Олимпиада «Физтех» по физике, (

Класс 11

Вариант 11-07

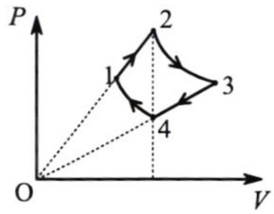
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без в

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 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.

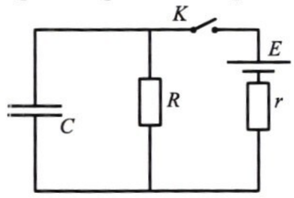
2. Идеальный одноатомный газ из состояния 1 с температурой T_1 расширяется в процессе 1-2 прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V. В процессе 1-2 объем газа увеличивается в $k = 1{,}8$ раза. Затем газ расширяется в изотермическом процессе 2-3, сжимается в процессе 3-4 прямо пропорциональной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



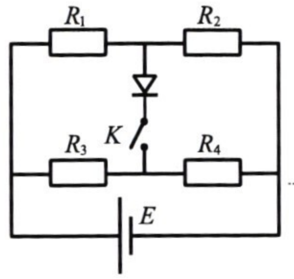
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины E, R, C известны, $r = 3R$. Ключ К на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.

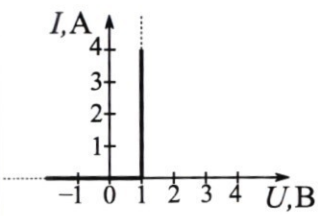
1) Найти ток, текущий через источник, сразу после замыкания ключа.
2) Найти ток, текущий через конденсатор, непосредственно перед размыканием ключа.
3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?



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.

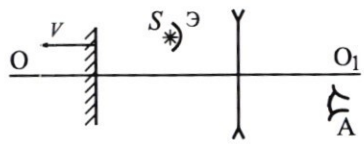
1) Найти ток через резистор R_3 при разомкнутом ключе К.
2) При каких значениях R_1 ток потечет через диод при замкнутом ключе К?
3) При каком значении R_1 мощность тепловых потерь на диоде будет равна $P_D = 2$ Вт?





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.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

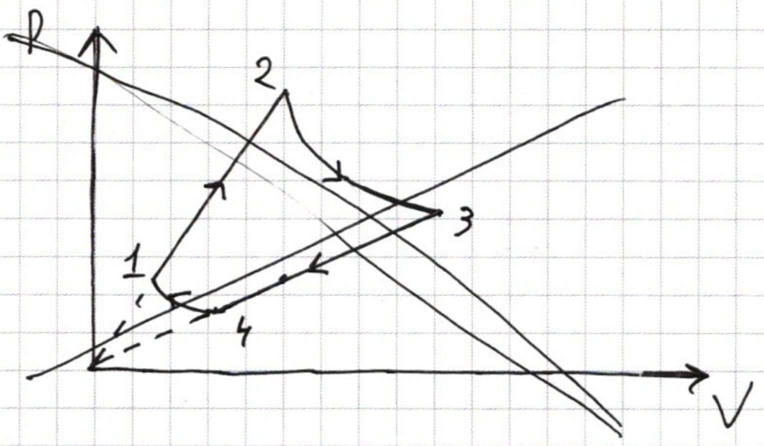
N 2

$i = 3$

T_1

$k = 1,8$

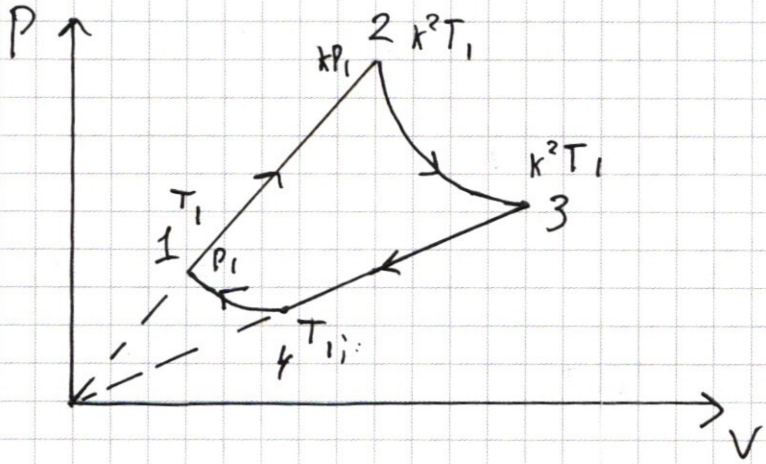
$V_2 = V_4$



1) (1-2):

$P(V) = k^* V$

$\begin{cases} P_1 = k^* V_1 \\ P_2 = k^* V_2 \end{cases} \Rightarrow \dfrac{P_1}{P_2} = \dfrac{V_1}{V_2}$



Запишем уравн. Менд.-Клайп.:

$\begin{cases} P_1V_1 = \nu R T_1 \\ P_2V_2 = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow \dfrac{P_1V_1}{P_2V_2} = \dfrac{T_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = T_1 \dfrac{P_2V_2}{P_1V_1}$

$\dfrac{P_2}{P_1} = \dfrac{V_2}{V_1} = k \Rightarrow P_2 = kP_1 \Rightarrow T_2 = T_1 \dfrac{k \cdot P_1 \cdot k \cdot V_1}{P_1V_1} = k^2 T_1$

2) (2-3):

т.к. $T_2 = T_3$, то $P_2V_2 = P_3V_3$

(4-1).

т.к. $T_1 = T_4$; то $P_4V_4 = P_1V_1$

$\Rightarrow \dfrac{P_2V_2}{P_1V_1} = \dfrac{P_3V_3}{P_4V_4} = k^2$

т.к. в (3-4) - прямопропорц. зависимость, то

☐ черновик ☒ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 1
(Нумеровать только чистовики)

$$\frac{p_3}{p_4} = \frac{V_3}{V_4} = k \Rightarrow V_3 = kV_4;\ V_2 = V_4 \Rightarrow V_3 = kV_2 = k^2V_1$$

Запишем уравн. Менд.-Клайп из 1 в 3:

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_3V_3}{T_3} = \frac{p_3V_3}{k^2T_1} \Rightarrow \frac{p_1}{p_3} = \frac{V_3}{k^2V_1} = \frac{k^2V_1}{k^2V_1} = \underline{1}$$

3) $$C_{12} = \frac{Q_{12}}{\nu \Delta T_{12}}$$

По первому началу термодинам.:

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta E_{12}.$$

$$\Delta E_{12} = \frac{3}{2}\nu R T_2 - \frac{3}{2}\nu R T_1 = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{12}$$

$A_{12} = +S$ под графиком $= \frac{1}{2} p_2V_2 - \frac{1}{2} p_1V_1 = \frac{1}{2}\nu R T_2 - \frac{1}{2}\nu R T_1 =$

$= \frac{1}{2}\nu R \Delta T_{12}$

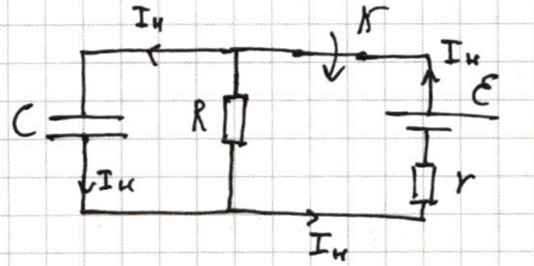
$$Q_{12} = \frac{1}{2}\nu R\Delta T_{12} + \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{12} = 2\nu R\Delta T_{12} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C_{12} = \frac{2\nu R\Delta T_{12}}{\nu \Delta T_{12}} = 2R \approx 16,62 \frac{Дж}{моль \cdot K}$$

Ответ: $T_2 = k^2T_1$; $\frac{p_1}{p_3} = 1$; $C_{12} = 2R \approx 16,62 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

N3

$r = 3R$

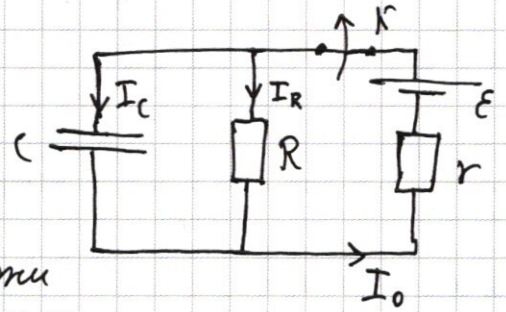


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) Сразу после замык. ключа напряж. на конд. равно нулю, т.к. заряд скачком не меняется. => $U_C = 0$ => $U_R = 0$, т.к. они подключ. параллельно. => Ток через резистор R не течёт.
Из 2 правила Кирхгофа для правого контура:

$$\mathcal{E} = I_н r \Rightarrow I_н = \frac{\mathcal{E}}{r} = \frac{\mathcal{E}}{3R}$$

2) Из ЗСЗ:



$I_C + I_R = I_0 \Rightarrow I_C = I_0 - I_R$

$W_C' = I_C \cdot U_C$; $U_C = U_R$ (т.к. они параллельно подключ.) =>

$$\Rightarrow W_C' = I_C \cdot U_R = I_C \cdot I_R \cdot R = (I_0 - I_R) \cdot I_R R =$$

$$= -I_R^2 R + I_0 I_R R$$

Из 2 правила Кирхгофа для правого контура:

$$\mathcal{E} = I_0 r + I_R R \Rightarrow I_0 = \frac{\mathcal{E} - I_R R}{r} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W_C' = -I_R^2 R + I_R R\left(\frac{\mathcal{E} - I_R R}{r}\right) = -I_R^2 R + \frac{\mathcal{E} R}{r} I_R - I_R^2 \frac{R^2}{r} =$$

$$= -I_R^2 R\left(1 + \frac{R}{r}\right) + \frac{\mathcal{E} R}{r} I_R$$ – это функ. от I_R и она

максимальна, когда производная равна нулю.

$$-2I_R \cancel{R}\left(\frac{R+r}{r}\right)+\frac{\varepsilon \cancel{R}}{r}=0 \Rightarrow \frac{\varepsilon}{\cancel{r}}=2I_R(R+r)\cdot\frac{1}{\cancel{r}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_R=\frac{\varepsilon}{2(R+r)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_0=\frac{\varepsilon-I_R R}{r}=\frac{\varepsilon-\frac{\varepsilon R}{2(R+r)}}{r}=\frac{2\varepsilon R+2\varepsilon r-\varepsilon R}{2r(R+r)}=$$

$$=\frac{\varepsilon R+2\varepsilon r}{2r(R+r)}$$

Из ЗСЗ:

$$I_C=I_0-I_R=\frac{\varepsilon R+2\varepsilon r}{2r(R+r)}-\frac{\varepsilon}{2(R+r)}=\frac{\varepsilon R+2\varepsilon r-\varepsilon r}{2r(R+r)}=$$

$$=\frac{\varepsilon R+\varepsilon r}{2r(R+r)}=\frac{\varepsilon}{2r}$$ – ток через конд. перед размык. ключа.

3) В момент перед размык. ключа:

$$I_R=\frac{\varepsilon}{2(R+r)} \Rightarrow U_R=I_R\cdot R=\frac{\varepsilon R}{2(R+r)}=U_C$$ (т.к. они подключ. парал.)

$$W_н=\frac{CU_C^2}{2}=\frac{C}{2}\cdot\frac{\varepsilon^2R^2}{4(R+r)^2}=\frac{C\varepsilon^2R^2}{8(R+r)^2};\ W_к=0$$

$A_{ист}=0$ (т.к. источник отключ. от конд. и заряд через него не протекает).

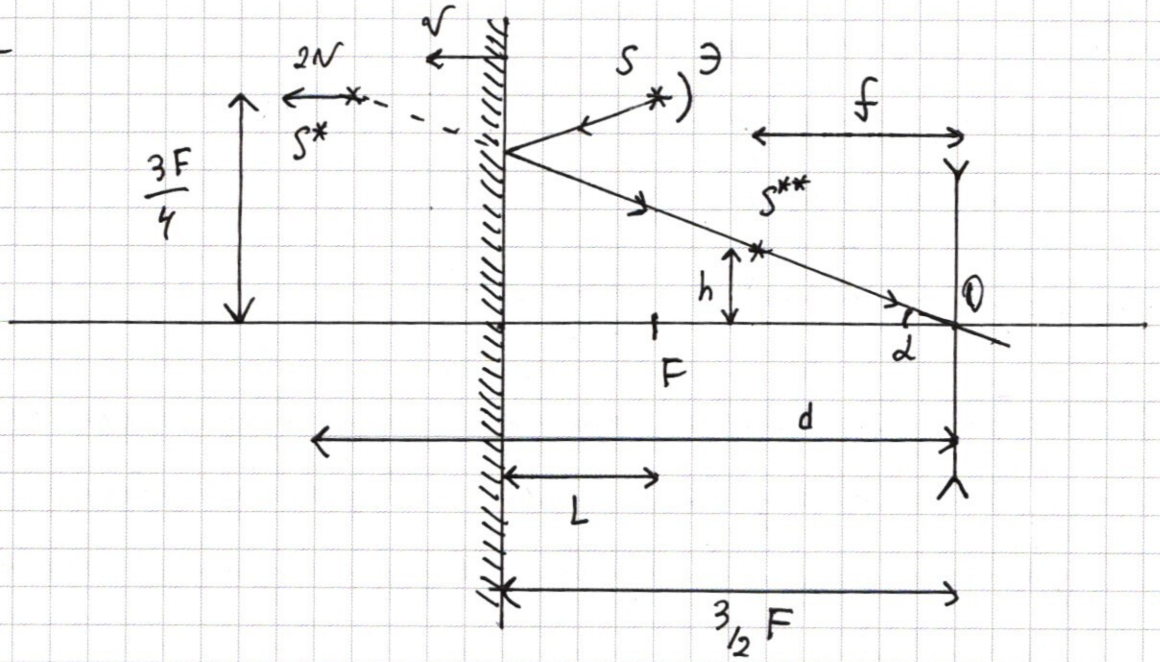
Из ЗСЭ:

$$W_н+\overset{0}{A_{ист}}=\overset{0}{W_к}+Q \Rightarrow Q=W_н=\frac{C\varepsilon^2R^2}{8(R+r)^2}=\frac{C\varepsilon^2R^2}{8(R+3R)^2}=$$

$$= \frac{C\varepsilon^2 R^2}{8\cdot 16 R^2} = \frac{C\varepsilon^2}{128}$$

Ответ: $I_н = \frac{\varepsilon}{r} = \frac{\varepsilon}{3R}$; $I_C = \frac{\varepsilon}{2r} = \frac{\varepsilon}{6R}$; $Q = \frac{C\varepsilon^2 R^2}{8(R+r)^2} = \frac{C\varepsilon^2}{128}$

№ 5



1)

L – расстояние от зеркало до источника.

$L = \frac{3}{2}F - F = \frac{F}{2}$; S^* – находится левее зеркала на $L = \frac{F}{2}$

d – расстояние от S^* до линзы; $d = \frac{3}{2}F + L = 2F$

$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{dF}{d+F} = \frac{2F\cdot F}{2F+F} = \frac{2}{3}F$$ – изображ

мнимое, т.к. линза рассеивающая.

Изображ. источника находится на расст. f от линзы $= \frac{2}{3}F \Rightarrow \Gamma = \frac{f}{d} = \frac{2F}{3\cdot 2F} = \frac{1}{3}$

2) Главный опт. центр, изображ и S^* находятся на одной прямой.

h- ~~выс~~ расстояние от OO_1 до изображ S^{**}

Из подобия треуг.:

$$\frac{d}{f}=\frac{\frac{3F}{4}}{h} \Rightarrow h=\frac{3F}{4}\cdot\frac{f}{d}=\frac{3F}{4}\cdot\frac{2F}{3\cdot 2F}=\frac{F}{4}$$

Перейдём в СО зеркала, тогда источник S движется вправо со скоростью $v \Rightarrow S^*$ движется влево со скоростью v.

Перейдём обратно в СО Земли, тогда S^* движется влево со скоростью $v+v=2v$

$$tg\,\alpha=\frac{h}{f}=\frac{F/4}{2F/3}=\frac{3}{2\cdot 4}=\frac{3}{8}$$

3) ~~За вре~~ За малый промежуток времени Δt Зеркало успеет сдвинуться влево $\Rightarrow S^*$ успеет сдвин. влево $\Rightarrow S^{**}$ сдвинется немного влево и вверх, а угол α почти не изменится.

$u_{\parallel}$ - скорость вдоль OO_1^{*}, а $u_{\perp}$ - перпенд. OO_1

$u_{\parallel}=\Gamma^2\cdot 2v=\frac{2}{9}v$; за Δt изображ немного сместится, но

$$\alpha^*\approx\alpha \Rightarrow \frac{u_{\perp}}{u_{\parallel}}=tg\,\alpha \Rightarrow u_{\perp}=tg\,\alpha\cdot u_{\parallel}=\frac{\cancel{2}}{\cancel{9}_3}\cdot\frac{\cancel{3}}{\cancel{8}_4}v=\frac{v}{12}$$

$$u=\sqrt{u_{\perp}^2+u_{\parallel}^2}=\cancel{\left(v\sqrt{\frac{4}{9\cdot 9}+\frac{1}{12\cdot 12}}=v\sqrt{\frac{4\cdot 4\cdot 4+3\cdot 3}{9^2\cdot 12^2}}\right)}=$$

$$=\sqrt{u_{\parallel}^2 tg^2\alpha+u_{\parallel}^2}=u_{\parallel}\cdot\sqrt{1+tg^2\alpha}=\frac{u_{\parallel}}{\cos\alpha}=\frac{2}{9}v\cdot\frac{\sqrt{73}}{\cancel{8}\,4}=\frac{v\sqrt{73}}{36}\approx$$

$$\approx\frac{v}{4}\sqrt{\frac{\cancel{72}\,8}{\cancel{81}\,9}}=\frac{\cancel{2}\sqrt{2}}{2\,\cancel{4}\cdot 3}v\approx 0{,}23v$$

Ответ: $f=\frac{2}{3}F$; $tg\,\alpha=\frac{3}{8}$; $u=\frac{v\sqrt{73}}{36}\approx 0{,}23v$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Из 2 правила Кирхгофа для левого верхнего контура:

$$I_1 R_1 + U_0 - I_3 R_3 = 0 \Rightarrow I_1 R_1 = I_3 R_3 - U_0;$$

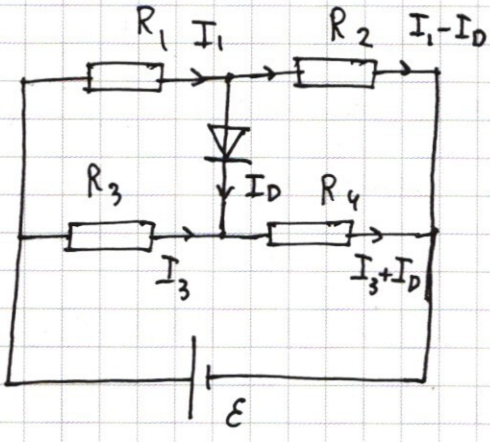
$$\frac{\mathcal{E} R_1}{R_1+R_2} = \frac{\mathcal{E} R_3}{R_3+R_4} - U_0 = \frac{\mathcal{E} R_3 - U_0 R_3 - U_0 R_4}{R_3+R_4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cancel{\mathcal{E} R_3 R_1} + \mathcal{E} R_4 R_1 = \cancel{\mathcal{E} R_3 R_1} - U_0 R_3 R_1 - U_0 R_4 R_1 + \mathcal{E} R_2 R_3 - U_0 R_2 R_3 - U_0 R_2 R_4$$

$$R_1 (\mathcal{E} R_4 + U_0 R_3 + U_0 R_4) = R_2 (\mathcal{E} R_3 - U_0 R_3 - U_0 R_4) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_1 = R_2 \frac{\mathcal{E} R_3 - U_0 R_3 - U_0 R_4}{\mathcal{E} R_4 + U_0 R_3 + U_0 R_4} = R_2 \frac{\mathcal{E} R_3 - U_0 (R_3 + R_4)}{\mathcal{E} R_4 + U_0 (R_3 + R_4)}$$

3) $P_D = 2$ Вт



Из ЗСЗ:

$I_1 = I_2 + I_D \Rightarrow I_2 = I_1 - I_D$

$I_3 + I_D = I_4;\ I_4 = I_3 + I_D$

$$P_D = U_0 I_D \Rightarrow I_D = \frac{P_D}{U_0}$$

Из 2 правила Кирхгофа:

$$\cancel{(\mathcal{E} = R_1 I_1 + R_2 I_2 - R_2 I_R \Rightarrow)}$$

№ 4

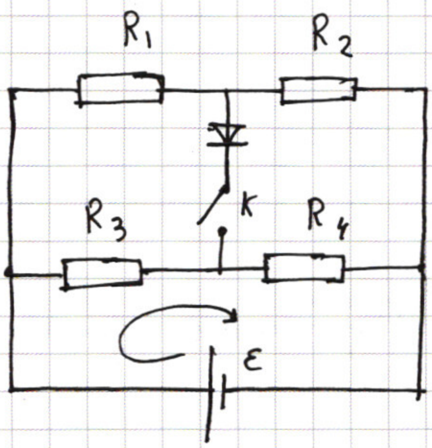
$\varepsilon = 8$ В

$R_2 = 3$ Ом

$R_3 = 6$ Ом

$R_4 = 2$ Ом

$U_0 = 1$ В



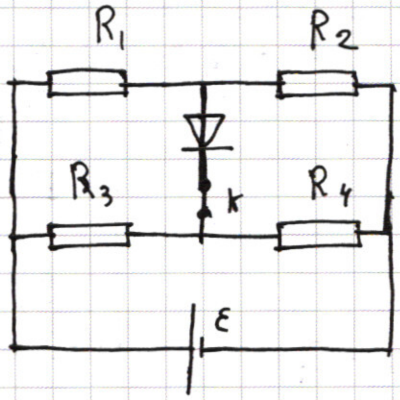
1) Ключ K разомкнут $\Rightarrow I_3 = I_4$

Запишем 2 правило Кирхгофа для нижнего контура:

$$\varepsilon = I_3 R_3 + I_3 R_4 = I_3(R_3 + R_4) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_3 = \frac{\varepsilon}{R_3 + R_4} = \frac{8\text{ В}}{6\text{Ом} + 2\text{Ом}} = 1\text{ А}$$

2) Ключ K замкнут



Рас-им погранич. случай, когда диод только открылся. Ток через диод пока не течёт, но напрят на нём равно $U_0 \Rightarrow I_1 = I_2$ и $I_3 = I_4$ - из ЗСЗ, т.к. $I_D = 0$

Мы знаем, что $I_3 = \dfrac{\varepsilon}{R_3 + R_4} \Rightarrow U_3 = \dfrac{\varepsilon R_3}{R_3 + R_4}$

Из 2 правила Кирхгофа для контура с ε, R_1 и R_2:

$$\varepsilon = I_1 R_1 + I_1 R_2 = I_1(R_1 + R_2) \Rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} \Rightarrow U_1 = I_1 R_1 = \frac{\varepsilon R_1}{R_1 + R_2}$$

☐ черновик ☒ чистовик Страница № 7

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\varepsilon = R_1 I_1 + R_2 I_1 - R_2 I_D \Rightarrow I_1 (R_1 + R_2) = \varepsilon + R_2 I_D \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon + R_2 I_D}{R_1 + R_2}$$

Из 2 правила Кирхгофа:

$$\varepsilon = I_3 R_3 + I_3 R_4 + I_D R_4 \Rightarrow I_3 (R_3 + R_4) = \varepsilon - R_4 I_D \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_3 = \frac{\varepsilon - R_4 I_D}{R_3 + R_4}$$

Из 2 правила Кирхгофа для левого верхнего контура:

$$I_1 R_1 + U_0 - I_3 R_3 = 0 \Rightarrow \frac{\varepsilon R_1 + R_2 R_1 I_D}{R_1 + R_2} + U_0 = \frac{\varepsilon R_3 - R_4 R_3 I_D}{R_3 + R_4}$$

$$\cancel{\varepsilon R_3 R_1 + I_D R_2 R_3 R_1 + U_0 (R_1 + R_2)(R_3 + R_4) = \varepsilon R}$$

$$\varepsilon R_3 R_1 + \varepsilon R_4 R_1 + I_D R_2 R_3 R_1 + I_D R_2 R_4 R_1 + U_0 (R_1 + R_2)(R_3 + R_4) =$$

$$= \varepsilon R_3 R_1 + \varepsilon R_2 R_3 - I_D R_3 R_4 R_1 - I_D R_2 R_3 R_4$$

$$R_1 (\cancel{\varepsilon R_3} + \varepsilon R_4 + I_D R_2 R_3 + I_D R_2 R_4 + I_D R_3 R_4 - \cancel{\varepsilon R_3}) +$$

$$+ U_0 R_3 R_1 + U_0 R_4 R_1 + U_0 R_2 R_3 + U_0 R_2 R_4 = \varepsilon R_2 R_3 - I_D R_2 R_3 R_4$$

$$R_1 (\varepsilon R_4 + U_0 R_3 + U_0 R_4 + I_D (R_2 R_3 + R_2 R_4 + R_3 R_4)) = R_2 (\varepsilon R_3 - U_0 R_3 - U_0 R_4 -$$

$$- I_D R_3 R_4) \Rightarrow R_1 = R_2 \cdot \frac{\varepsilon R_3 - U_0 R_3 - U_0 R_4 - I_D R_3 R_4}{\varepsilon R_4 + U_0 R_3 + U_0 R_4 + I_D (R_2 R_3 + R_2 R_4 + R_3 R_4)}$$

$I_0 = \frac{P_0}{U_0} = \frac{2 Вт}{1 В} = 2 А \Rightarrow$

$\Rightarrow R_1 = 3 Ом \cdot \frac{8\cdot 6 - 6 - 2 - 24}{8\cdot 2 + 6 + 2 + 2(18 + 6 + 12)} = \cancel{3}\cdot \frac{16}{\cancel{96}\; 32} Ом =$

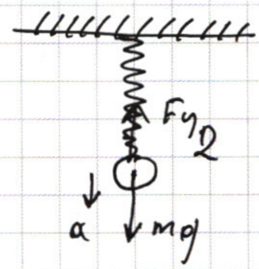
$= 0,5 Ом$

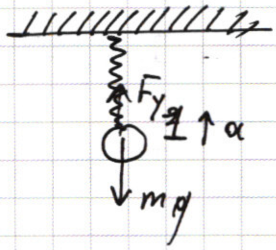
Ответ: $I_3 = 1 А$; $R_1 = R_2 \frac{\varepsilon R_3 - U_0 (R_3 + R_4)}{\varepsilon R_4 + U_0 (R_3 + R_4)} = 5 Ом$;

$R_1 = \cancel{0,5 Ом}\; 0,5 Ом$

№ 1

1) В первый момент $mg > F_{y1}$ и ускор направ. вниз.





Во второй момент $F_{y2} > mg$ и ускор. направ вверх $\Rightarrow$

$\Rightarrow F_{y2} = 3F_{y1}$

Запишем 2з Н для каждого из этих случаев:

$$\begin{cases} mg - F_{y1} = ma \\ F_{y2} - mg = ma \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} mg - F_{y1} = ma \,|\, 3 \\ 3F_{y1} - mg = ma \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 3mg - 3F_{y1} = 3ma \\ 3F_{y1} - mg = ma \end{cases} \Rightarrow 3\cancel{m}g - \cancel{m}g = 4\cancel{m}a \Rightarrow 2g = 4a \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{g}{2}$$

2) ~~В перв~~ Допустим растяж в первом случ. $\Delta x \Rightarrow$ Во втором случ. оно $3\Delta x$, т.к. $F_y = k\Delta x$*

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) $E_н = 0$ (т.к. $\Delta x = 0$ и пружина недеформ.)

$E_1 = -mg\Delta x + \frac{k\Delta x^2}{2} + E_{к_1}$

$E_2 = -3mg\Delta x + \frac{k(3\Delta x)^2}{2} + E_{к_2}$

т.к. энерг. сохр, то $E_1 = E_2 = E_н$ =>

$$\Rightarrow \begin{cases} E_{к1} = mg\Delta x - \frac{k\Delta x^2}{2} \\ E_{к_2} = 3mg\Delta x - \frac{9k\Delta x^2}{2} \end{cases}$$

$\left(\cancel{-mg\Delta x + \frac{k\Delta x^2}{2} + E_{к1} = -3mg\Delta x + \frac{9k\Delta x^2}{2} + E_{к2}}\right)$

Запишем 2 З Н для шарика:

$mg - k\Delta x = \frac{mg}{2} \Rightarrow k\Delta x = \frac{mg}{2} \Rightarrow \frac{k\Delta x^2}{2} = \frac{mg\Delta x}{4} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \begin{cases} E_{к1} = mg\Delta x - \frac{mg\Delta x}{4} = \frac{3mg\Delta x}{4} \\ E_{к1} = 3mg\Delta x - \frac{9mg\Delta x}{4} = \frac{12mg\Delta x - 9mg\Delta x}{4} = \frac{3mg\Delta x}{4} \end{cases} \Rightarrow$$

$\Rightarrow \frac{E_{к1}}{E_{к2}} = 1$

3) I. Энерг. диформац. будет max, когда $v = 0$

$E = -mg\Delta x_y + \frac{k\Delta x_y^2}{2} = 0$ (т.к. энерг. сохр.) =>

$\Rightarrow 2mg = k\Delta x_g \Rightarrow \Delta x_g = \dfrac{2mg}{k} \Rightarrow$

$\Rightarrow E_g = \dfrac{k\Delta x_g^2}{2} = \dfrac{k}{\cancel{2}} \cdot \dfrac{\overset{2}{\cancel{4}} m^2 g^2}{k^2} = \dfrac{2m^2g^2}{k}$

II. кинет. энерг. макс., когда v - max, когда $a=0$

2 З Н.:

$mg - k\Delta x_k = 0 \Rightarrow \Delta x_k = \dfrac{mg}{k}$

$E = -mg\Delta x_k + \dfrac{k\Delta x_k^2}{2} + E_k = 0$ (т.к. энерг. сохр) $\Rightarrow$

$\Rightarrow E_k = mg\Delta x_k - \dfrac{k\Delta x_k^2}{2} = \dfrac{mg \cdot mg}{k} - \dfrac{k}{2} \dfrac{m^2g^2}{k^2} =$

$= \dfrac{m^2g^2}{k} - \dfrac{m^2g^2}{2k} = \dfrac{m^2g^2}{2k} \Rightarrow$

$\Rightarrow \dfrac{E_g}{E_k} = \dfrac{\dfrac{2m^2g^2}{k}}{\dfrac{m^2g^2}{2k}} = 4$

Ответ: $a = \dfrac{g}{2} \approx 5 м/с^2$; $\dfrac{E_{k1}}{E_{k2}} = 1$; $\dfrac{E_g}{E_k} = 4$.

☐ черновик ☒ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\left.\begin{aligned} P_1V_1 &= P_4V_4 \\ P_2V_2 &= k^2P_1V_1 \end{aligned}\right\} \Rightarrow P_2V_2 = k^2P_4V_4 \;;\; P_2V_2 = P_3V_3.$$

$$P_3V_3 = k^2P_4V_4$$

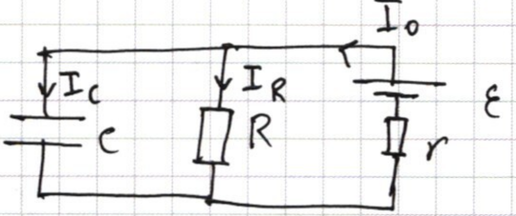
$$\cancel{P_1V_1 = \frac{P_2V_2}{k^2} = P_4V_4}$$

$$\frac{P_1V_1}{\cancel{T_1}} = \frac{P_3V_3}{k^2\cancel{T_1}} \Rightarrow \frac{P_1}{P_3} = \frac{V_3}{k^2V_1}$$

$$kV_1 = V_4$$

$$V_3 = k^2V_1 \;;\; \frac{P_1}{P_3} = \frac{V_3}{k^2V_1} = \frac{k^2V_1}{k^2V_1} = 1$$

$$64\cdot 4 = 256 + 9 = 265 \qquad \frac{}{9^2\cdot 12^2}$$



$$W_C' = I_C U_C = I_C \cdot I_R R = $$
$$= (I_0 - I_R) I_R R =$$
$$= -I_R^2 R + I_R I_0 R.$$

$$-2I_R\cancel{R} + I_0\cancel{R} = 0 \Rightarrow I_0 = 2I_R$$

$$\mathcal{E} = 2I_R\cdot r + I_R\cdot R = I_R(2r+R) \Rightarrow I_R = \frac{\mathcal{E}}{2r+R} = I_C$$

$$U_C = U_R = I_R\cdot R = \frac{\mathcal{E}R}{2r+R};\; W_C' = U_C\cdot I_C = \frac{\mathcal{E}R}{2r+R}\cdot\frac{\mathcal{E}}{2r+R} =$$

$$= \frac{\mathcal{E}^2R}{(2r+R)^2}$$

$$u = \sqrt{u_\perp^2 + u_\parallel^2} = \sqrt{u_\parallel^2 + tg^2\alpha\, u_\parallel^2} = u_\parallel\cdot\sqrt{1+tg^2\alpha} = \frac{u_\parallel}{\cos\alpha}$$

$$\sqrt{1+\frac{9}{64}} = \frac{\sqrt{64+9}}{8} = \frac{\sqrt{73}}{8}$$

☒ черновик ☐ чистовик Страница №__
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

$$W_C' = I_C \cdot U_C = U_R \cdot I_C \; ; \; \cancel{I_C = I_0}$$

$$\mathcal{E} = I_0 r + I_R R \Rightarrow I_0 = \frac{\mathcal{E} - I_R R}{r}$$

$$-I_R^2 R + I_R R \cdot \frac{(\mathcal{E} - I_R R)}{r} = -I_R^2 R + \mathcal{E} I_R \frac{R}{r} - I_R^2 \frac{R^2}{r} =$$

$$= -I_R^2 R\left(1 + \frac{R}{r}\right) + \frac{\mathcal{E} R}{r} I_R = W_C'$$

$$-2 I_R R\left(1 + \frac{R}{r}\right) + \frac{\mathcal{E} R}{r} = 0.$$

$$\frac{\mathcal{E}}{\cancel{r}} = 2 I_R \left(\frac{R+r}{\cancel{r}}\right) \Rightarrow I_R = \frac{\mathcal{E}}{2(R+r)}$$

$$I_0 = \frac{\mathcal{E} - \frac{\mathcal{E} R}{2(R+r)}}{r} = \frac{2\mathcal{E} R + 2\mathcal{E} r - \mathcal{E} R}{2r(R+r)} = \frac{\mathcal{E} R + 2\mathcal{E} r}{2r(R+r)}$$

$$I_C = I_0 - I_R = \frac{\mathcal{E} R + 2\mathcal{E} r}{2r(R+r)} - \frac{\mathcal{E} r}{2r(R+r)} = \frac{\mathcal{E} R + \mathcal{E} r}{2r(R+r)} =$$

$$= \frac{\mathcal{E}\cancel{(R+r)}}{2r\cancel{(R+r)}} = \frac{\mathcal{E}}{2r}.$$

$$16 + 8 + 2\cdot 36 = 16 + 8 + 72 = 96 \; ; \; U_0(R_3 + R_4) = 8$$