

Олимпиада «Физтех» по физике, 11 класс

Вариант 11-07

Класс 11

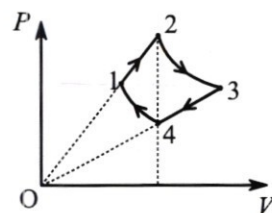
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

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 3 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.

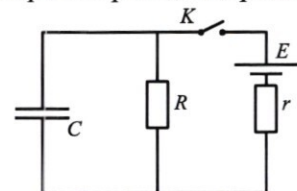
2. Идеальный одноатомный газ из состояния 1 с температурой T_1 расширяется в процессе 1-2 прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V . В процессе 1-2 объем газа увеличивается в $k = 1,8$ раза. Затем газ расширяется в изотермическом процессе 2-3, сжимается в процессе 3-4 прямо пропорциональной зависимости давления от объема и сжимается в изотермическом процессе 4-1. Объемы газа в состояниях 2 и 4 равны.

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



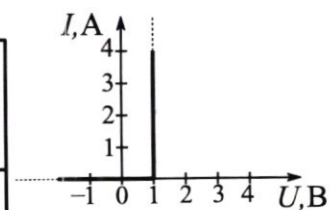
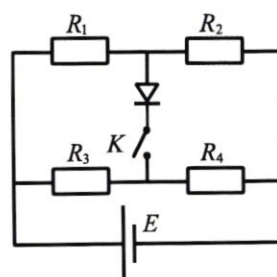
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины E, R, C известны, $r = 3R$. Ключ K на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.

- 1) Найти ток, текущий через источник, сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти ток, текущий через конденсатор, непосредственно перед размыканием ключа.
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?



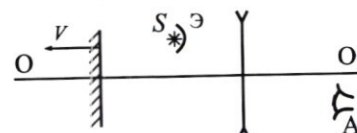
4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника $E = 8$ В, $R_2 = 3$ Ом, $R_3 = 6$ Ом, $R_4 = 2$ Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.

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

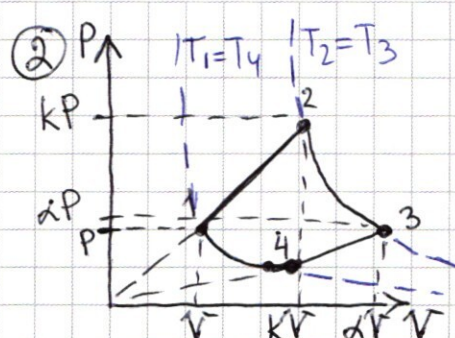


5. Оптическая система состоит из тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $-F$ ($F > 0$), плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси линзы OO_1 . Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии F от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $3F/2$ 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



T_1 ; $k=1,8$

Решение: на основе текста задачи отметим координаты P и V и введем коэффициент α .

1) По ур. Менделеева-Клапейрона

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1} \quad \frac{kP \cdot kV}{T_2} = \frac{PV}{T_1} \quad T_2 = T_3 = k^2 T_1$$

$$T_2 = k^2 T_1 = 1,8^2 T_1 = 3,24 T_1$$

2) По ур. Менделеева-Клапейрона:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_3 V_3}{T_3} \quad \frac{PV}{T_1} = \frac{\alpha P \cdot \alpha V}{T_3} \quad \frac{1}{T_1} = \frac{\alpha^2}{T_3}$$

Из ранее найденного ($T_3 = k^2 T_1$) получаем, что $\alpha^2 = k^2$, т.е. $\alpha = k$

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{\alpha P}{P} = \alpha = k = 1,8$$

$$3) C_{12} = \frac{\Delta Q_{12}}{\Delta T_{12}} \quad \Delta T_{12} = T_2 - T_1 = T_1 (k^2 - 1)$$

По I началу термодинамики

$$Q_{12} = A'_{12} + \Delta U_{12}$$

$$A'_{12} = P_2 V_2 - P_1 V_1 = kP \cdot kV - PV = PV (k^2 - 1)$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \nu R T_1 (k^2 - 1)$$

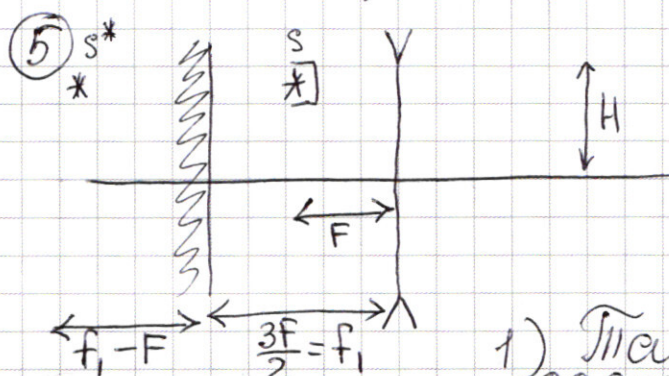
$$Q_{12} = (PV + \frac{3}{2} \nu R T_1) (k^2 - 1)$$

Заметим, что $PV = \nu R T_1$, значит

$$Q_{12} = \frac{5}{2} \nu R T_1 (k^2 - 1)$$

$$C_{12} = \frac{5}{2} \nu R T_1 (k^2 - 1) \cdot \frac{1}{T_1 (k^2 - 1)} = \frac{5}{2} \nu R$$

Ответ: 1) $T_2 = T_3 = k^2 T_1 = 1,8^2 T_1 = 3,24 T_1$
 2) $\frac{P_3}{P_1} = \alpha = k = 1,8$
 3) $C = \frac{5}{2} 2R$



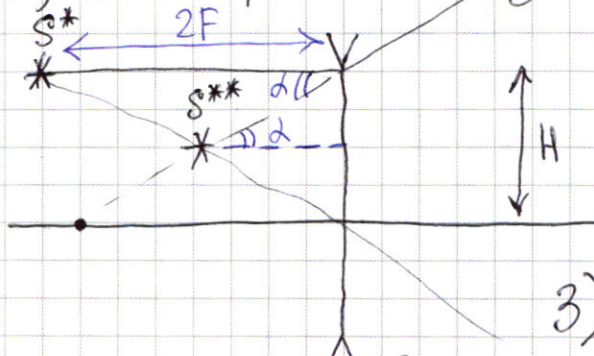
Решение:
 срежем рисунок
 для момента, ког-
 да зеркало нахо-
 дится от линзы
 на $f_1 = \frac{3F}{2}$

1) Так как источник S
 дает изображение S^* в
 зеркале, то для линзы S^* - источник,
 находящийся на расстоянии $d = 2f_1 - F$

По ф. тонкой линзы:

$$-\frac{1}{F} = -\frac{1}{d} - \frac{1}{f} \quad f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{F(2f_1-F)}{2f_1-2F} = 2F$$

2) Построим изображение S^{**} для S^*



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,5H}{2F} = \frac{3}{16}$$

$$\alpha = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{3}{16}$$

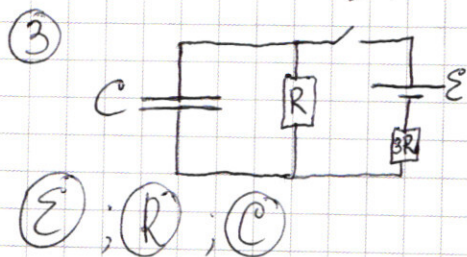
$$3) U_{**} = \sigma_* \Gamma^2 = \sigma \Gamma^2 = \sigma \cdot \left(\frac{f}{d}\right)^2$$

$$U_{**} = \sigma \cdot \frac{4F^2}{4F^2} = \sigma$$

$$\begin{array}{c} \leftarrow \sigma_{\text{отн.}} \quad \leftarrow \sigma_{\text{пер.}} \\ \leftarrow \sigma_{\text{абс.}} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \sigma_{\text{пер.}} = \sigma \\ \sigma_{\text{отн.}} = U_{**} = \sigma \\ \sigma_{\text{абс.}} = \sigma + \sigma = 2\sigma \end{array}$$

Ответ: 1) $2F$
 2) $\operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{3}{16}$
 3) 2σ



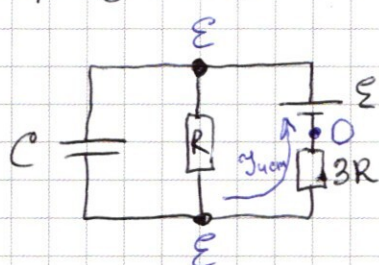
Решение:

1) Рассмотрим цепь до за-
 мыкания ключа.

$$U_C = 0 \quad U_{\text{цепи}} = 0$$

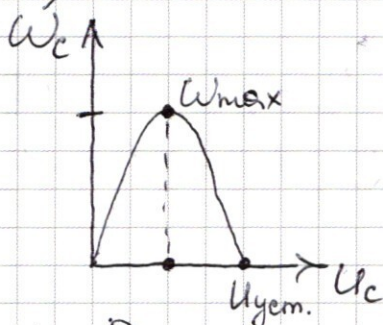
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

- 2) Рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа. U_C не изменится скачкообразно (т.е. $U_C(\tau) = U_C = 0$). Расставим потенциалы.



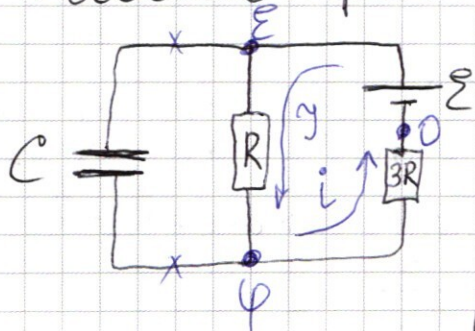
$$i_{уст.} = \frac{E}{3R}$$

- 3) Рассмотрим зависимость $\omega_C(U_C)$



В силу симметрии скорость роста энергии (т.е. $\omega_C' = U_C \gamma$) максимальна, когда $U_C^* = \frac{U_{уст.}}{2}$.

- 4) Рассмотрим установ. состояние



$i_C = 0$ (уст. состояние)

$$i = i$$

$$\frac{E - \varphi}{R} = \frac{\varphi}{3R}$$

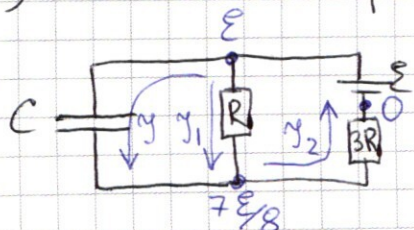
$$\varphi = \frac{3E}{4}$$

$$U_{уст.с} = E - \varphi = E - \frac{3E}{4} = \frac{E}{4}$$

Значит ключ разомкнут, когда напряжение на конденсаторе $U^* = \frac{U_{уст.}}{2}$

$$U^* = \frac{E}{8} !$$

- 5) Рассмотрим цепь перед $\rightarrow$ ($U_C = \frac{E}{8}$)



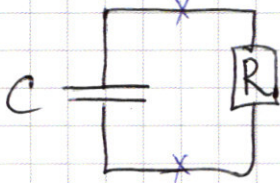
Из з.сохр. заряда

$$i_2 = i + i_1 \quad i = i_2 - i_1$$

$$\gamma = \frac{7\varepsilon}{8} \cdot \frac{1}{3R} - \frac{\varepsilon}{8R} = \frac{\varepsilon}{6R}$$

$$\boxed{\gamma = \frac{\varepsilon}{6R}}$$

6) Рассмотрим цепь после $\rightarrow$
(устойчивившийся режим)



$$\gamma_c = 0 \Rightarrow \gamma_R = 0 \Rightarrow U_R = 0 \Rightarrow U_c = 0$$

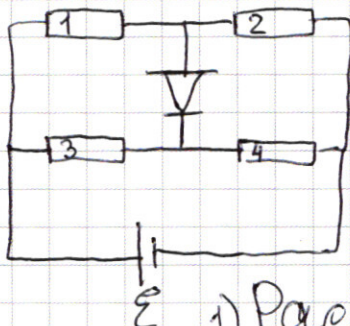
$$A\sigma = \Delta W_c + Q$$

$$Q = -\Delta W_c = -\left(\frac{CU_c^2}{2} - \frac{CU^{*2}}{2}\right) = \frac{CU^{*2}}{2}$$

$$Q = \frac{C}{2} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{8}\right)^2 = \frac{C\varepsilon^2}{128}$$

Ответ: 1) $\gamma_{\text{уст.}} = \frac{\varepsilon}{3R}$
2) $\gamma = \frac{\varepsilon}{6R}$
3) $Q = \frac{C\varepsilon^2}{128}$

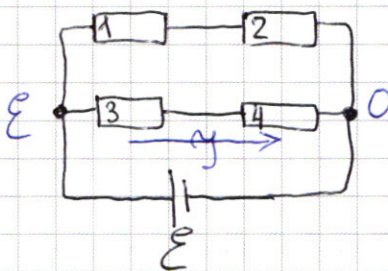
④



Дано: $\varepsilon = 8\text{В}$; $R_2 = 30\Omega = 1,5R$
 $R_3 = 60\Omega = 3R$; $R_4 = 20\Omega = R$
 $U_0 = 1\text{В}$

Решение:

1) Рассмотрим цепь при $\rightarrow$



П. к. [3] и [4] соединены последовательно, то $\gamma_3 = \gamma_4 = \gamma$

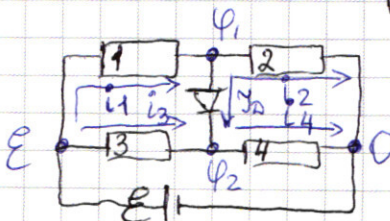
$$\gamma_3 = \gamma_{34} = \frac{\varepsilon}{R_{\text{общ.}}}$$

$$\gamma_3 = \frac{\varepsilon}{4R} = \frac{8}{4 \cdot 2} = 1\text{А}$$

2) (Решение 3 пункта/вопроса)

Исходя из зависимости $\gamma_D(U_D)$, видно, что $P_D = 2\text{Вт}$, когда $\gamma_D = 2\text{А}$

Рассмотрим схему при $\gamma_D = 2\text{А}$



По з. сохранения заряда

$$\sum i_1 = \gamma_D + i_2$$

$$\sum i_3 + \gamma_D = i_4$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{cases} \frac{\mathcal{E} - \varphi_1}{R_1} = 2 + \frac{2\varphi_1}{3R} & (1) \\ \frac{\mathcal{E} - \varphi_2}{3R} + 2 = \frac{\varphi_2}{R} & (2) \end{cases}$$

$$(1) \quad \frac{8 - \varphi_1}{R_1} = 2 + \frac{2\varphi_1}{6} \Rightarrow 48 - 6\varphi_1 = (12 + 2\varphi_1)R_1$$

$$R_1 = \frac{24 - 3\varphi_1}{6 + \varphi_1} \quad (*)$$

$$(2) \quad \frac{\mathcal{E} - \varphi_2}{6} + \frac{12}{6} = \frac{3\varphi_2}{6}$$

$$\mathcal{E} - \varphi_2 + 12 = 3\varphi_2 \Rightarrow \varphi_2 = \frac{\mathcal{E} + 12}{4} = 5 \text{ В}$$

Заметим, что $U_D = \varphi_1 - \varphi_2 = 1 \text{ В}$

$$\varphi_1 = \varphi_2 + 1 = 6 \text{ В}$$

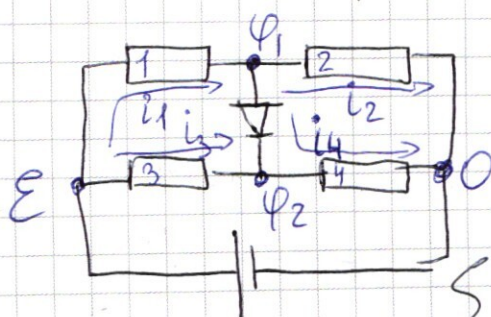
Подставим $\varphi_1 = 6 \text{ В}$ в $(*)$

$$R_1 = \frac{24 - 18}{6 + 6} = \frac{6}{12} = 0,5 \text{ Ом}$$

3) (Решение 2 пункта/вопроса)

Рассмотрим цепь, когда $U_D = 0$

По 3. сохр. заряда



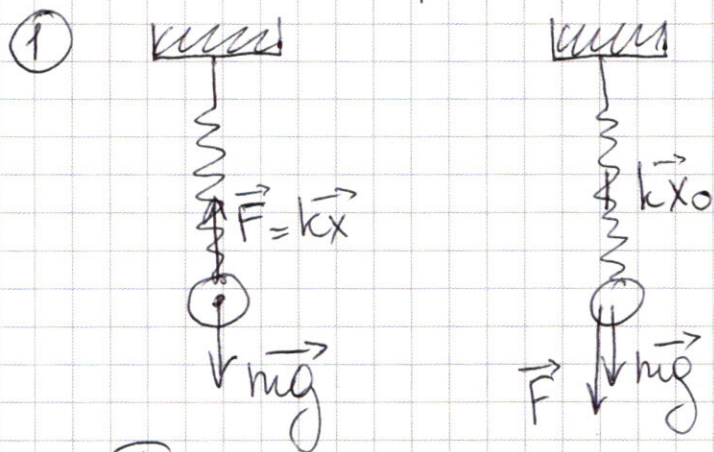
$$\begin{cases} i_1 = i_2 \\ i_3 = i_4 \end{cases}$$

$$\frac{\mathcal{E} - \varphi_1}{R_1} = \frac{2\varphi_1}{3R} \Rightarrow R_1 = \frac{(\mathcal{E} - \varphi_1) \cdot 3R}{2\varphi_1}$$

$$\frac{\mathcal{E} - \varphi_2}{3R} = \frac{\varphi_2}{R} \Rightarrow \mathcal{E} = 4\varphi_2$$

$$\varphi_2 = 2 \text{ В} \Rightarrow \varphi_1 = 3 \text{ В} \Rightarrow R_1 = 5 \text{ Ом}$$

- Ответ: 1) $y_3 = 1A$
 2) $R_1 < 50 \text{ Ом}$
 3) $R_1 = 0,5 \text{ Ом}$



По II з. Ньютона

$$kx - mg = ma$$

$$kx_0 + mg = ma$$

$$\begin{cases} kx - mg = ma = kx_0 + mg \\ kx_0 + mg = 3(kx - mg) \end{cases}$$

$$\begin{cases} k(x - x_0) = 2mg \\ k(3x - x_0) = 4mg \end{cases}$$

$$\therefore \begin{cases} k(x - x_0) = 2mg \\ k(3x - x_0) = 4mg \end{cases}$$

$$\frac{3x - x_0}{x - x_0} = 2mg$$

$$3x - x_0 = 2mgx - 2mgx_0$$

$$x_0 = \frac{x(3 - 2mg)}{(1 - 2mg)}$$

$$a = \frac{kx_0}{m} + g = \frac{kx(3 - 2mg)}{m(1 - 2mg)} - g$$

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \quad E_p = \frac{kx^2}{2}$$

Т.к. $a_1 = a_2$, то

$$\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \frac{v_1^2}{v_2^2} \approx \frac{a_1}{a_2} = 1$$

$$\frac{E_{p\max}}{E_{k\max}} = \frac{kx_0^2 \cdot 2}{2mv^2} = \frac{kx_0^2}{mv^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Handwritten solution on grid paper for a physics problem involving lenses and mirrors.

Diagram 1 (Left): Shows a lens with focal length F and an object at distance $2F$. The image is formed at distance d_1 . The height of the object is H .

Diagram 2 (Right): Shows a lens with focal length F and an object at distance d_1 . The image is formed at distance d . The height of the object is H .

Calculations:

$$H = \frac{3F}{4}$$

$$1) \frac{1}{F} = +\frac{1}{2F} + \frac{1}{d} \Rightarrow \frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{2F} = \frac{1}{2F} \Rightarrow d = 2F$$

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

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} + \frac{1}{2F} \Rightarrow d = \frac{F \cdot 2F}{F + 2F} = \frac{2F^2}{3F} = \frac{2}{3}F$$

$$F_1 = \frac{3F}{2}$$

$$F = 8F$$

$$d = \frac{3F}{4}$$

Diagram 3 (Bottom Left): Shows a lens with focal length F and an object at distance $F + 2F_1$. The image is formed at distance d . The height of the object is H .

Diagram 4 (Bottom Right): Shows a lens with focal length F and an object at distance 8 . The image is formed at distance 16 . The height of the object is 15 .

Calculations:

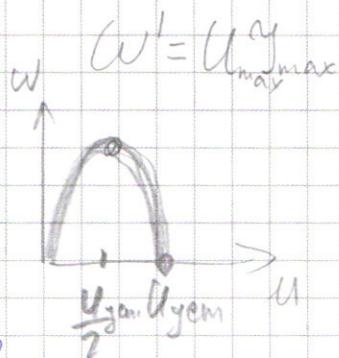
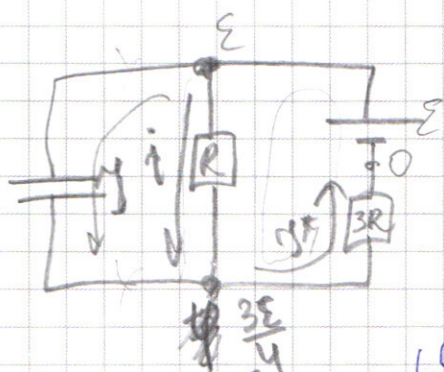
$$\tan \alpha = \frac{H}{F} = \frac{3F}{4F} = \frac{3}{4}$$

$$\alpha = \arctan 0,75$$

$$U_1 = \sigma F^2 = \sigma \frac{F^2}{2}$$

$$U_1 = \sigma \cdot \frac{9F^2}{8F^2} \cdot 16 = 16\sigma$$

Diagram 5 (Bottom Right): Shows a lens with focal length F and an object at distance 8 . The image is formed at distance 16 . The height of the object is 15 .



$$24R$$

$$U_{ген} = \varepsilon - \varphi$$

$$\frac{\varphi}{3R} = \frac{\varepsilon - \varphi}{R}$$

$$\varphi = 3\varepsilon - 3\varphi$$

$$4\varphi = 3\varepsilon$$

$$P = \frac{\varepsilon^2}{4R}$$

$$\varphi = \frac{3\varepsilon}{4}$$

$$U_{ген} = \varepsilon - \frac{3\varepsilon}{4} = \frac{\varepsilon}{4}$$

$$U_{пер} = \frac{\varepsilon}{8}$$

$$U_{пер} = \frac{U_{пер}}{R}$$

$$\frac{7\varepsilon}{24R} - \frac{3\varepsilon}{24R}$$

$$\frac{3\varepsilon}{4 \cdot 3R} = \frac{\varepsilon - 3\varepsilon}{4 \cdot R} + i$$

$$i = \frac{3\varepsilon - (\varepsilon - 3\varepsilon)}{12R \cdot 4R}$$

$$\frac{4\varepsilon}{24R} - \frac{3\varepsilon}{6R} = \frac{3\varepsilon - 3\varepsilon + 9\varepsilon}{12R} = \frac{9\varepsilon}{12R}$$

$$(3) Q = \frac{CU^2}{2} - 0 = \frac{C \cdot \varepsilon^2}{64 \cdot 2}$$

$$8\varepsilon - 8\varphi = \varepsilon$$

$$7\varepsilon = 8\varphi \quad \varphi = \frac{7\varepsilon}{8}$$

$$P = \frac{\varepsilon^2}{4R}$$

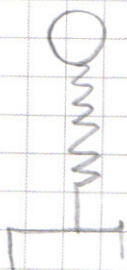
$$P = \frac{\varepsilon^2}{4R}$$

$$\frac{1}{f} - \frac{1}{f} = \frac{1}{f} -$$

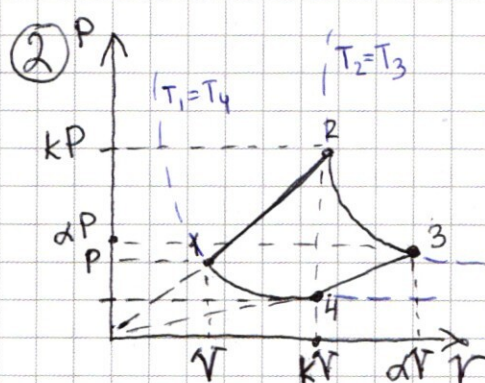
$$kx_0 = -\Delta m g + kx$$

$$* \quad \Delta m g = kx - kx_0$$

$$\Delta m g - kx = m a = (m_0 + m) a$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



① ; $P; V; (k=1,8)$

Решение: на основе текста задачи отметим координаты P и V .

1) По ур. Менделеева-Клапейрона:

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{T_3}$$

$$T_2 = k^2 T_1 = T_3 \quad (T_2 = T_3, \text{ т.к. 2-3 изотермич. процесс})$$

$$T_2 = k^2 T_1 = 1,8^2 T_1 = 3,24 T_1$$

2) По ур. Менделеева-Клапейрона:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_3 V_3}{T_3}$$

$$\frac{P V}{T_1} = \frac{\alpha P \cdot \alpha V}{T_3} \Rightarrow \frac{1}{T_1} = \frac{\alpha^2}{T_3}$$

Также заметим, что из ранее доказанного

$$T_3 = T_2 = k^2 T_1 \Rightarrow \alpha^2 = k^2 \quad \alpha = k$$

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{\alpha P}{P} = \alpha = k$$

3) $C_{12} = \frac{\Delta Q_{12}}{\Delta T_{12}} \quad \Delta T_{12} = T_2 - T_1 = T_1 (k^2 - 1)$

По I началу термодинамики

$$Q_{12} = A'_{12} + \Delta U_{12}$$

$$A'_{12} = P_2 V_2 - P_1 V_1 = kP \cdot kV - P \cdot V = PV (k^2 - 1)$$

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

$$Q_{12} = (PV + \frac{3}{2} \nu R T_1) (k^2 - 1)$$

Также заметим, что $PV = \nu R T_1$, значит

$$Q_{12} = \frac{5}{2} \nu R T_1 \cdot (k^2 - 1)$$

$$C = \frac{Q_{12}}{\Delta T_{12}} = \frac{5}{2} 2RT_1 (k^2 - 1) \cdot \frac{1}{T_1(k^2 - 1)} = \frac{5}{2} 2R$$

Ответ: 1) $T_2 = T_3 = k^2 T_1 = 3,24 T_1$

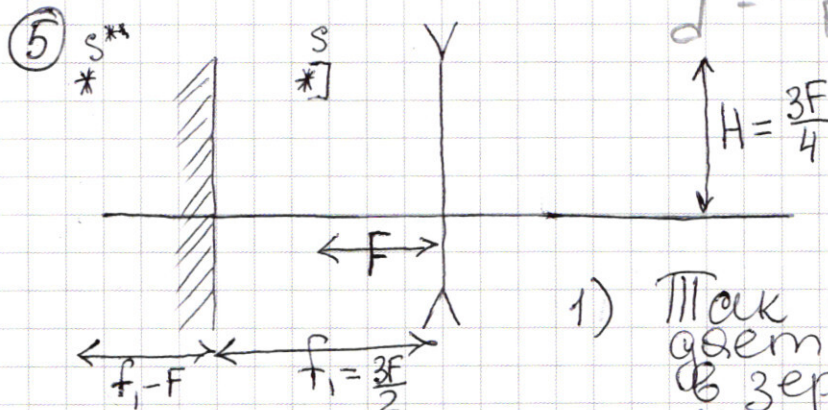
2) $\frac{P_3}{P_1} = \alpha = k = 1,8 \quad -\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$

3) $C = \frac{5}{2} 2R$

$$\frac{1}{d} = -\frac{1}{F} - \frac{1}{f} = -\frac{(f+F)}{Ff}$$

Решение:

сделаем рисунок для изображения когда зеркало находится от линзы на $f_1 = \frac{3F}{2}$



1) Так как источник S дает изображение S* в зеркале, то для линзы S* - источник, находящийся на расстоянии $f_1 = \frac{3F}{2}$

По ф. тонкой линзы:

$$2f_1 - F = d$$

$$3F - F = d$$

$$d = 2F$$

~~$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2F} + \frac{1}{d}$$~~

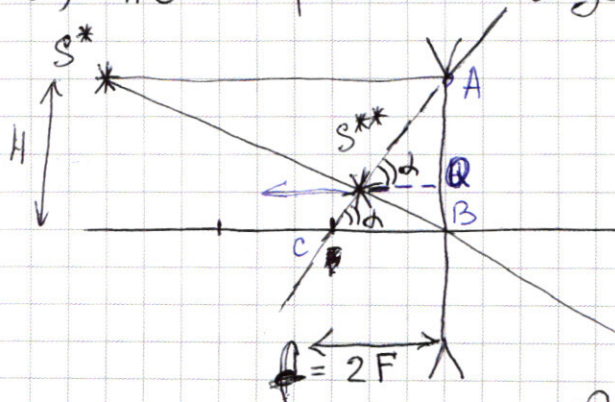
~~$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F+2F} + \frac{1}{F+3F} = \frac{1}{3F} + \frac{1}{4F} = \frac{4+3}{12F} = \frac{7}{12F}$$~~

~~Решение:~~

~~$$-\frac{1}{F} = -\frac{1}{d} - \frac{1}{f}$$~~

~~$$d = \frac{F \cdot d}{d - F} = \frac{F \cdot (2f_1 - F)}{2f_1 - 2F} = 2F$$~~

2) Построим изображение S** для S*



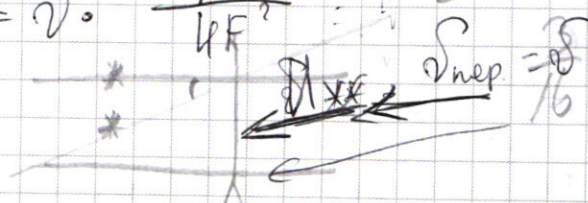
Из подобия $\triangle AS^**Q$ и $\triangle ABC$

$$\frac{AQ}{AS^**} = \frac{AB}{BC} = \tan \alpha$$

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

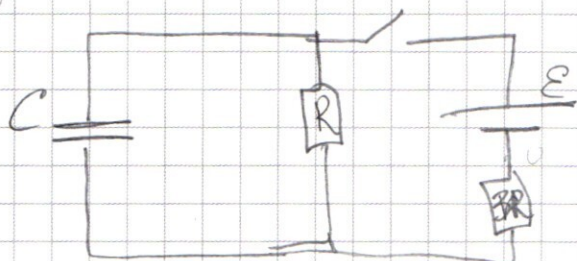
$$\frac{H}{2 \cdot 2F} = \frac{3F}{4 \cdot 4F}$$

$$U_1 = U \cdot \Gamma^2 = U \cdot \left(\frac{f}{d}\right)^2 = U \cdot \frac{4F^2}{16F^2} = \frac{U}{4}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3)



$q_{oc} = 0$ (E) (R) (C)

$W'_{max} = U_{max} y_{max}$

1) $t \rightarrow 0$ $\rightarrow$ y нет

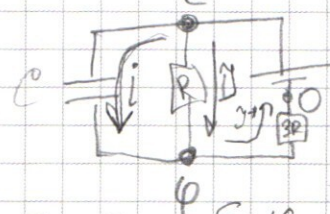
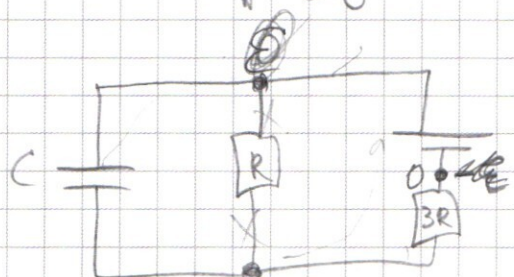
$U_c = 0$

$\rightarrow$ сразу после $\rightarrow$

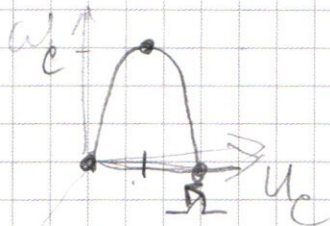
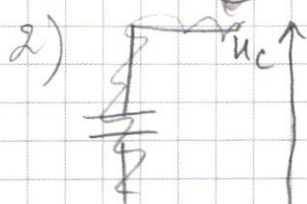
$U_c(\tau) = U_c = 0$

$y = \frac{E}{3R}$

$t \in (-\infty; \infty)$



$U_c^* = E - \varphi$



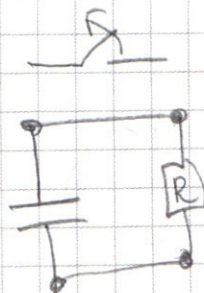
$\frac{\varphi}{3R} = \frac{E - \varphi}{R} + i$

$\frac{\varphi}{3R} - \left(\frac{3E - 3\varphi}{3R} \right) = i$

$\frac{\varphi - 3E + 3\varphi}{3R} = i$

$\frac{4\varphi - 3E}{3R} = i$

3)

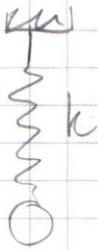


$\Delta S = \Delta W + Q$

$0 = \frac{CU^{*2}}{2} - 0 + Q$

$Q = \frac{CU^{*2}}{2}$

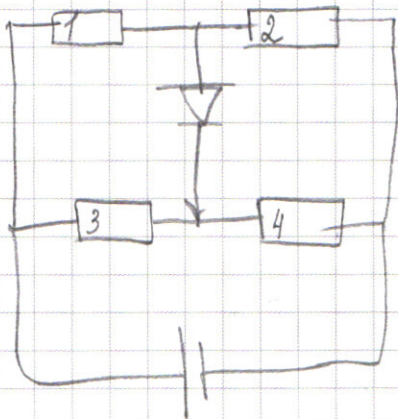
1



~~R₁ = 100 Ω~~

~~R₂ = 100 Ω~~ $g = a$

4

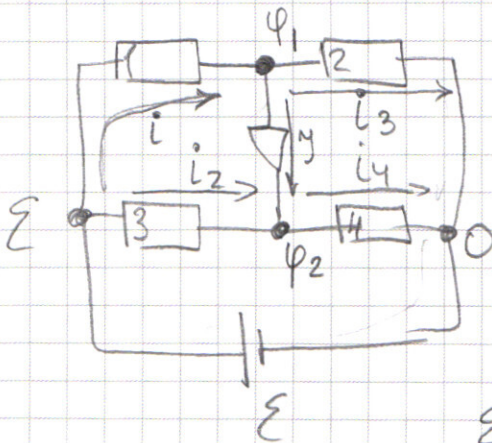
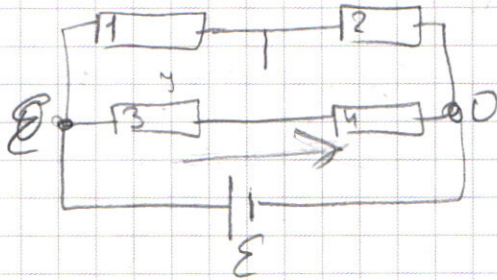


$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= 8 \text{ В} \\ R_2 &= 30 \text{ м} = 1.5 R \\ R_3 &= 60 \text{ м} = 3 R \\ R_4 &= 20 \text{ м} = R \end{aligned}$$

$$\frac{2-R}{3-R}$$

$\mathcal{E}$ см Д.оп. ($U = 1 \text{ В}$) $y > 0$
 $\mathcal{E}$ см Д.о.ф. ($y = 0$)

$$1) \quad y_3 = y_4 = y_{34} = \frac{\mathcal{E}}{R_3 + R_4} = 1 \text{ А}$$



$$\varphi_1 - \varphi_2 = 1 \text{ В}$$

$$\varphi_1 = \varphi_2 + 1$$

$$\varphi_2 = \varphi_1 + 1$$

$$2) \quad \frac{\mathcal{E} - \varphi_1}{R_1} = y$$

$$\frac{\mathcal{E} - \varphi_1}{R_1} = \frac{\varphi_1}{R_2} + y$$

$$\frac{\mathcal{E} - \varphi_2}{R_3} + y = \frac{\varphi_2}{R_4}$$

$$\frac{\mathcal{E} - \varphi_2}{3R} + y = \frac{\varphi_2}{R}$$

$$\frac{\mathcal{E} - \varphi_1}{R_1} - \frac{\varphi_1}{R_2} = y$$

$$\frac{\mathcal{E} - \varphi_2}{3R} - \frac{3\varphi_2}{3R} = -y$$

$$\frac{\mathcal{E} - 4\varphi_2}{3R} = -y \quad y = \frac{4\varphi_2 - \mathcal{E}}{3R}$$

$$\frac{4\varphi_2 - \mathcal{E}}{3R} = \frac{\mathcal{E}R_2 - \varphi_1(R_2 - R_1)}{R_1 R_2} \quad 4\varphi_2$$

$$\mathcal{E}R_2 - \varphi_1(R_2 - R_1) = y R_1 R_2$$



черновик



чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned} \frac{\mathcal{E} - \varphi_1}{R_1} &= \frac{\varphi_1}{1,5R} + \mathcal{Y} & \varphi_1 - \varphi_2 &= 1 \\ \frac{\mathcal{E} - \varphi_2}{3R} + \mathcal{Y} &= \frac{\varphi_2}{R} & \varphi_1 &= 1 + \varphi_2 \\ \frac{\varphi_1}{1,5R} + \frac{\varphi_2}{R} &= \frac{\mathcal{E} - \varphi_1}{R_1} + \frac{\mathcal{E} - \varphi_2}{3R} \\ \frac{\mathcal{E} - \varphi_1}{R_1} - \frac{\varphi_1}{1,5R} &= \frac{\varphi_2}{R} - \frac{\mathcal{E} - \varphi_2}{3R} \\ 1,5R\mathcal{E} - 1,5\varphi_1 R - R_1\varphi_1 &= \frac{3\varphi_2 R - \mathcal{E}R + \varphi_2 R}{\cancel{R}} \\ \cancel{R} \cdot R_{1/2} & & & \\ 3R\mathcal{E} - 3\varphi_1 R - 2R_1\varphi_1 &= 3\varphi_2 R_1 - \mathcal{E}R_1 + \varphi_2 R_1 \\ 6\mathcal{E} - 6\varphi_1 - 2R_1\varphi_1 &= \cancel{3\varphi_2 R_1} - \mathcal{E}R_1 + 4\varphi_2 R_1 \\ 48 - 6 - 6\varphi_2 - 2R_1 - 2R_1\varphi_2 &= 4\varphi_2 R_1 - 8R_1 \\ 42 - 6\varphi_2 &= 6R_1\varphi_2 - 6R_1 \\ 7 - \varphi_2 &= R_1\varphi_2 - R_1 \quad (***) \\ \frac{\varphi_1 + 1,5\varphi_2}{\cancel{R}} &= \frac{3R\mathcal{E} - 3R\varphi_1 + \mathcal{E}R_1 - R_1\varphi_2}{\cancel{R} \cdot R_1} \\ R_1 2\varphi_1 + 3\varphi_2 R_1 &= 3R\mathcal{E} - 3R\varphi_1 + \mathcal{E}R_1 - R_1\varphi_2 \\ 2R_1\varphi_1 + 3\varphi_2 R_1 &= 48 - 6\varphi_1 + 8R_1 - R_1\varphi_2 \\ \cancel{3R} 2R_1\varphi_1 + 4R_1\varphi_2 &= 48 - 6\varphi_1 + 8R_1 \end{aligned}$$

$$2R_1 \varphi_1 + 4R_1 \varphi_2 = 48 - 6\varphi_1 + 8R_1$$

$$2R_1 + 2R_1 \varphi_2 + 4R_1 \varphi_2 = 48 - 6\varphi_2 - 6 + 8R_1$$

$$R_1 + 3R_1 \varphi_2 = 21 - 3\varphi_2 + 4R_1$$

$$3R_1 \varphi_2 = 21 - 3\varphi_2 + 3R_1$$

$$R_1 \varphi_2 = 7 - \varphi_2 + R_1$$

(**) +

$$7 - \varphi_2 = R_1 \varphi_2 - R_1$$

$$\varphi_1 = \varphi_2 + 1$$

$$\frac{\varepsilon - \varphi_1}{R_1} = 1 + \frac{2\varphi_1}{3R}$$

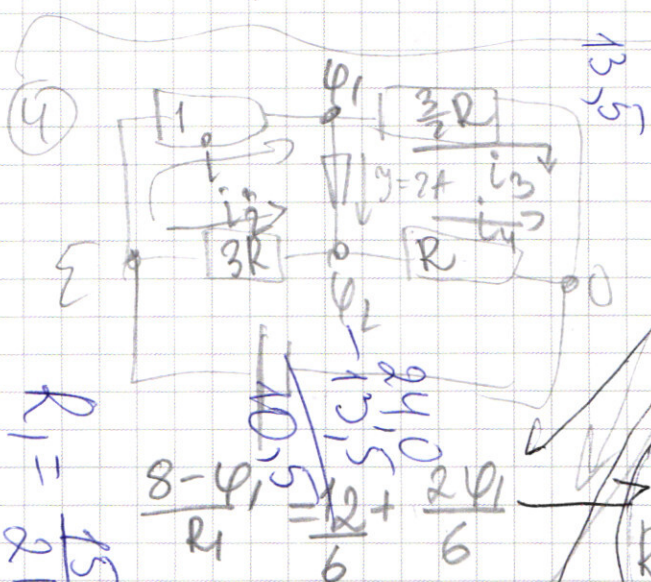
$$\frac{\varepsilon - \varphi_2 + 1}{3R} = \frac{\varphi_2}{R}$$

$$\frac{\varepsilon - \varphi_2 + 3R}{3R} = \frac{\varphi_2}{R}$$

$$3\varepsilon - 3\varphi_1 = 3R + 4\varphi_1$$

$$24 - 3\varphi_1 = 3R + 4\varphi_1$$

$$\frac{\varepsilon - \varphi_1}{R_1} = \frac{3R + 2\varphi_1}{3R}$$



$$R_1 = \frac{15}{4} = 3.75$$

$$\frac{8 - \varphi_1}{R_1} = \frac{12}{6} + \frac{2\varphi_1}{6}$$

$$(8 - \varphi_1) \cdot 6 = (12 + 2\varphi_1) R_1$$

$$R_1 = \frac{48 - 6\varphi_1}{12 + 2\varphi_1} = \frac{24 - 3\varphi_1}{6 + \varphi_1}$$

$$\frac{\varepsilon - \varphi_2 + 12}{6} = \frac{3\varphi_2}{6}$$

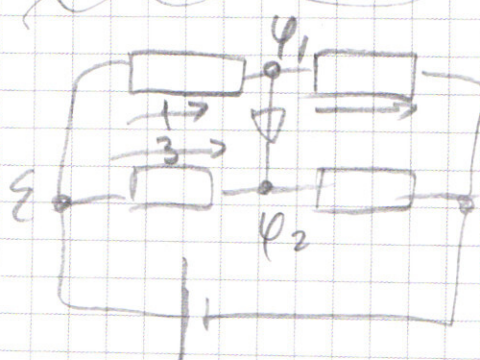
$$\varepsilon - \varphi_2 + 12 = 3\varphi_2$$

$$4\varphi_2 = \varepsilon + 12 = 20$$

$$\varphi_2 = 5$$

$$\varphi_1 = 6$$

$$R_1 = \frac{24 - 18}{6 + 6} = \frac{6}{12} = 0.5 \quad (3)$$



$$10.5 = 2.5 R_1$$

$$R_1 = \frac{25}{10.5}$$

$$\varepsilon - \varphi_2 + 3R = 3\varphi_2$$

$$\varepsilon + 6 = 4\varphi_2$$

$$14 = 4\varphi_2$$

$$\varphi_2 = \frac{14}{4} = \frac{7}{2} = 3.5$$

$$\varphi_1 = 4.5$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{4\varphi_2 - \varepsilon}{3R} = \frac{\varepsilon R_2 - (\varphi_2 + 1)(R_2 - R_1)}{R_1 R_2}$$

$$\frac{4\varphi_2 - 8}{6} = \frac{24 - (\varphi_2 + 1)(3 - R_1)}{3R_1}$$

$$12\varphi_2 R_1 - 24R_1 = 24 \cdot 6 - 6(3\varphi_2 - \varphi_2 R_1 + 3 - R_1)$$

$$2\varphi_2 R_1 - 4R_1 = 24 - 3\varphi_2 + \varphi_2 R_1 - 3 + R_1$$

$$\varphi_2 R_1 = 5R_1 + 21 - 3\varphi_2 \quad \left\{ \begin{array}{l} \varphi_1 R_1 - R_1 = 5R_1 + 21 - 3\varphi_1 - 3 \\ \varphi_1 R_1 - 6R_1 = 18 - 3\varphi_1 \end{array} \right.$$

$$\frac{\varphi_1}{R_2} + \frac{\varphi_2}{R} = \frac{\varepsilon - \varphi_1}{R_1} + \frac{\varepsilon - \varphi_2}{3R} \quad \left\{ \begin{array}{l} 6\varphi_1 R_1 - 36R_1 = 18 \cdot 6 - 18\varphi_1 \\ 6\varphi_1 R_1 + 18\varphi_1 = 18 \cdot 6 + 36R_1 \end{array} \right.$$

$$\frac{\varphi_1 R + R_2 \varphi_2}{R_2 R} = \frac{3R\varepsilon - 3R\varphi_1 + R_1\varepsilon - R_1\varphi_2}{3R R_1}$$

$$3\varphi_1 R R_1 + 3\varphi_2 R_1 R_2 = 3\varepsilon R R_2 - 3R R_2 \varphi_1 + R_1 R_2 \varepsilon - R_1 R_2 \varphi_2$$

$$3\varphi_1 \cdot 2R_1 + 3\varphi_2 R_1 \cdot 3 = 24 \cdot 2 - 3 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \varphi_1 + R_1 \cdot 3 \cdot 8 - R_1 \cdot 3 \cdot \varphi_2$$

$$6\varphi_1 R_1 + 9\varphi_2 R_1 = 24 \cdot 6 - 18\varphi_1 + 24R_1 - 3R_1 \varphi_2$$

$$6\varphi_1 R_1 + 12\varphi_2 R_1 = 24 \cdot 6 - 18\varphi_1 + 24R_1$$

$$6\varphi_1 R_1 + 18\varphi_1 = 24 \cdot 6 \cdot 4 - 12\varphi_2 R_1 + 24R_1$$

$$2 \cdot 9 \cdot 6 + 36R_1 = 6 \cdot 6 \cdot 4 - 12\varphi_2 R_1 + 24R_1$$

$$18 \cdot 6 - 24 \cdot 6$$

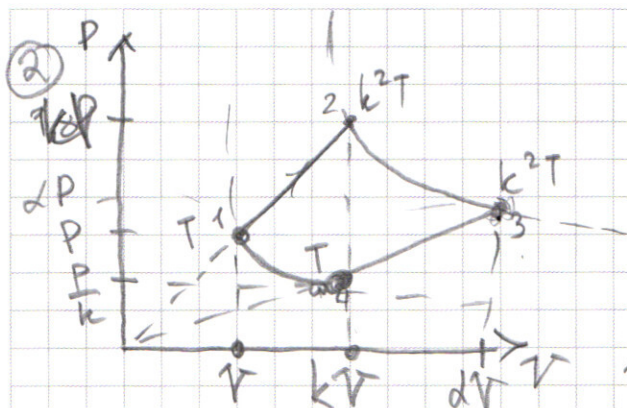
$$12R_1 = 24 \cdot 6 - 18 \cdot 6 - 12\varphi_2 R_1$$

$$12R_1 = 36 - 12\varphi_2 R_1$$

$$R_1 = 3 - \varphi_2 R_1$$

$$R_1(1 + \varphi_2) = 3$$

$$R_1 = \frac{1 + \varphi_2}{3}$$



$$k = 1,8 \quad T_1 = T \quad (P) \quad (V) \quad (k) \quad 1,8$$

$$m \text{ [4]} \quad \frac{kP \cdot kV}{k^2 T} = \frac{P \cdot kV}{T}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ \times 1,8 \\ \hline 108 \\ + 18 \\ \hline 126 \end{array}$$

$$P^* = \frac{P}{k} \quad 1) \quad T_2 = T_3 = k^2 T = k^2 T_1 = 3,24 T,$$

$$2) \quad \frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2} = \frac{P_3}{V_3} = \frac{dP}{dV}$$

$$\frac{P \cdot kV}{k \cdot k^2 T} = \frac{dP \cdot dV}{k^2 T}$$

$$1 = d^2 \quad d = 1$$

$$\frac{e - 4}{3} = \frac{e - 4}{3}$$

$$3) \quad Q = \frac{2}{T}$$

$$Q = A' + \Delta U = (kP_1 - P_1) + \Delta U = PV(k^2 - 1) + \frac{3}{2} \nu RT(k^2 - 1)$$

$$(k^2 - 1)(PV + \frac{3}{2} \nu RT) = (k^2 - 1)(- \nu RT + \frac{3}{2} \nu RT) = (k^2 - 1)(\frac{5}{2} \nu RT_1)$$

$$Q = \frac{(k^2 - 1) \cdot \frac{5}{2} \nu RT_1}{(k^2 - 1) \cdot T_1} = \frac{5}{2} \nu R$$

$$r_1 = \frac{5 \cdot 6}{2 \cdot 3} = 5$$

$$r_1 = \frac{(e - 4) \cdot 3k}{2 \cdot 4}$$

$$r_1 = 3$$

$$e - 4 = 3 \cdot 4 = 12$$

$$T_3 = T_1 d^2$$

$$kx_0 + mg = 3kx - 3mg$$

$$kx + mg = 3kx + 3mg$$

$$2kx_0 = 2mg$$

$$kx_0 - mg = kx + mg$$

$$3kx_0 - 3mg = 3kx - 3mg$$

$$m = \frac{3k}{g} (x_0 - x)$$

$$4mg = 3k(x_0 - x)$$

$$kx + mg = 3kx_0 - 3mg$$

$$4mg = 3k(x_0 - x)$$

$$4mg = 3k(x_0 - x)$$

$$4mg = 3k(x_0 - x)$$

$$4mg = 3k(x_0 - x)$$