

Олимпиада «Физтех» по физике, (

Вариант 11-06

Класс 11

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

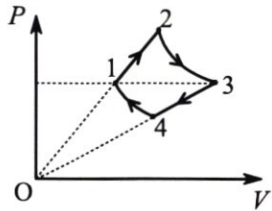
1. Шарик подвешен в поле тяжести на легкой упругой пружине с неизвестной жесткостью. Шарик поднимают вверх до положения, когда пружина не деформирована, и отпускают. При дальнейшем движении шарика вдоль вертикали в некоторые моменты времени силы, действующие на шарик со стороны пружины, отличаются в 2,5 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 объем газа уменьшается в $k = 1,9$ раза.

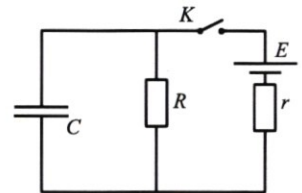
Давления газа в состояниях 1 и 3 равны.

- 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.



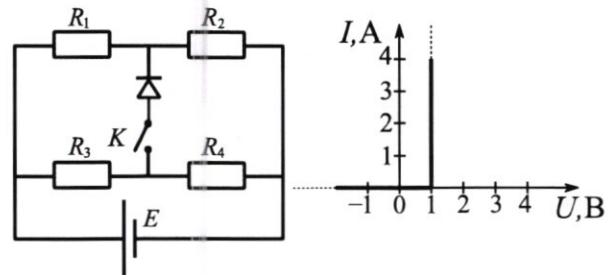
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины E, R, C известны, $r = 2R$. Ключ K на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.

- 1) Найти напряжение на резисторе R сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти заряд конденсатора непосредственно перед размыканием ключа.
- 3) Найти максимальную скорость роста энергии, запасаемой конденсатором.



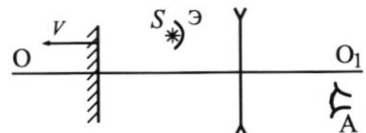
4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника $E = 12$ В, $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 1$ Ом, $R_4 = 22$ Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.

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

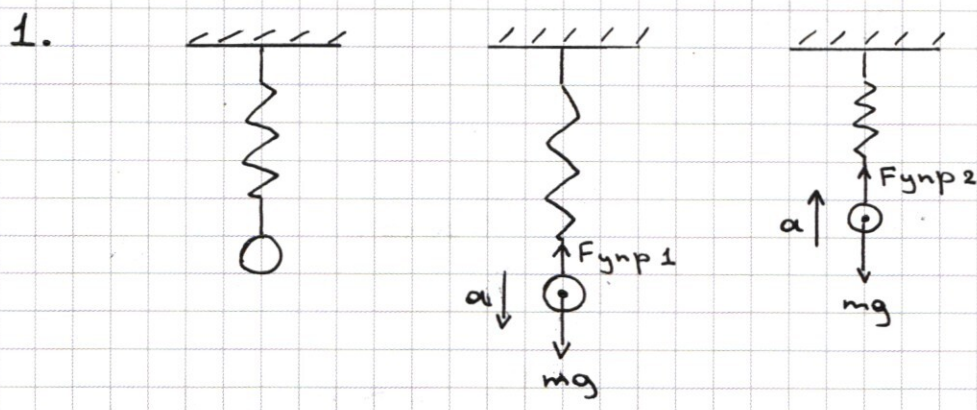


5. Оптическая система состоит из тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $-F$ ($F > 0$), плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси линзы OO_1 . Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии $4F/5$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $8F/5$ от линзы.

- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель A 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



1) Из условия задачи

$$\frac{F_{\text{упр}1}}{mg} = \frac{5}{2} \rightarrow F_{\text{упр}1} = \frac{5}{2} mg$$

$$\frac{mg}{F_{\text{упр}2}} = \frac{5}{2} \rightarrow F_{\text{упр}2} = \frac{2}{5} mg$$

2) Предположим, что ускорения направлены, как на рисунке

По II закону Ньютона на вертикальную ось в проекциях:

$$ma = mg - F_{\text{упр}1} \rightarrow a = g - \frac{5}{2}g = -\frac{3}{2}g$$

$$-ma = -F_{\text{упр}2} + mg \rightarrow a = \frac{2}{5}g - g = -\frac{3}{5}g$$

Тогда $|\vec{a}| = 1,5g$

3) $E_k = \frac{kx^2}{2}$

$$\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \frac{\Delta x_1^2}{\Delta x_2^2}$$

$$\frac{F_{\text{упр}1}}{F_{\text{упр}2}} = \frac{x_1}{x_2} = \frac{25}{4}$$

(по 1 пункту)

$$\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \left(\frac{25}{4}\right)^2 = \frac{625}{16}$$

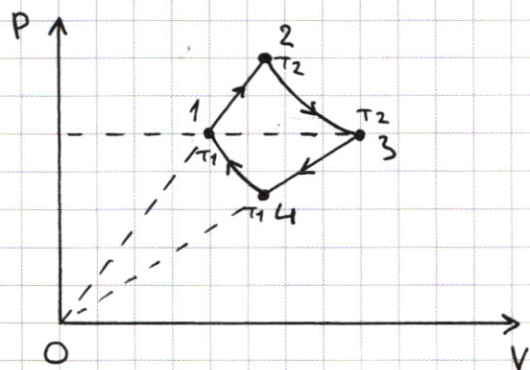
$$4) E_{\text{поппа}} = \frac{k_0 x_{\text{max}}^2}{2} = \frac{m v_{\text{max}}^2}{2}$$

$$\frac{E_{\text{поп}}}{E_k} = \frac{2k_0 x_{\text{max}}^2}{2 m v_{\text{max}}^2} = 1$$

Ответ: 1) 1,5 г; 2) $\frac{625}{16}$; 3) 1

2.

Дано:



$$i = 3$$

$$\frac{P_2}{V_2} = \frac{P_1}{V_1} \rightarrow P_2 V_1 = P_1 V_2$$

$$T_{23} = \text{const} = T_2$$

$$\frac{P_4}{V_4} = \frac{P_3}{V_3} \rightarrow P_4 V_3 = P_3 V_4$$

$$T_{41} = \text{const} = T_1$$

$$\frac{V_3}{V_4} = k = 1,9; P_1 = P_3$$

1) По уравнению Клапейрона - Менделеева:

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_1 V_3 = \nu R T_2$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$P_4 V_4 = \nu R T_1$$

$$2) \frac{T_2}{T_1} = \frac{P_1 V_3}{P_4 V_4} = \frac{V_3^2}{V_4^2} = k^2 \Rightarrow T_2 = T_1 \cdot k^2 = 3,61 T_1$$

$$3) \left. \begin{aligned} \frac{V_2}{V_4} &= \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{P_4}{P_2} \\ P_4 &= \frac{P_1 V_4}{V_3} \\ P_2 &= \frac{P_1 V_2}{V_1} \end{aligned} \right\} \frac{V_2}{V_4} = k^2 \cdot \frac{V_4}{V_2} \cdot \frac{V_1}{V_3}$$

$$\left(\frac{V_2}{V_4} \right)^2 = k^2 \cdot \frac{V_1}{V_3} = k^2 \cdot \frac{T_1 \cdot P_1}{P_1 \cdot T_2} = k^2 \cdot \frac{1}{k^2} = 1$$

$$\frac{V_2}{V_4} = 1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4) $Q_{34} = \Delta U_{34} + A_{34}$ (по 1 началу термодинамики)

$C \nu (T_1 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_2) + A_{34}$

5) $A_{34} = \frac{(P_3 + P_4)(V_4 - V_3)}{2} = \frac{P_3 V_4 - P_3 V_3 + P_4 V_4 - P_4 V_3}{2} =$
 $= \frac{P_4 V_4 - P_3 V_3}{2} = \frac{\nu R (T_1 - T_2)}{2}$

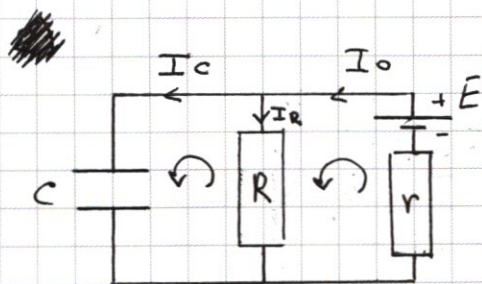
6) $C \cdot \nu (T_1 - T_2) = \frac{3}{2} R \cdot \nu (T_1 - T_2) + \frac{1}{2} R \cdot \nu (T_1 - T_2)$
 $C = \frac{3}{2} R + \frac{1}{2} R = 2R = 16,62 \left(\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \right)$

Ответ: 1) $3,61 T_1$; 2) 1; 3) $16,62 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

3.

1) Сразу после замыкания ключа $U_C = 0$, следовательно сопротивление конденсатора = 0, значит ток, даваемый источником, не пойдёт через резистор R

$I_R = 0 \rightarrow U_R = 0$



2) По II правилу К. для левого контура:

$0 = U_C - I_R R \rightarrow I_R = \frac{U_C}{R}$

3) По II правилу К. для правого контура:

$E = I_R R + I_0 r \rightarrow E = U_C + 2 I_0 R \rightarrow I_0 = \frac{E - U_C}{2R}$

4) По I направлению К.: $I_0 = I_c + I_R$

$$\frac{E - U_c}{2R} = I_c + \frac{U_c}{R} \rightarrow I_c = \frac{E - 3U_c}{2R}$$

5) $N = |I_c| \cdot |U_c|$ (в момент времени t)

$$N = \frac{EU_c}{2R} - \frac{3U_c^2}{2R} \rightarrow \text{график данной функции — параболы}$$

$$U_{c0} = \frac{(-E) \cdot R}{2R \cdot (-3)} = \frac{E}{6}$$

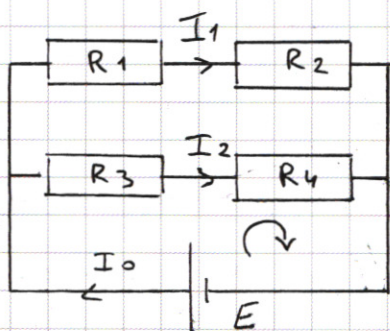
$$6) q = U_{c0} \cdot C = \frac{EC}{6}$$

$$7) N_{\max} = N(U_{c0}) = -\frac{3E^2}{2R \cdot 36} + \frac{E^2}{2R \cdot 6} = \frac{E^2}{12}$$

$$\text{Ответ: } 1) 0; \quad 2) \frac{EC}{6}; \quad 3) \frac{E^2}{12}$$

4.

1)



По II направлению К. для внешнего контура

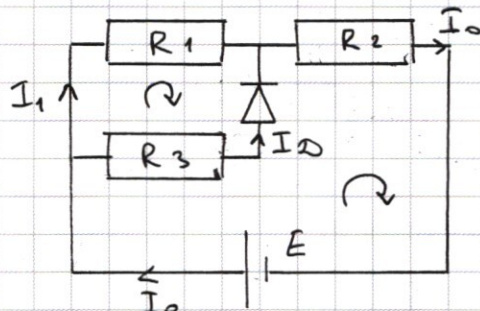
$$E = I_1 R_1 + I_1 R_2$$
$$I_1 = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{12}{6} = 2 \text{ (A)}$$

2) Ток не изменён, когда $\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$

$$R_3 = \frac{R_1 \cdot R_4}{R_2} = \frac{5 \cdot 22}{1} = 110 \text{ (Ом)}$$

$$3) P_D = U_D \cdot I_D = 1 \text{ В} \cdot I_D = 3 \text{ Вт} \rightarrow I_D = 3 \text{ А}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



4) По II правилу К. для внешнего контура:

$$E = I_1 R_1 + I_0 R_2$$

$$12 = 5I_1 + I_0 \rightarrow I_0 = 12 - 5I_1$$

5) По I правилу К.

$$I_0 = I_1 + I_0 = I_1 + 3$$

$$\left. \begin{array}{l} I_0 = I_1 + 3 \\ I_0 = 12 - 5I_1 \end{array} \right\} I_1 + 3 = 12 - 5I_1 \rightarrow I_1 = \frac{9}{6} = \frac{3}{2} \text{ (A)}$$

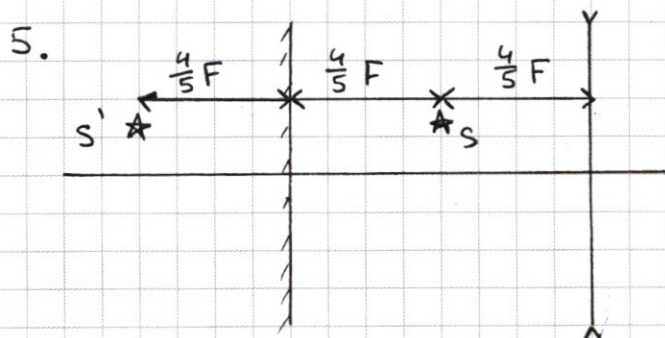
6) По II правилу К. для левого контура

$$I_1 R_1 = R_3 I_0 + U_0$$

$$5I_1 = 3R_3 + 1 \rightarrow R_3 = \frac{5I_1 - 1}{3}$$

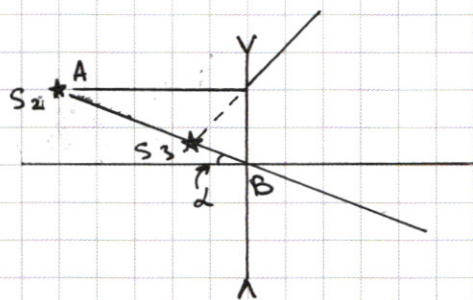
$$R_3 = \frac{\frac{15}{2} - 1}{3} = \frac{13}{6} \text{ (Ohm)}$$

Ответ: 1) 2 A ; 2) < 110 Ohm ; 3) $\frac{13}{6}$ Ohm



$$1) d = 3 \cdot \frac{4}{5} F = \frac{12}{5} F$$

$$2) -\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{F} \rightarrow f = \frac{dF}{d+F} = \frac{\frac{12}{5} F^2}{\frac{17}{5} F} = \frac{12}{17} F$$



$$3) \operatorname{tg} \alpha = \frac{8F \cdot 5}{15 \cdot 12F} = \frac{2}{9}$$

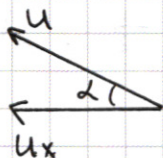
$$4) AB = \sqrt{\frac{144F^2}{25} + \frac{64F^2}{225}} = \frac{4F\sqrt{85}}{15}$$

$$\cos \alpha = \frac{12F \cdot 15}{5 \cdot 4F\sqrt{85}} = \frac{9}{\sqrt{85}}$$

$$5) \Gamma^2 = \frac{u_x}{V} \quad (u - \text{скорость изображения})$$

$$u_x = V \cdot \left(\frac{f}{d}\right)^2 = V \cdot \left(\frac{12F \cdot 5}{17 \cdot 12F}\right)^2 = \frac{25}{289} V$$

6)



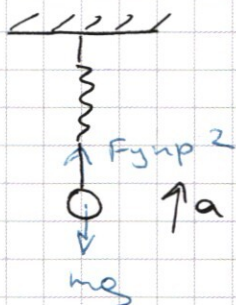
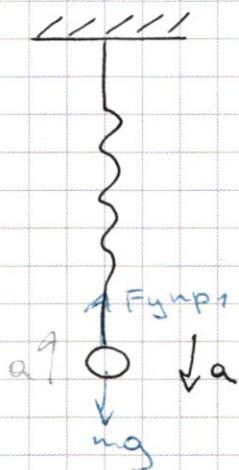
$$\cos \alpha = \frac{u_x}{u} \rightarrow u = \frac{u_x}{\cos \alpha}$$

$$u = \frac{25 \cdot \sqrt{85}}{289 \cdot 9} V = \frac{25\sqrt{85}}{2601} V$$

Ответ: 1) $\frac{12}{17}F$; 2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{2}{9}$; 3) $\frac{25\sqrt{85}}{2601} V$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1.



$$\textcircled{1} \frac{F_{уп1}}{mg} = 2,5$$

$$\frac{mg}{F_{уп2}} = 2,5 = \frac{5}{2}$$

$$F_{уп1} = \frac{5}{2} mg$$

$$F_{уп2} = \frac{2}{5} mg$$

$$\textcircled{2} -F_{уп1} + mg = ma \quad a = -\frac{3}{2}g$$

$$F_{уп2} - mg = ma \quad a = -\frac{3}{2}g$$

$$F_{уп} - mg = ma \quad a = \frac{3}{2}g$$

$$mg + F_{уп} = \frac{7}{5}mg$$

$$\textcircled{3} |a| = \frac{3}{2}g = 1,5g$$

$$\frac{F_{уп1}}{F_{уп2}} = \frac{x_1}{x_2} = \frac{5 \cdot 5}{2 \cdot 2} = \frac{25}{4}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 25 \\ \hline 125 \\ 500 \\ \hline 625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 19 \\ \times 19 \\ \hline 171 \\ + 19 \\ \hline 361 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 2 \\ \hline 1662 \end{array}$$

$$\frac{D_m}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$\begin{array}{r} 88 \\ 289 \\ \times 9 \\ \hline 2601 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2601 \\ - 18 \\ \hline 80 \\ - 72 \\ \hline 81 \end{array} \quad \bigg| \begin{array}{r} 9 \\ 289 \end{array}$$

$$\frac{144}{5 \cdot 5} + \frac{64}{5 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 3} =$$

$$= \frac{12 \cdot 12 \cdot 3 \cdot 3 + 8 \cdot 8}{5 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 3} =$$

$$= \frac{16 (3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 + 2 \cdot 2)}{5 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 3} =$$

$$= \frac{4 \cdot 4}{5 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 3} \cdot 81 + 4 =$$

$$= \frac{4^2}{5^2 \cdot 3^2} \cdot 85$$

$$\begin{array}{r} 85 \overline{) 5} \\ 17 \overline{) 4} \end{array}$$

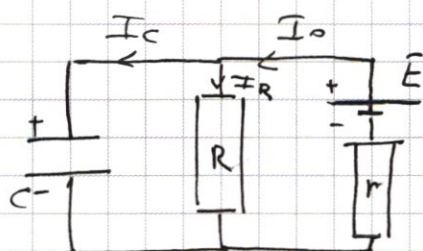
$$\frac{3}{12 \cdot 15} \cdot \sqrt{85} = \frac{9}{165}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3. $E, R, C; r = 2R$

① 1) Сразу после замык $\rightarrow I$ на $C \rightarrow U_R = 0 +$

2) ~~N_{max}~~ $\rightarrow |I_C| \cdot |U_C|$ ~~N_{max}~~



1. по I н. К.: $I_0 = I_C + I_R$ ④

2. по II н. К. $\rightarrow$ правый:

$$E = I_R R + I_0 r \quad ③$$

3. по II н. К. $\rightarrow$ левый:

$$0 = U_C - I_R R \rightarrow U_C = I_R R \quad ②$$

$$I_R = \frac{U_C}{R}$$

③.1 $E = U_C + 2I_0 R \rightarrow 2I_0 R = E - U_C; I_0 = \frac{E - U_C}{2R}$

④.1 $\frac{E - U_C}{2R} = I_C + \frac{U_C}{R}$

$$I_C = \frac{E - U_C}{2R} - \frac{U_C}{R} = \frac{E - U_C - 2U_C}{2R} = \frac{E - 3U_C}{2R}$$

⑤.1 $N_{\text{max}} = \frac{E U_C}{2R} - \frac{3U_C^2}{2R} = -\frac{3}{2R} U_C^2 + \frac{E}{2R} U_C$ парабола

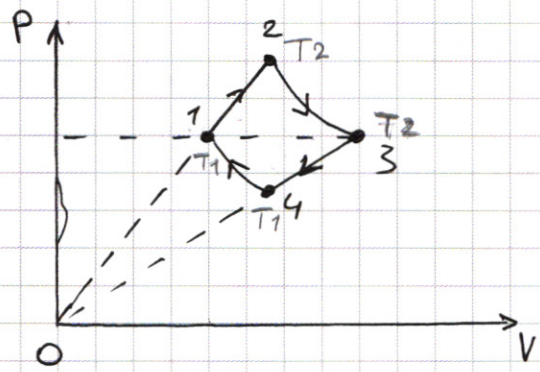
⑥ $U_{C0} = \frac{-b}{2a} = \frac{(-E) \cdot R}{2R \cdot (-3)} = \frac{E}{6}$ $U_C = \frac{q}{C} \rightarrow q = U_C \cdot C$
⑦ $q = \frac{EC}{6} +$

~~$\frac{3}{2R} U_C^2 - \frac{E}{2R} U_C = 0$~~

~~$\frac{3}{R} U_C^2 - \frac{E}{R} U_C + \frac{E}{3} = 0$~~

⑧ $N_{\text{max}} = N(U_{C0}) = -\frac{3 \cdot E^2}{2R \cdot 36} + \frac{E \cdot E}{2R \cdot 6} = +\frac{E^2}{12} +$

2.



$i = 3$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2} \rightarrow P_2 V_1 = P_1 V_2$$

$$T_{23} = \text{const}; \Delta U_{23} = 0$$

$$\frac{P_4}{P_3} = \frac{V_3}{V_4} \rightarrow P_4 V_3 = P_3 V_4$$

$$T_{41} = \text{const}; \Delta U_{41} = 0$$

$$\frac{V_3}{V_4} = k = 1,9$$

$$P_1 = P_3$$

$$\frac{P_3}{P_4} = k = 1,9$$

$T_2 - ?$
 $\frac{V_2}{V_4} - ?$
 $C_{34} - ?$

- 1: $P_1 V_1 = \nu R T_1$
- 2: $P_2 V_2 = \nu R T_2$
- 3: $P_1 V_3 = \nu R T_2$
- 4: $P_4 V_4 = \nu R T_1$

2. $\frac{P_1 V_3}{P_4 V_4} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{P_1}{P_4} \cdot \frac{V_3}{V_4} = k^2$
 $T_2 = T_1 \cdot k^2$

3. $\frac{V_2}{V_4} = \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{P_4}{P_2} = k^2 \cdot \frac{P_4}{P_2} =$

$= \frac{P_1 V_4 \cdot V_1}{V_3 \cdot P_1 V_2} \cdot k^2$
 $\frac{V_2}{V_4} = k^2 \cdot \frac{V_4}{V_2} \cdot \frac{V_1}{V_3}$

$P_4 = \frac{P_1 V_4}{V_3}$
 $P_2 = \frac{P_1 V_2}{V_1}$

$\frac{V_2}{V_4} = k^2 \cdot \frac{V_4}{V_2} \cdot \frac{V_1}{V_3}$

$k^2 \cdot \frac{V_1}{V_3} = \frac{V_2^2}{V_4^2}$

$k^2 \cdot \frac{T_1 \cdot P_1}{P_1 \cdot T_2} = \frac{V_2^2}{V_4^2}$

$k^2 \cdot \frac{1}{k^2} = \frac{V_2^2}{V_4^2} = 1$

1-2: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$

2-3: $Q_{23} = A_{23}$

3-4: $Q_{34} = \Delta U_{34} + A_{34}$

4-1: $Q_{41} = A_{41}$

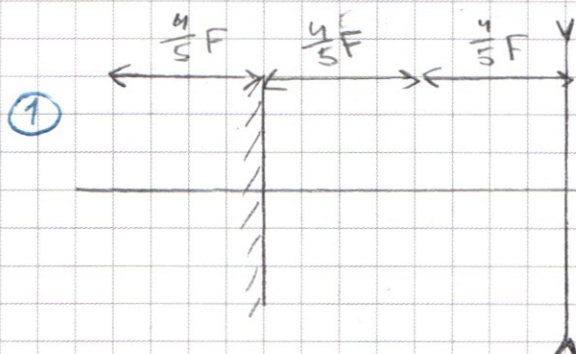
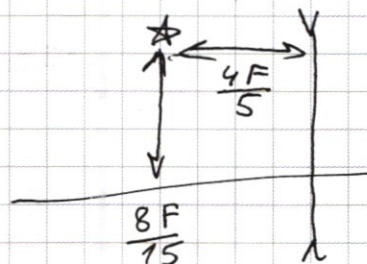
4.1 $C_V (T_1 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_2) + A_{34}$

5. $A_{34} = \frac{(P_3 + P_4)(V_4 - V_3)}{2} =$
 $= \frac{P_3 V_4 - P_3 V_3 + P_4 V_4 - P_4 V_3}{2} =$
 $= \frac{P_4 V_4 - P_3 V_3}{2} = \frac{\nu R (T_1 - T_2)}{2}$

6. $C_V (T_1 - T_2) = \frac{3}{2} R \cdot \nu (T_1 - T_2) + \frac{1}{2} R \cdot \nu (T_1 - T_2) \rightarrow C = 2R +$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

6 5. $-F$ ($F > 0$) — расс. линза



$$d > F$$

$$d > 2F$$

$$u = \frac{25V \cdot 8 \cdot 12F \sqrt{17}}{289 \cdot 12F \cdot 8 \cdot 12} = \frac{25V}{(17)^3} \quad (6.1)$$

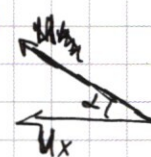
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F}$$

$$f = \frac{dF}{d+F} = \frac{\frac{12}{5}F^2}{\frac{17}{5}F} = \frac{12}{17}F$$

$$\tan \alpha = \frac{28F \cdot 5}{15 \cdot 12F} = \frac{2}{9}$$

$$\cos \alpha = \frac{u_x}{u}$$

$$u = \frac{u_x}{\cos \alpha}$$



(6)

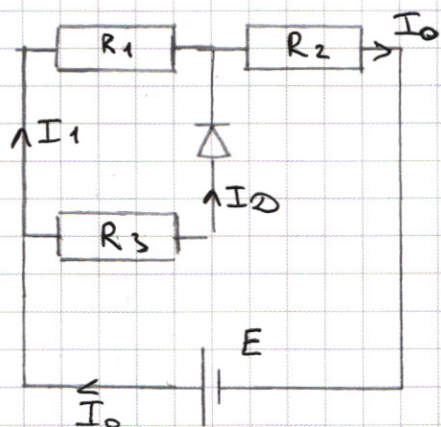
интервалы:

$$\sqrt{\frac{144F^2}{289} + \frac{144F^2}{25}} = 12F \sqrt{\frac{25+289}{289 \cdot 25}} = \frac{12F \sqrt{314}}{14 \cdot 5}$$

$$f^2 = \frac{u_x}{V}$$

$$u_x = V \cdot f^2 = V \cdot \frac{8^2}{d^2} = V \cdot \frac{12 \cdot 12 \cdot F^2 \cdot 5 \cdot 5}{14 \cdot 17 \cdot 12 \cdot 12 \cdot F^2} = \frac{25}{289} V$$

4. ③ $P_D = 3 = U_D \cdot I_D = 1 \cdot I_D \rightarrow I_D = 3 \text{ (A)}$



⑤ 1) По II н.к. левой $\rightarrow$

$$I_1 R_1 = R_3 I_D + U_D$$

$$I_1 \cdot 5 = R_3 \cdot 3 + 1$$

④ 2) По II н.к. внешней $\rightarrow$

$$E = I_1 R_1 + I_0 R_2$$

$$12 = I_1 \cdot 5 + I_0$$

⑤ $I_0 = 12 - I_1 \cdot 5$

$I_0 = I_1 + 3$

$$-5 I_1 + 12 = I_1 + 3$$

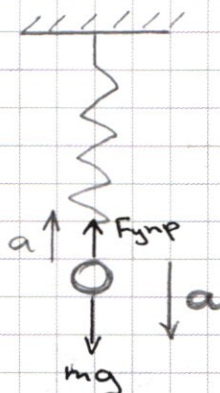
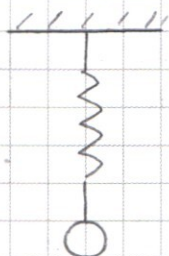
$$6 I_1 = 9 \rightarrow I_1 = \frac{9}{6} = \frac{3}{2} \text{ (A)}$$

⑥.1 $R_3 = \frac{5 I_1 - 1}{3} = \frac{\frac{15}{2} - 1}{3} = \frac{13}{6} \text{ (Ohm)} +$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1

1.



$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$E_k = \frac{kx^2}{2}$$

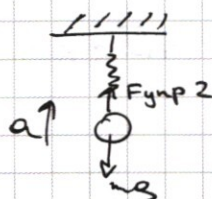
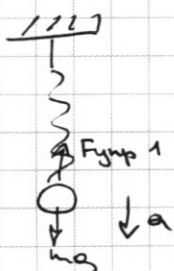
① $1) mg - F_{\text{упр}} = ma \rightarrow 1,5mg = ma \rightarrow a = 1,5g +$

2) ~~$F_{\text{упр}} = kx$~~

② $x = \frac{at^2}{2} = \frac{3t^2}{4}g$

③ $v = at = \frac{3}{2}t \cdot g$

⑤ $\frac{kx^2}{2v^2} = \frac{kx \cdot 3t^2g \cdot 4}{4 \cdot m \cdot g^2t^2} = \frac{kx}{3mg} = \frac{5}{2 \cdot 3} = \frac{5}{6} ?$



$$\frac{x_1}{x_2} = 2,5$$

~~$F_{\text{упр}1} = mg - ma$~~

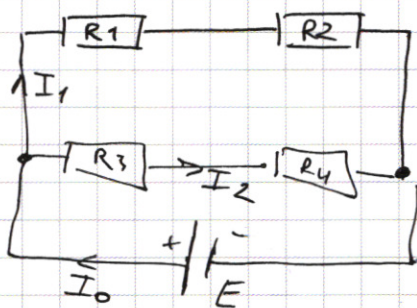
$$F_{\text{упр}2} = mg + ma$$

$$2,5 \cdot \frac{5}{2} = \frac{mg - a}{g + a}$$

⑥ 3) 1

$$5g + 5a = 2g - 2a \rightarrow a = -3g$$

4. 1)



1) По II н.к. (в клем)

$$E = I_1 R_1 + I_1 R_2$$

$$I_1 = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{12}{6} = 2 \text{ A}$$

$$I R_1 = -I R_2$$

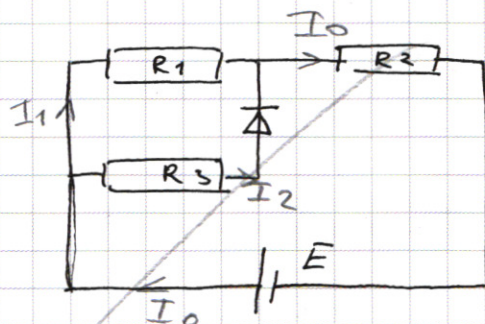
$$I R_3 = -I R_4$$

$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$$

2) Ток не измерен, когда

$$R_3 = \frac{R_1 \cdot R_4}{R_2} = \frac{5 \cdot 22}{1} = 110 \text{ (Om)} \quad R_3 < 110 \text{ Om} ?$$

Ток течет



$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

$$I_1 R_1 = I_2 R_3 + U_0$$

$$I_0 = I_1 + I_2$$

$$E = I_1 R_1 + I_0 R_2$$

$$E = I_1 R_1 + I_1 R_2 + I_2 R_2$$

$$E = I_1 R_1 + I_1 R_2 + I_2 R_2 \rightarrow I_1 R_1 = E - I_1 R_2 - I_2 R_2$$

$$E - I_1 R_2 - I_2 R_2 = I_2 R_3 + U_0$$

$$12 - I_1 - I_2 = I_2 R_3 + 1$$

$$I_2 (R_3 + 1) = 11 - I_1 \rightarrow I_1 = 11 - I_2 R_3 - I_2$$

$$55 - 5 I_2 R_3 - 5 I_2 = I_2 R_3 + 1$$

$$44 = 6 I_2 R_3 + 5 I_2 \rightarrow 44 = I_2 (6 R_3 + 5)$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № ____
(Нумеровать только чистовики)

