

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1

Дано:

$$F_{\text{упр}2} = 3F_{\text{упр}1}$$

$$a_2 = a_1$$

1) a - ?

2) $\frac{E_{k2}}{E_{k1}}$ - ?

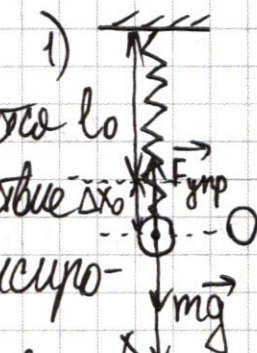
3) $\frac{E_{\text{п max}}}{E_{k \text{ max}}}$ - ?

Решение: 1 шаг: 1)

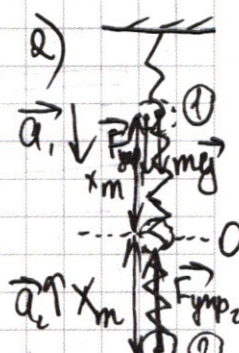
II Система неподвижна в покое, т.к. действующие на нее силы скомпенсированы: $ma = 0$

1) I закон Ньютона:

$$0 = mg + F_{\text{упр}}$$



l_0 - длина недеформированной пружины
 Δx_0 - удлинение



x_m - амплитуда колебаний

$$0x: 0 = mg - F_{\text{упр}} \Rightarrow mg = F_{\text{упр}}$$

$$2) F_{\text{упр}} = -k\Delta x_0 \text{ - закон Гука } \Rightarrow mg = k\Delta x_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow k = \frac{mg}{\Delta x_0} \text{ - коэффициент жесткости}$$

2 случай:

3) когда шарик поднимут вверх до положения, когда пружина недеформирована, и отпустят, возникнут гармонические колебания:

4) Запишем 2 уравнения динамики: для верхнего состояния 1) и нижнего - 2) (см. рисунок 2):

$$\begin{aligned} m\vec{a}_1 &= m\vec{g} + \vec{F}_{\text{упр}1} \quad (\text{II закон}) \\ m\vec{a}_2 &= m\vec{g} + \vec{F}_{\text{упр}2} \quad (\text{II закон}) \end{aligned}$$

В проекциях на ось Ox:

$$\begin{cases} ma_1 = mg + F_{\text{уп}1} & (1) \\ ma_2 = F_{\text{уп}2} - mg \end{cases}$$

По условию сказано, что $a_1 = a_2 \Rightarrow ma_1 = ma_2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \boxed{mg + F_{\text{уп}1} = F_{\text{уп}2} - mg}$$

4) $\boxed{F_{\text{уп}1} = -k\Delta x_1}$ - закон Гука, где Δx_1 - удлинение в положении ①

$\boxed{F_{\text{уп}2} = -k\Delta x_2}$ - закон Гука, где Δx_2 - удлинение в положении ②

5) По условию задано: $\boxed{F_{\text{уп}2} = 3F_{\text{уп}1}}$;

$$2mg = 3F_{\text{уп}1} - F_{\text{уп}1} \Rightarrow \boxed{mg = F_{\text{уп}1}} \quad (3)$$

6) Подставим в уравнение (1) уравнение (3):

$$ma_1 = mg + mg \Rightarrow \boxed{a_1 = 2g}$$

7) $\frac{E_{k2}}{E_{k1}} = \frac{m_2 v_2^2}{2m_1 v_1^2} = \frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{\omega_2^2 x_{m2}^2}{\omega_1^2 x_{m1}^2} = 1 \Rightarrow \boxed{E_{k2} = E_{k1}}$

$\boxed{E_k = \frac{mv_m^2}{2}}$ - кинетическая энергия

$\boxed{v_m = \omega x_m}$, $\omega_2 = \omega_1$, $x_{m2} = x_{m1} = x_m$

8) $\frac{E_{pm}}{E_{km}} = \frac{k\Delta x_m^2}{2m v_m^2} = \frac{k\Delta x_m^2}{m \cdot \omega^2 x_m^2} = \frac{\omega^2 m}{m \cdot \omega^2} = 1 \Rightarrow \boxed{E_{pm} = E_{km}}$

$\boxed{E_{pm} = \frac{k\Delta x_m^2}{2}}$ - максимальная энергия деформации пружины

$\boxed{\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}} \Rightarrow \omega^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow k = \omega^2 m$

Ответ: 1) $a_1 = 2g$; 2) $\frac{E_{k2}}{E_{k1}} = 1 (E_{k2} = E_{k1})$; 3) $\frac{E_{pm}}{E_{km}} = 1 (E_{pm} = E_{km})$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 2

Дано:

$$f(x) = p(V);$$

$$i = 3; T_1;$$

$$k = 1,8; V_2 = kV_1$$

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

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

$$P_{12} = k P_1$$

$$V_2 = V_4$$

1) $T_{23} - ?$

2) $\frac{P_1}{P_3} - ?$

3) $C_{12} - ?$

Решение:

1-2: Изотермический процесс: $p = \frac{RT}{V}$

$$\boxed{p_1 V_1 = \nu R T_1}$$

$$\boxed{p_2 V_2 = \nu R T_2}$$

- уравнение
Клапейрона-Менделеева

Гидростатическое:

$$\left\{ \begin{aligned} p_1 V_1^k &= \text{const} \\ p_2 V_2^k &= \text{const} \end{aligned} \right. \Rightarrow \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^k = \frac{p_2 T_1}{p_1 T_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^k = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \sqrt[k]{\frac{T_1}{T_2}}}$$

$$\boxed{V_2 = k V_1} \text{ (по условию)}$$

$$\boxed{Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}}$$

$$\boxed{\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}}$$

$$\boxed{A_{12} = p_{12} \Delta V_{12}}$$

- I закон термодинамики
- изменение внутренней
энергии
- работа газа при $p = \text{const}$

по 6 найдем A_{12} :

$$p_{12} \Delta V_{12} = \nu R \Delta T_{12}$$

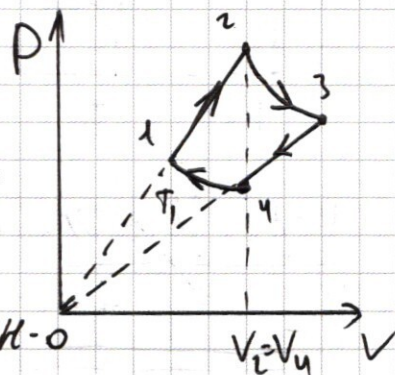
$$\Rightarrow \boxed{A_{12} = \nu R \Delta T_{12}}$$

2-3: Изотермический процесс: $T_{23} = \text{const}$ - закон

Бойля-Мариотта: $\boxed{p_2 V_2 = p_3 V_3} \Rightarrow V_3 = \frac{p_2 V_2}{p_3}$

$$T_{23} = T_{34} = \text{const} \Rightarrow \Delta T_{23} = 0 \Rightarrow \Delta U_{23} = 0 \Rightarrow Q_{23} = A_{23}, A_{23} > 0$$

3-4: Изотермический процесс, аналогично 1-2:



$$\boxed{\frac{V_3}{V_4} = \sqrt{\frac{T_3}{T_4}}} \Rightarrow \frac{p_2 V_3}{p_3 V_4} = \sqrt{\frac{T_3}{T_4}} \Rightarrow \frac{p_2}{p_3} = \sqrt{\frac{T_3}{T_4}} \Rightarrow \frac{p_2}{p_3} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \Rightarrow$$

$$V_2 = V_4 \text{ (по условию)}, \text{ т.к. } \boxed{T_{23} = \text{const} \Rightarrow T_3 = T_2}$$

$$\boxed{T_{41} = \text{const} \Rightarrow T_4 = T_1}$$

$$\Rightarrow \frac{p_2}{p_3} = \sqrt{\frac{k^2 T_1}{T_1}} \Rightarrow \boxed{\frac{p_2}{p_3} = k}$$

4-1: Изотермический процесс, аналогично с 2-3:

$$\boxed{p_4 V_4 = p_1 V_1} \text{ — закон Бойля-Мариотта, } \Delta U_{41} = 0$$

$$\text{I } \boxed{T_{23} = T_2 = T_3 = k^2 T_1} \Rightarrow T_{23} = 1,8^2 T_1 = 3,24 T_1$$

$$\text{II } \frac{p_1}{p_3} = \frac{p_2 V_2 T_1}{V_1 T_2 p_3} = k \frac{V_2 T_1}{V_1 T_2} = k \frac{k V_1}{V_1} \cdot \frac{T_1}{T_2} = k^2 \frac{T_1}{T_2} = \frac{k^2 \cdot T_1}{k^2 T_1} = 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{p_1 = p_3}$$

$$\text{III } \left. \begin{aligned} Q_{12} &= \Delta U_{12} + A_{12} \\ Q_{12} &= C_{12} \Delta t \end{aligned} \right\} \Rightarrow C_{12} = \frac{\Delta U_{12} + A_{12}}{\Delta t} = \frac{\frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} + \nu R \Delta T_{12}}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C_{12} = \nu R \left(\frac{3}{2} + 1 \right) = \frac{5}{2} \nu R \Rightarrow \boxed{C_{12} = \frac{5}{2} \nu R}, \text{ где } \nu - \text{количество в-ва, } R - \text{универсальная газовая постоянная:}$$

$$C_{12} = \frac{5}{2} \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} = 20,775 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \approx 20,78 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$\left[\text{моль} \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} = \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \right]$$

Ответ:

- 1) $T_{23} = k^2 T_1 = 3,24 T_1$
- 2) $\frac{p_1}{p_3} = 1 \text{ (} p_1 = p_3 \text{)}$
- 3) $C_{12} = \frac{5}{2} \nu R \approx 20,78 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N3

Дано:

$\mathcal{E}, R, C,$
 $r = 3R$

1) I_m - ?

2) I_c - ?

3) Q_{τ} - ?

Решение:

Σ ключ замкнут

1) Т.к. есть замкнутый проводящий контур, источник тока, нагрузка,

то значит в цепи будет протекать ток через резисторы r и R

2) Т.к. в цепи есть конденсатор, то ток через него не пойдет

3) Резистор R и конденсатор соединены параллельно, поэтому $U_R = U_C$

а) $I_R = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$ - закон Ома для полной цепи

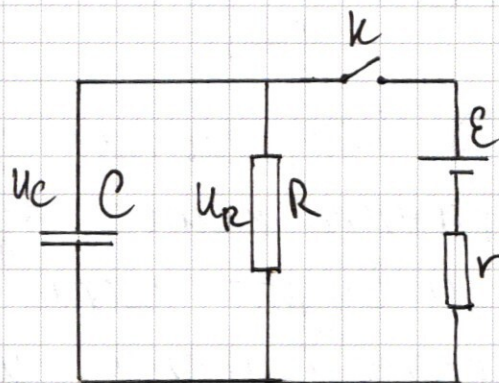
б) $I = \frac{U}{R}$ - закон Ома для участка цепи $\Rightarrow$

$\Rightarrow U = IR$

б) $U_c = U_R \Rightarrow U_c = I_R R = \frac{\mathcal{E}R}{R+r} \Rightarrow U_c = \frac{\mathcal{E}R}{R+r}$

Σ конденсатор заряжается до $U_c = U_R$:

а) $C = \frac{q}{U} \rightarrow q = CU_c$ - заряд, скопившийся на конденсаторе



$$q = \frac{CE R}{R+r}$$

8) $W = \frac{CU_c^2}{2}$ - энергия заряженного конденсатора:

$$W = \frac{CE^2 R^2}{2(R+r)^2}$$

9) Ток, текущий через источник, сразу после замыкания ключа будет максимальным, т.к. он будет нести в себе заряды из обкладки конденсатора и ток в цепи:

$$\begin{aligned} I_m &= \frac{E + U_c}{R+r} = \frac{E + \frac{ER}{R+r}}{R+r} = \frac{E(2R+r)}{(R+r)^2} = \frac{(3R+2R) \cdot E}{(2R+3R)^2} = \frac{5ER}{16R^2} = \frac{5E}{16R} \Rightarrow \\ \Rightarrow I_m &= \frac{5E}{16R} \end{aligned}$$

10) $W = \frac{CU_c^2}{2}$ - энергия конденсатора $\Rightarrow W = \frac{qU_c}{2} \Rightarrow$

$$C = \frac{q}{U} ; U_c = I_R R$$

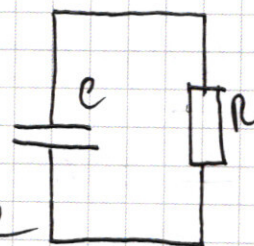
$$\Rightarrow W = \frac{q I_R R}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W = \frac{CU I_R R}{2} \Rightarrow W = \frac{CE R^2 I_R^2}{2(R+r)} \Rightarrow I_R = \frac{CE R}{2(R+r)}$$

$$\Rightarrow I_R = \frac{2W(R+r)}{CE R^2} = \frac{2 \cdot \frac{CE R^2 I_R^2}{2(R+r)} \cdot (R+r)}{CE R^2} = \frac{E}{R+r} = \frac{E}{R+3R} = \frac{E}{4R}$$

11) Ключ и разомкнули:

т.к. нет замкнутого контура, то нет тока в цепи



12) т.к. конденсатор заряжен, то вся его энергия перейдет в тепловую энергию:

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$W_c = Q$ - закон сохранения энергии в цепи

$$Q = \frac{CE^2 R^2}{2(R+r)^2} = \frac{CE^2 R^2}{2(R+3R)^2} = \frac{CE^2 R^2}{32R^2} = \frac{CE^2}{32}$$

Ответ:

- 1) $I_m = \frac{5E}{16R}$;
- 2) $I = \frac{E}{4R}$;
- 3) $Q = \frac{CE^2}{32}$

N5

Дано:

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

$$d_s = F \cdot \nu$$

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

1) $f_{s1} = ?$

2) $\lambda = ?$

3) $\nu = ?$

Решение:

1) Построение
попа лучей:

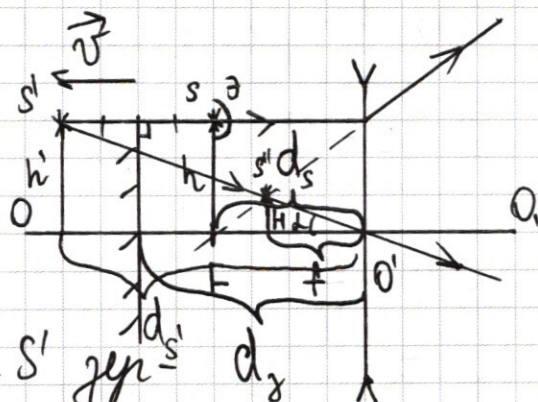
1) т.к. изображение S' зер-
кальное, то S' находится на том же расстоянии от зеркала, как и S ;
расстояние - перпендикуляр
2) изображение в рассеивающей линзе:

мнимое, прямое, уменьшенное

2) $\boxed{-\frac{1}{F} = \frac{1}{d_{s1}} - \frac{1}{f_{s1}}}$ - формула тонкой рассеивающей

линзы $\Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} + \frac{1}{d_{s1}} \Rightarrow f = \frac{F d_{s1}}{F + d_{s1}}$

3) $\boxed{d_{s1} = d_s + \frac{2(d_x - d_s)}{2}}$ - т.к. изображение зеркальное $\Rightarrow$



$$d_{s'} = \frac{3F}{2} + 2\left(\frac{3F}{2} - F\right) = \frac{3F}{2} + \frac{2 \cdot \frac{F}{2}}{2} = \frac{3F}{2} + \frac{F}{2} = \frac{4F}{2} = 2F$$

$$\frac{1}{f_{s'}} = \frac{F d_{s'}}{F + d_{s'}} = \frac{F \cdot 2F}{F + 2F} = \frac{2F^2}{3F} = \frac{2F}{3} \Rightarrow \boxed{\frac{1}{f_{s'}} = \frac{2F}{3}} \Rightarrow f_{s'} = \frac{3}{2F}$$

$$4) \boxed{\operatorname{tg} \alpha = \frac{h'}{d_{s'}}} = \frac{h}{2F} = \frac{3F}{4 \cdot 2F} = \frac{3}{8} \Rightarrow \boxed{\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{3}{8}\right)}$$

$h' = h$ (зеркальное изображение)

$$d_{s'} = 2F$$

$$5) \boxed{\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{F}{d}} - \text{увеличение} \Rightarrow \Gamma = \frac{2F}{3 \cdot 2F} = \frac{1}{3} \Rightarrow \text{уменьше-}$$

ние в 3 раза меньше

$$6) \boxed{S' = \Gamma S}, \text{ где } S' - \text{перемещение изображения}$$

$S - \text{перемещение зеркала} \Rightarrow$

$$\Rightarrow S' = \frac{S}{3}$$

$$2) \boxed{S = vt} - \text{равномерное прямолинейное}$$

движение: $S' = v't'$

$$S' = \frac{S}{3} \Rightarrow v't' = \frac{vt}{3} \Rightarrow \boxed{v' = \frac{v}{3}}$$

$t = t'$ - тк эти действия происходят одновременно

Ответ: 1) $f_{s'} = \frac{3}{2F}$; 2) $\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{3}{8}\right)$; 3) $v' = \frac{v}{3}$

ИЧ

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$\mathcal{E} = 8 \text{ В};$$

$$R_2 = 3 \text{ Ом};$$

$$R_3 = 6 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 2 \text{ Ом}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$f(x) = I(U)$$

$$P_{\text{в}} = 2 \text{ Вт}$$

$$1) I_3 - ?$$

$$2) R_1 - ?$$

$$3) R_1' - ?$$

Решение:

1) Ключ К разомкнут:

Т.к. есть замкнутый контур, нагрузка и источник тока, то в цепи будет течь ток

2) Резисторы R_1 и R_2 соединены с $\mathcal{E}$ последовательно: $R_{12} = R_1 + R_2$; R_3 и R_4 - параллельно: $R_{34} = R_3 + R_4$, а R_{12} и R_{34} - параллельно:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_{34}} \rightarrow R = \frac{R_{12} \cdot R_{34}}{R_{12} + R_{34}}$$

$$3) U_{12} = U_{34} = U_{34} \text{ (параллельно)}$$

$U_{12} = \mathcal{E}$, т.к. нет нагрузки $\Rightarrow$ нет падения напряжения, источник тока подключен параллельно

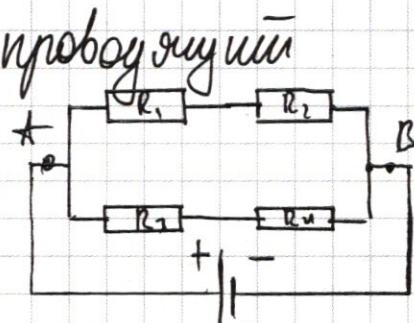
$$\mathcal{E} = U_{34}$$

$$4) I = \frac{U}{R} \text{ - з. Ома для участка цепи} \Rightarrow U_{34} = I_{34} R$$

$$5) \text{ Чтобы найти } I_3, \text{ воспользуемся з. Ома для участка цепи: } I_3 = \frac{U_3}{R_3}$$

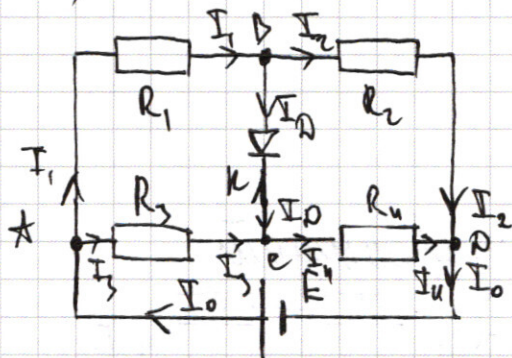
$$6) I_3 = I_4 = I_{34} \text{ (последовательное соединение)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_3 = I_{34} = \frac{U_{34}}{R_{34}} = \frac{U_{34}}{R_3 + R_4} = \frac{\mathcal{E}}{R_3 + R_4} = \frac{8 \text{ В}}{6 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом}} = 1 \text{ А}$$



7) чтобы ток пошел в нужную сторону напряжение на нем должно быть больше, чем U_0 : $U_D \geq U_0$

8) эквивалентная схема:



9) используем Закон Кирхгофа для узлов: A, B, C, D:

A: $I_0 = I_3 + I_1$

B: $I_1 = I_2 + I_0$

C: $I_0 + I_3 = I_4$

D: $I_2 + I_4 = I_0$

$\Rightarrow I_0 = I_4 - I_2 + I_2 + I_0 \Rightarrow I_0 = I_4 - I_2$

$\Rightarrow I_0 = I_4 - I_2 = I_0 - I_2 - I_0 + I_1 = I_1 - I_2$

$\Rightarrow U_D = U_1 - U_2 = I_1 R_1 - I_2 R_2 \Rightarrow R_1 = \frac{U_D + I_2 R_2}{I_1} = \frac{U_0 + \frac{\epsilon R_2}{R_1 + R_2}}{I_1} =$

$= \frac{U_0 + \frac{\epsilon R_2}{R_1 + R_2}}{\frac{\epsilon}{R_1 + R_2}} \Rightarrow \frac{\epsilon R_1}{R_1 + R_2} = U_0 + \frac{\epsilon R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow \frac{\epsilon}{R_1 + R_2} (R_1 + R_2) = U_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{8V}{R_1 + 3\Omega} = 1V \Rightarrow R_1 = 5\Omega$

3) $P_D = U_D I_D \Rightarrow I_D = \frac{P_D}{U_D} = \frac{20W}{1V} = 2A$

$U_1 + U_2 = \epsilon \Rightarrow I_D R_1 + I_D R_2 = \epsilon \Rightarrow I_D (R_1 + R_2) = \epsilon \Rightarrow R_1 = \frac{\epsilon}{I_D} - R_2 = \frac{8V}{2A} - 3\Omega = 1\Omega$

Ответ: 1) $I_3 = 1A$; 2) $R_1 = 5\Omega$; 3) $R_1 = \frac{\epsilon}{I_D} - R_2 = 1\Omega$

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

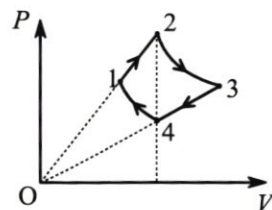
Вариант 11-07

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

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.

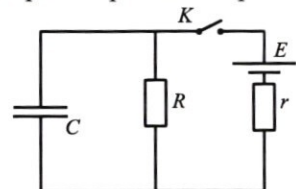
- 1) Найти модуль ускорения в эти моменты.
- 2) Найти отношение кинетических энергий шарика в эти моменты.
- 3) Найти отношение максимальной энергии деформации пружины к максимальной кинетической энергии шарика.

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.



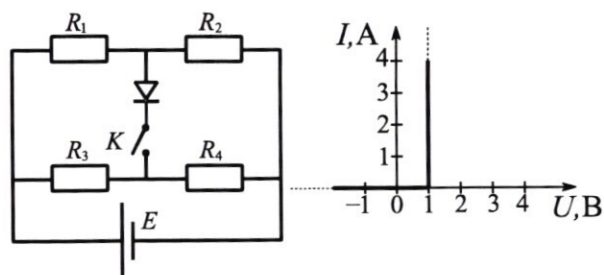
- 1) Найти температуру газа в процессе 2-3.
- 2) Найти отношение давлений в состояниях 1 и 3.
- 3) Найти молярную теплоемкость газа в процессе 1-2.

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.



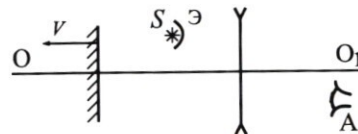
- 1) Найти ток, текущий через источник, сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти ток, текущий через конденсатор, непосредственно перед размыканием ключа.
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?

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 $\mathcal{E}$, 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 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

№2

Дано:

$$p(x)=p(V), V_2=V_1$$

$$k=1,8, T_1$$

$$Q=1$$

$$T_{23}=const$$

$$T_{11}=const$$

а) $T_{23}=?$

б) $p_1=?$

в) $C=?$

Решение:

1-2: Изотермический: $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$

$$p = \alpha V, \quad p_1 V_1 = \alpha R T_1, \quad p_2 V_2 = \alpha R T_2 \Rightarrow \frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}; \quad V_2 = k V_1 \Rightarrow \frac{V_1}{k V_1} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} \Rightarrow \frac{1}{k} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{k^2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = k^2 T_1$$

2-3: Изотермический: $T_{23}=const$ - закон

Бойля-Мариотта: $p_2 V_2 = p_3 V_3$, т.н. $T=const$, $Q=A$

$$\Delta T = 0 \Rightarrow \Delta U = 0$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \alpha R \Delta T - \text{внутр. энергия газа}$$

$i=3$, т.н. идеальный одноатомный газ

3-4: Изотермический, аналогично $p = \alpha V$,

$$\frac{V_3}{V_4} = \sqrt{\frac{T_3}{T_4}} \Rightarrow \frac{p_2 V_2}{p_3 V_4} = \sqrt{\frac{T_3}{T_4}} \Rightarrow \frac{p_2}{p_3} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \Rightarrow \frac{p_2}{p_3} = \sqrt{\frac{k^2 T_1}{T_1}} = k$$

$$T_3 = T_2 - T_{23} = const$$

$$T_4 = T_1 - T_{41} = const$$

$$\Rightarrow \frac{p_2}{p_3} = k$$

4-1: $T = \text{const} \Rightarrow p_4 V_4 = p_1 V_1 \Rightarrow p_1 = \frac{p_4 V_4}{V_1}, \Delta U_{41} = 0 \Rightarrow Q_{41} = A_{41}$

1) $T_{23} = T_2 = T_3 = k^2 T_1 = 1,8^2 T_1$

2) $\frac{p_1}{p_3} = \frac{p_1 V_2 T_1}{V_1 T_2 p_3} = k \frac{V_2 T_1}{V_1 T_2} = k \frac{k V_1}{V_1} \cdot \frac{T_1}{T_2} = k^2 \frac{T_1}{T_2} = 1,8^2 \frac{T_1}{1,8^2 T_1} = 1 \Rightarrow p_1 = p_3$

$\Rightarrow p_1 = p_3$

3) $Q = \Delta U + A$

$C_m \Delta T = \frac{i}{2} \nu R \Delta T + p \Delta V$

$C_m = \frac{3}{2} \nu R + \nu R = \frac{5}{2} \nu R$

1/1

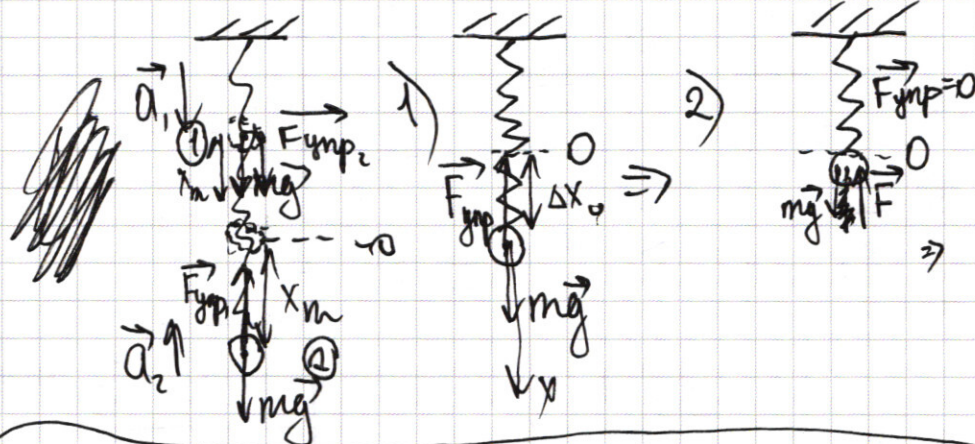
$F_{\text{уп}2} = 3 F_{\text{уп}1}$

$a_2 = a_1$

1) $a_1 = ?$

2) $\frac{E_{\text{к}2}}{E_{\text{к}1}} = ?$

3) $\frac{E_{\text{п max}}}{E_{\text{к max}}} = ?$



I в положении равновесия:

$F_{\text{уп}} = k \Delta x_0$ - г. Гук

$0 = m\vec{g} + \vec{F}_{\text{уп}}$ - 1-й Н:

Ох: $0 = mg - k \Delta x_0 \Rightarrow mg = k \Delta x_0 \Rightarrow k = \frac{mg}{\Delta x_0}$

II движение:

$\begin{cases} m\vec{a}_1 = m\vec{g} + \vec{F}_{\text{уп}1} \\ m\vec{a}_2 = m\vec{g} + \vec{F}_{\text{уп}2} \end{cases}$

$\Rightarrow$ Ох: $\begin{cases} ma_1 = mg + F_{\text{уп}1} \\ ma_2 = F_{\text{уп}2} - mg \end{cases}$

$a_1 = a_2 \Rightarrow ma_1 = ma_2 \Rightarrow mg + F_{\text{уп}1} = F_{\text{уп}2} - mg$

$2mg = 3F_{\text{уп}1} = F_{\text{уп}2} \Rightarrow mg = F_{\text{уп}1}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) $ma_z = mg + mg \Rightarrow \boxed{a_z = 2g}$

2) $\frac{E_{k2}}{E_{k1}} = \frac{m v_{c2}^2}{2m v_1^2} = \frac{v_2^2}{v_1^2} = 1$

$v_2 = v_1$, т.е. колебания - **ПОДСКИПЬ!**

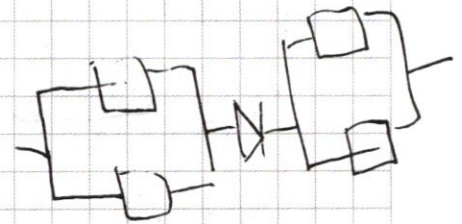
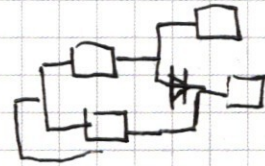
$\boxed{v_m = \omega x_m}$

3) $\frac{k x_m^2}{2m v_m^2} = \frac{k x_m^2}{m \omega^2 x_m^2} = \frac{k}{m \omega^2} = 1$

$\boxed{v_m = \omega x_m}$

$\omega^2 = \frac{k}{m}$

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



№3

Дано:

$E, R, C, r = 3R$

U_{max}

Решение:

1) После замыкания каго ещё зарядится C

$\boxed{U_{\text{общ}} = E + U_C}$

2) Корот замыкнули:

3) Т.е. есть замык. провод. конденс., катушка. источник эл. тока, то будет ток.

4) т.е. есть ||, то I при этом не пойдет

5) Конденсатор и R соедин. ||: $\boxed{U_C = U_R}$

6) $\boxed{\frac{U}{R} = \frac{E}{R+r}}$ - закон для полной цепи

7) $\boxed{I = \frac{U}{R}}$ - закон для ч. цепи. $\Rightarrow \boxed{U = IR}$

~~U_c = I_r R = \frac{\epsilon R}{R+r}~~

$$1) I_m = \frac{\epsilon + U_c}{R+r} = \frac{\epsilon + \frac{\epsilon R}{R+r}}{R+r} = \frac{\epsilon(R+r) + \epsilon R}{(R+r)^2} = \frac{2\epsilon R + \epsilon r}{(R+r)^2}$$

$$= \frac{2\epsilon R + \epsilon r}{(R+r)^2} = \frac{\epsilon(2R+r)}{(R+r)^2} = \frac{\epsilon(2R+3R)}{(R+3R)^2} = \frac{5\epsilon R}{16R^2} = \boxed{\frac{5\epsilon}{16}}$$

2) -? ток через C-?

3) $Q = W_c - 3C\sigma$

$$W_c = \frac{CU_c^2}{2} = \frac{C \cdot \epsilon^2 R^2}{2(R+r)^2} = Q \Rightarrow Q = \frac{C \cdot \epsilon^2 R^2}{2(R+r)^2} = \frac{C \cdot \epsilon^2 \cdot R^2}{2 \cdot (R+3R)^2}$$

$$= \frac{C \epsilon^2 R^2}{32R^2} = \boxed{\frac{C \epsilon^2}{32}}$$

$$\frac{C \epsilon^2 R^2}{2(R+r)^2} = \frac{C \epsilon^2 R^2}{2(R+3R)^2} + Q$$

$$C \Delta q = \frac{CU_c^2}{2} + I^2 R \Delta t$$



$$E = U_{12} = U_{34}$$

$$U_{34} = I_{34} (R_3 + R_4) \Rightarrow I_{34} = \frac{U_{34}}{R_3 + R_4}$$

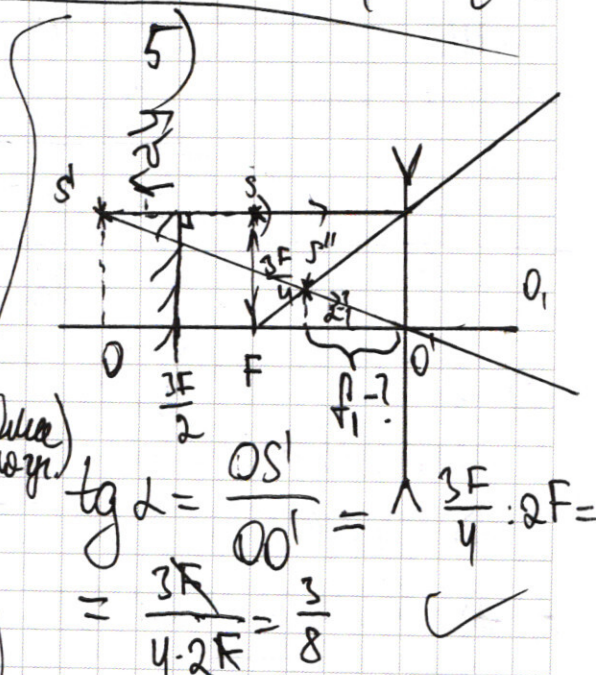
$$I_{34} = \frac{E}{R_3 + R_4} = \frac{8B}{60\Omega + 20\Omega} = \boxed{1A}$$

2)

3) $P = U_0 I_0 \Rightarrow I_0 = \frac{P_0}{U_0} = \frac{2B}{1B} = 2A$

Из Kirchhoffa: $I = I_1 + I_3 = I_1 + I_4 + I_0$

$I = I_2 + I_4, I_2 = I_1 + I_0$



чтобы увидеть там нулю через увеличение