

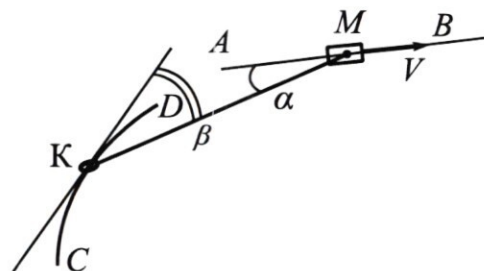
# Олимпиада «Физтех» по физике, (

Класс 11

## Вариант 11-03

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

1. Муфту М двигают со скоростью  $V = 34$  см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой  $m = 0,3$  кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом  $R = 0,53$  м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной  $l = 5R/4$ . Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол  $\alpha$  ( $\cos \alpha = 15/17$ ) с направлением движения муфты и угол  $\beta$  ( $\cos \beta = 3/5$ ) с направлением движения кольца.



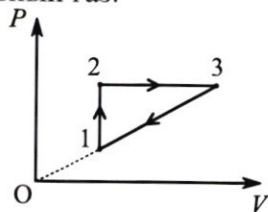
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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 изменения внутренней энергии газа к работе газа.

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния  $d$  между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии  $0,3d$  от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со скоростью  $V_1$ . Удельный заряд частицы  $\frac{|q|}{m} = \gamma$ .

1) Через какое время  $T$  частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок?

2) Найдите величину  $Q$  заряда обкладок конденсатора.

3) С какой скоростью  $V_2$  будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

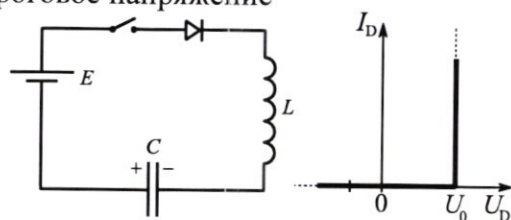
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника  $E = 6$  В, конденсатор емкостью  $C = 40$  мкФ заряжен до напряжения  $U_1 = 2$  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.

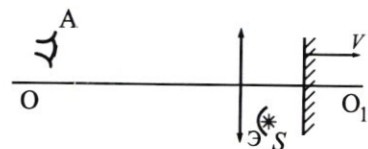


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием  $F$ , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника  $S$  может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси  $OO_1$  линзы. Источник  $S$  находится на расстоянии  $3F/4$  от оси  $OO_1$  и на расстоянии плоскости  $F/4$  от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью  $V$  вдоль оси  $OO_1$ . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии  $3F/4$  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

5.

1)  $S$  - действительный предмет для зеркала  
 $d_1 = L - \frac{F}{4} = \frac{3}{4}F - \frac{F}{4} = \frac{1}{2}F$   
 $S^*$  - мнимое изображение действительного предмета  $S$  в зеркале  
 $f_1 = d_1 = \frac{1}{2}F$ ,  $H_1 = h_1 = \frac{3}{4}F$ ,  $P_1 = 1$   
 $S^*$  - действительный предмет для линзы  $h_2 = H_1 = \frac{3}{4}F$   
 $d_2 = L + f_1 = \frac{3}{4}F + \frac{1}{2}F = \frac{5}{4}F$   $d_2 > F$ , Изобр. действительное  
 $S^{**}$  - действительное изображение действительного предмета  $S^*$  в линзе  
 Ф-ла тонкой линзы:  $\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2}$

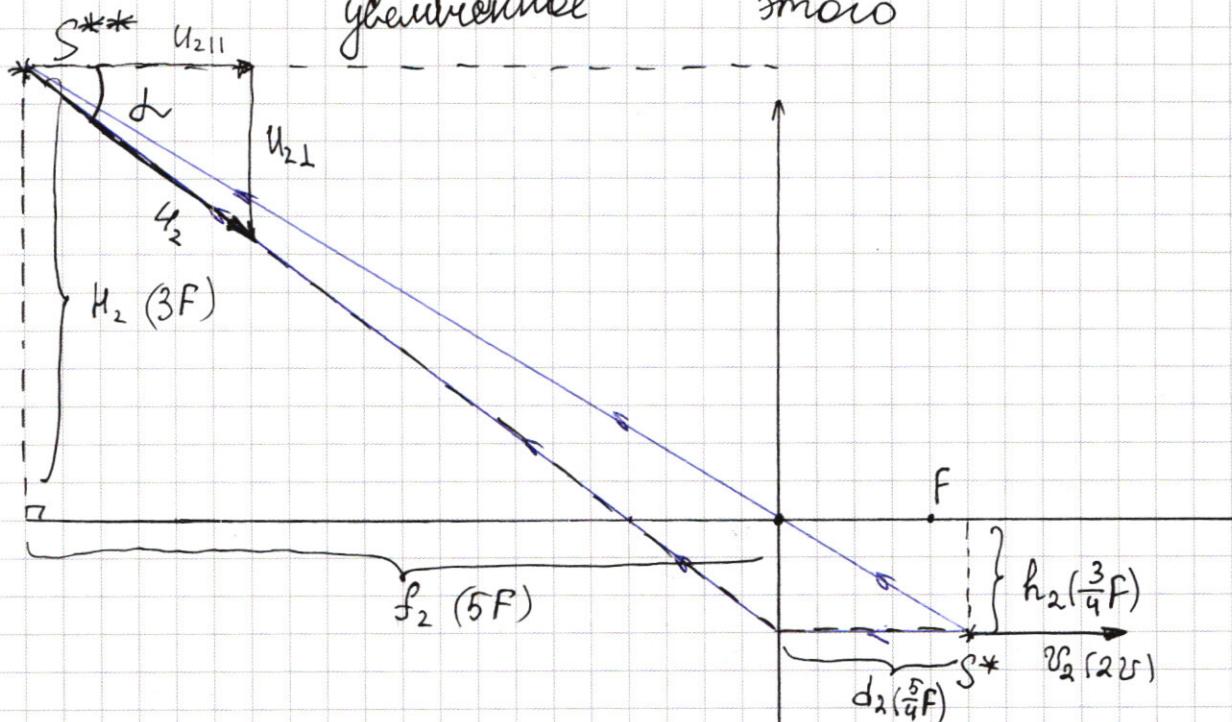
2)  $P_2 = \frac{f_2}{d_2} = \frac{5F}{\frac{5}{4}F} = 4$   $\frac{1}{F} = \frac{4}{5F} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{1}{5F} \Rightarrow \boxed{f_2 = 5F}$   
 $P_2 = \frac{H_2}{h_2} \Rightarrow H_2 = h_2 \cdot P_2$   $H_2 = \frac{3}{4}F \cdot 4 = 3F$

Рассмотрим отдельно линзу,  $S^*$  и  $S^{**}$   
 предмет  $\nearrow$   $\nwarrow$  изображение

$d_2 > F$   
 $d_2 < 2F$

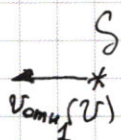
$\Rightarrow U$ : действительное  
 перевернутое  
 уменьшенное

Переделаем рисунок, исходя из  
 этого



Рассмотрим  $S$  и  $S^*$  в СО,  
 придёт изображение  
 связанной с ~~зеркалом~~

В СО, связанной с зеркалом,  
 проданные скорости  $U$  и  $U$  равны по  
 модулю и противоположны по  
 направлению  $\Rightarrow U_{отн.1} = v$   
 Возвраще в СО Земли.



Закон сложения скоростей

$$v_{отн.1}(v) \leftarrow \rightarrow v_{пер}(v)$$

$$\Rightarrow v_{абс} = 0$$

$$U_{отн.1}(v) \leftarrow \rightarrow v_{пер}(v)$$

$$v_{абс.1} = U_{отн.1} + v = v + v = 2v$$

Укажем  $v$  скорости предмета  $S^*$  ( $v_2 = v_{абс.1} = 2v$ ) и

изображения  $S^{**}$  ( $u_2$ ) на изображении линзы,  $S^*$  и  $S^{**}$

Скорости предмета  $v_2$  и изображения  $u_2$  пересекаются в

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$v_1^2 = 1,4 a d \Rightarrow a = \frac{v_1^2}{1,4 d}$$

$$v_0 = 0 + aT = \sqrt{\frac{2}{7}} v_1 \Rightarrow T = \sqrt{\frac{2}{7}} \cdot \frac{v_1}{a}$$

$$T = \sqrt{\frac{2}{7}} \cdot \frac{v_1 \cdot 1,4 d}{v_1^2} = \sqrt{\frac{2}{7}} \cdot \frac{1,4 d}{10 v_1} = \sqrt{\frac{2}{7}} \cdot \frac{7 d}{5 v_1} = \frac{\sqrt{14} d}{5 v_1}$$

2) Закон изменения механической энергии частицы от начала до вылета частицы

$$A_{\Sigma} = \frac{m v_1^2}{2} - 0$$

$$A_{\Sigma} = F_{\Sigma} \cdot 0,7 d$$

$$F_{\Sigma} = ma, F_{\Sigma} = E |q|$$

$$E = E_{\Sigma} = \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

$$\left. \begin{array}{l} A_{\Sigma} = \frac{m v_1^2}{2} - 0 \\ A_{\Sigma} = F_{\Sigma} \cdot 0,7 d \\ F_{\Sigma} = ma, F_{\Sigma} = E |q| \end{array} \right\} \Rightarrow 0,7 E \cdot |q| \cdot d = \frac{m v_1^2}{2}, \text{ т.е. } \frac{m}{2}$$

$$1,4 \cdot E \cdot 8 d = v_1^2$$

$$E = \frac{v_1^2}{1,4 \cdot 8 d} = \frac{5 v_1^2}{78 d}$$

$$\frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{5 v_1^2}{78 d}$$

$$\sigma = \frac{5 \epsilon_0 v_1^2}{78 d}$$

$$Q = \frac{5 \epsilon_0 v_1^2}{78 d} \cdot S$$

$$Q = \frac{5 C v_1^2}{78}$$

3)  $\vec{E}_{\text{внеш}} = \vec{0} \Rightarrow \vec{R}_{\text{внеш}} = \vec{0}$  - равнодействующая всех сил вне -1-  
 $\vec{R}_{\text{внеш}} = \vec{0} \Rightarrow \vec{a}_{\text{внеш}} = \vec{0} \Rightarrow \vec{v}_{\text{внеш}} = \text{const}$

Значит,  $v_2 = v_1$

Ответ: 1)  $\frac{\sqrt{14} d}{5 v_1}$   $\sigma = \frac{5 \epsilon_0 v_1^2}{78 d}$

2)  $\frac{5 \epsilon_0 v_1^2}{78 d} S = \frac{5 C v_1^2}{78}$

3)  $v_1$

плоскости линзы. Продольные составляющие скоростей сонаправлены связаны через  $P_2^2$

$$\frac{U_{2||}^2}{v_{2||}^2} = U_{2||} = v_2 \cdot P_2^2 = 2v \cdot 16 = 32v$$

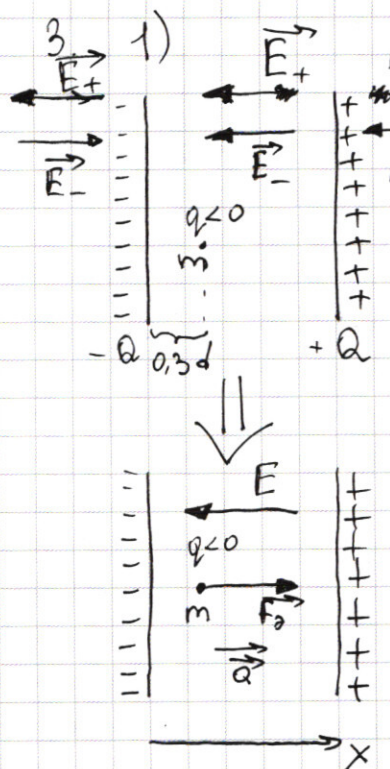
Из геометрии рисунка  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{U_2 + h_2}{S_2}$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{3F + \frac{3}{4}F}{5F} = \frac{15}{5 \cdot 4} = \frac{3}{4} \Rightarrow \boxed{\cos \alpha = \frac{4}{5}}$$

$$U_{2\perp} = U_{2||} \cdot \operatorname{tg} \alpha = 32v \cdot \frac{3}{4} = 24v$$

$$U_2 = \frac{v_{2||}}{\cos \alpha} \quad U_2 = \frac{32v}{\frac{4}{5}} = 40v$$

Ответ: 1)  $S_2 = 5F$  2)  $\cos \alpha = \frac{4}{5}$  3)  $U_2 = 40v$

1) 

$$\vec{E}_+ |\vec{E}_+| = E_+ = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} \quad Q_+ = Q > 0 \Rightarrow \vec{E}_+ \text{ от пластины}$$

$$\vec{E}_- |\vec{E}_-| = E_- = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} \quad Q_- = -Q < 0 \Rightarrow \vec{E}_- \text{ к пластине}$$

$$E_{\text{внеш}} = E_+ - E_- = 0$$

$$E_{\text{внутр}} = E_{\Sigma} = E_+ + E_- = \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

$\vec{E}_{\Sigma}$  направлена от "+" к "-"

$q < 0 \Rightarrow \vec{F}_z \uparrow \downarrow \vec{E}_{\Sigma}$

II закон Ньютона для частицы внутри П-К:

$$m \vec{a} = \vec{F}_z$$

x:  $m a_x = E_{\Sigma} \cdot |q|$

$v_0$  - скорость частицы в середине конденсатора

$$a_x = \frac{E_{\Sigma} \cdot |q|}{m} = E_{\Sigma} \cdot \delta = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \delta = \text{const}$$

Значит, внутри конденсатора частица движется с постоянным ускорением.

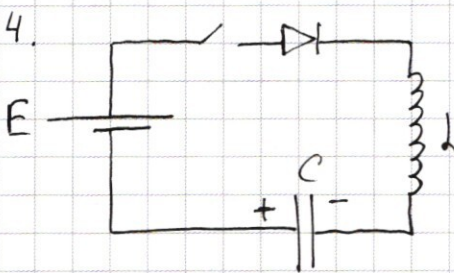
$$2a_x \cdot S_x = v_x^2 - v_{0x}^2 \Rightarrow \begin{cases} 2 \cdot a_x \cdot 0,2d = v_{0x}^2 \\ 2 \cdot a_x \cdot 0,7d = v_{1x}^2 \end{cases}$$

$$0,5d - 0,3d = 0,2d \quad \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2}{7}} \cdot v_1$$

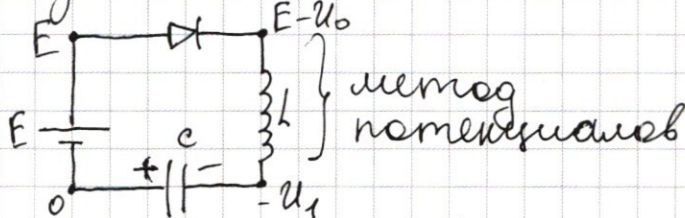
$$d - 0,3d = 0,7d$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4.



1) Рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа.



Напряжение на конденсаторе и ток через катушку скачком не меняются.  $U_C(0) = U_1$

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

Диод открыт, т.к. и источник ЭДС, и конденсатор работают по направлению диода  $\Rightarrow U_D(0) = U_0$

$$U_L(0) = \Delta\varphi_L = E - U_0 - (-U_1) = E + U_1 - U_0$$

$$U_L = \Phi' = (L I_L)' = L \cdot I_L' \Rightarrow I_L'(0) = \frac{U_L}{L}$$

$$I_L'(0) = \frac{E + U_1 - U_0}{L}$$

$$I_L'(0) = \frac{6\text{В} + 2\text{В} - 1\text{В}}{0,1\text{Гн}} = 70 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

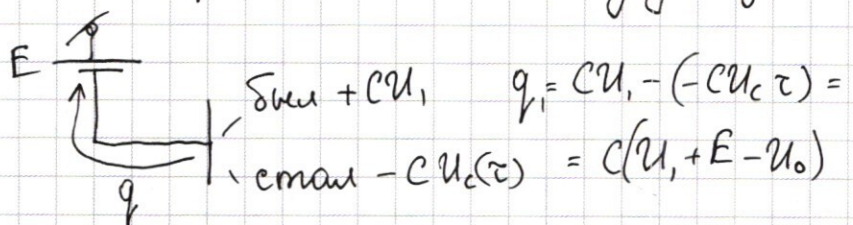
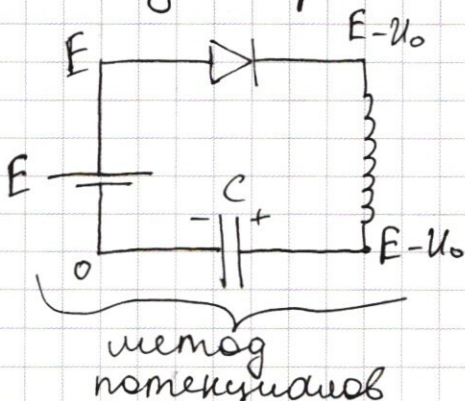
2) Рассмотрим момент времени  $\tau$ , когда  $I(t) = I_{\text{max}}$

$$I(\tau) = I_{\text{max}} \Rightarrow I'(\tau) = 0 \Rightarrow U_L(\tau) = 0$$

Диод открыт, т.к. иначе не было бы тока в цепи  $\Rightarrow U_D(\tau) = U_0$

$$U_C(\tau) = E - U_0$$

Рассмотрим источник и обкладку конденсатора



$$A_s = E \cdot q_1 = CE(U_1 + E - U_0)$$

$$W(0) = \frac{CU_1^2}{2} \quad W(\tau) = \frac{CU_c^2(\tau)}{2} + \frac{LI_{\max}^2}{2}$$

$$3. \text{ с. э. для цепи: } A_s = W(\tau) - W(0) + Q = 0$$

$$CE(U_1 + E - U_0) = \frac{C(E - U_0)^2}{2} + \frac{LI_{\max}^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}, 1.2$$

$$2CEU_1 + 2CE^2 - 2CEU_0 = CE^2 - 2CEU_0 + CU_0^2 + LI_{\max}^2 - CU_1^2$$

$$LI_{\max}^2 = C(2EU_1 + 2E^2 - E^2 - U_0^2 + U_1^2)$$

$$LI_{\max}^2 = C((E + U_1)^2 - U_0^2)$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{C}{L}((E + U_1)^2 - U_0^2)}$$

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6}}{0,1} (64 - 1)} = 2 \sqrt{63} \cdot 10^{-2} (A) \approx 160 \text{ мА}$$

3) Рассмотрим цепь в установившемся состоянии

В установившемся состоянии

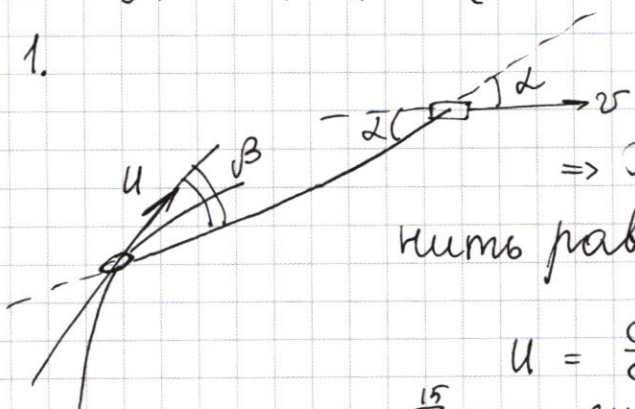
$$I_c(t_{\text{уст}}) = 0, U_L(t_{\text{уст}}) = 0 \Rightarrow I(t_{\text{уст}}) = 0$$

$$U_D(t_{\text{уст}}) = 0 \Rightarrow U_C(t_{\text{уст}}) = E$$

$$U_2 = E = 6 \text{ В}$$

Ответ: 1)  $40 \frac{\text{А}}{\text{с}}$  2) 160 мА 3) 6 В

1.



1) Нить нерастяжима  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  Проекции скоростей  $u$  и  $v$  на

нить равны  $\Rightarrow u \cos \beta = v \cos \alpha$

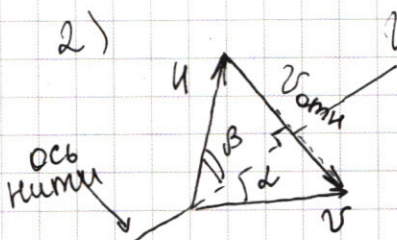
$$u = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \cdot v$$

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

$$u = \frac{15}{\frac{3}{5}} \cdot 34 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

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

2)

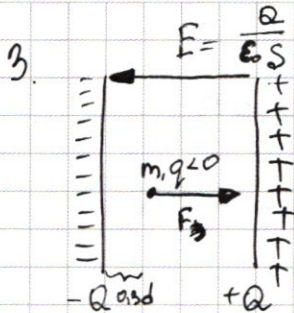


Из треугольника скоростей

$$v_{\text{отн}} = u \sin \beta + v \sin \alpha$$

$$v_{\text{отн}} = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot \frac{4}{5} + 34 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot \frac{8}{17} = 56 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$F_{\text{внеш}} = 0 \Rightarrow \boxed{v_2 = v_1}$$

$$\frac{mv_2^2}{2} - 0 = A_3$$

$$v = \sqrt{\frac{2Ed|q|}{5m}} = \sqrt{\frac{2Ed\gamma}{m}}$$

$$A_3 = E|q| \cdot 0,2d = \frac{1}{5} E|q|d$$

2 з. Н. на Ox:  $ma_x = F_3$

$$ma = F_3 \Rightarrow a = \frac{F_3}{m} = \text{const}$$

$$\int 2a \cdot 0,7d = v_1^2$$

$$\int 2a \cdot 0,2d = v_0^2 \Rightarrow \frac{v_0^2}{v_1^2} = \frac{0,2}{0,7} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2}{7}} v_1$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = E|q| \cdot 0,7d$$

$$a = \frac{v_1^2}{1,4d}$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

$$v_0 = 0 + aT$$

$$\sqrt{\frac{2}{7}} v_1 = \frac{v_1^2}{1,4d} \cdot T \Rightarrow T = \sqrt{\frac{2}{7}} \cdot \frac{1,4d}{v_1}$$

$$\frac{\sqrt{2} \cdot 1,4d}{\sqrt{7} \cdot v_1} = \frac{\sqrt{2} \cdot 2\sqrt{2} d}{10\sqrt{7} v_1}$$

$$a = \frac{|q|}{m} \cdot E$$

$$\frac{v_1^2}{1,4d} = \gamma \cdot \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$E = \frac{ma}{|q|} = \frac{U}{d} \Rightarrow U = \frac{ad}{\gamma}$$

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$$

$$Q = CU = \frac{ad}{\gamma} \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$\boxed{\sigma = \frac{Q}{S} = \frac{ad\epsilon_0}{\gamma d} = \frac{v_1^2 d \epsilon_0}{1,4d^2 \gamma} = \frac{\epsilon_0 v_1^2}{1,4\gamma d}}$$

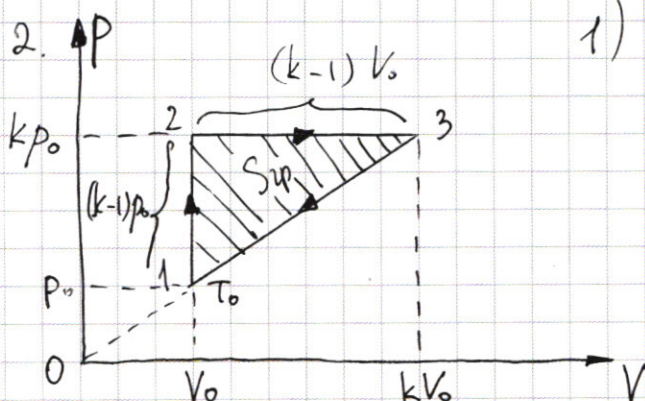
$$= \frac{2\sqrt{14} d}{10v_1} = \frac{\sqrt{14} d}{5v_1}$$

Вне конденсатора  $\vec{E} = \vec{0} \Rightarrow \vec{Q} = \vec{0} \Rightarrow \vec{v} = \text{const}$

$$\boxed{v_2 = v_1}$$

Ответ: 1) 50  $\frac{\text{см}}{\text{с}}$

2) 56  $\frac{\text{см}}{\text{с}}$



1) Пусть в точке 1  $p = p_0, V = V_0, T = T_0$

Процесс 1-3:  $\frac{p}{V} = \text{const}$  -

Пусть  $p_3 = k p_0$ , тогда

$$\frac{p_0}{V_0} = \frac{k p_0}{V_3} \Rightarrow V_3 = k V_0$$

$$p_2 = p_3 = k p_0$$

1-2:  $V = \text{const}$  (изохорный процесс)  $\Rightarrow A_{12} = 0$

$$\frac{p}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{p_0}{T_0} = \frac{k p_0}{T_2} \Rightarrow T_2 = k T_0 \quad T \uparrow \uparrow$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (k T_0 - T_0) = \frac{3}{2} \nu R T_0 \cdot (k - 1)$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} \quad (\text{по I закону термодинамики})$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R T_0 (k - 1) + 0 = \frac{3}{2} (k - 1) \nu R T_0 > 0$$

$$C_{12} = \frac{Q_{12}}{\nu (T_2 - T_1)} = \frac{\frac{3}{2} (k - 1) \nu R T_0}{\nu \cdot (k - 1) T_0} = \frac{3}{2} R = C_V$$

2-3:  $p = \text{const}$  (изобарный процесс)  $\Rightarrow \frac{V}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{V_0}{k T_0} = \frac{k V_0}{T_3} \Rightarrow$

$$\Rightarrow T_3 = k^2 T_0 \quad A_{23} = p_2 (V_3 - V_2) = k p_0 \cdot (k - 1) V_0 = k (k - 1) p_0 V_0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R (k^2 T_0 - k T_0) = \frac{3}{2} \nu R k (k - 1) T_0$$

Заменим  $p_0 V_0$  на  $\nu R T_0$  согласно уравнению Менделеева-Клапейрона

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = k (k - 1) \nu R T_0 + \frac{3}{2} k (k - 1) \nu R T_0 = \frac{5}{2} k (k - 1) \nu R T_0$$

$$C_{23} = \frac{Q_{23}}{\nu (T_3 - T_2)} = \frac{\frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)}{\nu (T_3 - T_2)} = \frac{5}{2} R = C_p \quad T \uparrow \uparrow$$

$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$2) \quad \frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{3}{2} \nu R k (k - 1) T_0}{k (k - 1) \nu R T_0} = \frac{3}{2} = 1,5$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$3) A_{\text{уикн}} = S_{\text{гр}} = A_{\text{уикн}} = \frac{1}{2} (k-1) p_0 \cdot (k-1) V_0 = \frac{1}{2} (k-1)^2 p_0 V_0$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} (k-1) \sqrt{RT_0} + \frac{5}{2} (k^2 - k) \sqrt{RT_0} =$$

$$= \frac{1}{2} (k-1) \sqrt{RT_0} (3 + 5k) = \frac{(5k+3)(k-1)}{2} \sqrt{RT_0}$$

$$\eta = \frac{A_{\text{уикн}}}{Q_H} \quad \eta = \frac{\frac{1}{2} (k^2 - 2k + 1) p_0 V_0}{\frac{1}{2} (5k^2 - 2k - 3) \sqrt{RT_0}} \quad \left. \begin{array}{l} p_0 V_0 = \sqrt{RT_0} \end{array} \right\} \Rightarrow \eta = \frac{k^2 - 2k + 1}{5k^2 - 2k - 3}$$

$$\eta = \eta(k) = \frac{k^2 - 2k + 1}{5k^2 - 2k - 3}$$

$$\eta'(k) = \frac{(2k-2)(5k^2-2k-3) - (10k-2)(k^2-2k+1)}{(5k^2-2k-3)^2} \quad \eta'(k) = 0$$

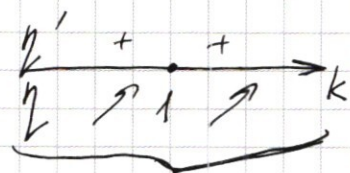
$$\cancel{10k^3} - \cancel{10k^2} - \underline{4k^2} + \underline{4k} - \underline{6k} + \underline{6} - \cancel{10k^3} + \underline{2k^2} + \underline{20k^2} - \underline{4k} - \underline{10k} + \underline{2} = 0$$

$$8k^2 - 16k + 8 = 0, \quad | : 8$$

$$k^2 - 2k + 1 = 0$$

$$(k-1)^2 = 0 \Rightarrow k = 1$$

$$\eta_{\max} = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{k^2 - 2k + 1}{5k^2 - 2k - 3} = \frac{1}{5} = 0,2$$



максимальное значение  
на бесконечности

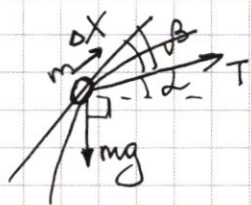
$$\eta_{\max} = 20\%$$

Ответ: 1) 0,6

2) 1,5

3) 20%

1. 3)



Воспользуемся методом виртуальных перемещений

$$A_T + A_{mg} = 0 \Rightarrow A_T = -A_{mg}$$

$$A_T = T \cdot \delta x \cdot \cos \beta$$

$$A_{mg} = mg \cdot \delta x \cdot \cos (90^\circ + \alpha + \beta) = -mg \delta x \sin(\alpha + \beta)$$

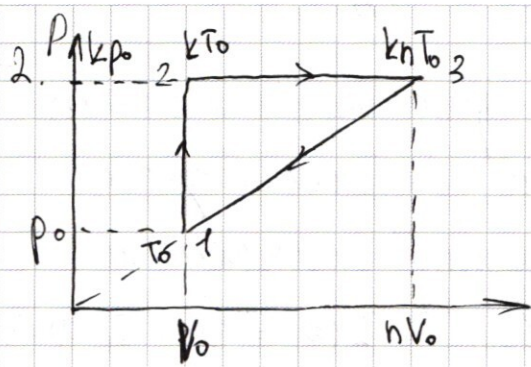
$$T \cdot \delta x \cdot \cos \beta = mg \delta x \sin(\alpha + \beta)$$

$$T = \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\cos \beta} \cdot mg = \frac{\sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta}{\cos \beta} \cdot mg$$

$$T = \frac{\frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} + \frac{15}{17} \cdot \frac{4}{5}}{\frac{3}{5}} \cdot 0,3 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \approx 5 \text{ Н}$$

Ответ: 3) 5 Н

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1-2 :  $V = \text{const}$ ,  $p \uparrow \uparrow \Rightarrow T \uparrow \uparrow$

$$C_{12} = C_V = \frac{3}{2} R$$

2-3:  $p = \text{const}^t, V \uparrow \uparrow \Rightarrow T \uparrow \uparrow$

$$C_{23} = C_p = \frac{5}{2} R$$

$$1) \alpha = \frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{C_v}{C_p} = \frac{\frac{3}{2}R}{\frac{5}{2}R} = \frac{3}{5} = 0.6$$

$$2) \frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{3}{2}$$

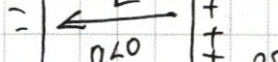
$$3) A_{13} = k p_0 \cdot (n-1) V_0 = k \cdot (n-1) p_0 V_0 = k (n-1) \sqrt{RT_0}$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} R \sqrt{\frac{1}{k-1}} T_0 + \frac{5}{2} R \sqrt{\frac{1}{k(n-1)}} T_0 = \frac{1}{2} \sqrt{k} R T_0 (3k-3 + 5kn-5k)$$

$$\eta = z^k \quad \text{Argument} \rightarrow \text{Syn} = \cancel{(k+1)} p_0 \cdot \frac{1}{2} \cdot (k-1) p_0 \cdot (n-1) V_0 = 5k^2 - 2k - 3$$

$$= \frac{1}{2} (k-1) (n-1) \sqrt{RT_0} = \frac{1}{2} (k-1)^2 \sqrt{RT_0}$$

$$\eta = \frac{A_{\text{scum}}}{Q_H} = \frac{\frac{1}{2}(k-1)(n-1)RT_0}{\frac{1}{2}RT_0(5kn-3-2k)} = \frac{(k-1)(n-1)}{2k(n-1) + 3(kn-1)}$$

3.  
$$E = \frac{Q}{2\epsilon_0 S}$$
 
$$E = \frac{Q}{2\epsilon_0 S}$$
 
$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$
 
$$2g.H.: x: E q = ma$$

$$E_g = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$E_{\text{gT}} = m v_0$$

$$T = \frac{mv_0}{Eq} = \frac{v_0}{\delta E}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = 9.54$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = q \cdot E / 0,2 d$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{0,49 \text{ dE}}{m}}$$

$$23. H: X: E q = ma$$

$$\frac{Q \cdot q}{\epsilon_0 \cdot S} = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}, \text{ last}$$

$$\frac{Qq}{e_0 r} \Delta t = m \Delta v \quad (*)$$

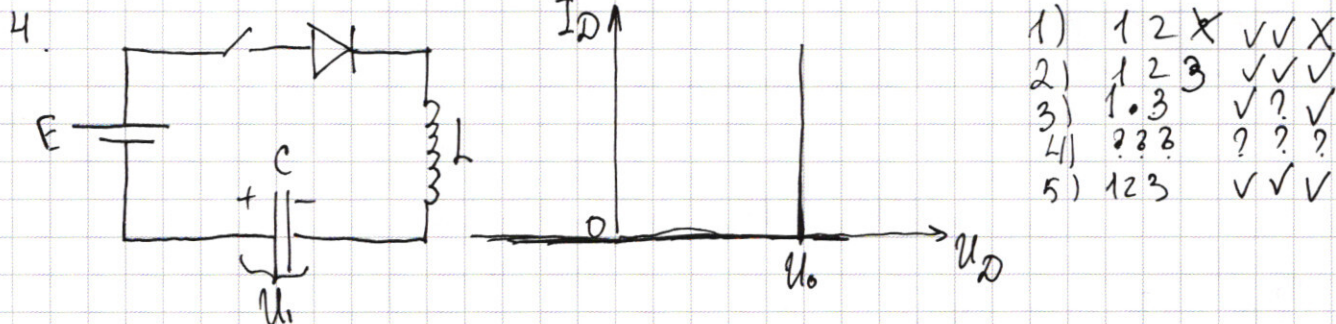
~~Procedura pentru găsi viteza  $T$~~

~~$\frac{Q}{205} T = m v$~~

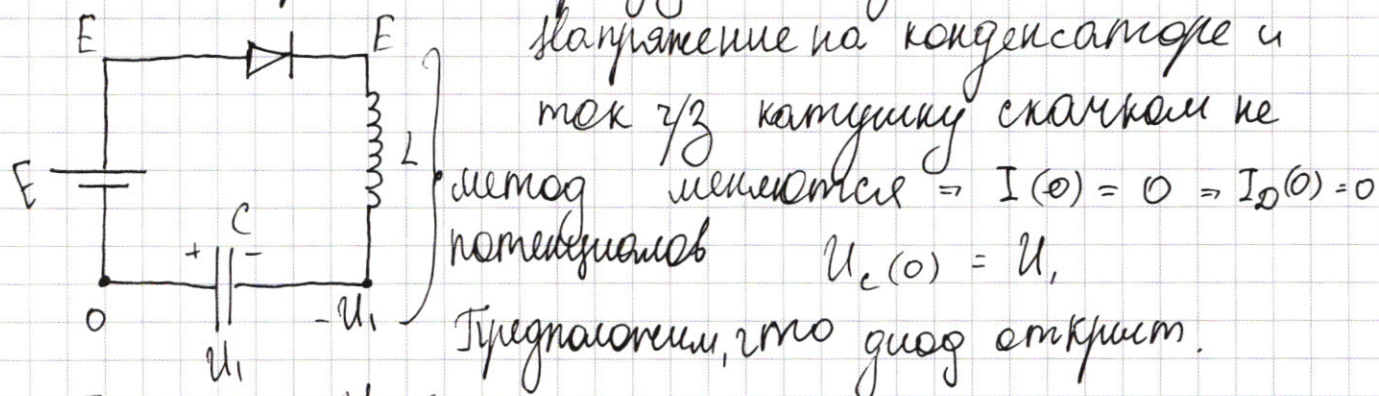
~~$T = \frac{m v \cdot 205}{Q} = \frac{v \cdot 205}{8 Q}$~~

~~$= \frac{\frac{2}{5} d}{18 E}$~~

~~$$\frac{Q}{2.5} = \frac{m v_1}{T}$$~~



1) Рассматриваем цепь сразу после замыкания ключа. Напряжение на конденсаторе и ток в катушке скачком не могут измениться  $\Rightarrow I(0) = 0 \Rightarrow I_D(0) = 0$



$$I_D(0) = 0, U_D(0) = 0$$

$$\text{Тогда, } U_2(0) = E - (U_1) = E + U_1$$

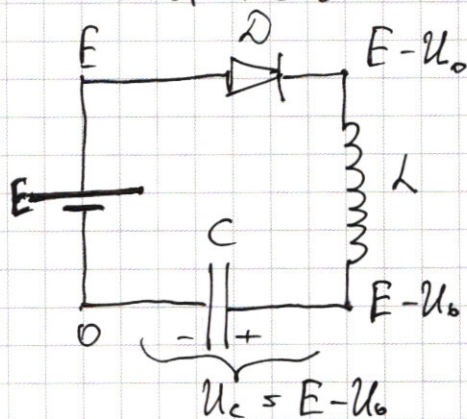
$$U_2 = \Phi' = (LI)' = L \cdot I' = L \cdot I' \Rightarrow I'(0) = \frac{U_2(0)}{L} = \frac{E + U_1}{L}$$

2) Рассмотрим момент, когда  $I = I_{\max}$

$$I'(0) = \frac{8 \text{ В}}{0,1 \text{ м}} = 80 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

$$I = I_{\max} \Rightarrow I' = 0 \Rightarrow U_2 = 0$$

Очевидно, что диод в таком случае открыт, иначе тока не было бы.  $I_D > 0 \Rightarrow U_D = U_0$



$$I_C = C \cdot U_C'$$

$$\Delta q = C \cdot U_C - (-C U_1) = C(U_C + U_1) = C(E + U_1 - U_0)$$

$$A_\delta = E \Delta q = CE(E + U_1 - U_0)$$

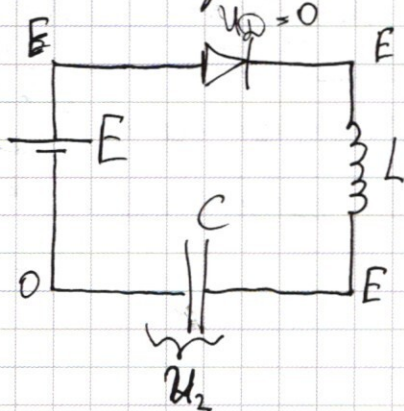
$$\Delta W = \frac{LI_{\max}^2}{2} + \frac{CU_C^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

$Q = 0$ , т.к. нет резисторов

$$CE^2 - CEU_1 + CEU_0 = \frac{LI_{\max}^2}{2} + \frac{CE^2}{2} - CEU_0 + \frac{CU_0^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) Рассмотрим цепь в установившемся состоянии



$$U_2 = E$$

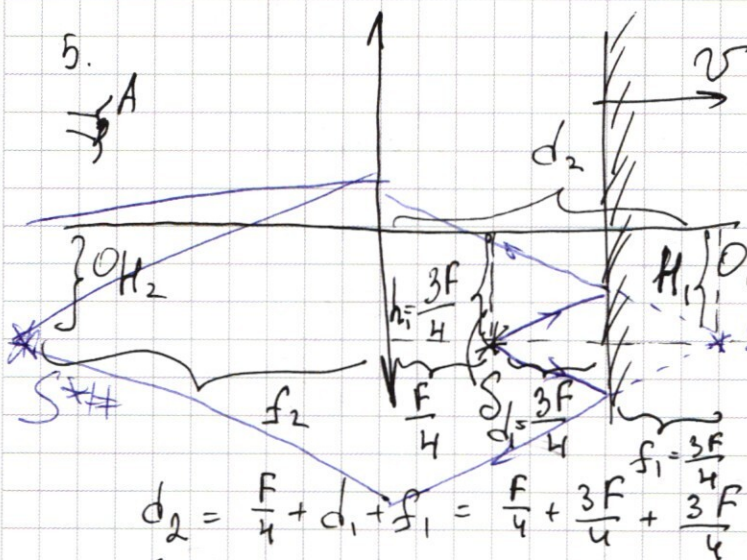
$$\text{или } U_2 = E - U_1$$

Диоды - загадка

$$\frac{CU_2^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} = E \cdot q$$

$$CU_2 + CU_1 \quad \frac{1}{2}(U_2 - U_1)(U_2 + U_1) = E(U_2 - U_1)$$

$$U_2 - U_1 = 2E \quad U_2 = 2E + U_1$$



$S$  - действительный  
предмет для зеркала  
 $S^*$  - мнимое изображение  
предмета  $S$  в зеркале

$$d_1 = \frac{3F}{4} \quad h_1 = \frac{3F}{4}$$

$$f_1 = d_1 = \frac{3F}{4} \quad H_1 = \frac{3F}{4}$$

$$\Gamma_1 = 1$$

$$d_2 = \frac{F}{4} + d_1 + f_1 = \frac{F}{4} + \frac{3F}{4} + \frac{3F}{4} = \frac{7F}{4} > F$$

Запишем у-у тонкой линзы  $d_2 > F \Rightarrow \text{действ.}$

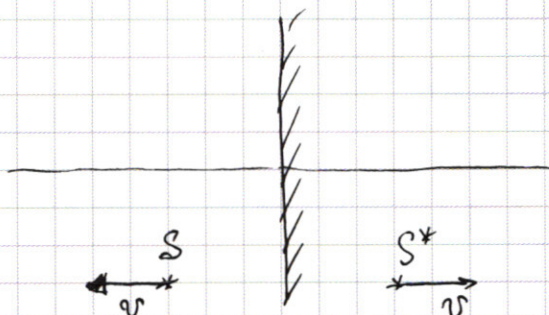
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow f_2 = \frac{Fd}{d-F} \quad f_2 = \frac{\frac{7}{4}F}{\frac{7}{4}F - F} = \frac{7}{3}F$$

$$\Gamma_2 = \frac{f_2}{d_2} = \frac{\frac{7}{3}F}{\frac{7}{4}F} = \frac{4}{3}$$

$$h_2 = H_1 = \frac{3F}{4} \quad H_2 = h_2 \cdot \Gamma_2 = \frac{3F}{4} \cdot \frac{4}{3} = F$$

$$\Gamma_{\text{сист}} = \Gamma_1 \cdot \Gamma_2 = 1 \cdot \frac{4}{3} = \frac{4}{3}$$

Перейдем в СО зеркала



$$v_2 = u_{\text{отс}} = 2v$$

$$v_{\text{отс}} = v \Rightarrow u_{\text{отс}} = v$$

В СО Земли:

$$v_{\text{отс}} = v - v = 0$$

$$u_{\text{отс}} = u + v = 2v$$

$$\eta = \frac{k^2 - 2k + 1}{5k^2 - 2k - 3}$$

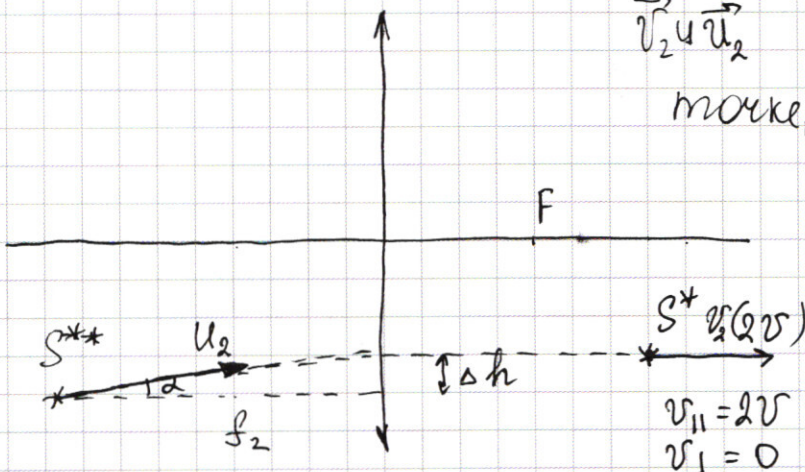
$$\eta' = \frac{(2k-2) - (5k^2-2k-3)}{(5k^2-2k-3)^2} = \frac{(2k-2) - (5k^2-2k-3)}{(5k^2-2k-3)^2}$$

$$\eta' = 0$$

$$-4k^2 - 6k - 10k^2 + 4k + 6$$

$\vec{v}_2$  и  $\vec{u}_2$  пересекаются в точке, лежащей на линии  $k=1$

$$\frac{-14k^2 - 2k + 6}{-22k^2 + 14k - 2} = \frac{8k^2 + 16k + 8}{8(k+1)^2}$$



$$\tan \alpha = \frac{\Delta h}{s_2} = \frac{\frac{1}{4}F}{\frac{7}{3}F} = \frac{3}{28}$$

$$3) u_{11} = \frac{v_{11}^2}{2} \cdot v_{11} = \frac{16}{9} \cdot 2v = \frac{32}{9}v$$

$$u_2 = \frac{u_{11}}{\cos \alpha} = \frac{\frac{32}{9}v}{\frac{28}{287}} = \frac{8\sqrt{793}}{63}v$$

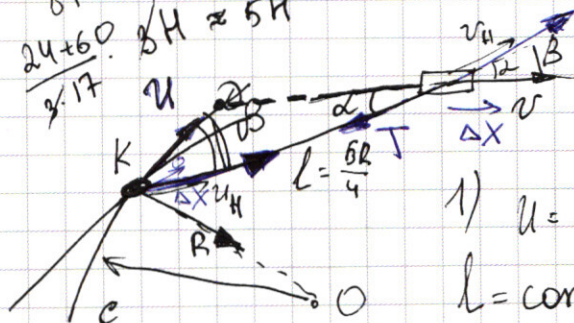
$$1 + \tan^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$1 + \frac{9}{28^2} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{793}{784} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\cos \alpha = \frac{28}{\sqrt{793}}$$

$$1. \frac{84}{24+60} \cdot 5H \approx 5H$$



$$1) u = \omega R = \beta' R$$

$$l = \text{const} \Rightarrow u \cos \beta = v \cos \alpha$$

$$u = v \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$u = 34 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 3} = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$2) v_{\text{отс}} = u \sin \beta + v \sin \alpha = u \cdot \frac{4}{5} + v \cdot \frac{8}{17}$$

$$v_{\text{отс}} = 50 \cdot \frac{4}{5} + 34 \cdot \frac{8}{17} = 56 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

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

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

$$T \cdot \cos \beta \cdot \Delta x =$$

$$= mg \cdot \Delta x \cdot \cos(\alpha + \beta)$$

$$T = mg \frac{\cos(\alpha + \beta)}{\cos \beta}$$