

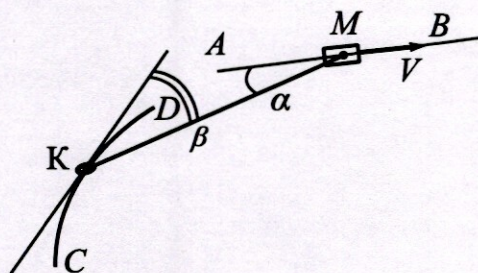
Олимпиада «Физтех» по физике, фе

Класс 11

Вариант 11-04

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

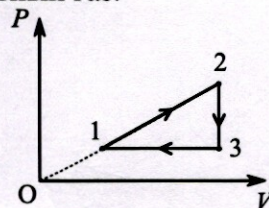
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной 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.



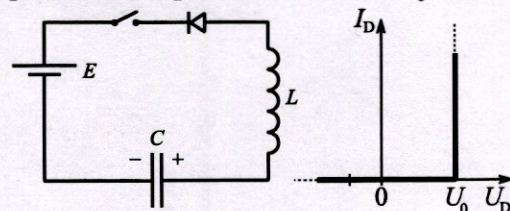
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Напряжение на конденсаторе U . Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью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

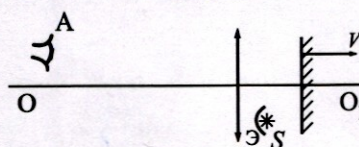
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$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

Задача №2

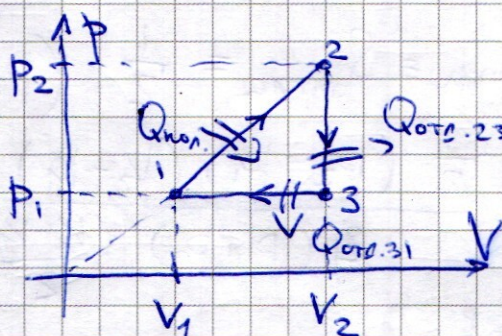
$i=3$

1) γ_p - ин. сост. газа:

$$p_1 V_1 = \nu R T_1 \quad (1) \quad \text{темн. в м. 1}$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2 \quad (2) \quad \text{темн. в м. 2}$$

$$p_1 V_2 = \nu R T_3 \quad (3) \quad \text{темн. в м. 3}$$



$$1-2: \frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2} \quad \text{---}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1} = k > 1$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = k^2 \Rightarrow T_2 > T_1 \quad (k > 1)$$

$$\frac{T_3}{T_2} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{1}{k} \Rightarrow T_3 < T_2 \quad (k > 1) \quad \left| \begin{array}{l} \frac{T_1}{T_3} = \frac{V_1}{V_2} = k' \Rightarrow \\ \Rightarrow T_1 < T_3 \end{array} \right.$$

2) 1-2: $T \uparrow$ 2-3: $T \downarrow$ 3-1: $T \downarrow$

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

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

$$\boxed{C_{31} / C_{23} = 5/3}$$

$$3) A_{12} \equiv S_{\text{под. пр. 12}} = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1)$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

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

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

Задача 52

$$4) \quad \eta = \frac{A_{\text{сукна}}}{Q_{\text{пол.}}}$$

$$Q_{\text{пол.}} = Q_{12} = A_{123412} + \Delta U_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = 3A_{12} + A_{12} = 4 \cdot \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1)$$

$$A_{\text{сукна}} \equiv S_{\text{сукна}} = \frac{1}{2} \cdot (p_2 - p_1) (V_2 - V_1)$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} (p_2 - p_1) (V_2 - V_1)}{4 \cdot \frac{(p_1 + p_2) \cdot (V_2 - V_1)}{2}} = \frac{p_2 - p_1}{4(p_2 + p_1)} = \frac{p_1(k-1)}{4(k+1)p_1} = \frac{k-1}{4(k+1)}$$

$$\eta = \eta_{\text{max}} \Rightarrow \eta' = 0 = \left(\frac{k-1}{4(k+1)} \right)' = \frac{1}{4(k+1)} - \frac{(k-1)}{4(k+1)^2} = 0$$

$$= \frac{(k+1) \cdot (k-1)' - (k-1) \cdot (k+1)'}{4(k+1)^2} = 0 = \frac{2}{4(k+1)^2}$$

$$\eta'_k = \frac{(k+1)(k-1)' - (k-1)(k+1)'}{4(k+1)^2} = \frac{2}{4(k+1)^2} = \frac{1}{2(k+1)^2}$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_{\text{отд.}}|}{Q_{\text{пол.}}}$$

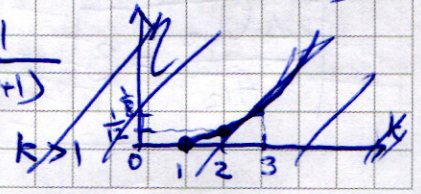
$$Q_{\text{отд.}} = Q_{23} + Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + \frac{5}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} (p_1 V_2 - p_2 V_2) + \frac{5}{2} (p_1 V_1 - p_1 V_2) = \frac{3}{2} V_2 (p_1 - p_2) + \frac{5}{2} p_1 (V_1 - V_2)$$

$$Q_{\text{отд.}} < 0 \Rightarrow |Q_{\text{отд.}}| = \frac{3}{2} V_2 (p_2 - p_1) + \frac{5}{2} p_1 (V_2 - V_1)$$

$$\eta = 1 - \frac{\frac{3}{2} V_2 (p_2 - p_1) + \frac{5}{2} p_1 (V_2 - V_1)}{4(p_1 + p_2)(V_2 - V_1)/2} = 1 - \frac{\frac{3}{2} k(k-1) + \frac{5}{2}(k-1)}{4(k+1)(k-1)}$$

$$= 1 - \frac{\frac{3}{2} k + \frac{5}{2}}{4(k+1)/2} = 1 - \frac{3k+5}{4(k+1)} = \frac{k-1}{4(k+1)}$$

$$k=13 \quad \eta = \frac{12}{4 \cdot 14} = \frac{3}{14} \quad k=1000 \quad \eta = \frac{1000}{4 \cdot 1001}$$



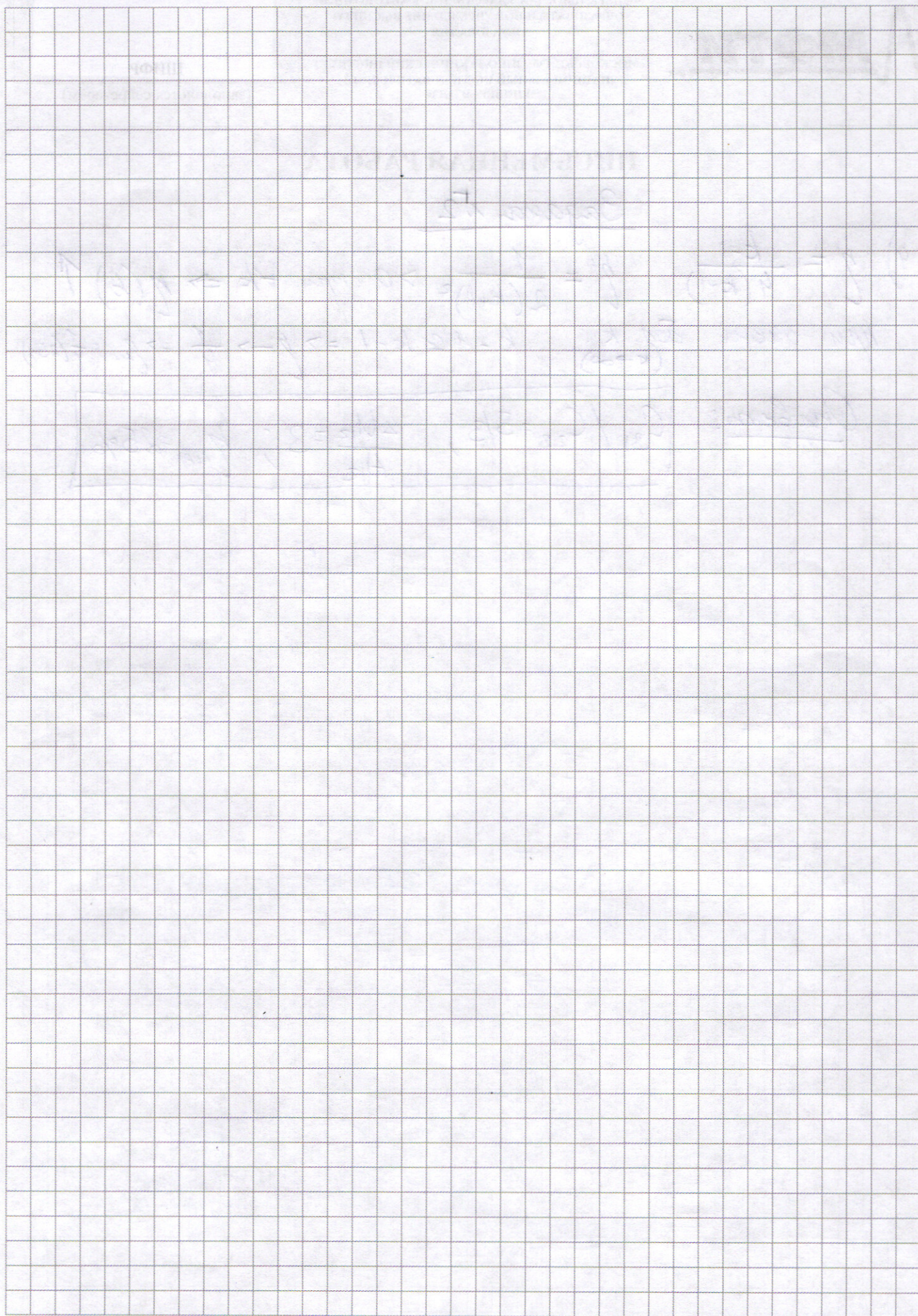
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 52

4) $\eta = \frac{k-1}{4(k+1)}$ $\eta' = \frac{1}{2(k+1)^2} > 0$ при $\forall k \Rightarrow \eta(k) \uparrow$
при очень бол. k : $(k \rightarrow \infty)$ $k-1 \approx k+1 \Rightarrow \eta \rightarrow \frac{1}{4} \Rightarrow \eta_{\max} = \frac{1}{4} (25\%)$

Ответ:

$$C_{31}/C_{23} = 5/3; \quad \frac{\Delta U_{12}}{A_{12}} = 3; \quad \eta_{\max} = 25\%$$



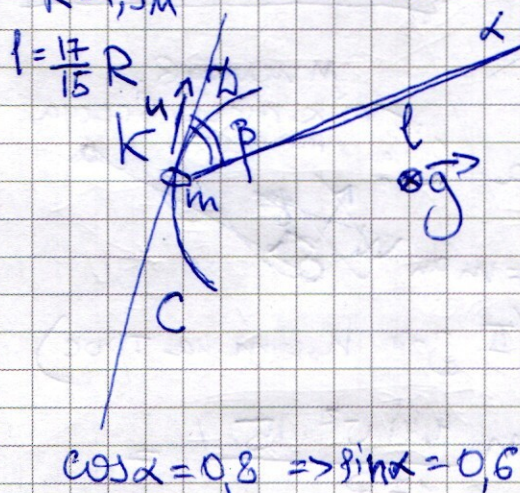
☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №1

$m = 0,4 \text{ кг}$
 $R = 1,9 \text{ м}$
 $l = \frac{17}{15} R$



1) т.к. трос нерастяжим. $\Rightarrow$

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

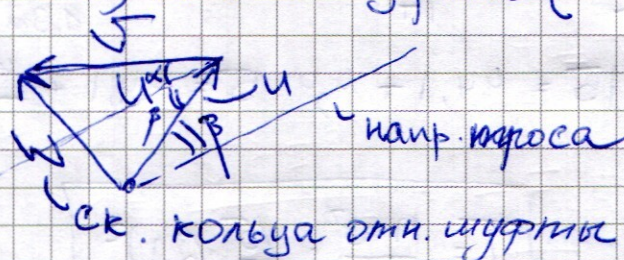
(U - скор. кольца в данн. мом., напр. по кас. к CD)

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

$\cos \alpha = 0,8 \Rightarrow \sin \alpha = 0,6$
 $\cos \beta = \frac{8}{17}$

$\sin \beta = \frac{\sqrt{289-64}}{17} = \frac{\sqrt{225}}{17} = \frac{15}{17}$

2) В с.о. шурфов (U=0, т.к. $U = \text{const}$):



по т.к. cos в Δ скор.:

$$U^2 + U^2 - 2UU \cos(\alpha + \beta) = W^2$$

$$W^2 = U^2 + U^2 \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - 2U^2 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \cdot \cos \alpha \cos \beta + 2U^2 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \cdot \sin \alpha \sin \beta$$

$$W^2 = U^2 \left(1 + \frac{\cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta} - 2 \cos^2 \alpha + 2 \cos \alpha \sin \alpha \tan \beta \right)$$

$$W^2 = U^2 \left(1 + \frac{16 \cdot 17^2}{25 \cdot 64} - 2 \cdot \frac{16}{25} + 2 \cdot \frac{4 \cdot 3}{25} \cdot \frac{15}{8} \right) =$$

$$= U^2 \left(1 + \frac{17^2}{25 \cdot 4} - \frac{32}{25} + \frac{45}{25} \right) = U^2 \cdot \frac{25 + 45 + 289 - 32}{25} =$$

$$= U^2 \cdot \frac{70 + 289 - 8}{25} = U^2 \cdot \frac{70 + 281}{25} = U^2 \cdot \frac{351}{25}$$

$$281 \cdot 4 = 1124$$

Задача 17

$$W^2 = v^2 \frac{100 + 17^2 - 32 \cdot 4 + 45 \cdot 4}{100} = \frac{(25 - 32 + 45) \cdot 4 + 17^2}{100} v^2 =$$

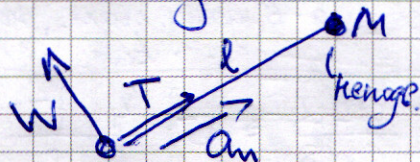
$$= \frac{38 \cdot 4 + 17^2}{100} v^2 = \frac{289 + 152}{100} v^2 = \frac{441}{100} v^2 = \left(\frac{21}{10}\right)^2 v^2$$

$389 + 52 = 391 + 50 = 441$

$W = 2,1 \cdot v = 4,2 \text{ м/с}$

3) В с.о. Мюртон (и.с.о.)

м движ. по окр. радиуса ℓ :



$$T = \frac{W^2}{\ell} \cdot m = m a_m$$

(II з-н Ньют. на трое)

$$T = \frac{(2,1 v)^2}{\ell} \cdot m = m \frac{4,41 v^2 \cdot 15}{17 R} =$$

$$= m \cdot \frac{v^2}{R} \cdot \frac{4,41 \cdot 15}{17} = 0,4 \text{ кг} \cdot \frac{4 \text{ м}^2/\text{с}^2}{1,9 \text{ м}} \cdot \frac{66,15}{17}$$

$$4,41 \cdot 15 = 44,1 + 4,41 \cdot 5 = 44,1 + \frac{44,1}{2} = 44,1 \cdot \frac{3}{2} = \frac{120 + 12 + 0,3}{2} =$$

$$= \frac{132,3}{2} = 66,15$$

~~$\frac{66,15}{17}$~~

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

$$T = 0,4 \cdot \frac{4 \cdot 66,15}{1,9 \cdot 17} \text{ Н} = \frac{16 \cdot 66,15}{19 \cdot 17} \text{ Н} =$$

$$= \left(3 + \frac{89,4}{323}\right) \text{ Н} \approx \left(3 + \frac{90}{300}\right) \text{ Н} \approx 3,3 \text{ Н}$$

Ответ:

$$u = v \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 3,4 \text{ м/с}$$

$$W = 2,1 v = 4,2 \text{ м/с}$$

$$T = \frac{m v^2}{R} \cdot \frac{15}{17} \cdot (2,1)^2 \approx 3,3 \text{ Н}$$

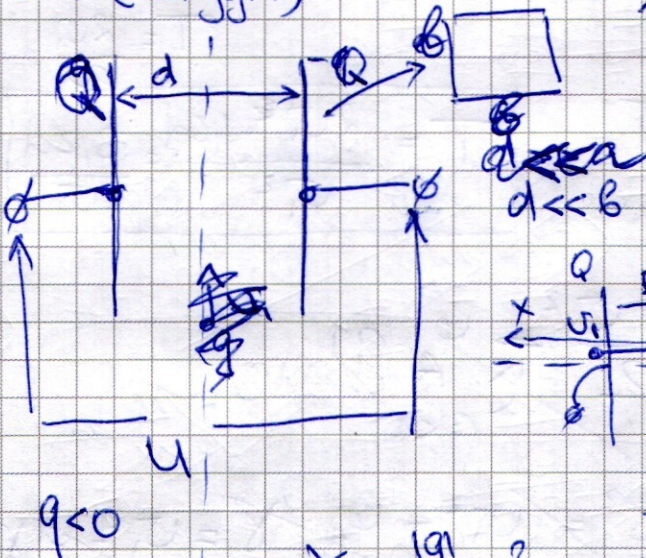
$$\begin{array}{r} \times 66,15 \\ 39690 \\ 6615 \\ \hline 105840 \end{array} \quad \begin{array}{r} \times 19 \\ 133 \\ 19 \\ \hline 323 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 105840 \\ - 96913 \\ \hline 8927 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

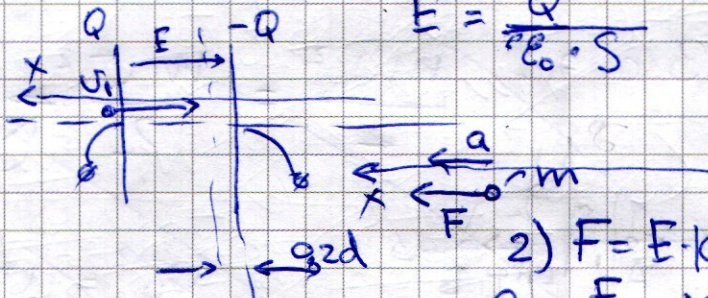
Задача №3

$\epsilon = 1$ (вакуум)



$$1) \frac{Q}{C} = U \Rightarrow Q = UC = U \cdot \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} = \frac{\epsilon_0 S}{d} U$$

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$



$$2) F = E \cdot |q|$$

$$a = \frac{F}{m} = \gamma E$$

(II закон Ньютона)

$$\gamma = \frac{|q|}{m} = ?$$

$$T = ?$$

3) Ур-нен. движ. на Ox :

$$v_1 - at = 0 \quad t = \frac{v_1}{a}$$

$$v_1 t - \frac{at^2}{2} = d - 0,2d = 0,8d$$

$$\frac{v_1^2}{2a} = 0,8d$$

$$v_1^2 = 1,6ad = 1,6 \gamma \cdot E d = 1,6 \gamma \cdot \frac{Q}{\epsilon_0 S} d$$

$$a = \frac{v_1^2}{1,6d}$$

$$= \gamma \cdot \frac{\epsilon_0 S \cdot U}{d \cdot \epsilon_0 S} = \frac{\gamma U}{d} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\gamma = \frac{v_1^2}{1,6U}}$$

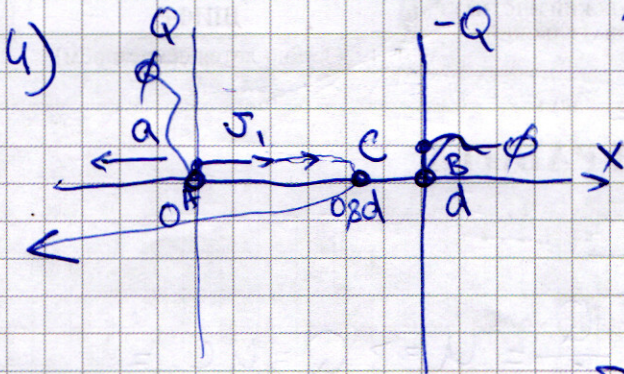
4) Ур-нен. движ. на Ox : $v_1 t - \frac{at^2}{2} = d$

$$v_1^2 t^2 - 3,2a v_1 t + 3,2d^2 = 0$$

$$t = \frac{3,2 v_1 d \pm \sqrt{3,2^2 v_1^2 d^2 - 4 v_1^2}}{2 v_1^2}$$

$$D = (3,2)^2 v_1^2 d^2 - 4 v_1^2$$

Задача 13



y - пер. движ. на Ox :

$$0 = \gamma_1 T - \frac{qT^2}{2}$$

(перемещ. по Ox
(а против γ_1)

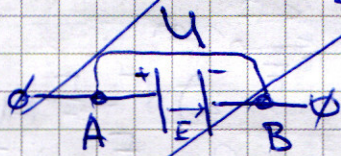
$$T=0 \text{ или } 2\gamma_1 - qT = 0$$

$$T = \frac{2\gamma_1}{a}$$

$$a = \frac{\gamma_1^2}{1,6d}$$

$$T = \frac{2\gamma_1^2 \cdot 1,6d}{\gamma_1^2} = \frac{3,2d}{\gamma_1}$$

5) 3. с. з.: $\frac{mU_0^2}{2} = \frac{m\gamma_1^2}{2} + \frac{\varphi_A \cdot |q|}{q < 0}$



$$\varphi_A = -U$$

$$\varphi_A = -U$$

$$\varphi_B = -U + E \cdot d = -U + \frac{Qd}{\epsilon_0 S} = 0$$

$$\gamma_0^2 = \gamma_1^2 - \varphi_A \cdot \gamma = \gamma_1^2 + U\gamma$$

$$\gamma_0 = \sqrt{\gamma_1^2 + U\gamma}$$

5) 3. с. з.: $\frac{mU_0^2}{2} = \frac{m\gamma_1^2}{2} + W_{\text{электр.}}$

$$\frac{mU_0^2}{2} = \frac{m\gamma_1^2}{2} + \varphi_A \cdot |q| = \varphi_C \cdot |q|$$

$$\varphi_A = U$$

$$\varphi_B = 0$$

$$\varphi_C = 0,2Ed = 0,2 \frac{Q}{S\epsilon_0} \cdot d = 0,2 \cdot \frac{U\epsilon_0}{d} \cdot d = 0,2U$$

$$\frac{mU_0^2}{2} = 0,2U \cdot q$$

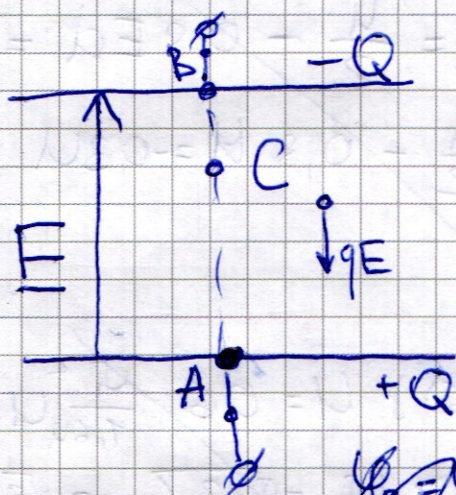
$$\gamma_0^2 = 0,4U\gamma = 0,4U \cdot \frac{\gamma_1^2}{1,6U} = \frac{\gamma_1^2}{4}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 13

5) 3. c. z.: $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + W_{B3.A} = \frac{m v_c^2}{2} + W_{B3.C}$

$$|W_{B3.C}| = |q_e q| \quad |W_{B3.A}| = |q_A \cdot q|$$



~~$$0 - \frac{mv_1^2}{2} = A_{\text{max}} = -q \cdot E \cdot 0,8d =$$~~

$$\frac{3}{2} (W_{B3.C} - W_{B3.A}) = \frac{mv^2}{2}$$

$$\neq \neg \exists x (\phi_C \leftrightarrow \phi_A)$$

$$W_{B3.C} \gg W_{B3.A}$$

$\phi_B = \phi_A - E \cdot d$
 $\phi_B = 0 \Rightarrow \phi_A = U = E \cdot d$
 $W_{B3A} = -\phi_A \cdot q$
 $W_{B3C} = -\phi_C \cdot q$

$$\begin{aligned} \psi_c &= \psi_A - E \cdot 0,8d = \\ &= 0,2 E d \\ \psi_c &< \psi_A \end{aligned}$$

~~Wes. A = Edg~~
~~Wes. C = 0,2 Edg~~

$$W_{B3.C} = \frac{mv_0^2}{2} > 0$$

$$|W_{B3.c}| = |U_c \cdot q| =$$

$$= 191 \cdot 1421$$

$$W_{03, L} = 191.4 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow \varphi_A = 0 \Rightarrow \varphi_C = 0,8 \text{ Ed}$$

A diagram showing a parabolic path on a grid. A particle is at the left end of the path, labeled q . At the right end, it is labeled $q, W_\infty = 0$. A point on the path is labeled ψ . Below the path, the equation $A = W_n = W_\infty - W' = 0$ is written.

$$W_{B3.A} = |g| \cdot |\psi_A|$$

$$191 \cdot (14_e - 14_A) > 0$$

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

$$U_0^2 = 20,8 \text{ Ed} \cdot 191/\text{m} = U_1^2 = 1,6 \cdot U \cdot \gamma = U_1^2 \Rightarrow \boxed{U_0 = U_1}$$

Ombem: $\boxed{U_0 = U_1}$; $\boxed{\gamma = \frac{U_1^2}{1,64}}$; $\boxed{T = \frac{3,2 \text{ m}}{U_1}}$

Задача №3

5) 3. c. а: $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + W_{\text{вз. а}} = \frac{m v_{\text{к}}^2}{2} + W_{\text{вз. с}}$
 $\varphi_{\infty} = 0$

$$W_{\text{вз. с}} - W_{\text{вз. а}} = \frac{m v_1^2}{2} > 0 \Rightarrow W_{\text{вз. а}} < W_{\text{вз. с}}$$

$$W_{\text{вз. с}} = \frac{m v_0^2}{2} > 0$$

$$|q| \cdot |\varphi_c| = W_{\text{вз. с}} \neq W_{\text{вз. а}}$$

~~$$\varphi_A = +\frac{U}{2} \Rightarrow \varphi_B = -\frac{U}{2} \Rightarrow \varphi_c = \frac{U}{2} - 0,8 E d = \frac{U}{2} - 0,8 U = -0,3 U$$~~

~~$$W_{\text{вз. с}} = 0,3 |q| U = \frac{m v_0^2}{2} \quad U = E d$$~~

~~$$v_0^2 = 0,6 \frac{|q|}{m} U = 0,6 \cdot \gamma \cdot U = 0,6 \frac{v_1^2}{1,64} U = \frac{0,6}{1,6} v_1^2 = \frac{3}{8} v_1^2 \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{3}{8}} v_1 = v_1 \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}$$~~

$$v_0 \approx v_1 \cdot \frac{1,73}{2,82} \approx v_1 \cdot 0,61$$

~~$$\sqrt{3} \approx 1,73 \quad \sqrt{2} \approx 1,41$$~~

~~$$v_0^2 = v_1^2 - \frac{|q|}{m} 0,5 U = v_1^2 - \frac{0,5 v_1^2}{1,6} = \frac{1,1}{1,6} v_1^2$$~~

$$\varphi_A = 0 \Rightarrow \varphi_B = E d; \quad \varphi_c = 0,8 E d = 0,8 U$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = 0,8 E d |q| = 0,8 U \cdot |q| = \frac{m v_1^2}{2}$$

$$v_0^2 = 1,6 U \cdot \gamma = v_1^2$$

Ответ:

$$\gamma = \frac{v_1^2}{1,64}; \quad T = \frac{3,2 d}{v_1}; \quad v_0 = v_1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$0 - U = -Ed$$

$$Ed = U$$

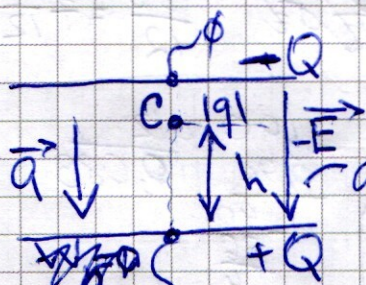
Задача 13

5) З.е.т. $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + W_{\text{взаим. А}} = \frac{mv_c^2}{2} + W_{\text{в.с}} =$

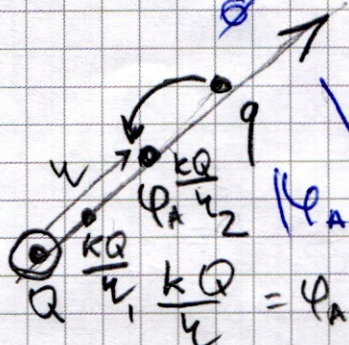
$$|W_{\text{в.с. А}}| = |\varphi_A \cdot q| \neq \dots$$

$$W_{\text{с}} = |q \cdot q| \cdot h = q \cdot \frac{U}{Ed} \cdot Ed$$

(по аналог. с гравит. полем)

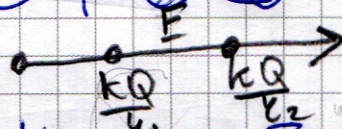


$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + W_{\text{взаим. А}} = \frac{mv_c^2}{2} + W_{\text{в.с}} =$$



$$W_{\text{с}} = \varphi_c \cdot |q| \neq$$

$$|\varphi_A - \varphi_c| = E \cdot 0,8d$$



$$|\varphi_B - \varphi_c| = E \cdot 0,2d$$

$$\varphi_c = \varphi_A + 0,8Ed$$

$$\varphi_B = \varphi_c + 0,2Ed$$

$$W = 0,4 \cdot \varphi_A \cdot q = A$$

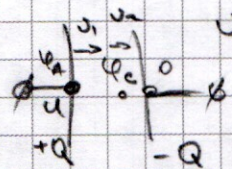
$$\varphi_B - \varphi_A = kQ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) = Ed$$

$$\Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = 0,8Ed = 0,8 \frac{qQ}{\epsilon_0 S} d = \frac{U}{d} \cdot 0,8q$$

$$\boxed{v_0 = v_1}$$

$$= 0,8 \cdot Uq$$

Ответ: $\gamma = \frac{v_1^2}{1,6U}$; $T = \frac{3,2d}{v_1}$; $v_0 = v_1$

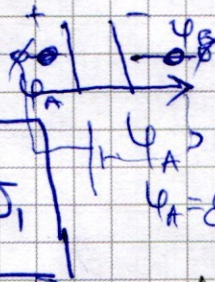


$$v_2 < v_1$$

$$\frac{mv_2^2}{2} = \varphi_A |q| = \frac{mv_1^2}{2} = \varphi_c |q|$$

$$\varphi_A - \varphi_c = Ed$$

$$U = (\varphi_c - \varphi_A) |q| = Ed |q|$$



$$\varphi_A = \varphi_c + Ed$$

Задача 15

$$\frac{2F}{3} (12F + 15udt) - 8F^2 = wdt \cdot \frac{8}{17} (12F + 15udt)$$

$$8F^2 + 10Fudt - 8F^2 = \frac{48F}{17} wdt + \frac{15 \cdot 8}{17} uwdt^2$$

$$10Fu = \frac{48F}{17} W$$

$$W = \frac{1704}{48} = \frac{170}{48} \cdot 25 = \frac{170}{24} 5 =$$

$$= \frac{170}{24} \cdot \frac{85}{12} 5 = \frac{85}{12} 5 = 7 \frac{1}{12}$$

$$W \approx 7,0835$$

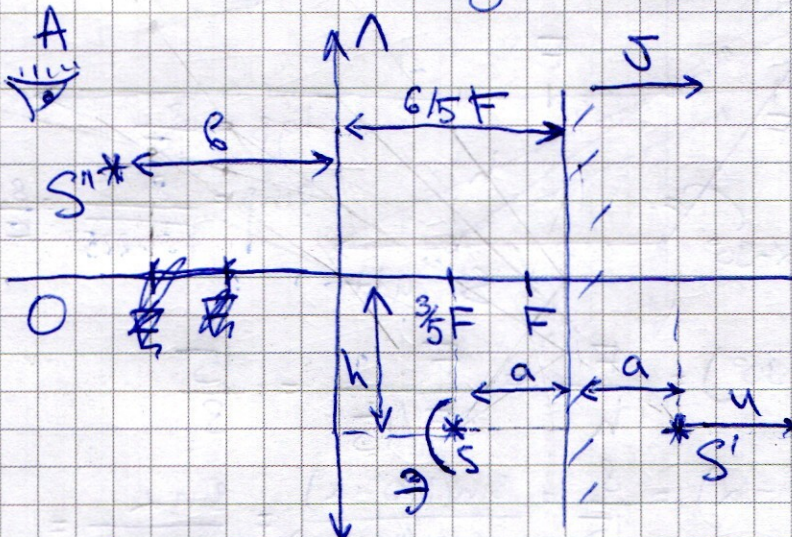
Ответ:

$$\begin{aligned} \beta &= \frac{9}{4} F; \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{8}{15}; \quad W \\ W &= 7 \frac{1}{12} 5 \approx 7,085 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 1,000012 \\ - 0,96 \\ \hline 0,04012 \\ - 0,036 \\ \hline 0,00412 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 15



$$h = \frac{8}{15} F$$

$$\frac{1}{9/5 F} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$$

$$b = \frac{9/5 F^2}{(9/5 - 1)F} = \frac{9}{4} F$$

1) Формула т. линзы:

~~из~~ ~~из~~

т.к. лучи от зерк. расхож. $\Rightarrow$

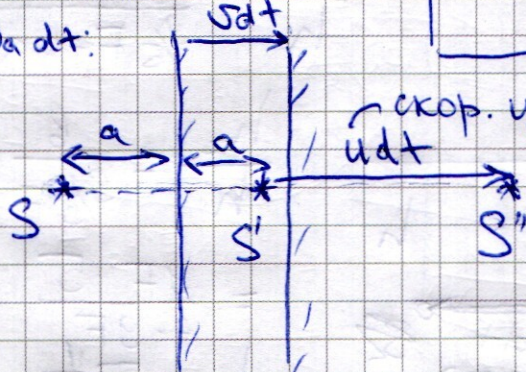
$\Rightarrow$ ис. действ.

из. действ. т.к.

расст. до S' от Λ :

$$\begin{aligned} \frac{3}{5} F + 2a &= \frac{3}{5} F + \\ &+ \left(\frac{6}{5} F - \frac{3}{5} F \right) \cdot 2 = \\ &= \frac{9}{5} F > F \end{aligned}$$

2) За дт:

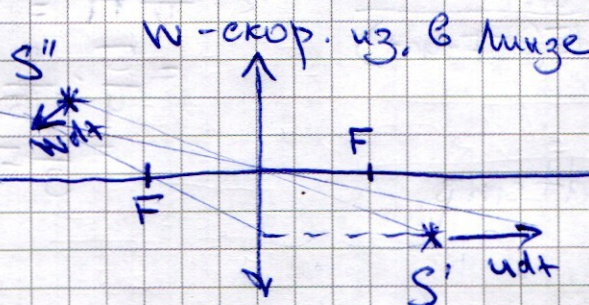


скор. изобр. в зерк.

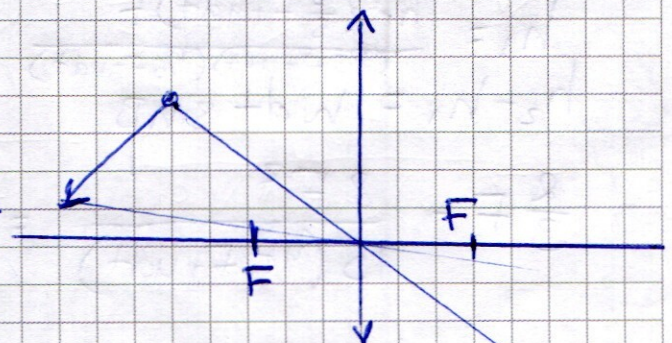
$$2a + 5dt$$

$$2(a + 5dt) = 2a + 4dt$$

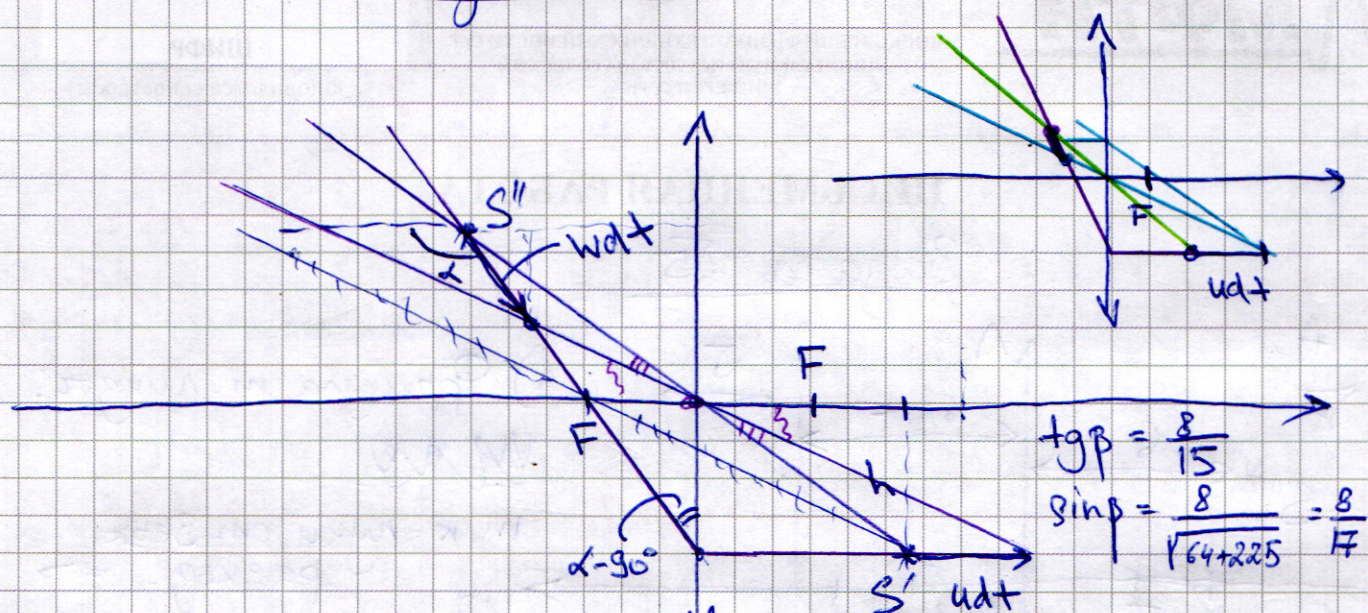
$$u = 2v$$



W-скор. из. в линзе



Задача 15



из геометрии: $\operatorname{tg}(\alpha - 90^\circ) = \frac{F}{h} = \frac{F}{8F/15} = \frac{15}{8}$

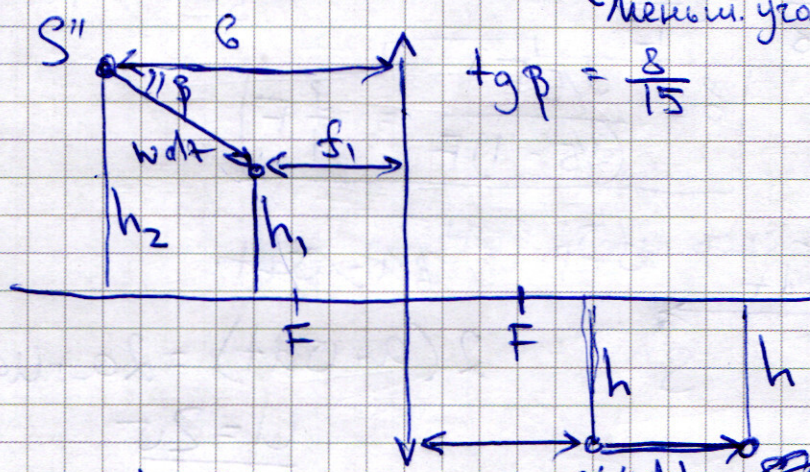
$$\operatorname{tg}(180^\circ - \alpha) = \frac{8}{15} = \frac{\sin(180^\circ - \alpha)}{\cos(180^\circ - \alpha)} = \frac{\sin \alpha}{-\cos \alpha} =$$

$$\boxed{\operatorname{tg} \alpha = -\frac{8}{15}} \quad (\operatorname{tg}(180^\circ - \alpha) = \frac{8}{15}) = -\operatorname{tg} \alpha$$

меньш. угол.

$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{\frac{9}{5}F + udt} = \frac{1}{F}$$

3) $\operatorname{tg} \beta = \frac{8}{15}$



$$\frac{h_1}{h} = \frac{f_1}{\frac{9}{5}F + udt}$$

$$\frac{h_2}{h} = \frac{b}{\frac{9}{5}F} =$$

$$= \frac{9F \cdot 5}{4 \cdot 9F}$$

$$h_2 = \frac{5}{4}h = \frac{5}{4} \cdot \frac{8}{15}F = \frac{2}{3}F$$

$$h_1 = \frac{h \cdot (\frac{9}{5}F + udt)F}{(\frac{9}{5}F + udt)(\frac{4}{5}F + udt)} = \frac{8F^2}{15(\frac{4}{5}F + udt)}$$

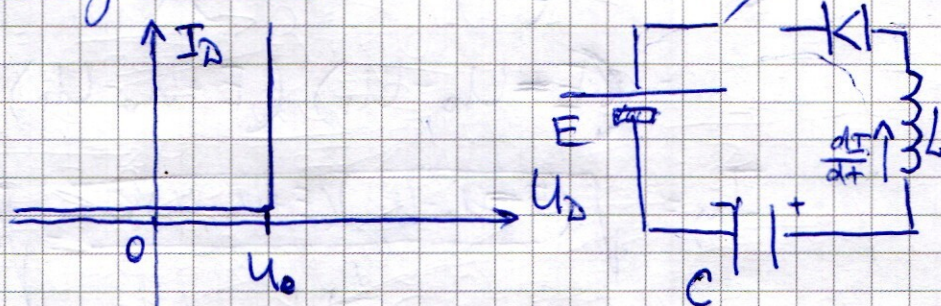
$$h_2 - h_1 = wdt \sin \beta$$

$$\frac{2}{3}F - \frac{8F^2}{15(\frac{4}{5}F + udt)} = wdt \sin \beta$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 14

$$\begin{aligned} E &= 6 \text{ В} \\ C &= 10 \text{ мкФ} \\ U_1 &= 9 \text{ В} \\ L &= 0,4 \text{ Гн} \\ U_0 &= 1 \text{ В} \end{aligned}$$



1) Сразу после зам. К: $U_C = U_1$,
 $I_L = 0 = I_D$

$$L \frac{dI}{dt} + E = U_1 - U_D$$

↑
напр. на D = U₀ т.к. через малое dt по проводу пойдет ток и U₁ > E > U₀

$$L \frac{dI}{dt} + E = U_1 - U_0$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{U_1 - U_0 - E}{L} = \frac{9 \text{ В} - 1 \text{ В} - 6 \text{ В}}{0,4 \text{ Гн}} = 10 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

2) $I = I_{\text{max}} \Rightarrow L \frac{dI}{dt} = 0; U_D = U_0$

$$U_C = U_0 = E \quad U_C = E + U_0 = \frac{q_C}{C}$$

(т.е. пр. к. в цепи) если до откр.

$$\Delta q_C = q_C - q_0 = (U_C - U_1) C = (E + U_0 - U_1) C < 0$$

(изм. зар. на конд.)

$$\Delta q_C = q_E - \text{зар., протекающий через E}$$

3. с. э.: $\frac{L I_m^2}{2} + \frac{U_C^2 C}{2} - \frac{U_1^2 C}{2} = E \cdot q_E$

Задача №4

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

$$L I_m^2 = (E - E + U_0 - U_1)(E + U_0 - U_1)C =$$

$$= (E + U_0 - U_1)(E + U_0 - U_1)C$$

$$I_m = \sqrt{\frac{(E + U_0 - U_1)(E + U_0 - U_1)C}{L}} = \sqrt{\frac{(4B) \cdot (-2B) \cdot 10^{-5} \text{ Ф}}{0,4 \text{ Гн}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{8B^2 \cdot 10^{-5} \text{ Ф}}{4 \text{ Гн}}} = 10^{-2} \sqrt{2} A \approx 14,1 \text{ мА} \quad \sqrt{2} \approx 1,41$$

$$I_m = \sqrt{\frac{(E + U_0 - U_1)(E - U_0 - U_1)C}{L}} \approx 14,1 \text{ мА}$$

3) $U_c = U_z \Rightarrow I_L' = 0 = I_D' = I_c' - U_D + U_z = E$
 (если $U_z > E$)
 (2 пр. кр. х 7. гмх устм)
 $\Delta q_c' = q_E' = U_z C - U_1 C$
 устан.

З.с.з.:

$$\frac{U_z^2 C}{2} - \frac{U_1^2 C}{2} = E \cdot (U_z - U_1) C$$

$$\frac{(U_z - U_1)(U_z + U_1)C}{2} = E(U_z - U_1)C \quad (I_L = 0)$$

$$U_D = E - U_z$$

$$\frac{U_z + U_1}{2} = E \quad \left| \begin{array}{l} U_z = 2E - U_1 = \\ = 3B \end{array} \right|$$

$$U_D = E - U_z = E - 3B = -2B$$

$$U_D = -E + U_z = -3B \quad (\text{Д закрост})$$

Ответ: $\frac{dI}{dt} = 5 \frac{A}{с}, \quad I_m = \sqrt{\frac{(E - U_1)^2 - U_0^2)C}{L}} = 14,1 \text{ мА}$

$$U_z = 2E - U_1 = 3B$$