Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

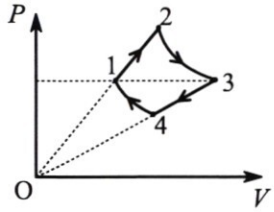
Вариант 11-08

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

1. Шарик подвешен в поле тяжести на легкой упругой пружине с неизвестной жесткостью. Шарик поднимают вверх до положения, когда пружина не деформирована, и отпускают. При дальнейшем движении шарика вдоль вертикали в некоторые моменты времени силы, действующие на шарик со стороны пружины, отличаются в 4 раза, а модули ускорений равны.

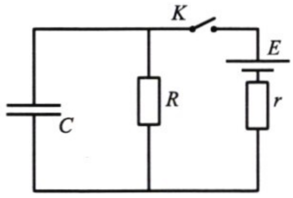
1) Найти модуль ускорения в эти моменты.
2) Найти отношение кинетических энергий шарика в эти моменты.
3) Найти отношение максимальной энергии деформации пружины к максимальной кинетической энергии шарика.

2. Идеальный одноатомный газ из состояния 1 с температурой T_1 расширяется в процессе 1-2 прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V. Затем газ расширяется в изотермическом процессе 2-3, сжимается в процессе 3-4 прямо пропорциональной зависимости давления от объема и сжимается в изотермическом процессе 4-1. В процессе 3-4 давление газа уменьшается в $k = 1{,}7$ раза. Давления газа в состояниях 1 и 3 равны.



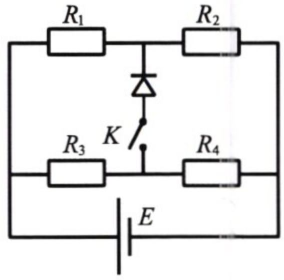
1) Найти температуру газа в процессе 2-3.
2) Найти отношение объемов газа в состояниях 2 и 4.
3) Найти молярную теплоемкость газа в процессе 3-4.

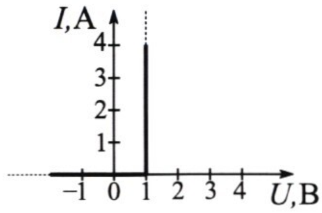
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины E, R, C известны, $r = 4R$. Ключ К на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.



1) Найти ток, текущий через резистор R, сразу после замыкания ключа.
2) Найти напряжение на конденсаторе сразу после размыкания ключа.
3) Найти максимальную скорость роста энергии, запасаемой конденсатором.

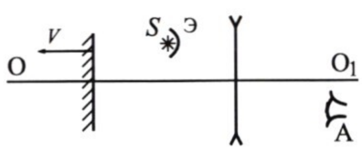
4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника $E = 10$ В, $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 5$ Ом, $R_4 = 15$ Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.





1) Найти ток через резистор R_1 при разомкнутом ключе К.
2) При каких значениях R_3 ток потечет через диод при замкнутом ключе К?
3) При каком значении R_3 мощность тепловых потерь на диоде будет равна $P_D = 0{,}8$ Вт?

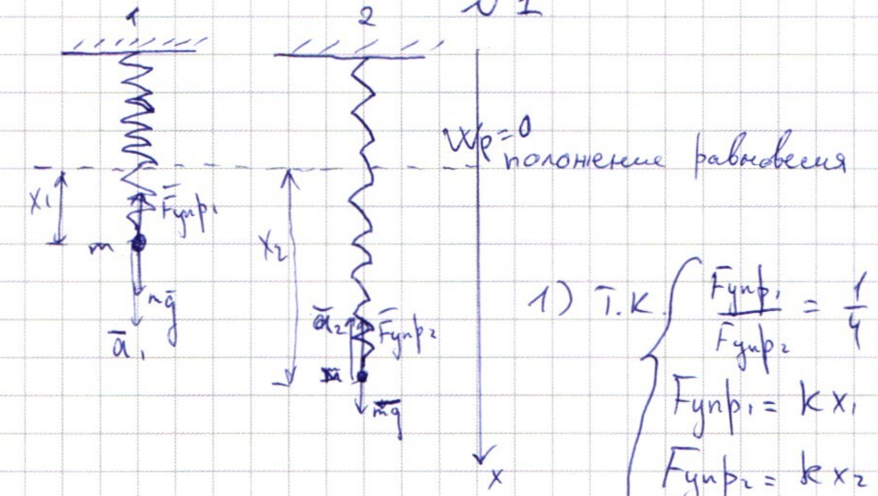
5. Оптическая система состоит из тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $-F\,(F > 0)$, плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси линзы OO₁. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO₁ и на расстоянии $F/3$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO₁. В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $11F/18$ 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 OO₁ движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
3) Найти скорость изображения в этот момент.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



Дано:
g; $\frac{F_{упр1}}{F_{упр2}} = \frac{1}{4}$

a; $\frac{W_{к1}}{W_{к2}}$; $\frac{W_{д\,max}}{W_{к\,max}} = ?$

1) т.к. $\begin{cases} \frac{F_{упр1}}{F_{упр2}} = \frac{1}{4} \\ F_{упр1} = kx_1 \\ F_{упр2} = kx_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{x_1}{x_2} = \frac{1}{4} \Rightarrow x_2 = 4x_1$ (k - жесткость пружины, m - масса шарика)

2) т.к. $|\bar{a}_1| = |\bar{a}_2|$ и положения разные, то $\bar{a}_1 = -\bar{a}_2$.
т.к. a_1 при меньшей деформ, то $\bar{a}_1$ - вниз, а $\bar{a}_2$ - вверх.

3) II з.Н. для шарика на ox в положениях 1 и 2:

$\begin{cases} ma_{1x} = mg_x - F_{упр1x} \\ -ma_{2x} = mg_x - F_{упр2x} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} ma_1 = mg - kx_1 \quad (*) \\ ma_2 = kx_2 - mg = 4kx_1 - mg \\ x_2 = 4x_1 \text{ (п. 1)} \end{cases}$

$+\begin{cases} 4ma_1 = 4mg - 4kx_1 \\ ma_2 = 4kx_1 - mg \end{cases}$

т.к. $a_1 = a_2 = a$, то

$5ma = 3mg \Rightarrow a = \frac{3}{5}g \approx \frac{3}{5}\cdot 10\,\frac{м}{с^2} = \boxed{6\,\frac{м}{с^2}}$

4). Выберем $W_p = 0$ уровень и напишем ЗСЭ для полож. 1 и 2 по сравнению с W на $W_p = 0$

$\begin{cases} 0+0+0 = -mgx_1 + \frac{kx_1^2}{2} + W_{к1} \\ 0+0+0 = -mgx_2 + \frac{kx_2^2}{2} + W_{к2} \end{cases}$

также припишем ур-е (*) с учетом $a_1 = \frac{3}{5}g$

$m\cdot\frac{3}{5}g = mg - kx_1 \Rightarrow k = \frac{2mg}{5x_1}$ и подставим в ур-я энергий.

$W_{k1} = mgx_1 - \frac{kx_1^2}{2} = mgx_1 - \frac{x_1^2}{\cancel{2}}\cdot\frac{8mg}{5\cancel{x_1}} = \frac{4}{5}mgx_1$

$W_{k2} = mgx_2 - \frac{kx_2^2}{2} = 4mgx_1 - \frac{(4x_1)^2}{8}\cdot\frac{8mg}{5x_1} = mgx_1\left(4-\frac{16}{5}\right) = \frac{4}{5}mgx_1$

$x_2 = 4x_1$ (п. 1)

$\frac{W_{k1}}{W_{k2}} = \frac{\frac{4}{5}mgx_1}{\frac{4}{5}mgx_1} = \boxed{1}$

5) Пусть максим. деформ. пружина равна A, тогда ЗСЭ для крайних положений шарика:

$0 = -mgA + \frac{kA^2}{2} \Rightarrow kA = 2mg \Rightarrow k = \frac{2mg}{A}$

6) ЗСЭ для перехода из нач. положения в положение с W_{kmax}:

$0 = W_{kmax} - mgx_{max} + \frac{kx_{max}^2}{2}$

$W_{kmax} = mg\cdot x_{max} - \frac{2mg}{A\cdot 2}x_{max}^2$

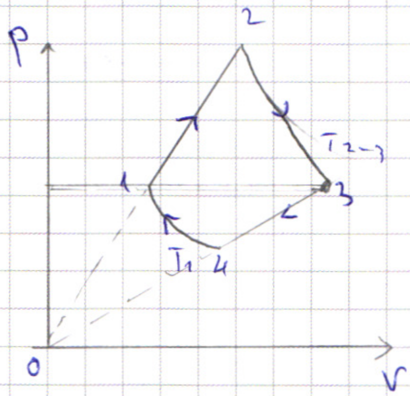
max при $x_{max} = \frac{-mgA}{-2mg} = \frac{A}{2}$

подставив получим $W_{kmax} = mg\cdot\frac{A}{2} - \frac{mg}{A}\cdot\frac{A^2}{4} = \frac{mgA}{4}$

7) $W_{деф\,max} = \frac{kA^2}{2} = \frac{2mg}{A\cdot 2}A^2 = mgA$

8) $\frac{W_{деф\,max}}{W_{кин\,max}} = \frac{mgA}{\frac{1}{4}mgA} \Rightarrow \boxed{4}$

Ответ: 1) $a = \frac{3}{5}g = 6\,\frac{м}{с^2}$; 2) $\frac{W_{k1}}{W_{k2}} = 1$; 3) $\frac{W_{деф\,max}}{W_{кин.\,max}} = 4$.



№2.

Дано:
цикл
T_1
$k = 1{,}7$

$T_{2-3} = ?$
$\frac{V_2}{V_4} = ?$
$C_{34} = ?$

Реш-е:

1) Пусть $p_1 = p$, тогда $p_2 = kp$ по усл.

Пусть $V_1 = V$, тогда т.к. 1→2 прям. пропорц., то $\frac{p}{V} = \frac{kp}{V_2} \Rightarrow V_2 = kV$.

2) Ур-ем М.-К. для перехода 1→2:

$\begin{cases} pV = \nu RT_1 \\ kp\cdot kV = \nu RT_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{k^2} \Rightarrow T_2 = k^2T_1 \rightarrow$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$T_2 = k^2 T_1 = 1{,}7^2 \cdot T_1 = \boxed{2{,}89 T_1}$

3). Т.к. $p_1 = p_3 = p$, то запишем ~~ур-е Клапейрона~~ з. Бойля-Мариотта для перехода 2→3:

$kp \cdot kV = p \cdot V_3$

$V_3 = k^2 V$

4) Запишем з. Бойля-М. для перехода 4→1

$p_4 V_4 = pV \quad (*) \to p_4 = \frac{pV}{V_4}$

5) Запишем условие пропорцион. в процессе 3→4.

$\frac{p}{k^2 V} = \frac{p_4}{V_4} \quad (**)$

6) Совместив выражения (*) и (**) получим

$\frac{p}{k^2V} = \frac{pV}{V_4^2} \Rightarrow k^2 V^2 = V_4^2$

$V_4 = kV \longrightarrow p_4 = \frac{pV}{kV} = \frac{p}{k}$

7) $\begin{cases} V_4 = kV \\ V_2 = kV \end{cases} \Rightarrow \frac{V_2}{V_4} = \boxed{1}$

8). По определению: $C = \frac{\Delta Q}{\nu \Delta T}$

I з. Термод.: $\Delta Q = \underset{\text{числ. равна } S_{\text{под гр-ком } p(V)}}{A_г} + \Delta U = \frac{p_3 + p_4}{2} \cdot (V_4 - V_3) + \frac{3}{2}(p_4 V_4 - p_3 V_3) =$

$= \frac{p + \frac{p}{k}}{2}(kV - k^2 V) + \frac{3}{2}\left(\frac{p}{k} \cdot kV - p \cdot k^2 V\right) =$

$= \frac{(k+1)p}{2}(V - kV) + \frac{3}{2}(pV - k^2 pV) = \frac{pV}{2}(1-k^2) + \frac{3}{2} pV(1-k^2) =$

$= (1-k^2)\, 2pV$

9) По усл. $pV = \nu R T_1$ – Ур-е Менд-Клап. для сост. 1

$\Delta T = T_1 - T_2 = T_1(1-k^2)$.

10) Собирая вместе получим.

$\Delta Q = 2(1-k^2)\cdot \nu R T_1$

$\nu \Delta T = \nu T_1 (1-k^2)$.

11) $C_{34} = \frac{\Delta Q}{\nu \Delta T} = \frac{2\nu R \cancel{T_1}\cdot \cancel{(1-k^2)}}{\cancel{\nu T_1}\cancel{(1-k^2)}} = \boxed{2R}$

Ответ: 1) $T_{2-3} = k^2 T_1 = 2{,}89\, T_1$

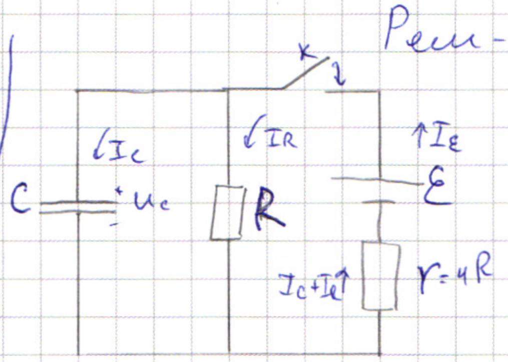
2) $\frac{V_2}{V_4} = 1$.

3) $C_{3-4} = 2R$.

№3.

Дано:
ε; R; C
$r = 4R$

$I_R = ?$
$U_{C_{max}} = ?$
$N_{C_{max}} = ?$



Реш-е:

1) Сразу после замыкания $U_c = 0$ (т.к. оно не успело измениться)
напряж на с.

Запишем сумму падений напряжений в контуре CR (пусть I_R - ток в R, I_c - ток зарядки): $U_C = I_R \cdot R$.

$0 = I_R R \Rightarrow I_R = \boxed{0A}$

2) По ЗС заряда: $I_\varepsilon = I_c + I_R$.

3) Запишем выражения для I_R и I_ε:

$I_R = \frac{U_c}{I_R}$ (Из контура CR).

$I_\varepsilon = \frac{\varepsilon - U_c}{r} = \frac{\varepsilon - U_c}{4R}$ (Из контура $\varepsilon C r$ - Закон Ома)

4) ЗСЭ для цепи:

$A_{ист} = W_c + Q_R + Q_r$

Продифференцировав по времени получим:

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$N_{ист} = N_C + N_R + N_r$

И по условию в момент размык. N_C - max.

$N_C = N_{ист} - N_R - N_r$.

5) Запишем выражения для $N_{ист}; N_R; N_r$:

$N_{ист} = \mathcal{E} \cdot I_\mathcal{E} = \mathcal{E} \cdot \frac{\mathcal{E} - U_c}{4R}$

$N_R = I_R^2 \cdot R = \frac{U_c^2}{R^2} \cdot R = \frac{U_c^2}{R}$

$N_r = I_\mathcal{E}^2 \cdot r = \frac{(\mathcal{E} - U_c)^2}{(4R)^2} \cdot 4R = \frac{(\mathcal{E} - U_c)^2}{4R}$

6) Собирая вместе получим:

$N_C = \mathcal{E}\frac{\mathcal{E} - U_c}{4R} - \frac{U_c^2}{R} - \frac{(\mathcal{E} - U_c)^2}{4R} = \cancel{\frac{\mathcal{E}^2}{4R}} - \frac{\mathcal{E} U_c}{4R} - \frac{U_c^2}{R} - \cancel{\frac{\mathcal{E}^2}{4R}} + \frac{2\mathcal{E} U_c}{4R} - \frac{U_c^2}{4R} =$

$= -\frac{5U_c^2}{4R} + \frac{\mathcal{E} U_c}{4R}$ - принимает max знач. при $U_{c_{max}} = -\frac{b}{2a} = -\frac{\mathcal{E} \cdot 4R}{4R \cdot (-5) \cdot 2} = \frac{\mathcal{E}}{10}$.

N_C - max при $\boxed{U_{c_{max}} = \frac{\mathcal{E}}{10}}$ - и оно не сразу после размык. ключа, т.к. U_c - не успело измениться.

7) N_C - ~~max~~ скорость роста энергии запасаемой конденсатором - max при $U_c = \frac{\mathcal{E}}{10}$: $N_{C max} = -\frac{5}{4R} \cdot \frac{\mathcal{E}^2}{100} + \frac{\mathcal{E}}{4R} \cdot \frac{\mathcal{E}}{10} = \frac{\mathcal{E}^2}{R}\left(\frac{1}{40} - \frac{1}{80}\right)$;

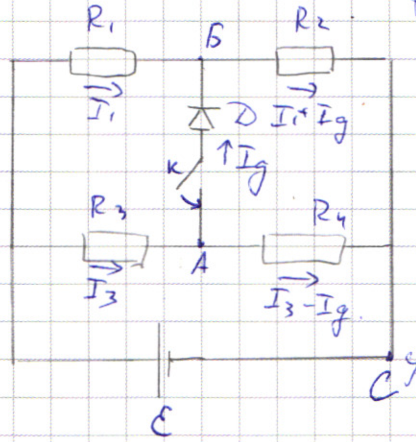
$N_{C max} = \frac{\mathcal{E}^2}{R}\left(\frac{1}{40} - \frac{1}{80}\right) = \boxed{\frac{1}{80}\frac{\mathcal{E}^2}{R}}$

Ответ: 1) $I_R = 0$; 2) $U_{c_{max}} = \frac{\mathcal{E}}{10}$; 3) $N_{C max} = \frac{1}{80}\frac{\mathcal{E}^2}{R}$.

№4.

Дано:
$\mathcal{E} = 10$ В
$R_1 = 5.$ Ом
$R_2 = 5.$ Ом
$R_4 = 15.$ Ом
ВАХ диода
$P_g = 0,1$ Вт.

$I_{R_1} = ?$
$R_3 = ?$
$R_{3_p} = ?$



Реш-е:

1) Запишем II Правило Кирхгофа при разомкнутом ключе для контура $\mathcal{E}R_1R_2$:

$\mathcal{E} = I_{R_1}\cdot(R_1 + R_2)$ при посл. соед. токи равны.

$$I_{R_1} = \frac{\mathcal{E}}{R_1+R_2} = \frac{10В}{5.Ом+5.Ом} = \boxed{1A}.$$

2) Замкнём ключ, чтобы диод был открыт:

$\varphi_A - \varphi_Б = U_g = 1В$. Пусть $U_0 = U_g = 1В$.

3) Пусть в R_1 - ток I_1, в R_3 - ток I_3 в D ток I_g, тогда в соответствии с ЗС Зар. токи распределятся как на чертеже:

Тогда запишем выражения для φ_A и $\varphi_Б$ ~~через~~ приняв $\varphi_C = 0$:

$$\begin{cases} \varphi_A = (I_3 - I_g)R_4 \\ \varphi_A = \mathcal{E} - I_3R_3 \\ \varphi_Б = R_2\cdot(I_1 + I_g) \\ \varphi_Б = \mathcal{E} - I_1R_1 \end{cases}$$

и условие задачи $I_g > 0$.

4) Собрав всё вместе получим:

$$\begin{cases} \varphi_A - \varphi_Б = U_g \\ \varphi_A - \varphi_Б = \mathcal{E} - I_3R_3 - \mathcal{E} + I_1R_1 = I_1R_1 - I_3R_3 \\ \varphi_A - \varphi_Б = I_3R_4 - I_g(R_2 + R_4) - I_1R_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} U_g = I_1R_1 - I_3R_3 \rightarrow \cancel{I_3} \quad (*) \\ U_g = I_3R_4 - I_g(R_2+R_4) - I_1R_2 \rightarrow I_3 = \dfrac{U_g + I_1R_2 + I_g(R_2+R_4)}{R_4} \end{cases}$$

5) Запишем II правило Кирхгофа для контура $\mathcal{E}; R_1R_2$:

$\mathcal{E} = I_1(R_1+R_2) + I_g\cdot R_2$: выразив отсюда $I_1 = \dfrac{\mathcal{E} - I_g\cdot R_2}{R_1+R_2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

6) Поставляем I_1 и I_3 в (*), получаем:

$$U_g = \frac{\mathcal{E} - I_g \cdot R_2}{R_1 + R_2} \cdot R_1 - \frac{U_g + I_1 R_2 + I_g (R_2 + R_4)}{R_4} \cdot R_3$$

$$U_g = \frac{\mathcal{E} \cdot R_1}{R_1 + R_2} - I_g \cdot \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} - U_g \cdot \frac{R_3}{R_4} - \frac{I_1 R_2 R_3}{R_4} - I_g \cdot \frac{(R_2 + R_4) R_3}{R_4};$$

$$U_g \left(\frac{R_4 + R_3}{R_4}\right) = \frac{\mathcal{E} R_1}{R_1 + R_2} - I_g \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{(R_2 + R_4) R_3}{R_4}\right) - \frac{R_2 R_3}{R_4} \cdot \left(\frac{\mathcal{E} - I_g \cdot R_2}{R_1 + R_2}\right)$$

$$U_g \left(\frac{R_4 + R_3}{R_4}\right) = \frac{\mathcal{E} R_1}{R_1 + R_2} - I_g \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{(R_2 + R_4) R_3}{R_4} - \frac{R_2^2 R_3}{R_4 (R_1 + R_2)}\right) - \frac{\mathcal{E} \cdot R_2 R_3}{R_4 (R_1 + R_2)}$$

$$U_g \left(\frac{R_4 + R_3}{R_4}\right) - \mathcal{E} \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} - \frac{R_2 R_3}{R_4 (R_1 + R_2)}\right) = \boxed{-\underbrace{I_g}_{\substack{\wedge \\ 0 \\ \text{по усл.}}} \left[\underbrace{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3}{R_4} \left(\underbrace{R_2 + R_4 - \frac{R_2^2}{R_1 + R_2}}_{20 - \frac{25}{10} > 0}\right)}_{\vee \\ 0}\right]}$$

$$\uparrow 0$$

Сл-но: $U_g \frac{R_4 + R_3}{R_4} - \mathcal{E} \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} - \frac{R_2 R_3}{R_4 (R_1 + R_2)}\right) < 0. \quad / \times R_4 (R_1 + R_2)$

$$U_g (R_4 + R_3)(R_1 + R_2) - \mathcal{E} (R_1 R_4 - R_2 R_3) < 0.$$

$$U_g \left(R_4 (R_1 + R_2) + R_3 (R_1 + R_2)\right) < \mathcal{E} R_1 R_4 - \mathcal{E} R_2 R_3$$

$$U_g R_4 (R_1 + R_2) - \mathcal{E} R_1 R_4 < -\mathcal{E} R_2 R_3 - U_g \cdot R_3 (R_1 + R_2)$$

$$R_3 (\mathcal{E} R_2 + U_g (R_1 + R_2)) < (\mathcal{E} R_1 - U_g (R_1 + R_2)) R_4.$$

$$R_3 < \frac{\mathcal{E} R_1 - U_g (R_1 + R_2)}{\mathcal{E} R_2 + U_g (R_1 + R_2)} \cdot R_4 = \frac{10В \cdot 5.0м - 1В \cdot (5.0м + 5.0м)}{10В \cdot 5.0м + 1В (5.0м + 5.0м)} \cdot 15.0м;$$

$\boxed{R_3 < 10.0м} \Rightarrow R_3 \in [0; 10).0м.$

7) $\begin{cases} P_g = U_g \cdot I_g \Rightarrow I_g = \frac{P_g}{U_g} = \frac{0{,}8Вт}{1В} = 0{,}8A \\ I_1 = \frac{\mathcal{E} - I_g \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{\mathcal{E} - \frac{P_g}{U_g} \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10В - \frac{0{,}8Вт}{1В} \cdot 5.Ом}{5.Ом + 5.Ом} = 0{,}6.A \\ U_g = I_1 R_1 - I_3 R_3 \end{cases}$

$I_3 = \frac{U_g + I_1 R_2 + I_g \cdot (R_2 + R_4)}{R_4} = \frac{1В + 0{,}6A \cdot 5.Ом + 0{,}8A \cdot (5.Ом + 15Ом)}{15.Ом}$

$I_3 = \frac{4}{3} A.$

Тогда $R_3 = \frac{I_1 R_1 - U_g}{I_3} = \frac{(0{,}6A \cdot 5.Ом - 1В)3}{4.A} = \boxed{1{,}5.Ом}$

Ответ: 1) $I_{R_1} = 1A.$

2) $R_3 \in [0.Ом; 10.Ом]$ $(R_3 < 10.Ом)$

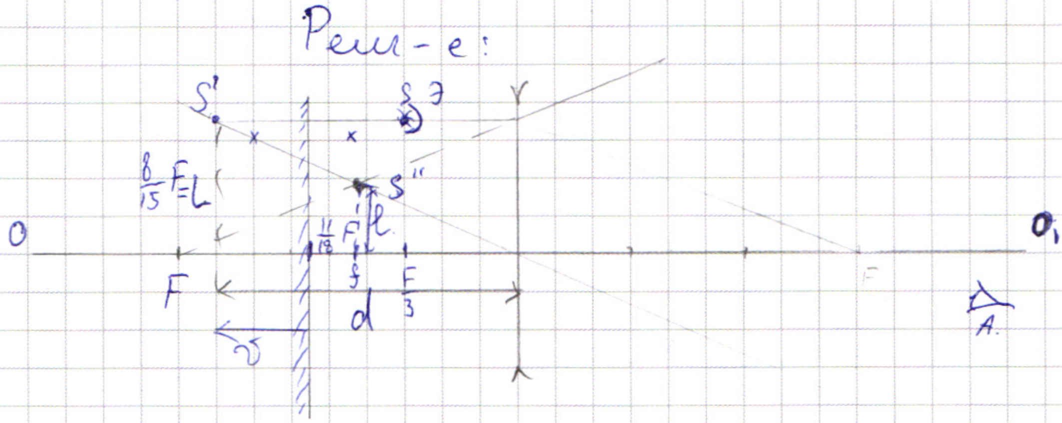
3) $R_3 = 1{,}5.Ом.$

№5.

Дано:
$-F; \frac{8F}{15}; \frac{11F}{18}$
$v;$

1) $f_1 = ?$
2) $\alpha = ?$
3) $u = ?$

Реш-е:



1) Построим изображение S в зеркале и рассчитаем d: $d = 2X + \frac{F}{3} = \frac{F}{3} + \left(\frac{11}{18} - \frac{1}{3}\right)F \cdot 2 = \frac{8F}{9}$ и теперь S'-источник для линзы.

2) Запишем формулу тонкой линзы для S' и S''.

$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{F+d}{Fd} \Rightarrow f = \frac{Fd}{F+d} = \frac{F \cdot \frac{8F}{9}}{9(F + \frac{8}{9}F)} = \frac{8}{17}F.$

S'' перед зеркалом.

(S'' - изображение в системе)

f - расстояние на котором видит S глаз A $\Rightarrow$

$\boxed{f_1 = \frac{8}{17}F}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) $\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{\frac{8}{17}F}{\frac{8}{9}F} = \frac{9}{17}$.

4) $\cancel{\ell = \Gamma \cdot L = \frac{9}{17}\cdot\frac{8}{15}F = \frac{72}{17\cdot 15}F}$.
~~расст. от S'' до OO_1~~

5). При смещении S' на Δx-малый вдоль OO_1 он сместится на $\Gamma^2 \cdot \Delta x$ т.к. продольное увеличение практически не изменилось и поперечное тоже.
а ~~вдоль оси OO_1~~ оно сместится на $\Gamma \Delta x$, т.к. поперечное увеличение практически не меняется. (смещение в принципе)

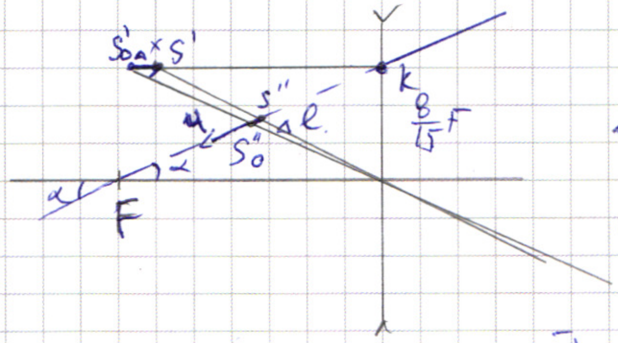
~~тогда $tg\alpha = \frac{\Gamma\Delta x}{\Gamma^2\Delta x} = \frac{1}{\Gamma} = \boxed{\frac{17}{9}}$~~ тогда $\Rightarrow \boxed{\cos\alpha = \Gamma = \frac{9}{17}}$

6) Перейдём в С.О. линзы и $v_S = v \Rightarrow v_{S'} = v$, но перейдя обратно в С.О. Земли получим $v_{S' абс} = 2v$
($v_{абс} = \underset{v}{v_{пер}} + \underset{v}{v_{отн}}$).

тогда $U = \Gamma v_{S' абс} = \frac{9}{17}\cdot 2v = \boxed{\frac{18}{17}v}$.

Ответ: 1) $f_1 = \frac{8}{17}F$.
2) $\cos\alpha = \frac{9}{17}$
3) $U = \frac{18}{17}v$.

5). Чтобы найти угол ~~надо~~ можно ~~заменить~~ заметить, что при смещении на Δx объекта изображение сместится как на чертеже →

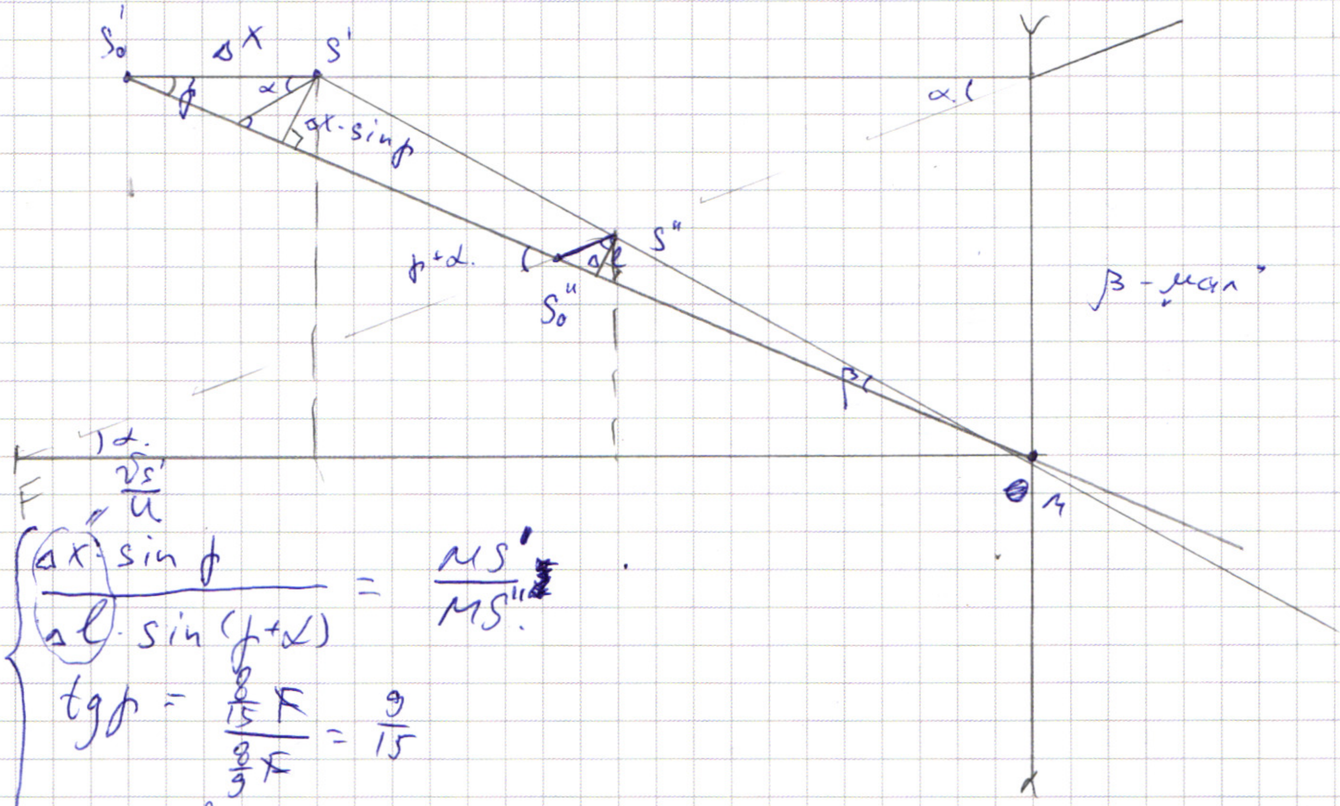


Изображение смещается вдоль линии FK, а следовательно скорость вдоль неё и надо всего лишь найти угол α (на рис.):

$$tg\alpha = \frac{\frac{8}{15}F}{F} = \boxed{\frac{8}{15}}$$

6) Перейдём к нахождению скорости:
Сначала найдем $v_{S'}$:
Перейдём в С.О. ~~лин~~ зеркала:
$v_S = v \Rightarrow v_{S'} = v$ к зеркалу, но перейдя в
Лаб. С.О. $v_{S'абс} = \underset{v_{S'}=v}{v_{отн}} + \underset{v}{v_{пер.}} = 2v$.

7) Пусть $S''S_0'' = \Delta l$, ~~т.к.~~ начертим крупнее



$$\begin{cases} \dfrac{\Delta x \cdot \sin\beta}{\Delta l \cdot \sin(\beta+\alpha)} = \dfrac{MS'}{MS''} \\ tg\beta = \dfrac{\frac{8}{15}F}{\frac{8}{9}F} = \dfrac{9}{15} \\ tg\alpha = \dfrac{8}{15} \end{cases}$$

$\frac{v_{S'}}{u}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

8) $\frac{MS'}{MS''} = \frac{d}{f} = \frac{1}{\Gamma}$

Тогда:
$$\begin{cases} \frac{v_{S'\,adc}}{U} \cdot \frac{\sin\varphi}{\sin(\varphi+\alpha)} = \frac{1}{\Gamma} \\ tg\,\varphi = \frac{9}{15} \Rightarrow \cos\varphi = \frac{15}{\sqrt{15^2+9^2}}, \ \sin\varphi = \frac{9}{\sqrt{15^2+9^2}} \\ tg\,\alpha = \frac{8}{15} \Rightarrow \cos\alpha = \frac{15}{\sqrt{15^2+8^2}=17}; \ \sin\alpha = \frac{8}{\sqrt{15^2+8^2}=17} \end{cases}$$

$$U = \frac{\overset{=2v}{v_{S'\,adc}} \cdot \Gamma \cdot \sin\varphi}{\sin\varphi\cdot\cos\alpha + \sin\alpha\cdot\cos\varphi} = \frac{2v \cdot \frac{9}{17} \cdot \frac{9}{\cancel{\sqrt{15^2+9^2}}}}{\frac{9}{\cancel{\sqrt{15^2+9^2}}} \cdot \frac{15}{\sqrt{15^2+8^2}} + \frac{8}{\sqrt{15^2+8^2}} \cdot \frac{15}{\cancel{\sqrt{15^2+9^2}}}} =$$

$$= \frac{2v \cdot \frac{81}{\cancel{17}}}{\frac{9\cdot 15}{\cancel{17}} + \frac{8\cdot 15}{\cancel{17}}} = \frac{2v \cdot \cancel{81}^{27}}{\cancel{15}_{5} \cdot 17} = \boxed{\frac{54}{85} v}$$

Ответ: 1) $f_1 = \frac{8}{17} F$

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

3) $U = \frac{54}{85} v.$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

☐ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

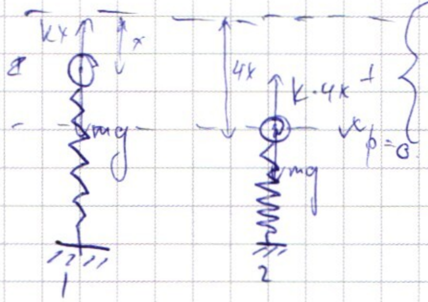
Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\begin{cases} 4mg - 4kx = ma \\ 4kx - mg = ma \end{cases} \to kx = mg - ma = mg - m\cdot\frac{3}{5}g = \frac{2}{5}mg.$$

$3mg = 5ma.$

$a = \frac{3}{5}g = 6\ \frac{м}{с^2}.$

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

$\frac{16}{5} = 3\frac{1}{5}.$

$W_1 = W_2$

$W_{k_1} + \frac{kx^2}{2} + mg\cdot 3x = W_{k_2} + \frac{k(4x)^2}{2} = 4mgx.$

$W_{k_1} = 4mgx - \frac{kx^2}{2} - 3mgx = mgx - \frac{2mg}{5x\cdot 2}x^2 = mgx\left(1 - \frac{2}{10}\right) = \frac{4}{5}mgx$

$W_{k_2} = 4mgx - \frac{16kx^2}{2} = 4mgx - 8\cdot\frac{2mg}{5x}\cdot x^2 = mgx\left(4 - \frac{16}{5}\right) = \frac{4}{5}mgx$

$\boxed{\frac{W_{k_1}}{W_{k_2}} = 1.}$

$mgA = \frac{kA^2}{2} \to 2mg = kA.$

$W_g = \frac{kA^2}{2} = \frac{2mg\cdot A}{2} = mgA$

$W_{kmax} = mgA - \frac{kx^2}{2} - mgx.$

W_{kmax} при $x = \frac{mg}{k}$ $\qquad W_{kmax} = mg\cdot\cancel{\frac{2mg}{k}}A - \frac{kA^2}{8} - mg\cdot\frac{A}{2}$

$C = \frac{\Delta Q}{\nu\Delta T} =$ $\qquad = mgA - mg\frac{A}{2} - \frac{2mg\,A^2}{A\cdot 8} = \boxed{\frac{1}{4}mgA.}$

№2.

$p_1 = p_3$ $\quad T_1$ – дано.

$\frac{1{,}7\cdot p\cdot 1{,}7V}{T_2} = \frac{pV}{T_1} \Rightarrow \boxed{T_2 = 1{,}7^2\cdot T_1}$

$\times\begin{array}{r}1{,}7\\1{,}7\end{array}$ $\quad \frac{p}{k^2V} =$

$+\begin{array}{r}119\\17\end{array}$

$2{,}89$

$\cancel{\frac{1{,}7p\cdot 1{,}7V}{T_2}}$ $\qquad 1{,}7p\cdot 1{,}7V = p\cdot kV \Rightarrow k = 1{,}7^2$

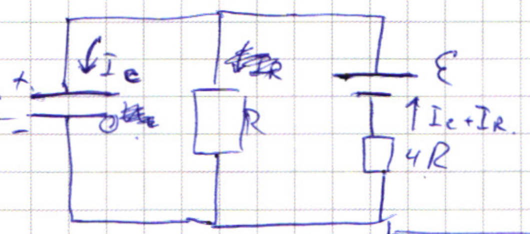
☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

№3

1) ~~$\frac{\varepsilon}{5R}$~~

2) ~~$\frac{\varepsilon}{5R}$ ... $\frac{\varepsilon}{6}$~~



$0 = I_R \cdot R \Rightarrow \boxed{I_R = 0A}$

$$225 + 81 = 306 \qquad 225 + 64 = 289$$

$$I_c = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{C\Delta U}{\Delta t} \qquad I_R = \frac{U_c}{R}$$

$$\Delta q = C \Delta U \qquad I_c + I_R = \frac{\varepsilon - U_c}{\cancel{4R}\ r}$$

~~$W_c = \frac{q^2}{2C}$~~ $\quad N_c = N_\varepsilon - N_R - N_r$

$$N_c = \varepsilon(I_c + I_R) - I_R^2 \cdot R - (I_c + I_R)^2 \cdot r$$

~~$= \varepsilon \cdot I_c + \varepsilon I_R - I_R R - I_R^2 R$~~

$$\varepsilon \cdot \frac{\varepsilon - U_c}{4R} - \frac{U_c^2}{R^2} \cdot R - \frac{(\varepsilon - U_c)^2}{4 \cdot R^2} \cdot 4R \qquad -\varepsilon^2 + 2\varepsilon U_c - U_c^2$$

$$= \cancel{\frac{\varepsilon^2}{4R}} - \frac{\varepsilon \cdot U_c}{4R} - \frac{U_c^2}{R} - \cancel{\frac{\varepsilon^2}{4R}} + \frac{2\varepsilon U_c}{4R} - \frac{U_c^2}{4R} = \qquad -\frac{1}{4} + \frac{2}{4} = \frac{1}{4}$$

$$= -\frac{5U_c^2}{4R} + \frac{\varepsilon U_c}{4R} \quad \text{при } U_c = -\frac{\varepsilon \cdot 4R}{4R(-5)2} = \boxed{\frac{\varepsilon}{10}} \qquad 1 + tg^2\alpha = \frac{1}{\cos^2\alpha}$$

~~$N_c = -\frac{5}{4R}\left(\frac{\varepsilon^2}{25}\right) + \frac{\varepsilon}{4R} \cdot \frac{\varepsilon}{5} = \frac{\varepsilon^2}{R}\left(\frac{1}{20} - \frac{1}{20}\right)$~~

$$\frac{15^2 + 9^2}{15^2} = \frac{1}{\cos^2\alpha}$$

$$N_c = \frac{\varepsilon}{4R} \cdot \frac{\varepsilon}{10} - \frac{5 \cdot \varepsilon^2}{4 \cdot 100 R} \qquad -\frac{5}{2R} U_c + \frac{\varepsilon}{4R} = 0$$

~~$\frac{U_c}{4R}\left(\varepsilon - \frac{5}{?}U_c\right)$~~

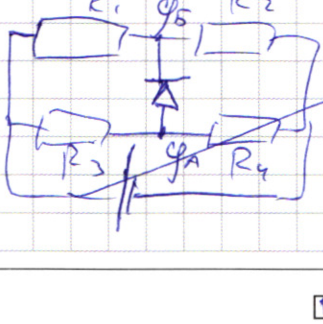
$$\frac{\varepsilon}{24} = \frac{5}{2} U_c$$

$$\frac{\varepsilon^2}{R}\left(\frac{1}{40} - \frac{1}{80}\right) = \boxed{\frac{1}{80}\frac{\varepsilon^2}{R}} \qquad \boxed{\frac{\varepsilon}{10} = U_c}$$

№4.

1) $\frac{\varepsilon}{R_1 + R_2}$ $= \boxed{1A}$

2)



~~$\varphi_A - \varphi_Б = 1B$~~

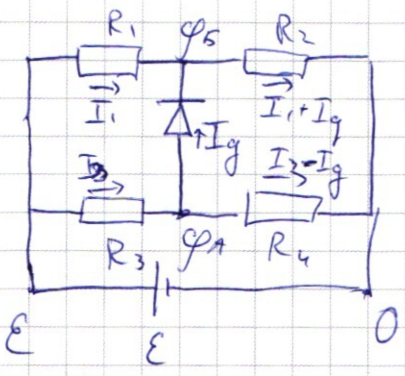
~~$\varphi_Б = \frac{\varepsilon}{2} = 5\ B$~~

$\varphi_A = 6B \to$ через R_4 − ток.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\begin{cases} \varphi_A - \varphi_Б = U_g = 1В \\ I_g > 0 \\ \varphi_Б = R_2\cdot(I_1+I_g) \\ \varphi_Б = \mathcal{E} - R_1 I_1 \\ \varphi_A = (I_3 - I_g)\cdot R_4 \\ \varphi_A = \mathcal{E} - I_3 R_3 \end{cases}$$

$I_1(R_1+R_2) + I_g\cdot R_2 = \mathcal{E}$

$\frac{\mathcal{E}}{I_0}{}_2 \quad 5 \quad 4$

$\frac{6}{10}$

$\varphi_A - \varphi_Б = \mathcal{E} - I_3 R_3 - \mathcal{E} + I_1 R_1 = U_g$

$I_1 R_1 - I_3 R_3 = U_g$

$\varphi_A - \varphi_Б = I_3 R_4 - I_g R_4 - I_1 R_2 - I_g R_2$

$U_g = I_3 R_4 - I_g(R_4+R_2) - I_1 R_2$

$U_g > I_3 R_4 - I_1 R_2$

$I_1 R_1 - \frac{U_g + I_g(R_4+R_2) + I_1 R_2}{R_4} R_3 = U_g$

$I_1 R_1 - \frac{U_g R_3}{R_4} - I_g \frac{R_3(R_4+R_2)}{R_4} - \frac{I_1 \cdot R_2 R_3}{R_4} = U_g$

$\frac{\mathcal{E} - I_g\cdot R_2}{R_1+R_2} R_1 - U_g\cdot\frac{R_3}{R_4} - I_g\cdot\frac{R_3}{R_4}(R_4+R_2) - \frac{R_2 R_3}{R_4}\cdot\frac{\mathcal{E} - I_g R_2}{R_1+R_2} = U_g$

$\frac{\mathcal{E} R_1}{R_1+R_2} - \frac{I_g\cdot R_1 R_2}{R_1+R_2} - I_g\cdot\frac{R_3(R_4+R_2)}{R_4} + \frac{\mathcal{E} R_2 R_3}{R_4(R_1+R_2)} - \frac{I_g\cdot R_2^2\cdot R_3}{R_4(R_1+R_2)} = U_g + U_g\frac{R_3}{R_4}$

$-I_g\left(\frac{R_1 R_2}{R_1+R_2} + \frac{R_3}{R_4}(R_4+R_2) + \frac{R_2^2\cdot R_3}{R_4(R_1+R_2)}\right) = U_g\left(\frac{R_4+R_3}{R_4}\right) - \mathcal{E}\left(\frac{R_2 R_3}{R_4(R_1+R_2)} + \frac{R_1}{(R_1+R_2)}\right)$

0

$~~U_g > \frac{I_1 R_1 - U_g}{R_3} - I_1 R_2~~$

$0 > U_g\left(\frac{R_4+R_3}{R_4}\right) - \mathcal{E}\left(\frac{R_2 R_3}{R_4(R_1+R_2)} + \frac{R_1}{R_1+R_2}\right)$

$U_g > \cancel{\frac{\mathcal{E} - I_g\cdot R_2}{(R_1+R_2)R_3}} \frac{R_1}{R_3}\cdot\frac{(\mathcal{E} - I_g\cdot R_2)}{R_1+R_2}$

$\frac{50-10}{50+10}\cdot 15$

$2{,}5 + \frac{20 R_3}{15} - 25\cdot R_3$

$~~R_2 + R_4 \quad \wedge \quad \frac{R_2^2}{R_1+R_2}~~$

$\frac{40}{60}\cdot 15 = 10$

$~~20 \quad \wedge \quad \frac{25}{10}~~$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

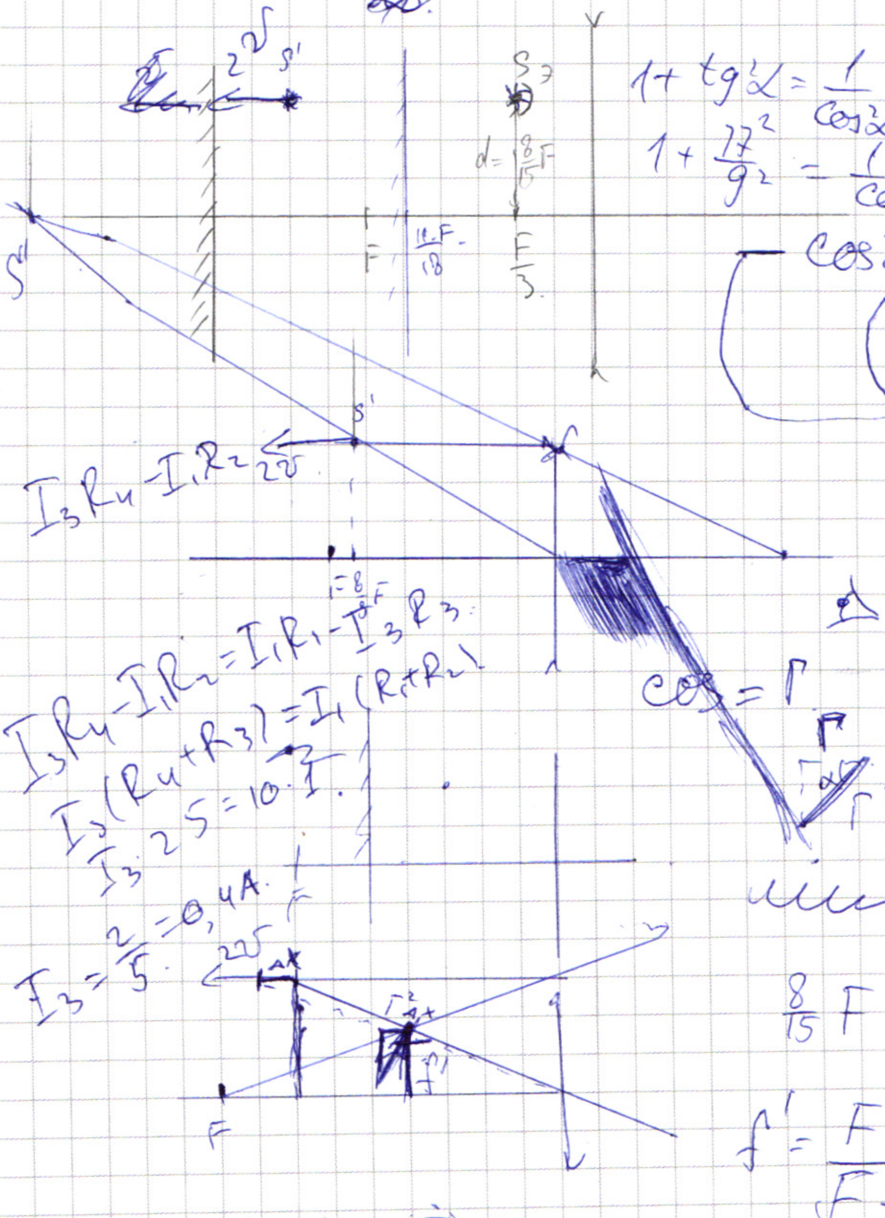
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$$\frac{1+\frac{6}{12}\cdot 3+\frac{8}{10}\cdot 20}{15} = \frac{1+3+16}{15} = \frac{20}{15} = \frac{4}{3}A$$

$\Gamma = 1$

$$\frac{3-1}{4}\cdot 3 = \frac{2}{4}\cdot 3 = 1,5.$$

$\Gamma =$ $\left(\frac{11}{18}-\frac{1}{3}\right)\cdot 2 =$



$1+tg^2\alpha = \frac{1}{\cos^2\alpha}$ $\frac{5}{18}\cdot 2 = \frac{10}{18}+\frac{1}{3}=$

$1+\frac{17^2}{9^2} = \frac{1}{\cos^2\alpha}$ $\frac{16}{18} = \frac{8}{9}F.$

$\cos^2\alpha = \frac{9^2}{9^2+17^2}$

$\Gamma_{\Delta x}$ $\Gamma = 1$

$90° = \Gamma\cos\alpha$

$I_3R_4 - I_1R_2$

$$\frac{8\cdot 9}{9(9+8)} = \frac{8}{17}$$

$\cos\alpha$. Γ.

$I_3R_4 - I_1R_2 = I_1R_1 - I_3R_3$

$I_3(R_4+R_3) = I_1(R_1+R_2)$

$I_3 \cdot 25 = 10 \cdot I$

$\cos = \Gamma$

$\frac{8}{17}$ $\frac{11}{18}$.

$I_3 = \frac{2}{5} = 0,4A.$

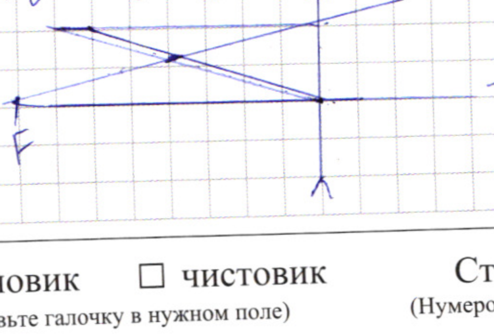
$\Gamma = \frac{f}{d}$

$\frac{8}{15}F$ $\Gamma' = \frac{f' = f + \frac{F\Delta d}{F+d}}{d' = d+\Delta x}$

$$f' = \frac{F(d+\Delta d)}{F+d+\Delta d} \approx \frac{Fd}{F+d} + \frac{F\Delta d}{F+d}.$$

$$\Gamma' = \Gamma + \frac{F\Delta d}{(F+d)d}$$

$0,4\cdot 15 = \frac{2}{5}\cdot 15 = 6B$



$U = I_3R_4 - I_1R_2.$

черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)