Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-07

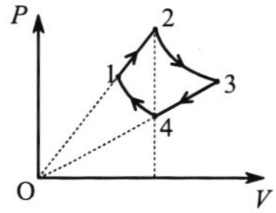
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вло

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.

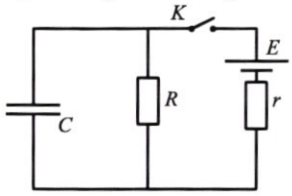
2. Идеальный одноатомный газ из состояния 1 с температурой T_1 расширяется в процессе 1-2 прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V. В процессе 1-2 объем газа увеличивается в $k = 1{,}8$ раза. Затем газ расширяется в изотермическом процессе 2-3, сжимается в процессе 3-4 прямо пропорциональной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



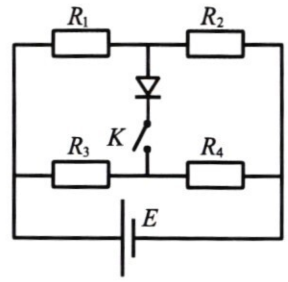
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины E, R, C известны, $r = 3R$. Ключ К на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.

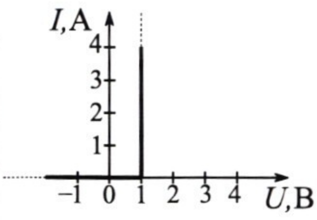
1) Найти ток, текущий через источник, сразу после замыкания ключа.
2) Найти ток, текущий через конденсатор, непосредственно перед размыканием ключа.
3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?



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.

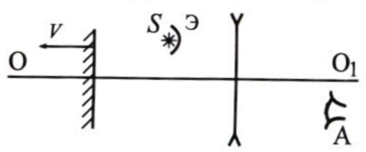
1) Найти ток через резистор R_3 при разомкнутом ключе К.
2) При каких значениях R_1 ток потечет через диод при замкнутом ключе К?
3) При каком значении R_1 мощность тепловых потерь на диоде будет равна $P_D = 2$ Вт?





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

№ 2 (продолжение)

Т.к. участок 3-4 – прямо пропорц., то $p_3/V_3 = p_4/V_4 = \frac{p_1/k}{kV_1} = \frac{p_1}{k^2V_1}$ (2)

Перемножив равенства (1) и (2), получим $p_3^2 = \frac{k^2p_1^2}{k^2} = p_1^2$, значит, $p_3/p_1 = 1$

3) Процесс 1-2 – политропный $pV^{-1} = Const$, где показатель политропы

$-1 = \frac{C - C_p}{C - C_V} \Rightarrow C = \frac{C_p + C_V}{2} = \frac{5/2 R + 3/2 R}{2} = 2R = 16,62 \frac{Дж}{К\cdot моль}$

Ответ: 1) $k^2T_1 = 3,24T_1$

2) 1

3) $2R = 16,62 \frac{Дж}{К\cdot моль}$

№ 3

Дано:

ε, R, C

$r = 3R$

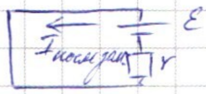
1) $I_{после\ зам.}$ – ?

2) $I_{перед\ разм.}$ – ?

3) $Q_{после\ разм.}$ – ?

Решение:

1) Т.к. конденсатор не заряжен, то сразу после замыкания он ведёт себя как идеальный проводник, тогда ток через всю цепь (кроме R, через него ток не течет) $I_{после\ зам.} = \frac{\varepsilon}{r} = \frac{\varepsilon}{3R}$



2) Обозначим q, U, I – заряд, напряжение на конденсаторе и ток через него в момент времени t.

Энергия конденсатора $W = \frac{q^2}{2C}$, скорость ее роста $\frac{\partial W}{\partial t} =$

$= \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{q^2}{2C}\right) = \overbrace{\frac{q}{C}}^{U=}\overbrace{\frac{\partial q}{\partial t}}^{=I} = \frac{qI}{C}\ UI$

По первому правилу Кирхгофа $I_0 = I + I_R$, где I_0 – ток через источник, I_R – ток через резистор R; по второму для двух контуров:

$\varepsilon - U = I_0 r$

$U = I_R R$

$\Rightarrow I_0 = \frac{\varepsilon - U}{r} = \frac{\varepsilon - U}{3R}$, $I_R = \frac{U}{R}$ $\Rightarrow I = I_0 - I_R = \frac{\varepsilon - 4U}{3R}$

$$\frac{\partial W}{\partial t} = UI = \frac{U(\mathcal{E}-4U)}{3R} = \frac{4}{3R}\,U\left(\frac{\mathcal{E}}{4}-U\right)$$ – квадратичная зависимость,

максимум которой достигается при $U = U_0 = \frac{\mathcal{E}/4}{2} = \frac{\mathcal{E}}{8}$

Тогда ток перед размыканием $I_{\text{перед разм}} = \frac{\mathcal{E} - 4\frac{\mathcal{E}}{8}}{3R} = \frac{\mathcal{E}}{6R}$

3) Сохранившаяся энергия на конденсаторе ~~сразу после~~ в момент размыкания $W_0 = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{128}$, через большое время она выделится через резистор R.

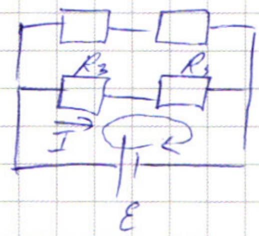
Ответ: 1) $\frac{\mathcal{E}}{3R}$

2) $\frac{\mathcal{E}}{6R}$

3) $\frac{C\mathcal{E}^2}{128}$

№ 4

Дано:	Решение:
$\mathcal{E} = 8\,B$	
$R_2 = 3\,\Omega$	
$R_3 = 6\,\Omega$	
$R_4 = 2\,\Omega$	
ВАХ диода	



1) По II правилу Кирхгофа:

$\mathcal{E} = IR_3 + IR_4$, откуда

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_3+R_4} = \frac{8\,B}{6\Omega + 2\Omega} = 1\,A$$

2) Обозначим токи в цепи на рисунке в соответствии с I правилом Кирхгофа, открытый диод представляет из себя батарейку с напряжением равным пороговому, ~~а направлением~~ направление которого расположено против тока.

По II правилу Кирхгофа для трех контуров:

$$ABCDA: -U_0 = I_1R_1 - I_3R_3 \quad (1)$$

$$DCEFD: U_0 = (I_1 - \Delta I)R_2 - (I_3 + \Delta I)R_4 \quad (2)$$

$$GAFHG: \mathcal{E} = I_3R_3 + (I_3 + \Delta I)R_4 \quad (3)$$

Из (1) $I_1 = I_3\frac{R_3}{R_1} - \frac{U_0}{R_1}$, подставим во (2) $U_0 = \left(I_3\frac{R_3}{R_1} - \frac{U_0}{R_1} - \Delta I\right)R_2 - (I_3 + \Delta I)R_4$,

~~откуда~~ $\cancel{I_3 = U_0\frac{R_1+R_2}{R_1R_4+R_2R_3} + \Delta I(R_2+R_4)}$, ~~подставим в (3)~~

$\cancel{\mathcal{E} = U_0\frac{(R_1+R_2)(R_3+R_4)}{R_1R_4+R_2R_3} + \Delta I(R_2+2R_4)}$, ~~откуда~~ $\cancel{\Delta I = \frac{\mathcal{E} - U_0\frac{(R_1+R_2)(R_3+R_4)}{R_1R_4+R_2R_3}}{R_2+2R_4}}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Обозначим k - жесткость пружины, m - масса шарика. Проведем вертикально вниз ось x (сонаправлено с $\vec{g}$), взяв за ноль недеформированное положение пружины. x, a, v — координата, ускорение и скорость шарика в момент времени t.

1) Модули ускорения a_0 равны, а силы на шарик отличаются в случае, когда эти ускорения противоположно направлены, а ~~нижняя~~ прикладываемая сила $\vec{F}$ ~~сонаправлена с $m\vec{g}$.~~ противоположно направлена $m\vec{g}$

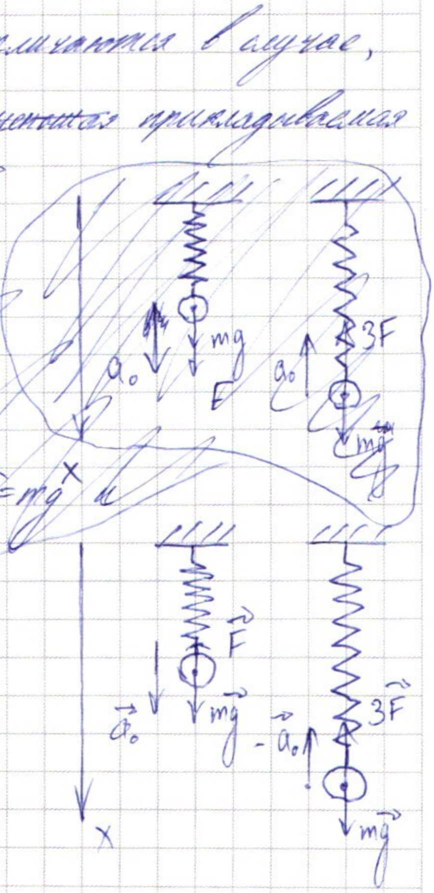
По II ЗН на ось x для обоих случаев:

$ma_0 = mg + F$

$-ma_0 = mg - 3F$

Сложив их, получим $0 = 2mg - 2F$, откуда $F = mg$ и

$ma_0 = mg + F = 2mg$



По II ЗН:

$m\vec{a}_0 = m\vec{g} + \vec{F}$

$-m\vec{a}_0 = m\vec{g} + 3\vec{F}$

на проекциях на ось x:

$$\begin{cases} ma_0 = mg - F \\ -ma_0 = mg - 3F \end{cases}, \text{ откуда}$$

$a_0 = \frac{g}{2} = 5\ \frac{м}{с^2}$

2) II ЗН в произвольный момент времени на проекциях оси x:

$m\frac{\partial^2 x}{\partial t^2} = mg - kx$ или $\frac{\partial^2 (x - \frac{mg}{k})}{\partial t^2} + \frac{k}{m}(x - \frac{mg}{k}) = 0$ - дифф. ур. колебаний, откуда $x - \frac{mg}{k} = A\cos(\varphi_0 + \omega t)$, где A, φ_0 — амплитуда и нач. фаза, $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$. Из того, что нач. точка $x = 0$, $t = 0$ - крайнее положение шарика, то $A = -\frac{mg}{k}$, $\varphi_0 = 0$, тогда $x = \frac{mg}{k}(1 - \cos\omega t)$

$$\vartheta = \frac{\partial x}{\partial t} = \omega \frac{mg}{k} \sin \omega t \qquad (1)$$

$$a = \frac{\partial \vartheta}{\partial t} = \omega^2 \frac{mg}{k} \cos \omega t = g \cos \omega t$$

При $a = a_0 = \frac{g}{2}$:

$$\frac{g}{2} = g \cos \omega t_1 \Rightarrow \cos \omega t_1 = \frac{1}{2} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \omega t_1 = \frac{\pi}{6} \\ \omega t_2 = -\frac{\pi}{6} \end{array} \right.$$

Скорости в этот момент:

$$\vartheta_1 = \frac{\omega mg}{k} \sin \frac{\pi}{6} = \frac{\omega mg}{2k}$$

$$\vartheta_2 = \frac{\omega mg}{k} \sin \left(-\frac{\pi}{6}\right) = -\frac{\omega mg}{2k}$$, т.е. $\frac{E_{кин1}}{E_{кин2}} = \frac{m\vartheta_1^2/2}{m\vartheta_2^2/2} = 1$

3) Максимальная деформация пружины равна амплитуде, тогда его пот. энергия $E_{пруж_{max}} = \frac{kA^2}{2} = \frac{m^2g^2}{2k}$

Максимальная скорость из (1): $\vartheta_{max} = \omega \frac{mg}{k}$

$$E_{кин\,max} = \frac{m\vartheta_{max}^2}{2} = \frac{m\omega^2 m^2 g^2}{2k^2} = \frac{m^2g^2}{2k}$$

$$\frac{E_{пруж\,max}}{E_{кин\,max}} = 1$$

Ответ: 1) $\frac{g}{2} = 5\ \frac{м}{с^2}$

2) 1

3) 1

№2

Дано:

T_1

k

1) T_{23} — ?

2) p_1/p_3 — ?

3) C_{12} — ?

Решение:

Обозначим p_1, V_1 — давление и объем газа в сост. 1, тогда из прям. пропорц. зависимости в состоянии 2 давление и объём газа kp_1, kV_1.

1) Уравнение Менделеева-Клапейрона для состояний 1 и 2:

$$p_1V_1 = \nu RT_1$$

$$kp_1 \cdot kV_1 = \nu RT_2$$

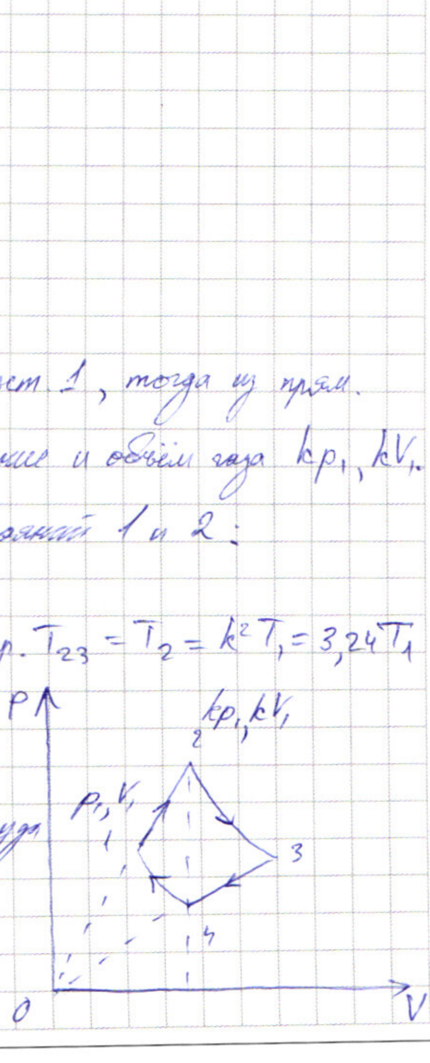
$\Rightarrow T_2 = k^2 T_1$, из. пр. $T_{23} = T_2 = k^2 T_1 = 3{,}24 T_1$

2) По условию $V_4 = V_2 = kV_1$

В изотерм. проц. 4-1: $p_4V_4 = p_1V_1$, откуда

$$p_4 = p_1 \frac{V_1}{V_4} = \frac{p_1}{k}$$

В изотерм. проц. 2-3: $p_3V_3 = k^2 p_1 V_1 \quad (1)$



☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4 (продолжение)

Условие тока через диод $\Delta I > 0$ или $\dfrac{\mathcal{E} - U_0\dfrac{(R_1+R_2)(R_3+R_4)}{R_1R_4+R_2R_3}}{R_2+2R_4} > 0$: ~~или~~

$\mathcal{E} - U_0\dfrac{(R_1+R_2)(R_3+R_4)}{R_1R_4+R_2R_3} > 0$

$\mathcal{E}R_1R_4 + \mathcal{E}R_2R_3 - U_0R_1R_3 - U_0R_1R_4 - U_0R_2R_3 - U_0R_2R_4 > 0$

$R_1(\mathcal{E}R_4 - U_0R_3 - U_0R_4) > U_0R_2R_3 + U_0R_2R_4 - \mathcal{E}R_2R_3$

если $\mathcal{E}R_4 - U_0R_3 - U_0R_4 > 0$, то

$R_1 > \cancel{U_0R_2R_3 + U_0R_2R_4 - \mathcal{E}R_2R_3}, \dfrac{U_0R_3+U_0R_4-\mathcal{E}R_3}{\mathcal{E}R_4 - U_0R_3 - U_0R_4}R_2$

если $\mathcal{E}R_4 - U_0R_3 - U_0R_4 = 0$, то

таких R_1 нет

если $\mathcal{E}R_4 - U_0R_3 - U_0R_4 < 0$, то

$R_1 <$

$\mathcal{E}R_4 - U_0(R_3+R_4) = 8\,В\cdot 2\,\Omega - 1\,В(6\,\Omega + 2\,\Omega) = 8\,В\cdot\Omega > 0$, значит

$R_1 > \dfrac{U_0(R_3+R_4) - \mathcal{E}R_3}{}$

№ 4 (продолжение)

$I_3 = \dfrac{U_0(R_1+R_2)}{R_2R_3 - R_1R_4} + \Delta I\dfrac{R_1(R_2+R_4)}{R_2R_3 - R_1R_4}$, подставим в (3):

$\mathcal{E} = \dfrac{U_0(R_1+R_2)(R_3+R_4) + \Delta I R_1R_3(R_2+R_4)}{R_2R_3 - R_1R_4} + \Delta I R_4$, откуда

$\Delta I = \dfrac{\mathcal{E}(R_2R_3 - R_1R_4) - U_0(R_1+R_2)(R_3+R_4)}{R_1R_3(R_2+R_4) + R_4(R_2R_3 - R_1R_4)} = \dfrac{\mathcal{E}(R_2R_3 - R_1R_4) - U_0(R_1+R_2)(R_3+R_4)}{R_1R_2R_3 + R_1R_3R_4 + R_2R_3R_4 - R_1R_4^2}$

~~где~~ $R_1R_2R_3 + R_1R_3R_4 + R_2R_3R_4 - R_1R_4^2 = $ ~~...~~ $R_2R_3R_4 + R_1(R_2R_3 + R_3R_4 - R_4^2) =$

$= 36\,\Omega^3 + R_1\cdot 26\,\Omega^2 > 0$ ~~...~~ при всех $R_1 \geq 0$.

Условие протекания тока через диод $\Delta I > 0$ или, учитывая верхнее неравенство:

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$$\mathcal{E}(R_2R_3 - R_1R_4) - U_0(R_1+R_2)(R_3+R_4) > 0$$

$$R_1(\mathcal{E}R_4 + U_0(R_3+R_4)) < \mathcal{E}R_2R_3 - U_0R_2(R_3+R_4)$$

$$R_1 < \frac{\mathcal{E}R_3 - U_0(R_3+R_4)}{\mathcal{E}R_4 + U_0(R_3+R_4)}R_2 = \frac{8\cdot6 - 1(6+2)}{8\cdot2+1(6+2)}3\,\Omega = 5\,\Omega$$

3) Мощность тепловых потерь на диоде $P_D = U_0 I_D \Rightarrow I_D = \frac{P_D}{U_0}$

$$I_D = \frac{\mathcal{E}(R_2R_3 - R_1R_4) - U_0(R_1+R_2)(R_3+R_4)}{R_1R_2R_3 + R_1R_3R_4 + R_2R_3R_4 - R_1R_4^2}$$, откуда

$$R_1\left[I_D(R_2R_3 + R_3R_4 - R_4^2) + \mathcal{E}R_4 + U_0(R_3+R_4)\right] = \mathcal{E}R_2R_3 - U_0R_2(R_3+R_4) - I_DR_2R_3R_4$$

$$R_1 = \frac{\mathcal{E}R_3 - U_0(R_3+R_4) - \frac{P_D}{U_0}R_3R_4}{\mathcal{E}R_4 + U_0(R_3+R_4) + \frac{P_D}{U_0}(R_2R_3+R_3R_4-R_4^2)}R_2 = \frac{8\cdot6 - 1(6+2) - \frac{2}{1}\cdot6\cdot2}{8\cdot2 + 1\cdot(6+2) + \frac{2}{1}(3\cdot6+6\cdot2-2^2)}3\,\Omega =$$

$$= \frac{40-24}{24+2\cdot26}\cdot 3\,\Omega = \frac{16}{76}\,\Omega = \frac{4}{19}\,\Omega \approx 0{,}21\,\Omega$$

$4{,}0 \,|\, 19$; 20; $0{,}210$; 10

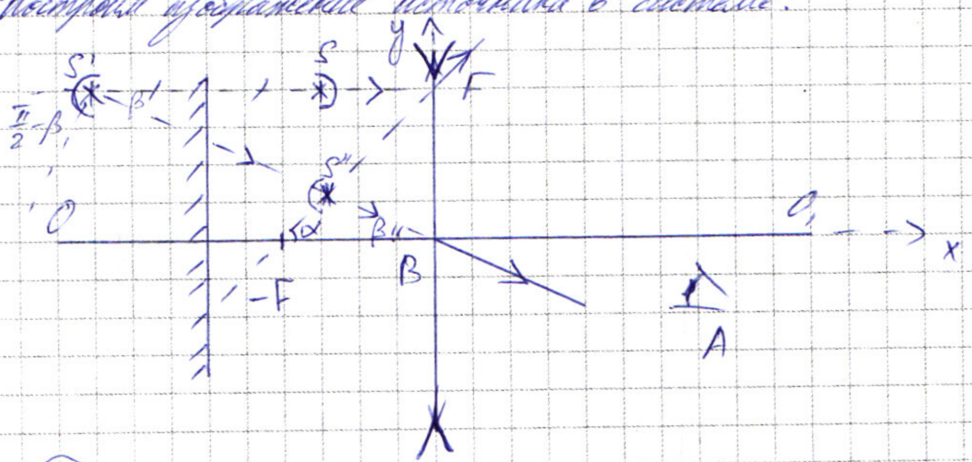
Ответ: 1) $\cancel{1A}$ $\frac{\mathcal{E}}{R_3+R_4} = 1\,A$

2) $0 \le R_1 < \cancel{5\Omega}$ $\frac{\mathcal{E}R_3 - U_0(R_3+R_4)}{\mathcal{E}R_4 + U_0(R_3+R_4)} = 5\,\Omega$

3) $R_1 = \cancel{\frac{4}{19}}$ $\frac{\mathcal{E}R_3 - U_0(R_3+R_4) - \frac{P_D}{U_0}R_3R_4}{\mathcal{E}R_4 + U_0(R_3+R_4) + \frac{P_D}{U_0}(R_2R_3+R_3R_4-R_4^2)} = \frac{4}{19}\,\Omega \approx 0{,}21\,\Omega$

№5

Построим изображение источника в системе:



Привяжем декартову систему координат: начало отсчета в центре линзы, ось x сонаправлена OO_1, ось y расположена так, что y-координата источника положительна.

Координаты $S(\overset{x_S}{-\frac{3}{4}F}; \overset{y_S}{F})$, $S'(-\frac{3}{2}F + (-\frac{3}{2}F - (-\frac{3}{4}F)); F) = S'(\overset{x_{S'}}{-\frac{9}{4}F}; \overset{y_{S'}}{F})$,

координаты S'' найдем из системы двух уравнений:

$$\begin{cases} y = \frac{y_{S'}}{x_{S'}}x = -\frac{4}{9}x \\ y = \frac{y_{S'}}{0-(-F)}(x-(-F)) = x+F \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_{S''} = -\frac{9}{13}F \\ y_{S''} = \frac{4}{13}F \end{cases}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

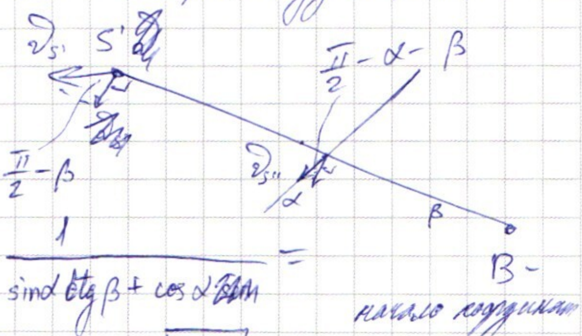
№3 (продолжение)

Т.к. в собирающей линзе ~~прямым~~ изображения прямые, то экран будет слева от изображения ~~источника~~, значит, наблюдатель, ~~находясь~~ в точке с координатой

1) на любом расстоянии

2) т.к. зеркало движется вдоль оси x, то его у-координата S' остается неизменной, а, значит, изображение S'' будет двигаться ~~вдоль~~ по прямой $y = x + F$, угол с осью OO' $tg\,\alpha$ = угловому коэффициенту $= 1$

3) Т.к. изображения S' и S'' всегда находятся на одной прямой, проходящей через начало координат, то они движутся с одинаковой угловой скоростью отн. начала координат. Введем угол β, тангенс которого будет равен $tg\,\beta = -$ угл. коэф. $(y = -\frac{4}{9}x) = \frac{4}{9}$:



$$\frac{v_{S'}\cos(\frac{\pi}{2}-\beta)}{BS'} = \frac{v_{S''}\cos(\frac{\pi}{2}-\alpha-\beta)}{BS''} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{S''} = v_{S'}\frac{BS''}{BS'}\frac{\sin\beta}{\sin(\alpha+\beta)} = v_{S'}\frac{\sqrt{(\frac{9}{13})^2F^2+(\frac{4}{13})^2}}{\sqrt{F^2+(\frac{9}{4})^2F^2}}\frac{1}{\sin\alpha\, ctg\,\beta + \cos\alpha} =$$

$$= v_{S'}\frac{\frac{\sqrt{85}}{13}}{\frac{\sqrt{97}}{4}}\frac{1}{\frac{\sqrt{2}}{2}\cdot\frac{9}{4}+\frac{\sqrt{2}}{2}} = v_{S'}\frac{4\sqrt{85}}{13\sqrt{97}}\cdot\frac{\sqrt{2}\cdot 4}{13} = v_{S'}\sqrt{\frac{170}{97}}$$

Т.к. относительно зеркала S двигалось со скоростью v, то S' будет двигаться в противоположном направлении с той же скоростью, тогда его скорость отн. линзы будет $v - (-v) = 2v$

$$v_{S''} = 2v\sqrt{\frac{170}{97}} \approx 2{,}6\,v$$

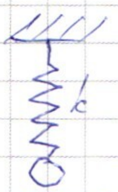
170 | 97
730 | 1,75 $\sqrt{\;}$ ≈ 1,3
510

Ответ: 1) на любом
2) $tg\,\alpha = 1$
3) $2v\sqrt{\frac{170}{97}} \approx 2{,}6\,v$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\downarrow g$

$E = E_{пруж} + K + E_n$

$ma = mg - F$

$-ma = mg - 3F$

$x = x_0 + x_0 \cos \omega t$

$\partial Q = \partial U + \partial A$

$\frac{3}{2}(p\partial V + V\partial p) + p\,\partial V$

$ma = mg - kx_1$

$ma = mg - F$

∂p

$ma = kx_2 - mg$

$ma = 3F - mg$

$\frac{p}{V} = \frac{p+\partial p}{V+\partial V}$

$\frac{\partial^2 x}{\partial t^2} = mg - \frac{k}{m}x$

$F = \frac{mg}{2}$

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

$F + mg = 3F - mg$

$p\partial V = V\partial p$

$\frac{m}{k}\frac{\partial^2 x}{\partial t^2}$

$\frac{\partial^2 x}{\partial t^2} + \frac{k}{m}\left(x - \frac{mg}{k}\right) = 0$

$pV^n = Const$

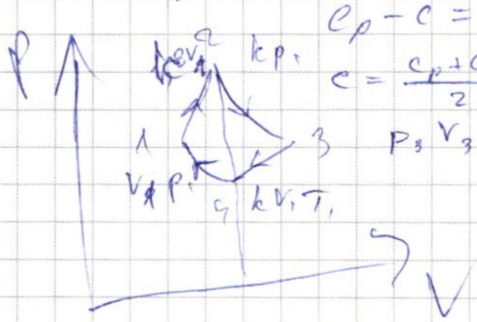
$n = \frac{C_p - C}{C_V - C} = -1$

$\frac{\partial^2 \left(x - \frac{mg}{k}\right)}{\partial t^2} + \frac{k}{m}\left(x - \frac{mg}{k}\right) = 0$

$C_p - C = C - C_V$

$C = \frac{C_p + C_V}{2}$

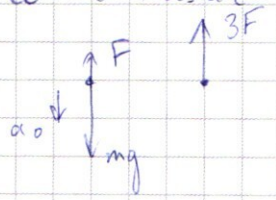
$x - \frac{mg}{k} = A\cos(\omega t + \varphi)$

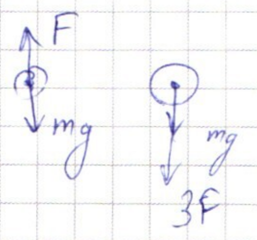


$\frac{p_3}{V_3} =$

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

$a = \omega^2 A \cos \omega t$





$p_4 kV_1 = \frac{m}{\mu}RT_1$ $\quad p_1V_1 = \frac{m}{\mu}RT_1$

$p_4 = \frac{p_1}{k}$ $\quad kp_1 \; kV_1$

$T_{23} = k^2 T_1$

$mg + 3F = F - mg$

$(-\cos x)' = \sin x$

$p_3 V_3 = k^2 p_1 V_1$

$\frac{p_3}{V_3} = p_1$

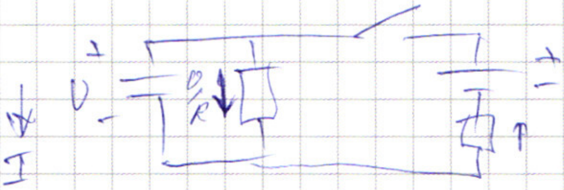
☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$I = \mathcal{E} = 0$

$$U_0 = I_3\left(\frac{R_3}{R_1}R_2 - R_4\right) - U_0\frac{R_2}{R_1} - \Delta I R_2 - \Delta I R_4$$

$$\mathcal{E} = I_0 r + U$$



$$I_0 = \frac{\mathcal{E} - U}{r} \qquad I_3 = U_0\,\frac{\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)}{\frac{R_3 R_2}{R_1} - R_4} + \Delta I (R_2 + R_4)$$

$$C\frac{\partial U}{\partial t} = \frac{\mathcal{E} - U}{r} - \frac{U}{R} = \frac{\mathcal{E}}{r} - U\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r}\right)$$

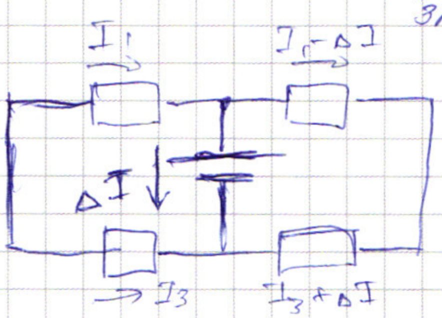
$\partial\left(\frac{q^2}{2C}\right)$

$$R_1\left(R_2R_3 + R_3R_4 - R_4^2\right) > -R_2R_3R_4 \qquad \mathcal{E}(R_2R_3 - R_1R_4) - U_0(R_1+R_2)(R_3+R_4) =$$

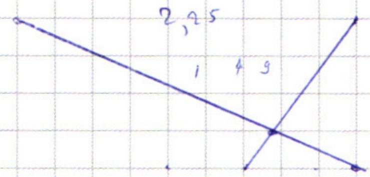
$\frac{q\,\partial q}{C\,\partial t}$ $\quad \frac{qI}{C}$

$$\frac{q}{C}\left(\frac{\mathcal{E}}{r} - \frac{q}{C}\right) = \Delta I\left(R_1R_3(R_2+R_4) + R_4(R_2R_3 - R_1R_4)\right)$$

$$\frac{\mathcal{E}}{3R} - \frac{U}{3R} - \frac{U}{R}$$



I_1



$\mathcal{E}$ $\quad 0$

$8 \cdot 6 - 1 \cdot 8$

$\frac{9}{13} < \frac{3}{4}$ $\quad 8 \cdot 2 - 1 \cdot 9$

$$U_0 = I_3\frac{R_3R_2 - R_4R_1}{R_1} - U_0\frac{R_2}{R_1} - \Delta I(R_2 + R_4)$$

$\partial \sin\alpha =$

$$R_1(\mathcal{E}R_4 + U_0(R_3 + R_4)) <$$

$$I_3 = \frac{U_0\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) + \Delta I(R_2 + R_4)}{R_3R_2 - R_4R_1}$$

$24 + 2 \cdot 26$

$R_1 \quad \frac{9}{13}$

$R_{23} + 134 + 234 - 14^2$

$R_1(R \quad \frac{16}{24+52}$

$4 + \frac{4}{3}x = -\frac{4}{9}x$

$-4 = \left(\frac{4}{3} + \frac{4}{9}\right)x$

$\frac{16}{9}x = 4$

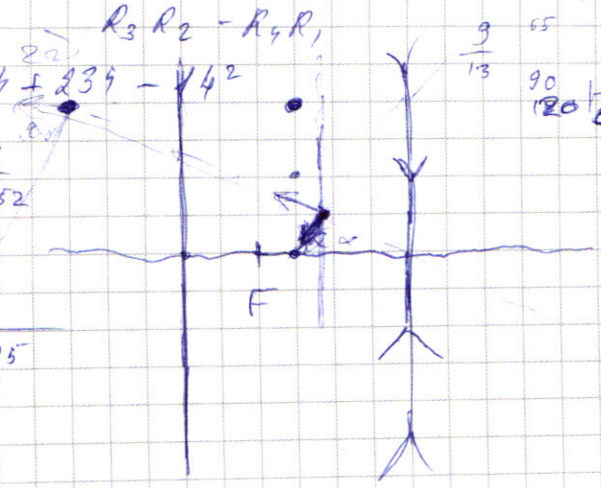
$x = -\frac{9}{4}$

$\frac{9}{13}$ $\quad 90 \,|\, 68$

$-\frac{3}{9}x = x + F$

$-\frac{13}{9}x = F$

$-\frac{4}{9}\cdot\frac{9}{13}$



$170 \,|\, 97$

$730 \quad 1{,}75$

510

$\sqrt{1{,}75}$

$1{,}3$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 8

(Нумеровать только чистовики)

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)