

Олимпиада «Физтех» по физике, с

Класс 11

Вариант 11-06

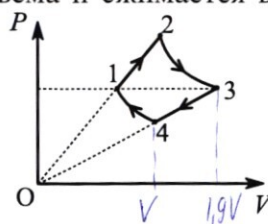
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

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 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.

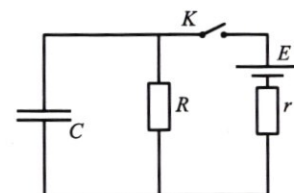
2. Идеальный одноатомный газ из состояния 1 с температурой T_1 расширяется в процессе 1-2 прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V . Затем газ расширяется в изотермическом процессе 2-3, сжимается в процессе 3-4 прямо пропорциональной зависимости давления от объема и сжимается в изотермическом 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.



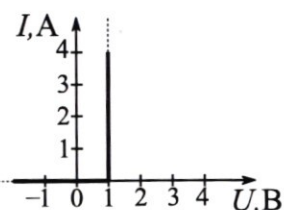
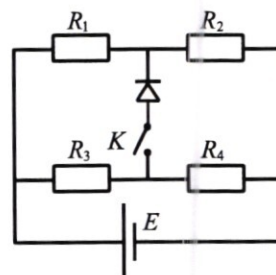
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины E, R, C известны, $r = 2R$. Ключ K на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.

- 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.



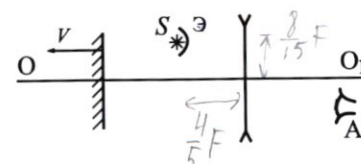
4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника $E = 12$ В, $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 1$ Ом, $R_4 = 22$ Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.

- 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 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

Дано:

T_1 ; график; $k=1,9$ раз

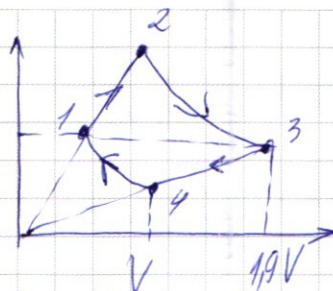
$p_1 = p_3$;

1) T_{23}

2) $\frac{V_2}{V_4} = ?$

3) $C_{234} = ?$

Решение



$$[(V_3 = 1,9V_1) \quad V_4 = V;]$$

$$p_1 = p_3 = p;$$

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2}; \quad \frac{p_3}{V_3} = \frac{p_4}{V_4};$$

$$p_1 = p_2;$$

$$p_2 V_2 = p_3 V_3; \quad p_4 V_4 = p_1 V_1; \quad V_3 = 1,9V_1;$$

$$\frac{p_3}{V_3} = \frac{p}{1,9V} = \frac{p_4}{V_4} = \frac{p_4}{V} \Rightarrow p_4 = \frac{pV}{1,9V} = \frac{1}{1,9}p;$$

$$p_3 = \frac{p_4 V_3}{V_4} = \frac{p}{1,9} \cdot 1,9 = p$$

$$V_3 = 1,9V_1; \quad V_4 = V_1;$$

$$p_1 V_1 = p_4 V_4 \Rightarrow V_1 = \frac{p_4 V_4}{p_1} = \frac{\frac{1}{1,9}pV}{p} = \frac{1}{1,9}V = V_1;$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1 \quad \text{по гр. уг. газа.}$$

$$p_3 V_3 = \nu R T_3 = p \cdot 1,9V = 1,9pV; \quad p_1 V_1 = p \cdot \frac{1}{1,9}V = \frac{1}{1,9}pV;$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1 = \frac{1}{1,9}pV; \quad pV = 1,9\nu R T_1.$$

$$T_3 = \frac{p_3 V_3}{\nu R} = \frac{1,9pV}{\nu R} = \frac{(1,9)^2 \nu R T_1}{\nu R} = (1,9)^2 T_1 = 3,61 T_1.$$

$$\begin{array}{r} 1,9 \\ \times 1,9 \\ \hline 3,61 \end{array}$$

2) т.в. $\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2} \quad p_1 V_1 = p_2 V_2; \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2};$

а также $p_1 V_1 = p_2 V_2 = \nu R T_2 = 1,9pV.$

$$\frac{p_1 V_1}{V_1} V_2 = 1,9pV, \quad V_1 = \frac{1}{1,9}V;$$

$$V_2^2 = 1,9V \cdot \frac{1}{1,9}V$$

$$V_2 = V = V_4.$$

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

3) C_{3-4} ; по 2-у меру $Q_{34} = A_2 + \Delta U = \text{const.}$

$A_{34} < 0$: $|A_{34}| = \frac{p_4 + p_3}{2} \Delta V$, где
 Симметрично.

$$|A_{34}| = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{1.9} p + p \right) 0.9V = 0.45pV \left(\frac{1+1.9}{1.9} \right) =$$

$$= 0.45pV \frac{2.9}{1.9} = 0.45 \frac{2.9}{1.9} pV = 0.45 \frac{29}{19} pV;$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (p_4 V_4 - p_3 V_3) = \frac{3}{2} \left(\frac{1}{1.9} pV - p \cdot 1.9V \right) =$$

$$= \frac{3}{2} pV \left(\frac{1}{1.9} - 1.9 \right) = \frac{3}{2} pV \frac{1 - (1.9)^2}{(1.9)} = \frac{3}{3.8} pV (1 - 1.9)(1 + 1.9) =$$

$$= \frac{3}{3.8} pV (-0.9)(2.9) = \nu R \Delta T \quad \left[C = \frac{Q}{\Delta T} \right]$$

$$\Delta T = \frac{3}{3.8} \frac{pV}{\nu R} (2.9)(-0.9);$$

$$Q_{34} = -0.45 \frac{29}{19} pV - \frac{3}{3.8} (2.9 \cdot 0.9) pV =$$

$$= pV \left(-0.45 \frac{29}{19} - \frac{3}{3.8} (2.9 \cdot 0.9) \right) = pV \left(-0.45 \frac{29}{19} - \frac{3}{3.8} \cdot 2.61 \right)$$

$$C = \frac{pV \left(-0.45 \frac{29}{19} - \frac{3}{3.8} \cdot 2.61 \right)}{\frac{3}{3.8} \frac{pV}{R} (2.9)(-0.9)} = \frac{0.45 \frac{29}{19} + \frac{3 \cdot 2.61}{3.8}}{\frac{3}{3.8} 2.9 \cdot 0.9} R =$$

$$= \frac{0.45 \cdot 3.8 \cdot \frac{29}{19} + 3 \cdot 2.61 R}{3 \cdot 2.9 \cdot 0.9} = \frac{15 \cdot 3.8 \cdot \frac{29}{19} + 261}{29 \cdot 9} R =$$

$$= \frac{5 \cdot \frac{29}{19} + 261}{29 \cdot 9} R = \frac{3 \cdot 29 + 261}{29 \cdot 9} R = \frac{348}{29 \cdot 9} R = \frac{12}{9} R =$$

$$= \frac{4}{3} R$$

Ответ: 1) $261 T_1$
 2) 1
 3) $\frac{4}{3} R$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5

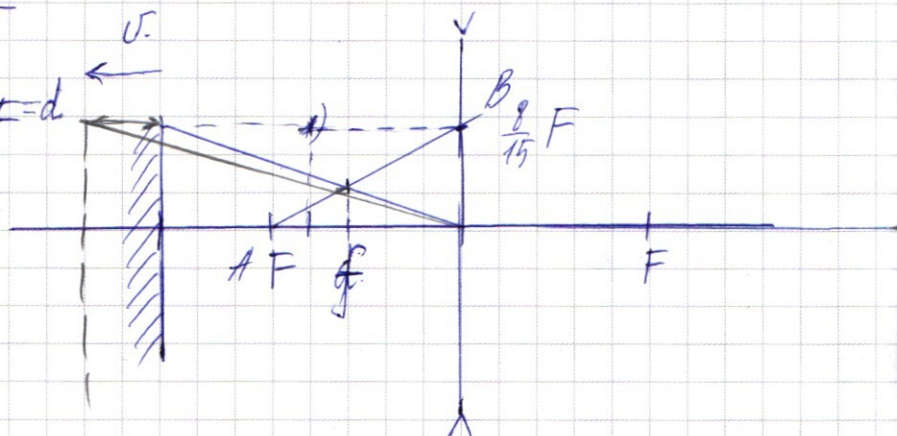
Дано:

Зеркало - $\frac{8}{5}F = d$

f ;

v ;

v ;



1) По ф-ле тонкой линзы: $-\frac{1}{F} = -\frac{1}{f} + \frac{1}{d}$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F} = \frac{5}{8F} + \frac{1}{F} = \frac{5+8}{8F} = \frac{13}{8F}$$

$f = \frac{8}{13}F$; $\leftarrow$ это минимальное увеличение источника для наблюдателя.

2) Т.к. зеркало движется только горизонтально, то изображение движется только по лучу AB, то есть $\tan \alpha$ в обе стороны!

$$\tan \alpha = \frac{8}{15};$$

3). $-\frac{1}{F} = -\frac{1}{f} + \frac{1}{d}$ т.к. $F = \text{const}$.
Возьмем производные по времени

$$\left(-\frac{1}{f} + \frac{1}{d}\right)' = 0; \left(-\frac{1}{f}\right)' = -1 \frac{1}{f^2} (f)' = \frac{f'}{f^2} - \frac{u}{f^2}; \left(\frac{1}{d}\right)' = -\frac{1}{d^2} (d)' = -\frac{v}{d^2};$$

$$\left(-\frac{1}{f} + \frac{1}{d}\right)' = \left(-\frac{1}{f}\right)' + \left(\frac{1}{d}\right)' = \frac{u}{f^2} - \frac{v}{d^2} = 0$$

Откуда: $v f^2 = u d^2$; $u = \frac{v f^2}{d^2} = v \frac{64}{13^2} \frac{25}{24} = \frac{25}{169} v$;

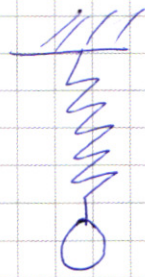
Ответ: 1) $f = 8/13 F$; 2) $\tan \alpha = 8/15$; 3) $25/169 v$;

Задача 1

Дано:

$$\frac{F_1}{F_2} = 2,5$$

$$|a_1| = |a_2|$$



$$ma = mg - kx$$

т.к. $\frac{F_1}{F_2} = 2,5$, то массы или равны, т.е. они направлены в одну сторону.

1) Тогда $x_1 > x_2$. т.е. $\frac{x_1}{x_2} = 2,5$;

$$ma_1 = mg - kx_1;$$

$$ma_2 = mg - kx_2;$$

Ускорения направлены в разные стороны относительно равновесия.

$$-ma_1 = kx_1 - mg = ma_2 = mg - kx_2;$$

$$x_1 = 2,5x_2$$

$$kx_1 - mg = mg - kx_2;$$

$$k(x_1 + x_2) = 2mg;$$

$$3,5kx_2 = 2mg;$$

$$4kx_2 = 4mg;$$

$$x_2 = \frac{4mg}{4k};$$

$$ma_2 = mg - k \cdot \frac{4mg}{4k} = \frac{3}{4}mg$$

$$x_1 = \frac{10}{4} \frac{mg}{k}$$

$$a_2 = \frac{3}{4}g$$

$$|a_1| = |a_2| = \frac{3}{4}g;$$

2) $x_{равн} = \frac{mg}{k}$;

колебания будут происходить около точки равновесия.

н-? $\Delta x_1 = x_1 - x_p = \frac{3}{4} \frac{mg}{k}$

(н-ст $\frac{F_{n1}}{F_{n2}}$) $\Delta x_2 = x_2 - x_p = -\frac{3}{4} \frac{mg}{k}$

координаты груза увеличатся при

А-амплитуда колебаний $A = \Delta x_{рав} = 2 \frac{mg}{k}$

$$E_{k1} = \frac{(mg)^2}{k} \left(2 - \frac{10}{4}\right) = \frac{(mg)^2}{k} \cdot \frac{4}{4}; \quad E_k = E_{кин} - E_{пот};$$

$$E_{k2} = \frac{(mg)^2}{k} \left(2 - \frac{4}{4}\right) = \frac{(mg)^2}{k} \cdot \frac{10}{4};$$

$$k = E_{k1} : E_{k2} = \frac{4}{4} \cdot \frac{4}{10} = 0,4 \text{ раз}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) $E_{\max \text{ кин}}$ при продолжении $x_{\text{рав.}}$

$$E_{\max \text{ кин}} = E_{\text{пол}} - mgx_{\text{рав.}} = \frac{(mg)^2}{k}$$

$$E_{\max \text{ пр}} = E_{\text{пол}} = 2 \frac{(mg)^2}{k}$$

$$\frac{E_{\max \text{ пр}}}{E_{\max \text{ кин}}} = 2;$$

Ответ: 1) $|a| = 2g$
2) $n = 0.4 \text{ рад}$
1) 2 рад.

Задача 4

1) R_3 - ?

2) R_3 - ?

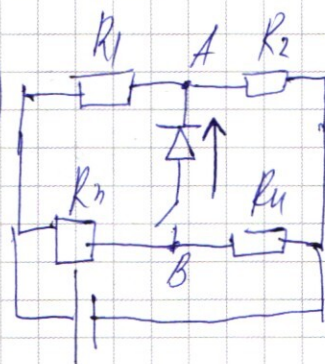
3) R_3 - ?

$$E = 12 \text{ В}; R_1 = 5 \text{ Ом};$$

$$R_2 = 1 \text{ Ом}; R_4 = 2 \text{ Ом};$$

$$U_0 = 1 \text{ В};$$

$$\Delta \varphi_{AB} = 1 \text{ В};$$



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

т.к. ток через диод не течет.

$$I_1 = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{12 \text{ В}}{(5 + 1) \text{ Ом}} = \frac{12}{6} \text{ А} = 2 \text{ А};$$

$$I_1 = I_2 = 2 \text{ А};$$

2) R_3 - ? Чтобы ток шел по диоду,

$$\Delta \varphi_{AB} = (E - R_3 I_3) - (E - R_1 I_1) = U_0.$$

$$R_1 I_1 - R_3 I_3 = U_0;$$

$$I_1 = \frac{E}{R_1 + R_2}; \quad I_3 = \frac{E}{R_3 + R_4};$$

т.к. по этому ток по диоду не течет

$$R_1 \frac{E}{R_1 + R_2} - R_3 \frac{E}{R_3 + R_4} = U_0; \quad 5 \cdot \frac{12}{6} \text{ В} - R_3 \frac{E}{R_3 + 2} = 1 \text{ В}$$

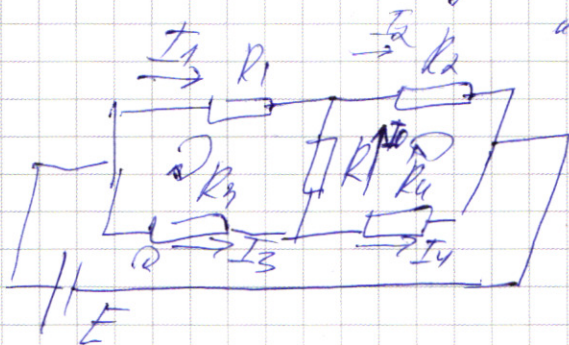
$$9 \text{ В} (R_3 + 2 \text{ Ом}) = R_3 \cdot 12 \text{ В}.$$

$$2 \cdot 9 \text{ В} = 3 R_3$$

$$R_3 = 2 \cdot 3 = 6 \text{ Ом}.$$

3) $P_0 = 3 \text{ Вт}$, т.к. $U_g = U_0 = 1 \text{ В}$; $I_g = 3 \text{ А} = I_0$;

тогда этот можно переписать
как $R = \frac{U_0}{I_0} = \frac{1}{3} \text{ Ом}$.



Рассмотрим 1-ый контур:

$$(I_3 - I_0 + I_4) \cdot 3C3$$

$$I_1 + I_0 = I_2$$

$$0 = I_1 R_1 - U_0 - I_3 R_3$$

$$0 = U_0 + I_2 R_2 - I_4 R_4$$

$$(E = I_3 R_3 + I_4 R_4)$$

$$E = I_1 R_1 + I_2 R_2$$

$$I_1 R_1 = I_3 R_3 + U_0$$

$$I_4 R_4 = U_0 + I_2 R_2$$

$$I_1 R_1 = I_0 R_3 + I_4 R_3 + U_0$$

$$I_4 R_4 = U_0 + I_1 R_2 + I_0 R_2$$

$$E = I_3 R_3 + I_4 R_4 =$$

$$E = I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_0 R_2$$

$$I_1 R_1 = I_0 R_3 + I_4 R_3 + U_0 \quad (1)$$

$$I_4 R_4 = U_0 + I_1 R_2 + I_0 R_2$$

$$E = I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_0 R_2$$

из (1) $I_1 = \frac{I_0 R_3 + I_4 R_3 + U_0}{R_1}$

в (2) $I_4 R_4 = U_0 + \left(\frac{I_0 R_3 + I_4 R_3 + U_0}{R_1} \right) R_2 + I_0 R_2$

$$I_4 \left(R_4 - \frac{R_2}{R_1} R_3 \right) = U_0 + I_0 R_3 \frac{R_2}{R_1} + U_0 \frac{R_2}{R_1} + I_0 R_2$$

$$E = I_4 (R_1 + R_2) + I_0 R_2 = \left(I_0 R_3 + I_4 R_3 + U_0 \right) \frac{R_1 + R_2}{R_1} + I_0 R_2 =$$

$$= \left(I_0 R_3 + \frac{U_0 + \frac{R_2}{R_1} (I_0 R_3 + U_0) + I_0 R_2}{R_4 - \frac{R_2}{R_1} R_3} R_3 + U_0 \right) \frac{R_1 + R_2}{R_1} + I_0 R_2$$

Итак, получим

$$R = \left(3R_3 + \frac{1 + \frac{22}{5} (3R_3 + 1) + 3 \cdot 1}{22 - \frac{22}{5} R_3} \cdot R_3 + 1 \right) \frac{6}{5} + 3 \cdot 1 \frac{1}{5}$$

$$4 = \left(3R_3 + \frac{1 + \frac{22}{5} (3R_3 + 1) + 3}{22 - \frac{22}{5} R_3} + 1 \right) \frac{2}{5} + 1 ;$$

(продолжение на л. 2 стр.)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

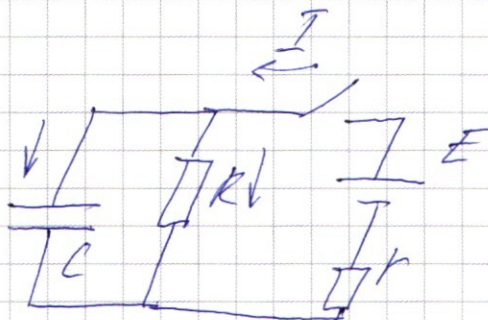
ответ: 1) $I_1 = 2 \text{ A}$

2) $R_3 = 66 \text{ Ом}$

3) Разница потенциалов $R_3 > 0$

$$R_3 = \frac{15 + 15 \sqrt{15} + \frac{2}{66} (66 - \frac{52}{5} - \frac{40}{25})}{4} \text{ Ом}$$

Задача 3



$$W_C = \frac{q^2}{2C} = \frac{C U^2}{2};$$

$$\text{И: } U_C = U_R = E - r I_r;$$

1) Сразу

после замыкания ключа

$$U_C = U = 0, \text{ следовательно } U_R = 0.$$

2)

Перед замыканием ключа $\frac{dW}{dt} \text{ max.}$
(из условия).

$$(W_C)' = \left(\frac{q^2}{2C} \right)' = \frac{1}{C} dq(q)' = \frac{1}{C} I.$$

— скорость изменения энергии конденсатора;

при $(W_C)' \text{ max, } (W_C)'' = 0.$

$$(W_C)'' = \left(\frac{1}{C} I \right)' = \frac{1}{C} (q' I + q I') = \frac{1}{C} \left(I^2 + q \frac{dI}{dt} \right) =$$

$$= 0; \quad I' = -q \frac{dI}{dt};$$

И:

$$I = I_R + I_C;$$

ответ: 1) $U_R = 0.$

$$\frac{44}{25} - \frac{88}{5} R_3 = \frac{2}{5} (66 R_3 - \frac{66 R_3^2}{5} + 1 + \frac{66}{5} R_3 + \frac{22}{5} + 3 + 22 - \frac{22}{5} R_3) +$$

$$+ 22 - \frac{22}{5} R_3;$$

$$\frac{88}{5} - \frac{88}{5} R_3 = \frac{2}{5} 66 R_3 - \frac{2}{5} \frac{66 R_3^2}{5} + \frac{2}{5} + \frac{2}{5} \frac{66}{5} R_3 + \frac{44}{25} R_3 +$$

$$+ \frac{44}{25} + \frac{6}{5} + \frac{44}{5} - \frac{44}{25} R_3 + 22 - \frac{22}{5} R_3$$

$$\frac{2}{5} \frac{66}{5} R_3^2 - \left(\frac{88}{5} + \frac{2}{5} 66 + \frac{44}{25} - \frac{44}{25} - \frac{22}{5} \right) R_3 = \frac{2}{5} + \frac{44}{25} +$$

$$+ \frac{6}{5} + \frac{44}{5} + 22 - 88;$$

$$\frac{2}{5} \frac{66}{5} R_3^2 = \frac{3}{5} 66 R_3 = \frac{52}{5} - 66 + \frac{44}{25}$$

$$\frac{2 \cdot 66}{25} R_3^2 - \frac{15 \cdot 66}{25} R_3 + \left(66 - \frac{52}{5} - \frac{44}{25} \right) = 0.$$

$$D = \left(\frac{15 \cdot 66}{25} \right)^2 - \frac{8 \cdot 66}{25} \left(66 - \frac{52}{5} - \frac{44}{25} \right) =$$

$$R_3 = \frac{\frac{15 \cdot 66}{25} \pm \sqrt{\left(\frac{15 \cdot 66}{25} \right)^2 - \frac{8 \cdot 66}{25} \left(66 - \frac{52}{5} - \frac{44}{25} \right)}}{\frac{4 \cdot 66}{25}}$$

$$R_3 = 15.66$$

$$R_3 = \frac{15 + 5 \sqrt{15^2 - \frac{8}{66} \left(66 - \frac{52}{5} - \frac{44}{25} \right)}}{4};$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$Q = \frac{10,44}{3,8} \text{ pV}$$

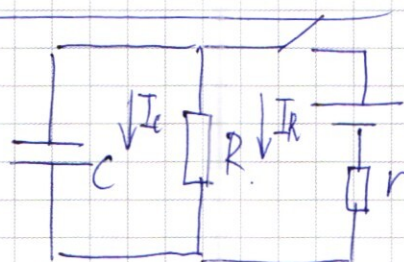
$$C = \frac{Q}{\Delta T} = - \frac{10,44 \text{ pV}}{3,82} \cdot \frac{\text{pV} \cdot \text{A}}{2^3 \text{ pV} (1-0,9)^4} =$$

$$= - \frac{10,44 \text{ pV}}{3(1-0,9)^4} = + \frac{10,44 \text{ pV}}{3 \cdot 2,61} = \frac{10,44}{4,84} \text{ pV}$$

$$\begin{array}{r} 1,2161 \\ 3 \\ \hline 7,83 \end{array}$$

$$C_{\text{сноп}} = \frac{10,74}{7,84} \text{ pV}$$

③. $E = \frac{c v^2}{2} = \frac{q U}{2} = q = C U$
 $= \frac{q^2}{2C}$ $W_C = \frac{q^2}{2C}$



1) $U_R = E - U_C = U_C$

2) $q = ?$

$$W_C' = \frac{1}{2C} q I = \frac{q}{2C} I$$

Вк: $I_C + I_R = I_r$ $W_C'' = \frac{1}{2C} (q I + q I') = 0$
 $I^2 + q I' = 0$

④. 1) $I_1 = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{12}{6} = 2 \text{ A}$; $I^2 = q I'$

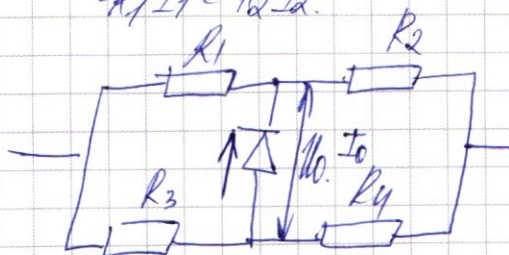
2) $R_3 = ?$

$$(R_1 I_1 - R_3 I_3) = 1 \text{ B}$$

$$E - R_3 I_3 - E + R_1 I_1 = 1 \text{ B}$$

$$R_1 I_1 - R_3 I_3 = 1 \text{ B}$$

$$R_1 I_1 = R_2 I_2$$



$$R_1 I_1 + R_2 I_2 = E$$

$$I_2 = (I_0 + I_1)$$

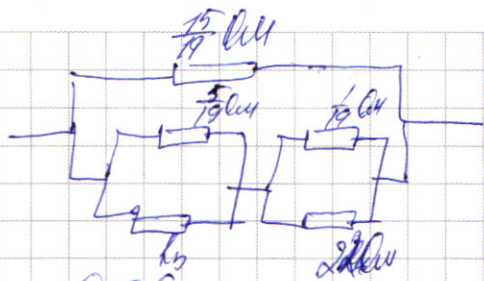
$$R_3 I_3 + R_0 I_0 + R_2 I_2 = E$$

$$I_3 = (I_0 + I_4)$$

$$R_3 I_3 + R_4 I_4 = E$$

$$R_3 = ?$$

$$\begin{array}{r} 348 \quad 19 \\ 24 \quad 59 \\ \hline 59 \end{array} \quad \begin{array}{r} 19 \\ 2 \\ \hline 54 \end{array}$$



$R - ?$
 $R_B - ?$

$$I_B = \frac{10}{15} \cdot 19 = \frac{19}{3} \text{ A}$$

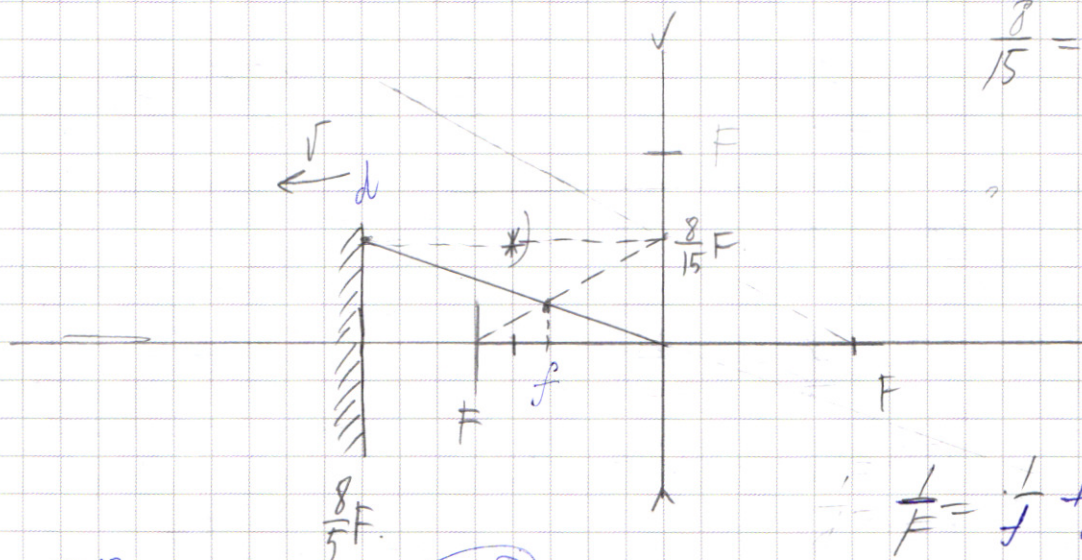
$$I_B = \frac{10}{15} \cdot 19 = \frac{19}{3} \text{ A}$$

$$R' = \frac{\frac{1}{19} \cdot 22}{\frac{1}{19} + 22} = \frac{22}{19 + 418} = \frac{22}{437}$$

$$= \frac{22}{437}$$

5.

$$\frac{8}{15} = \frac{8}{5} = \frac{2}{5}$$



$$\frac{1}{f} = \frac{5-8}{8f} = \frac{13}{8f}$$

$$f = \frac{8}{13} F$$

$$d = \frac{8}{5} F$$

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

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F} = \frac{5}{8F} + \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{8f} f' = \frac{1}{8} v$$

$$\frac{13^2}{64} f' = \frac{25}{64} v$$

$$f' = v = \frac{25}{64} \cdot \frac{64}{13^2} v$$

$$\left(-\frac{1}{f} + \frac{1}{d}\right)' = 0$$

$$\left(\frac{1}{f}\right)' = +1 \frac{1}{f^2} f' = \frac{1}{f^2} f'$$

$$\left(\frac{1}{d}\right)' = -1 \frac{1}{d^2} d' = -\frac{1}{d^2} v$$

$$= \frac{25}{169} v$$

mg

$$E_{\text{pot}} = (mg)^2$$

$$2) \text{ } d = \frac{2}{15};$$

$$E_{\text{pot}} =$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$V_2 = + \frac{1}{1,9} V \quad V_1 = \frac{V}{1,9}$$

$$p_4 V_4 = \frac{P}{1,9} V = p V_1 \quad \frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2}$$

$$pV = \nu RT$$

$$p_3 V_3 = p_4 V_4 = \frac{1}{1,9} pV = \nu RT_1$$

$$1,9 pV = \nu RT_3$$

$$(1,9)^2 T_1 = T_3$$

$$pV = 1,9 \nu RT_1$$

$$p_4 = \frac{P}{1,9} = \frac{P}{1,9}$$

$$2) \quad V_2 \text{ и } V_4$$

$$p_2 V_2 = \nu RT_3$$

$$p_2 V_2 = 1,9 pV$$

$$p_2 \frac{V}{1,9} = 1,9 pV$$

$$p_2^2 \frac{1}{1,9} = 1,9 p^2$$

$$V_2 = \frac{1,9 V}{1,9} = V$$

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

$$p_1 V_2 = p_2 V_1$$

$$p V_2 = p_2 \frac{V}{1,9}$$

$$V_2 = \frac{p_2 V}{1,9 p}$$

$$p_2^2 = (1,9 p)^2$$

$$p_2 = 1,9 p$$

$$3) \quad Q = C \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{Q_{34}}{\nu R}$$

$$\Delta_{34} = - \left(0,9 V \frac{p_3 + p_4}{2} \right)$$

$$\Delta Q_{34} = \frac{3}{2} (p_4 V_4 - p_3 V_3)$$

$$\Delta T = \frac{3 p V \left(\frac{1}{1,9} - 1,9 \right)}{2 R}$$

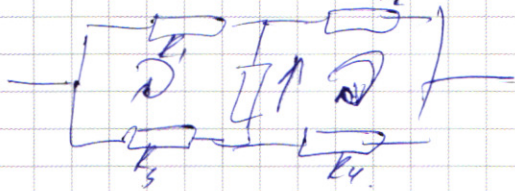
$$Q = -0,9 V \frac{p + \frac{P}{1,9}}{2} + \frac{3}{2} \left(\frac{P}{1,9} V - p 1,9 V \right) =$$

$$= -0,9 V p \left(\frac{1 + \frac{1}{1,9}}{2} \right) + \frac{3}{2} p V \left(\frac{1}{1,9} - 1,9 \right) =$$

$$= V p \left(-0,45 - \frac{0,45}{1,9} + \frac{3}{1,8} - \frac{3 \cdot 1,9}{2} \right) = p V \left(-0,45 - 0,238 - 0,9 + 3 - 2,85 \right) =$$

$$(1) R_1 I_1 + R_2 I_0 + R_2 I_1 = I_1 (R_1 + R_2) + R_2 I_0 = E.$$

$$R_3 I_0 + R_3 I_4 + U_0 + R_2 I_0 + R_2 I_1 = E.$$



$$R_1 I_1 - U_0 - R_3 I_3 = 0.$$

$$U_0 + R_2 I_1 - R_4 I_4 = 0.$$

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

$$I_1 = \frac{E}{R_1 + R_2}$$

$$I_3 = \frac{E}{R_3 + R_4}$$

$$R_1 I_1 - R_3 I_3 = R_1 \frac{E}{R_1 + R_2} - R_3 \frac{E}{R_3 + R_4} = U_0.$$

$$10B - R_3 \frac{E}{R_3 + R_4} = 1B.$$

$$9B = R_3 \frac{12}{R_3 + 22 \text{ Ом}}.$$

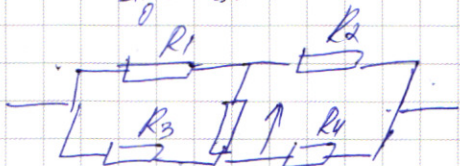
$$3) P_0 = 3B \cdot I =$$

$$= U_0 I_0.$$

$$U_0 = 1B.$$

$$I_0 = 3A.$$

$$R = \frac{1}{3} \text{ Ом}.$$



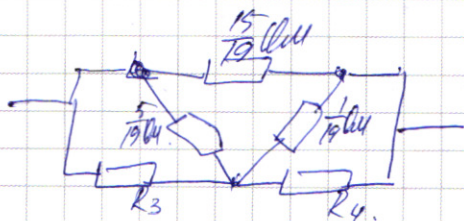
$$R_1 I_1 - U_0 = R_3 I_3.$$

$$9R_3 + 9 \cdot 22 \text{ Ом} = 12R_3.$$

$$3 \cdot 22 \text{ Ом} = R_3.$$

$$\underline{66 \text{ Ом} = R_3}$$

$$\begin{cases} R_1 I_1 - U_0 - R_2 I_3 = 0 \\ U_0 + R_2 I_1 - R_4 I_4 = 0 \\ I_2 = I_0 + I_1 \\ I_3 = I_0 + I_4 \end{cases}$$



$$\frac{R_2 R_0}{6 + \frac{1}{3}} = \frac{1 \cdot 3}{6 + \frac{1}{3}} = \frac{1}{19} \text{ Ом}$$

$$\frac{R_2 R_0}{6 + \frac{1}{3}} = \frac{5 \cdot 3}{6 + \frac{1}{3}} = \frac{5}{19} \text{ Ом}$$

$$1B = R_4 I_4 - R_2 (I_0 + I_1)$$

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_0} = \frac{5 \cdot 1}{6 + \frac{1}{3}} = \frac{15}{19} \text{ Ом}.$$

$$24 \cdot 12$$



черновик



чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1)

$$ma = -mg + kx \quad mg - kx$$

$$\frac{kx_1}{kx_2} = 2,5;$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}};$$

$$kx_0 = mg$$

$$x_0 = \frac{mg}{k}$$

$$x_1 = 2,5x_2$$

2)

$$ma_1 = mg - kx_1$$

$$ma_2 = kx_2 - mg$$

$$-a_1 = a_2$$

$$kx_1 - mg = mg - kx_2$$

$$k(x_1 + x_2) = 2mg$$

$$k \cdot 3,5x_2 = 2mg$$

$$kx_2 = \frac{2mg}{3,5}$$

$$ma_2 = mg \left(1 - \frac{1}{3,5}\right) = mg \frac{2,5}{3,5} = mg \frac{5}{7}$$

$$a_2 = \frac{5}{7}g$$

$$x_2 = \frac{2mg}{3,5k}; \quad x_1 = \frac{5mg}{3,5k}$$

Энергия = $mgA = mg \frac{mg}{k} = \frac{1}{k} (mg)^2$

$$E_{пот1} = mg \frac{5mg}{3,5k} = \frac{5}{3,5} \frac{1}{k} (mg)^2; \quad E_k = \frac{1}{2} (mg)^2 / 1$$

$$E_{пот2} = mg \frac{2mg}{3,5k} = \frac{2}{3,5} \frac{1}{k} (mg)^2$$

$ma = mg - kx$

$x_1 > x_2$

$$x_1 = 2,5x_2$$

$$|mg - kx_1| = |mg - kx_2|$$

$$+ kx_2 - mg = mg - kx_2$$

$$2,5kx_2 - mg = mg - kx_2$$

$$3,5kx_2 = 2mg$$

$$kx_2 = \frac{2mg}{3,5} = \frac{4mg}{7}$$

$$x_2 = \frac{4mg}{7k}$$

$$ma_2 = mg - kx_2 = \frac{3}{7}mg$$

$$a_2 = \frac{3}{7}g$$

$\frac{kx_1}{kx_2} > 0$
 x_1 и x_2 одного направления.

$$x_1 = \frac{4.25}{7k} mg = \frac{10}{7} \frac{mg}{k}$$

$$x_2 = \frac{4}{7} \frac{mg}{k}$$

$$E_{\text{напр}} = mgA$$

при x_0 $ma=0 = mg - kx_0$

$$x_0 = \frac{mg}{k} \quad \frac{kx_0^2}{2} + \frac{mV_{\text{max}}^2}{2} = E_{\text{напр}}$$

$$x = A \cos \omega t$$

$$v = -A\omega \sin \omega t$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$v = A\omega \cos \omega t$$

$$\cos \omega t = 0, \sin \omega t = 1$$

$$x_p = \frac{mg}{k}$$

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = E_{\text{напр}} - E_{\text{пот}}$$

$$E_{\text{напр}} = mgA + mgx_0 = \frac{mV_{\text{max}}^2}{2} + mgx_0$$

$$v_m = A\omega$$

$$x_0 = 0$$

хравн.

$$A = x_{\text{рав}} = 2 \frac{mg}{k}$$

$$E_{\text{напр}} = mgA = (mg)^2 \frac{2}{k}$$

$$E_{k1} = \frac{(mg)^2}{k} \left(2 - \frac{10}{7}\right) = \frac{(mg)^2}{k} \frac{4}{7}$$

$$\frac{4}{7} \cdot \frac{4}{10} = \frac{0.4}{1}$$

$$E_{k2} = \frac{(mg)^2}{k} \left(2 - \frac{4}{7}\right) = \frac{(mg)^2}{k} \frac{10}{7}$$

$$k = m/H$$

3).

$$\frac{kA^2}{2} = \frac{mV_m^2}{2} - ?$$

$$x_{\text{равн}} = \frac{mg}{k}$$

②. $P_{23} = \text{const}$ $T_{14} = \text{const}$

$$p = k_1 V \quad p = k_2 V$$

$$T_{23} = ?$$

$$\frac{(mg)^2}{k} = m V_m^2$$

$$\frac{mg^2}{k} = V_m^2$$

$$p_1 = k_1 V_1$$

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2} ; \frac{p_3}{V_3} = \frac{p_4}{V_4} ; p_2 V_2 = p_3 V_3 ; p_4 V_4 = p_1 V_1 ; p_1 = p_3$$

$$V_3 = 1.9 V_4$$

$$pRT = pV$$

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2} ; \frac{p_1}{1.9V} = \frac{p_4}{V}$$

$$\boxed{p \equiv p_1 = p_3}$$

$$\boxed{V_4 \equiv V = \frac{V_3}{1.9}}$$

$$V_3 = 1.9V \quad \Delta T_{12} = -\Delta T_{43}$$

$$p_2 V_2 - p_1 V_1 = p_3 V_3 - p_4 V_4$$

$$p_2 V_2 - p V_1 = p 1.9V - \frac{p}{1.9} V$$

$$p_3 = \frac{p_4 V_3}{V_4} = 1.9 p_4 = p$$

$$\boxed{T_1} \quad T_4$$