

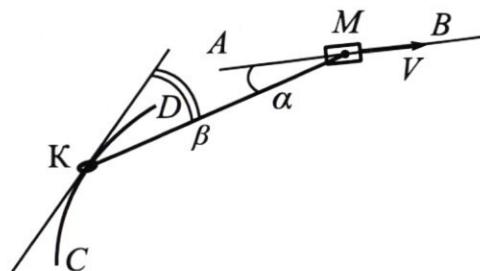
# Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

## Вариант 11-04

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

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  $\alpha$  ( $\cos \alpha = 4/5$ ) с направлением движения муфты и угол  $\beta$  ( $\cos \beta = 8/17$ ) с направлением движения кольца.



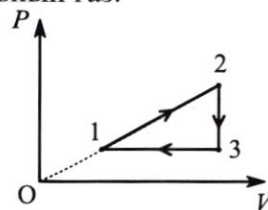
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

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 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.

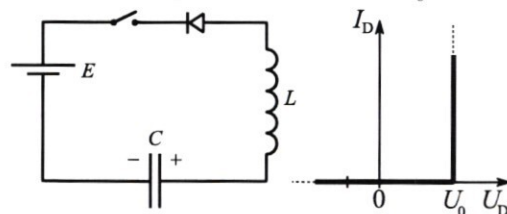
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника  $E = 6$  В, конденсатор емкостью  $C = 10$  мкФ заряжен до напряжения  $U_1 = 9$  В, индуктивность идеальной катушки  $L = 0,4$  Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода  $U_0 = 1$  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.

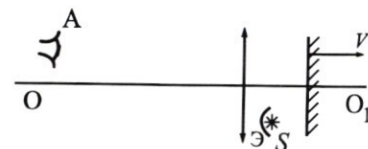


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием  $F$ , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника  $S$  может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси  $OO_1$ 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

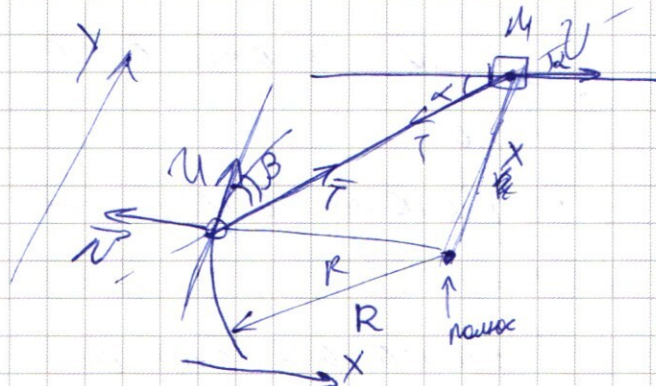
3) Найти скорость изображения в этот момент.





## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1)



→ 0 = 1) П.к. тупое не растянуто  
на его  
то ~~в~~ <sup>на</sup> ~~его~~ <sup>ее</sup> ~~прямой~~ <sup>прямой</sup> скорости  
касания и муфта равны  
т.е.

$$v \cos \alpha = u \cos \beta$$

$$u = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{v \cdot 4 \cdot 17}{5 \cdot 82} = 1,7v$$

2) В  $u$  и  $u_0$  муфта:

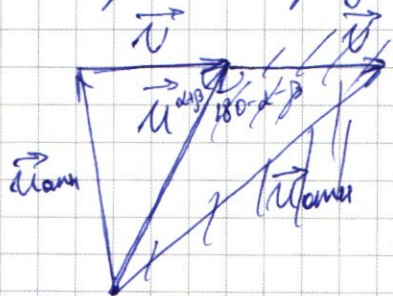
$u$  касания отн. к ней тогда будет равным:

$$\vec{u}_{отн} = \vec{u}_{абс} - \vec{u}_{ист}$$

т.е.

$$\vec{u}_{отн} = \vec{u} - \vec{v}$$

Векторное представление:



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

$$= \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} = -\frac{13}{5 \cdot 17}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{64}{17^2}} = \sqrt{\frac{(17-8)(17+8)}{17^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{9 \cdot 25}{17^2}} = \frac{15}{17}$$

По т. кос

$$u_{отн} = \sqrt{v^2 + u^2 - 2vu \cos(\alpha + \beta)} =$$

$$= \sqrt{v^2 + 2,89v^2 + \frac{2 \cdot v \cdot v \cdot 13}{5 \cdot 17 \cdot 105}} =$$

$$= v \sqrt{3,89 + \frac{13}{25}} = v \sqrt{\frac{389 + 52}{100}} = \frac{441}{10} v = \frac{21}{10} v$$

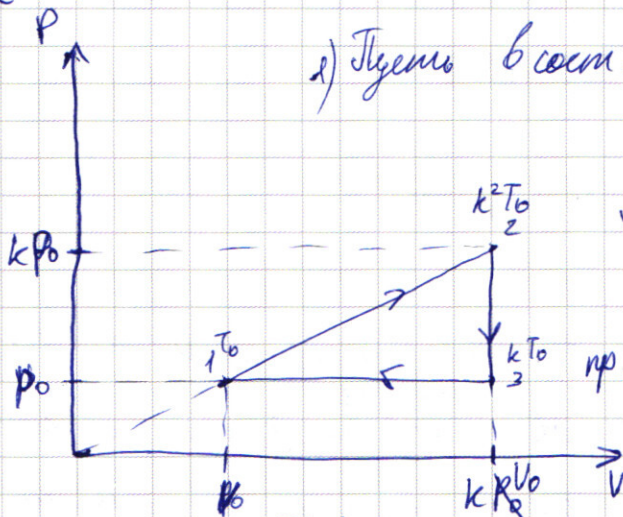
3) 2 зн. впр.

$$\text{на: } O_x \approx m a_x = -N + T \sin \beta \Rightarrow \frac{m v^2}{R} =$$

$$O_y: m a_y = T \cos \beta$$

$a_c$

N2



1) Газ в сост. 1 газ имеет  $P=P_0$   
 $V=V_0$   
 $T=T_0$

Газ в сост. 2 давление возросло в  $k$  раз, пот.к.

пр. 1-2 - прямая параллельная  $T_0 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  объем тоже вырос в  $k$  раз

4) Из графика видно, что  $k > 1 \Rightarrow k^2 T_0 > k T_0 > T_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow$  Температура в пр-ах 2-3 и 3-1

5) по I зак. тер-ки для 2-3

(1\*)  $Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$ ,  $A_{23} = 0$ , т.к.  $V = \text{const}$

(2\*)  $\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \Delta R (k T_0 - k^2 T_0)$

но  $Q_{23} = C_{23} \Delta T (k T_0 - k^2 T_0)$

(т.к. пр-с 2-3 изохорический)

Из соотнос-в (1\*) и (2\*) получим:

$$C_{23} = \frac{3}{2} R$$

6) По I зак. тер-ки для 3-1

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}$$

(3\*)  $\Delta U_{31} = \frac{3}{2} \Delta R (T_0 - k T_0)$   $A_{31} = P_0 V_0 (1 - k)$ , но  $P_0 V_0 = \Delta R T_0$

$$Q_{31} = C_{31} \Delta T_0 (1 - k) \quad (4*) A_{31} = \Delta R T_0 (1 - k)$$

$$Q_{31} = \frac{5}{2} \Delta R T_0 (1 - k)$$

$$C_{31} = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{5}$$

2) для пр-са 1-2 М-к:

$$(1) P_0 V_0 = \Delta R T_0$$

$$(2) k^2 P_0 V_0 = \Delta R T_2$$

$$T_2 = k^2 T_0$$

3) для состояний 2 и 3 М-к:

$$(2) k^2 P_0 V_0 = k^2 \Delta R T_0$$

$$(3) k P_0 \cdot V_0 = \Delta R T_3$$

$$T_3 = k T_0$$

~~P0V0~~

7) Рассм. пр-с 1-2:

$$A_{12} = S_{pr} = \frac{P_0 + k P_0}{2} (k V_0 - V_0) =$$

$$= \frac{P_0 V_0 (k^2 - 1)}{2}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \Delta R T_0 (k^2 - 1)$$

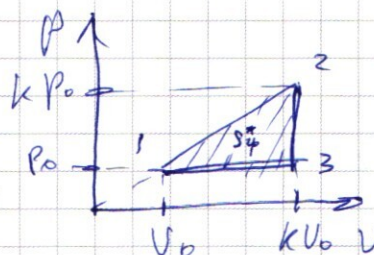
$$\frac{A_{12}}{\Delta U_{12}} = \frac{P_0 V_0 (k^2 - 1)}{2 \cdot \frac{3}{2} \Delta R T_0 (k^2 - 1)} = \frac{P_0 V_0}{3 \Delta R T_0}$$

т.к.  $P_0 V_0 = \Delta R T_0$

$$= \frac{1}{3} \Rightarrow \boxed{\frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 3}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

8) Азавес цикла. =  $A_{\Sigma} = S_{\text{кр.}} =$   
 $= \frac{1}{2} P_0(k-1) \cdot V_0(k-1) = \frac{P_0 V_0 (k-1)^2}{2}$



9) КПД цикла равно:

$$\eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_H}$$

где:

$Q_H = Q_{12}$ , т.к. в кр-ах 2-3 и 3-1 тепло отводилось ( $\Delta U_{23} < 0, A_{23} < 0; \Delta U_{31} < 0, A_{31} < 0$ )

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{P_0 V_0 (k-1)(k+1)}{2} +$$

$$+ \frac{3}{2} P_0 V_0 (k-1)(k+1) = \frac{5}{2} P_0 V_0 (k-1)(k+1)$$

$$10) \eta = \frac{P_0 V_0 (k-1)(k-1)}{2 \cdot \frac{5}{2} P_0 V_0 (k-1)(k+1)} = \frac{(k-1)}{5(k+1)} = \frac{k-1}{5k+5} = \frac{1}{5} - \frac{2}{5k+5} \Rightarrow$$

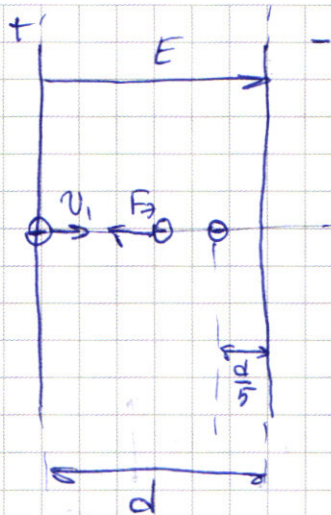
$$\eta_{\max} \Rightarrow \eta' = 0 \Rightarrow \left( \frac{k-1}{5(k+1)} \right)' = 0$$

$$\frac{1}{5} \left( \frac{1(k+1) - 1(k-1)}{(k+1)^2} \right) = 0$$

$$\frac{2}{5(k+1)^2} = 0$$

$$\Rightarrow \eta_{\max} = 20\% \quad (\text{при } k \rightarrow \infty)$$

Ответ:  $\frac{3}{5}; 3; 20\%$



1) Напр-ть поле внутри к-ра:  $U = Ed$   
 $E = \frac{U}{d}$

2) П.к. поле однородно, то за всё время нахожд. частицы в конденсаторе на неё действовала постоянная сила  $F_3$  напр. к полож. обкладке

3)  $F_3 = Eq = \frac{Uq}{d}$

4) ЗИМ для та системы. частицы:

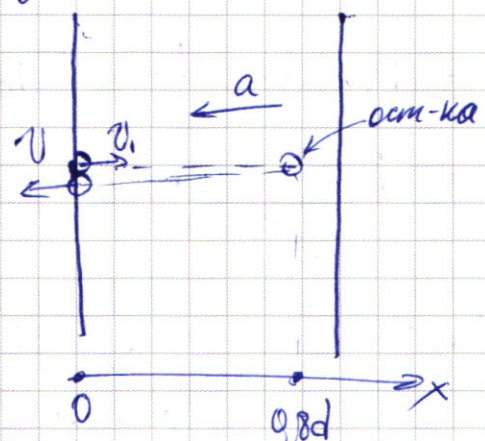
$$0 - \frac{mv_1^2}{2} = A_{F_3}$$

$$-\frac{mv_1^2}{2} = F_3 \cdot 0,8d \cos 180^\circ$$

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

$$\boxed{\frac{v_1^2}{1,6U} = \frac{|q|}{m} = j}$$

5) Рассм. движ. & частицы в конденсаторе



6) Напряжённость вне конд. = 0  $\Rightarrow$

(т.к.  $\vec{E}_{\text{л.п.}} = -\vec{E}_{\text{л.п.}}$   $\Rightarrow \vec{E}_{\text{л.п.}} + \vec{E}_{\text{л.п.}} = 0$ )

$\Rightarrow$  Чна беск-ти = Чвсчета:

$$\boxed{U_{\text{всч.}} = U_1 - aT = -U_1}$$

т.е.  $\boxed{U_0 = -U_1}$

П.к.  $\vec{F}_3 = \text{const}$  (на время нахожд. в конд-ре)  $\Rightarrow$  Р.У.Д.

$$ma = F_3$$

$$a = \frac{Uq}{dm} = \frac{U}{d} j$$

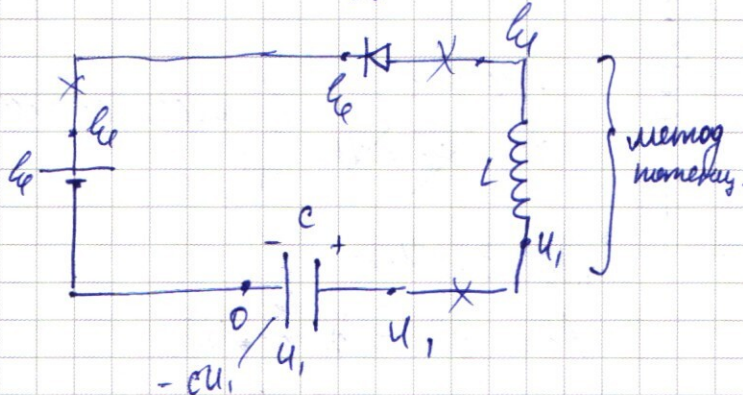
& Рассм. движ. в проекции на Ох:

$$0 = v_1 T - \frac{aT^2}{2}, T \neq 0$$

$$\boxed{T = \frac{2U_1}{a} = \frac{2U_1 d}{U j} = \frac{2U_1 d \cdot 1,6U}{U v_1^2} = \frac{3,2d}{v_1}}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) Рассм. цепь сразу после замыкания



$U_C$  - ск. не изм.  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow U_C(0) = U_1$$

$I_L$  - скачком не изм.  $\Rightarrow$

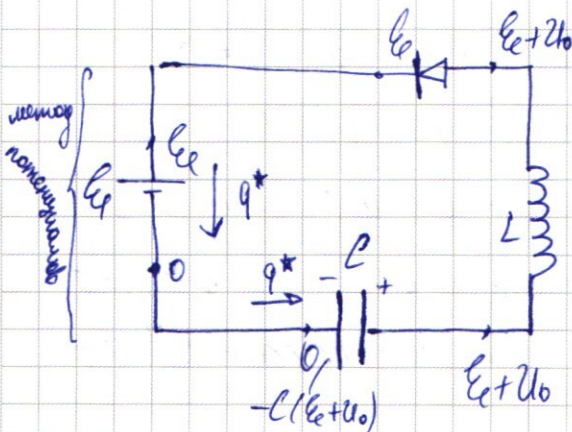
$$\Rightarrow I_L(0) = 0 \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  тока нет и  $U_D = 0$

$$U_L(t=0) = U_1 - U_C = L I'$$

$$I' = \frac{U_1 - U_C}{L} = \frac{3}{0,4} = 7,5 \frac{A}{с}$$

2) Рассм. цепь в момент  $\tau$ :  
 $I_L(\tau)$  - макс.



3) III-к.  $I_L(\tau)$  - макс  $\Rightarrow I_L'(\tau) = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow U_L(\tau) = 0$$

4) III-к. ток есть  $\Rightarrow U_D(\tau) = U_0$

5)  $U_C(\tau) = U_1 + U_0$ , значит за время от 0 до  $\tau$  к отриц. обкл. конден-ра притек заряд:

$$q^* = -C(U_1 + U_0) - (-CU_1) = C(U_1 - U_0 - U_C)$$

6) По ЗИМЭ э-цепи:

$$A_{\text{об}} = \Delta W = W(\tau) - W(0)$$

$$A_{\text{об}} = -U_C q^* \text{ (т.к. } q^* \text{ протек против ЭДС)}$$

$$W(0) = \frac{CU_1^2}{2} + 0$$

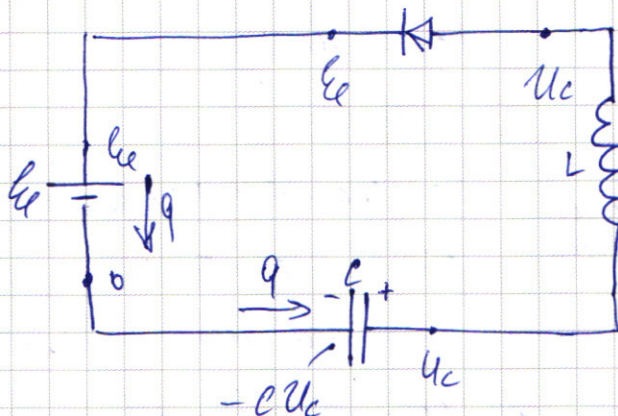
$$W(\tau) = \frac{C(U_1 + U_0)^2}{2} + \frac{L I_L^2(\tau)}{2}$$

$$-U_C q^* = \frac{C(U_1 + U_0)^2}{2} + \frac{L I_L^2(\tau)}{2} - \frac{CU_1^2}{2} \Rightarrow I(\tau) = \sqrt{\frac{CU_1^2 - 2U_C C(U_1 - U_0 - U_C) - C(U_1 + U_0)^2}{L}}$$

П.е.  $I_L(\tau) = \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-6} (81 - 2 \cdot 6 \cdot 2 - 40)}{0,4}} = \sqrt{\frac{10^{-4} \cdot 8}{4}} = 10^{-2} \sqrt{2} \text{ A} \approx$

$\approx 14,1 \text{ mA}$

7) Рассм устан. сост. цепи:



$U_L(t_{уст}) = 0$

т.к.  $U_L = L I' \Rightarrow I' = 0 \Rightarrow I = I_{уст}$

~~Значит~~ следовательно  $U_c - E_e < U_0$   
 $W_L = 0$

По ЗИМ:

$\Delta W = W(t_{уст}) - W(0)$

$-E_e C (U_1 - U_c) = \frac{C U_c^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$

$U_1^2 - 2 E_e (U_1 - U_c) = U_c^2$

$U_c^2 - 2 E_e U_c + U_1 (2 E_e - U_1) = 0$

$D = 4 E_e^2 - 4 U_1 (2 E_e - U_1)$

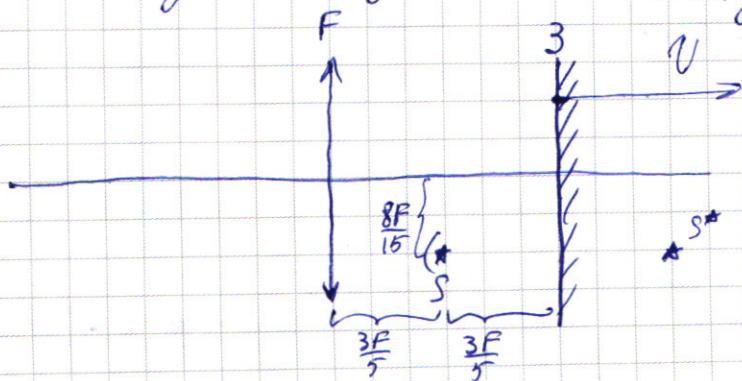
Уч-ет  $U_c = E_e - \sqrt{E_e^2 - U_1 (2 E_e - U_1)} = 3 \text{ В}$

$U_{c2} = E_e + \sqrt{E_e^2 - U_1 (2 E_e - U_1)} = 9$   
не м.б. т.к.  $U_c$  падает и  $I \neq 0$

Ответ:  $7,5 \text{ A}$ ;  $14,1 \text{ mA}$ ;  $3 \text{ В}$

№5

- 1) В СО зрнала  $S$  движ. со ск.  $V$  клинзе,  $S^* = V$  от клинзы
- 2) В СО зрнм(шнз)  $S^* = 2V$  от клинзы



$S^* \text{ от } 3 = S \text{ от } 3 = \frac{3F}{5}$

$d = \frac{(3+3+3)F}{5} = \frac{9F}{5}$

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$  (т.к. клиза  $\uparrow$ ,  $d > F$ )

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

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3)  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{8F \cdot 15}{15 \cdot 9F} = \frac{8}{27}$   
 $\alpha$  - угол между  
 В.О.С. и Г.О.С.

$U_x$  - продоль.  
 ск. предмета  
 отн. ОВ

$U_y$  - попер. ск.  
 предмета  
 отн. ОВ

увел. И:  
 $\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{9F \cdot 5}{4 \cdot 9F} = \frac{5}{4}$

$\cos \alpha = \frac{27}{\sqrt{793}}$

$\sin \alpha = \frac{8}{\sqrt{793}}$

б) ~~И~~ Отношение прод.  $U$ .  
 Пу И:  
 $\frac{U_x}{U_y} = \Gamma^2$   
 $U_x = \Gamma^2 U_y$

7)  $\frac{U_x}{U_y} = \Gamma$   
 $U_y = 27 U \sin \alpha$

4)  $U_x = 2U \cos \alpha$ , 5) Пусть  $U_x$  -  
 $U_y = 2U \sin \alpha$  прод. ск. И  
 $U_y$  - попер. ск. И

тогда:  $\vec{U}_x \uparrow \vec{U}$   
 $\vec{U}_y \uparrow \vec{U}$

$U$  - скорость И

$U = \sqrt{U_y^2 + U_x^2} = \sqrt{4\Gamma^4 U^2 \sin^2 \alpha + 4\Gamma^2 U^2 \cos^2 \alpha} =$   
 $= 2\Gamma U \sqrt{\Gamma^2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} =$

$$U = \frac{2 \cdot 5}{42} \sqrt{\frac{25}{16} \cdot \frac{27^2}{793} + \frac{8^2 \cdot 16}{793}} = \frac{5}{2 \cdot 4} \sqrt{\frac{19249}{793}} \quad V = \frac{5}{8} \sqrt{\frac{19249}{793}}$$

$$\cos(\beta - \alpha) = \frac{U_x}{U} = \frac{2 \cdot 17^2 \cdot 8 \cdot 27^2 \cdot 793 \cdot 8}{793 \cdot 19249 \cdot 5} = \frac{25 \cdot 27^2 \cdot 8 \cdot 2}{19249 \cdot 5}$$

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

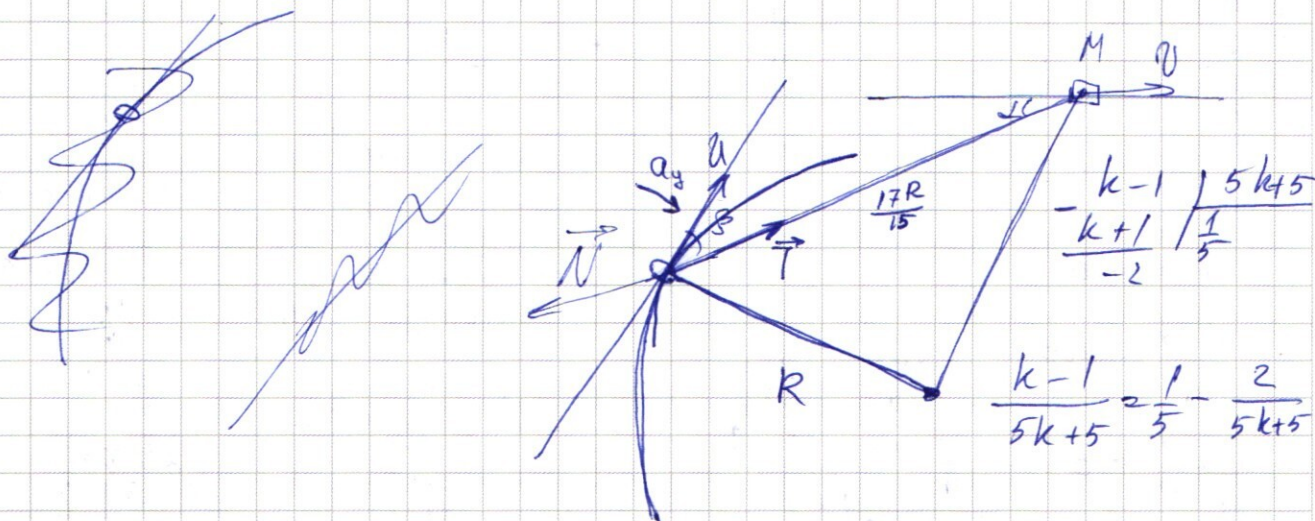
$$\sin(\beta - \alpha) = \sin \beta \cdot \cos \alpha - \sin \alpha \cdot \cos \beta$$

$$\cos(\beta - \alpha) = \frac{25 \cdot 2 \cdot 27^2 \cdot 8 \cdot 793}{116 \cdot 793 \cdot 5 \cdot \sqrt{19249} \cdot 2} = \frac{5 \cdot 27}{\sqrt{19249}}$$

$$\beta - \alpha = \arccos \frac{5 \cdot 27}{\sqrt{19249}}$$

$$\beta = \arccos \frac{5 \cdot 27}{\sqrt{19249}} + \arccos \frac{8}{27}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



2)

$$Q_3 = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T, A=0$$

$$\frac{Q_{31}}{Q_3} = C \Delta T$$

$$\boxed{C_3 \Delta T = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T}$$

$$Q_{31} = A_{31} + \Delta Q_3 = \Delta R T_0 (1-k) + \frac{3}{2} \Delta R T_0 (1-k) = \frac{5}{2} \Delta R T_0 (1-k)$$

$$\frac{Q_{31}}{Q_3} = C_3 \Delta T_1 = C_3 \Delta T_0 (1-k)$$

$$\boxed{C_{31} = \frac{5}{2} R}$$

$$\frac{C_{23}}{C_{31}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{5} = \frac{3}{5}$$

$$A_{312} = P_0 \Delta V_0 = -\Delta R T_0 (k-1) = \Delta R T_0 (1-k)$$

$$k P_0 V_0 = \Delta R k T_0 = \Delta R T_0 (1-k)$$

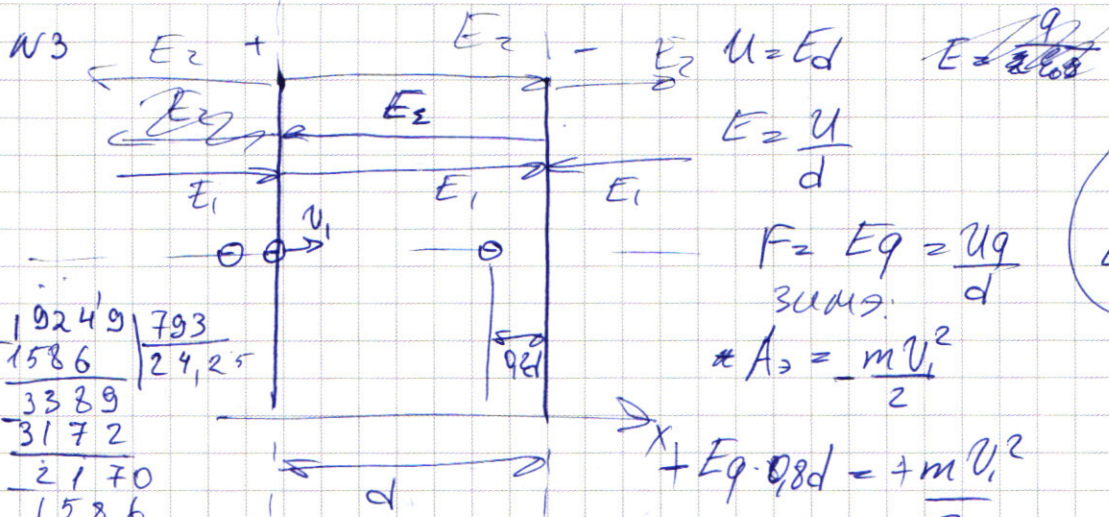
$$P_0 V_0 = \Delta R T_0$$

$$P_0 V_0 (k-1) = \Delta R T_0 (k-1)$$

$$\left[ \frac{A_{12} = P_0 V_0 (k^2-1)}{\Delta Q_{12} = \frac{3}{2} \Delta R T_0 (k^2-1)} \cdot \frac{P_0 V_0}{\frac{3}{2} P_0 V_0} = \frac{1}{3} \right]$$

$$P_0 V_0 = \Delta R T_0$$

$$\eta = \frac{A_2}{Q_2} = \frac{P_0 V_0 (k^2-1) - P_0 V_0 (k-1)}{\frac{3}{2} \Delta R T_0 (k-1) + \dots}$$



$$E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$E_2 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = -E_1$$

$$\begin{array}{r} 19249 \\ 1586 \\ \hline 3389 \\ 3172 \\ \hline 2170 \\ 1586 \\ \hline 584 \end{array}$$

$584 = ma$

$$\frac{Uq}{d} = ma$$

$$\frac{Uq}{d \cdot m} = a$$

по Ох:

$$0 = v_1 t - \frac{at^2}{2}$$

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

$$\begin{array}{r} \times 107 \\ 107 \\ \hline 749 \\ 107 \\ \hline 11449 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 127 \\ 127 \\ \hline 889 \\ 127 \\ \hline 16139 \end{array}$$

$$\frac{Uq}{d} = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$\frac{q}{m} = \frac{v_1^2}{1.6U}$$

$$\frac{Uq \cdot 0.8d}{d} = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$\frac{q}{m} = \frac{v_1^2}{1.6U}$$

$E_{внеш} = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow v_{надеж-ти} =$

$= v_{внеш}$

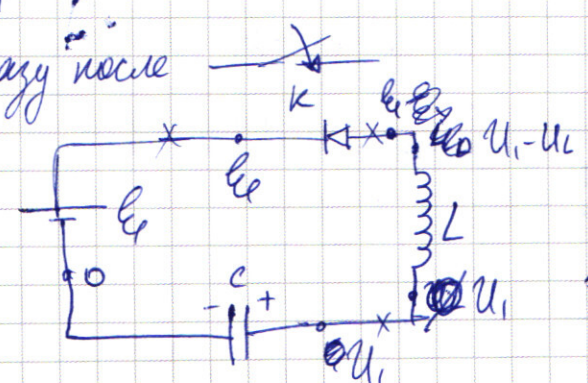
$$\begin{array}{r} \times 143 \\ 143 \\ \hline 429 \\ +572 \\ \hline 143 \\ 20449 \\ \hline 729 \\ 4 \\ \hline 32 \\ 09 \\ \hline 90 \end{array}$$

$$t = \frac{2v_1}{a} = \frac{2v_1 d m}{U q} = \frac{2v_1 d}{U} \cdot \frac{1.6U}{v_1^2} = \frac{3.2d}{v_1}$$

$$v_{надеж} = v_1 - at = v_1 - \frac{Uq}{dm} \cdot \frac{3.2d}{v_1} = v_1 - \frac{v_1^2 U}{1.6U} \cdot \frac{3.2d}{v_1} = -v_1$$

№4

Грузы после



1)  $U_L = LI'$

$$\frac{U_L}{L} = I' \Rightarrow I' = \frac{U_L}{L}$$

$I_{max} \Rightarrow I' = 0 \Rightarrow$

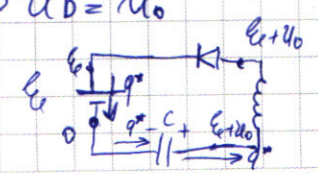
$\Rightarrow U_L = 0$ , так есть  $\Rightarrow$

$\Rightarrow U_D = U_0$

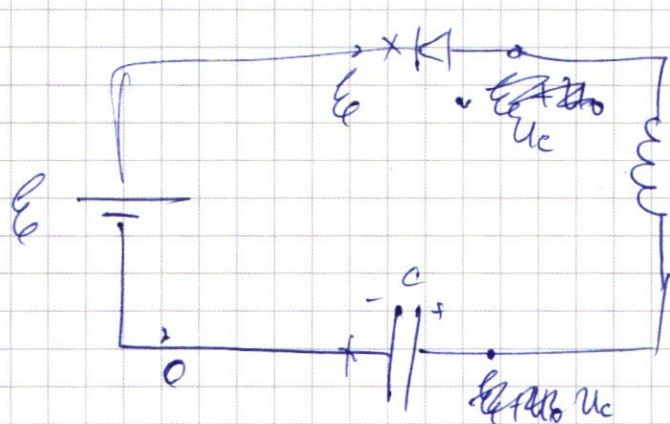
$U_C(t=0) = U_1$

$I_L(t=0) = 0$

$-E_0 q^* = \Delta W_C + \Delta W_L$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$LI=0$

$$U_c^2 - 2U_c U_1 + U_1(2U_c - U_1) = 0$$

$$D = 4U_c^2 - 4U_1(2U_c - U_1) = 0$$

$$U_c = \frac{U_c \pm \sqrt{U_c^2 - U_1(2U_c - U_1)}}{1}$$

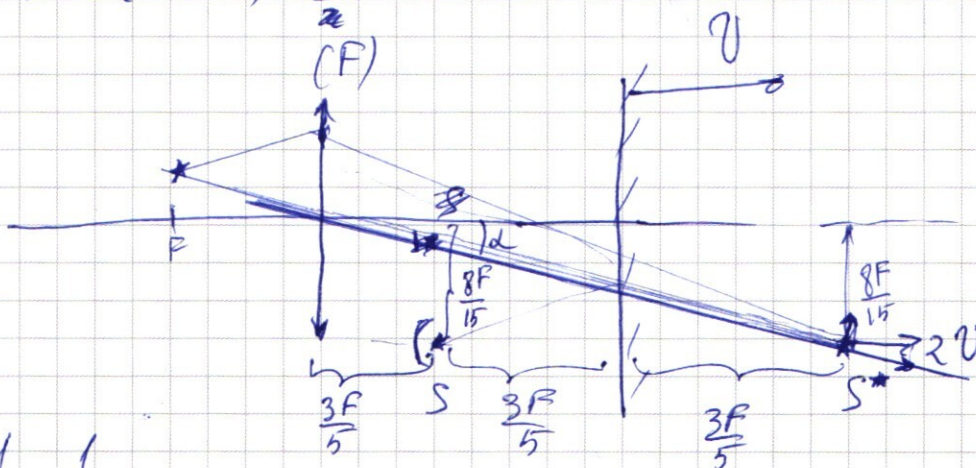
$$U_c = 6 - \sqrt{36 - 9(2 \cdot 6 - 9)} = 3$$

$$U_{c2} = 6 + 3 = 9$$

$$-U_c \neq (U_1 - U_c) = \frac{U_c^2}{2} + \frac{U_1^2}{2}$$

$$U_1^2 - 2U_c(U_1 - U_c) = \frac{U_c^2}{2}$$

н5



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

$$f = \frac{F}{\frac{1}{5} - \frac{1}{F}} = \frac{9F^2}{F - 4F} = \frac{9}{4}F$$

$$1 + \tan^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{f}{1 + \tan^2 \alpha} = \cos \alpha$$

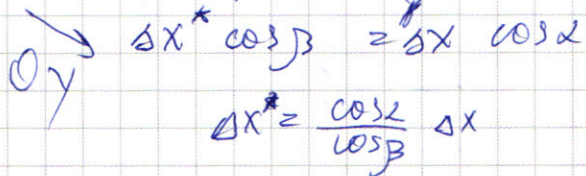
$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{27^2 + 64}{27^2}} = \frac{27}{\sqrt{793}}$$

$$\cos \alpha \cdot f = \frac{8F/5}{3 \cdot 15 \cdot 9F} = \frac{8}{27}$$

$$U_x = \Gamma^2 U_{прx}$$

$$U_y = \Gamma U_{прy}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{\frac{193 - 27^2}{1793}} = \frac{8}{\sqrt{1793}}$$



thy.

$$m\vec{a} = \vec{N} + \vec{T}$$

$$m_a g = T \sin \beta - N$$

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