9.81$$

$$\begin{array}{r} 981 \div 3 \\ 327 \div 3 \\ \hline 109 \end{array}$$

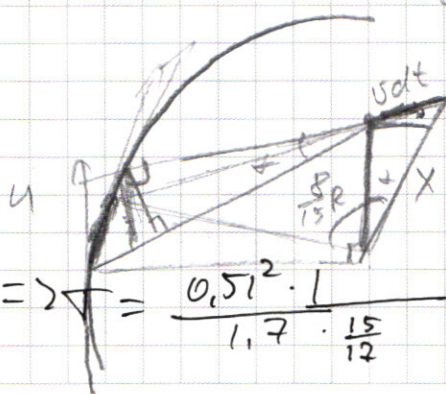
$$\frac{9 \cdot 109}{100} \approx 3$$

$$-14 - 34$$

$$= U_0$$

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

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



$$R^2 + X^2 + 2RX \cos \alpha = \ell^2$$

$$T = \frac{0.51^2 \cdot 1}{1.7 \cdot \frac{15}{12}}$$