

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

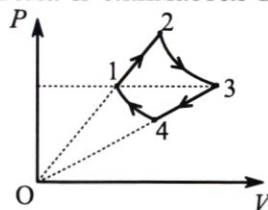
Вариант 11-06

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.

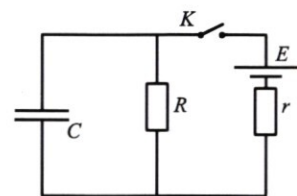
- 1) Найти модуль ускорения в эти моменты.
- 2) Найти отношение кинетических энергий шарика в эти моменты.
- 3) Найти отношение максимальной энергии деформации пружины к максимальной кинетической энергии шарика.

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.



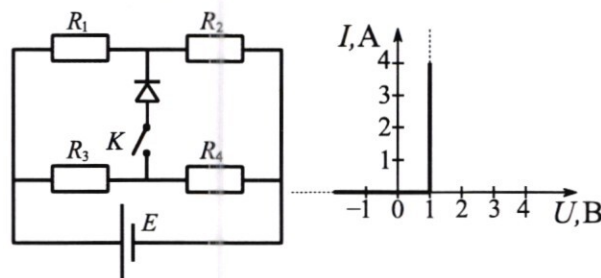
- 1) Найти температуру газа в процессе 2-3.
- 2) Найти отношение объемов газа в состояниях 2 и 4.
- 3) Найти молярную теплоемкость газа в процессе 3-4.

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.



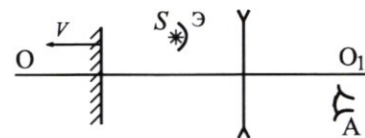
- 1) Найти напряжение на резисторе R сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти заряд конденсатора непосредственно перед размыканием ключа.
- 3) Найти максимальную скорость роста энергии, запасаемой конденсатором.

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 $\mathcal{E}$, 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 $8F/15$ 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) назовём моменты времени 1 и 2; t_1, t_2 - моменты времени; a_1, a_2 - ускорения ($|a_1| = |a_2|$); E_{k1}, E_{k2} - кинетич. энергии; v_1, v_2 - скорости; x_1, x_2 - растяжения пружины; направим ось x вниз.

$$kx_1 = 2,5 kx_2$$

$$-kx_1 + mg = ma_1$$

$$-kx_2 + mg = ma_2.$$

$$k^2 x_2^2 + m^2 g^2 - 2 k x_2 m g = m^2 a_2^2 = m^2 a_1^2 = k^2 x_1^2 + m^2 g^2 - 2 k x_1 m g$$

$$\Downarrow$$

$$k^2 x_2^2 - 2 k x_2 m g = 6,25 k^2 x_2^2 - 5 k x_2 m g$$

$$5,25 k x_2 = 3 m g$$

$$\Downarrow$$

$$k x_2 = \frac{3 m g}{5,25}.$$

$$a) \quad a_2 = g - \frac{k x_2}{m} = g - \frac{3 g}{5,25} = \frac{2,55 g}{5,25} = \frac{3 g}{7}.$$

аналогично $a_1 = -\frac{3 g}{7}.$

Ответ: $|a_2| = |a_1| = \frac{3 g}{7}.$

$$b) \quad m a = -k x + m g \Rightarrow a + \frac{k}{m} x - g = 0.$$

решение этого уравнения при ($v_0 = 0$): $x = A \cdot (\cos(\sqrt{\frac{k}{m}} t) + \frac{m g}{k}.$

учитывая что $x(0)=0$:

$$A + \frac{mg}{k} = 0 \Rightarrow A = -\frac{mg}{k}$$

$\Downarrow$

$$x = -\frac{mg}{k} \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right) + \frac{mg}{k};$$

$$v = \frac{dx}{dt} = \sqrt{\frac{m}{k}} g \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right);$$

$$a = \frac{dv}{dt} = g \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right);$$

$$E_{k1} = \frac{mv_1^2}{2}, E_{k2} = \frac{mv_2^2}{2}.$$

$$\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{\sin^2\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t_1\right)}{\sin^2\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t_2\right)} = \frac{1 - \cos^2\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t_1\right)}{1 - \cos^2\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t_2\right)} =$$

$$= \frac{1 - \frac{a_1^2}{g^2}}{1 - \frac{a_2^2}{g^2}}, \text{ но } a_1^2 = a_2^2 \Rightarrow$$

Ответ: $\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = 1$

в) $E_{\text{пружин макс}} = \frac{kx_{\text{max}}^2}{2} =$

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

$$E_{\text{кинет макс}} = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} =$$

$$= \frac{m^2g^2}{2k}.$$

$$\frac{E_{\text{пружин макс}}}{E_{\text{кинет макс}}} = \frac{2m^2g^2 \cdot 2k}{k m^2g^2} = 4$$

Ответ: 4.

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

$$x_{\text{max}} = \frac{2mg}{k}.$$

$$v = \sqrt{\frac{m}{k}} g \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right) \Rightarrow$$

$$|v_{\text{max}}| = \sqrt{\frac{m}{k}} g$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано: p_1, V_1, T_1 - в точке 1 (давление, объем и температура)
 p_2, V_2, T_2 - в точке 2
 p_3, V_3, T_3 - в точке 3
 p_4, V_4, T_4 - в точке 4.

$$p_1 = p_3; T_2 = T_3; T_1 = T_4; V_3 = K V_4$$

молгелелл-
кислородики:

$$\begin{cases} p_4 V_4 = \nu R T_4 = \nu R T_1 \\ p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 \\ p_3 V_3 = p_1 V_3 = \nu R T_3 = \nu R T_2 \end{cases}$$

Условие
пропорциональности

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

$$\frac{p_1}{V_3} = \frac{p_4}{V_4} \Rightarrow p_1 = \frac{V_3}{V_4} p_4 = K p_4$$

$$p_4 V_4 = p_1 V_1 = K p_4 V_1 \Rightarrow$$

$$V_4 = K V_1$$

$$\nu R T_2 = p_1 V_3 = K p_1 V_4 = K^2 p_1 V_1 = K^2 \nu R T_1 \Rightarrow$$

a) Ответ: $T_2 = K^2 T_1 = 3,61 T_1$

б) $K^2 \nu R T_1 = K^2 p_1 V_1 = p_1 V_3 = \nu R T_2 = p_2 V_2 \Rightarrow$

$$p_2 V_2 = K^2 p_1 V_1 \quad \frac{p_2}{V_2} = \frac{p_1}{V_1} \Rightarrow$$

$$p_1 V_2^2 = K^2 p_1 V_1^2 \Rightarrow$$

Ответ: $\frac{V_2}{V_1} = 1; V_2 = K V_1; V_4 = K V_1 \Rightarrow V_2 = V_4$

б) в процессе 3-4 $P = \lambda V$, где $\lambda = \text{const}$.

$$dP = \lambda dV$$

$$P dV + V dP = \gamma R dT$$

$$V dP = \lambda V dV = V \lambda dV = dV \cdot P = P dV$$

$\Downarrow$

исканная теплоёмкость.

$$2 P dV = \gamma R dT.$$

$$\begin{aligned} \downarrow \\ C_V = \frac{dQ}{V dT} &= \frac{dA + dQ}{V dT} = \frac{dA}{V dT} + \frac{\frac{3}{2} \gamma R dT}{V dT} = \frac{3}{2} R + \frac{dA}{V dT} = \\ &= \frac{3}{2} R + \frac{P dV}{V dT} = \frac{3}{2} R + \frac{\gamma R dT}{2 V dT} = \frac{3}{2} R + \frac{1}{2} R = 2 R. \end{aligned}$$

Ответ: $2R = C_V$.

№3) а) в первый момент времени замыкания ключа конденсатор не заряжен $\Rightarrow q_0 = 0 \Rightarrow C_0 = \frac{q_0}{\epsilon} = 0$.

Напряжение на конденсаторе 0, а R подключён параллельно к конденсатору $\Rightarrow U_R \neq 0$ тоже ток через R не течёт, весь ток течёт в/з конденсатор

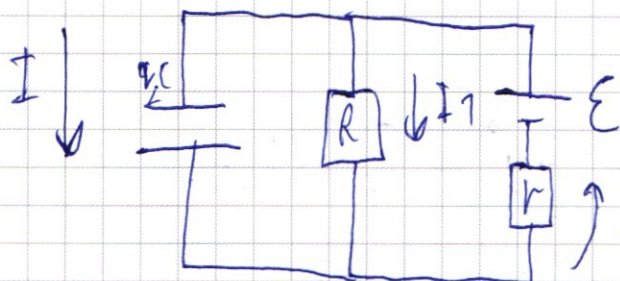
$\Rightarrow$ всё напряжение на R ($=E$)

Ответ: $U_R = 0$.

$$\begin{aligned} \text{д) } W_{\text{конг}} &= \frac{q^2}{2C} \Rightarrow V = \frac{dW}{dt} = \frac{d\left(\frac{q^2}{2C}\right)}{dt} = \frac{1}{2C} \frac{dq^2}{dt} = \frac{q}{C} \frac{dq}{dt} = \\ &= \frac{q \cdot I}{C}, \text{ где } I \text{ ток из конденсатора; } q \text{ заряд на конденсаторе;} \end{aligned}$$

V - это скорость роста энергии.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Пусть I_1 - ток через R .
Тогда $I_1 + I$ - ток
через r .

$$U = \frac{q}{C} = I_1 R$$

$$E = I_1 R + r(I_1 + I) \Rightarrow$$

$$I = \frac{E - (R+r)I_1}{r}$$

пусть I_1, q_1 - ток через R и заряд конденсатора
перед размыканием ключа; $I_1(t)$ - функция тока от времени
после размыкания ключа. заметим, что $I_1(0) = 0$ - ток через R в начале
не течёт.

$I_1(+\infty)$, где ток через конденсатор не течёт;

$$I_1(+\infty) \cdot (r+R) = E \Rightarrow$$

$$I_1(+\infty) = \frac{E}{r+R} \quad \text{— если бы ключ не размыкали.}$$

$$V = \frac{q}{C} \cdot I = I_1 R \cdot I = I_1 R \left(\frac{E - (R+r)I_1}{r} \right) =$$

$$= -\frac{(R+r)R}{r} I_1^2 + \frac{ER}{r} I_1 \quad \begin{array}{l} \text{(ветви вниз)} \rightarrow \\ \text{— квадратное уравнение} \\ \text{от } I_1 \text{ (с отрицательным} \\ \text{коэффициентом перед } I_1^2 \text{)} \end{array}$$

$$\text{Его максимум в точке } I_1' = \frac{-b}{2a} = \frac{+ER \cdot r}{2r(R+r)R} = \frac{E}{2(R+r)}$$

$$I_1' \in (0; \frac{E}{r+R}) \Rightarrow I_1' \in (I_1(0); I_1(+\infty)) \Rightarrow$$

I_1' — достигается $\Rightarrow$

$$q_1' = C R \cdot I_1' = \frac{\varepsilon R C}{2(R+r)} \quad \left(\text{где } \frac{q}{C} = I_1 R \right); r = 2R$$

$$q_1' = \frac{\varepsilon C}{6}$$

Ответ: $q_1' = \frac{\varepsilon R C}{2(R+r)} = \frac{\varepsilon C}{6}$.

8) ~~$V_{\max} = V(I_{\max})$~~

$$V_{\max} = V(I_1') = -\frac{(R+r)R}{r} I_1'^2 + \frac{\varepsilon R}{r} I_1' =$$

$$= -\frac{R \varepsilon^2}{4r(R+r)} + \frac{\varepsilon^2 R}{2r(R+r)} = \frac{\varepsilon^2 R}{4r(R+r)} = \frac{\varepsilon^2}{24R}.$$

Ответ: $V_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{24R}$.

№4) а) Пусть через R_1 течёт ток I_1 , тогда и через R_2 течёт $I_1 \Rightarrow$

$$I_1 R_1 + I_1 R_2 = \varepsilon \Rightarrow$$

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} = 2 \text{ A}.$$

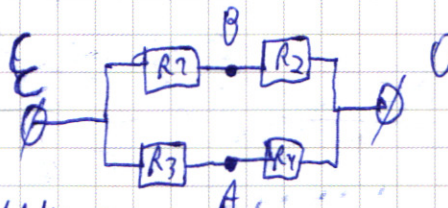
Ответ: $I_1 = 2 \text{ A}.$

б) обозначим точки А и В, где А между R_3 и R_4 , В между R_1 и R_2 .

представим схему в

виде:

где у левой клеммы потенциал ε , а у правой: 0.



Пусть при разомкнутом ключе через R_3 течёт ток I_2 , тогда:

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$I_2 R_3 + I_2 R_4 = \mathcal{E} \Rightarrow$$

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_3 + R_4}.$$

замечим, что при замкнутом ключе через диод
потечёт ток, только если при разомкнутом

ключе $\mathcal{U}_A - \mathcal{U}_B > \mathcal{U}_0$; (в случае равенства ток через
диод равен 0 $\Rightarrow$ не течёт.)

$$\mathcal{U}_A = \mathcal{U}_A - 0 = I_2 R_4 = \frac{R_4 \mathcal{E}}{R_3 + R_4}$$

$$\mathcal{U}_B = \mathcal{U}_B - 0 = I_1 R_2 = \frac{\mathcal{E} R_2}{R_1 + R_2}.$$

$$\frac{R_4 \mathcal{E}}{R_3 + R_4} > \mathcal{U}_0 + \frac{\mathcal{E} R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow$$

$$R_3 < \frac{\mathcal{E} R_4}{\mathcal{U}_0 + \frac{\mathcal{E} R_2}{R_1 + R_2}} - R_4 = 66 \text{ Ом}$$

Ответ: $R_3 < 66 \text{ Ом}$.

б) если $P_D = 3 \text{ Вт}$ а ток через диод $= I_0$, то

$$I_0 \mathcal{U}_0 = P_D \Rightarrow I_0 = \frac{P_D}{\mathcal{U}_0} = 3 \text{ А}.$$

пусть через R_1 течёт I_1' ; через $R_3 - I_2'$, тогда

через R_2 течёт $I_1 + I_0$; через R_4 течёт $I_2 - I_0$

$$I_1 (R_1 + R_2) + I_0 R_2 = \mathcal{E} \Rightarrow I_1 = \frac{\mathcal{E} - I_0 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_2 R_3 + (I_2 - I_0) R_4 = E \Rightarrow$$

$$I_2 = \frac{E + I_0 R_4}{R_3 + R_4}$$

$$U_A - U_0 = U_0 \Rightarrow$$

$$(I_2 - I_0) R_4 + (I_1 + I_0) R_2 = U_0$$

$$\Downarrow$$

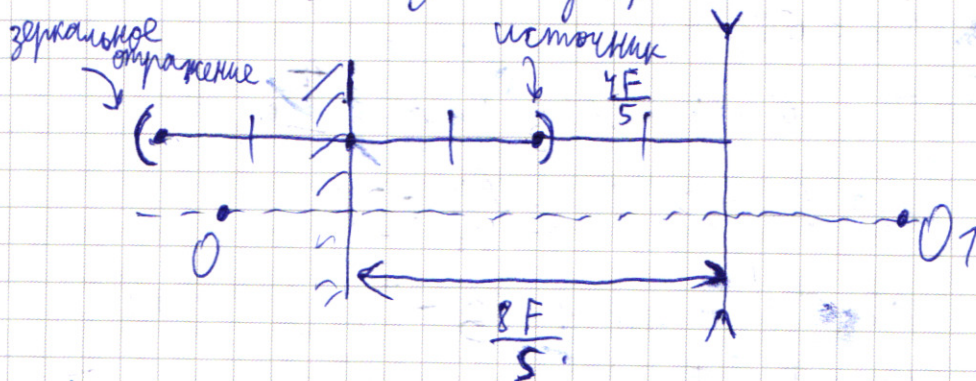
$$\frac{R_4 (E - I_0 R_3)}{R_3 + R_4} = U_0 + \frac{R_2 (E + I_0 R_1)}{R_1 + R_2} = 5,5 \text{ В.}$$

$$\Downarrow$$

$$R_3 = \frac{R_4 (E - 5,5)}{5,5 + \frac{R_2 \cdot R_4}{U_0}} = \frac{E - 5,5}{\frac{5,5}{R_4} + \frac{R_2}{U_0}} = 2 \text{ Ома}$$

Ответ: $R_3 = 2 \text{ Ома}$.

№5 а) найдем расстояние на котором будет изображение (от линзы), Пусть это расстояние (от линзы до изображения) равно x .



расстояние от источника до зеркала $\frac{8F}{5} - \frac{4F}{5} = \frac{4F}{5}$.
 $\Rightarrow$ от зеркала, до отражения в зеркале тоже $\frac{4F}{5} \Rightarrow$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

так как через линзу проходят только отражённые
лучи, то расстояние от зеркального отражения
до линзы $3 \cdot \frac{4F}{5} = \frac{12F}{5}$.

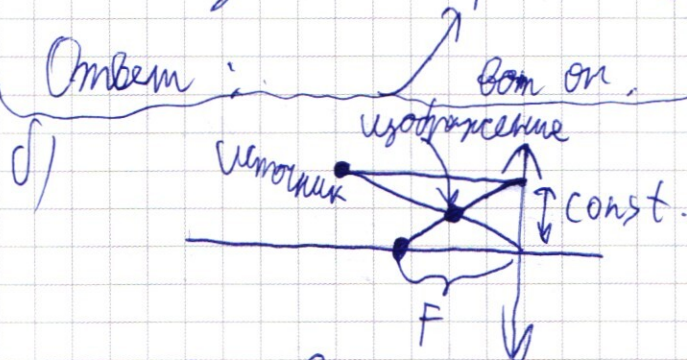
↓
по правилу тонкой линзы:

$$\frac{1}{-F} = \frac{1}{\left(\frac{12F}{5}\right)} + \frac{1}{x_0} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{x_0} = -\frac{17}{12F} \Rightarrow x_0 = -\frac{12F}{17} \Rightarrow$$

Изображение находится слева от линзы и
лучи проходя через линзу будут идти так, ~~как~~
как будто были вынуждены от изображения, и не проходя
через линзу $\Rightarrow$ наблюдатель будет видеть
изображение на любом расстоянии от линзы, если
он находится справа (но сфокусировать его не будет)

Ответ:



как как расстояние до
OO не меняется, то
из того как строится
изображение можно показать,
что оно движется прямолинейно под углом 2.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

[illegible]

$$dx = \frac{dy \cdot \frac{14}{15}}{\frac{8}{15} \cdot \frac{9}{2} + 1} = \frac{dy \cdot \frac{14}{15}}{\frac{14}{5}} = \frac{dy}{3}$$

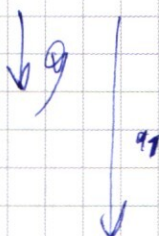
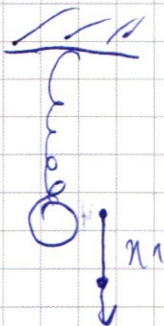
$$dy = 3 dx$$

$$\frac{3 dx \cdot 17}{22F} = \frac{22V \cdot 5}{22F}$$

$$\frac{10V}{51}$$

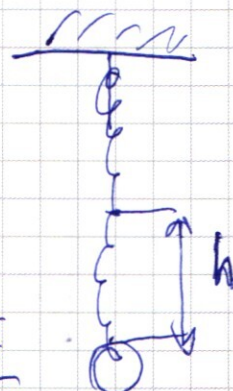
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1)



$$|a_1| = |a_2|$$

$$kx_1 = 2,5 kx_2$$



$$\frac{2,5}{12,5} = \frac{12,5}{500} = \frac{500}{625}$$

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

$$\frac{2mg}{k} = h$$

$$-kx_1 + mg = ma_1$$

$$-kx_2 + mg = ma_2$$

$$E_{\text{нн}} = \frac{kx^2}{2} - \frac{2m^2g^2}{k}$$

$$kx_1 - mg = ma_1$$

$$-kx_1 + mg = ma_1$$

$$a + \frac{k}{m}x - g = 0$$

$$x = k \sin\left(\frac{k}{m}t\right) + \frac{mg}{k}$$

$$2,5 kx_2 - mg = ma_1$$

$$kx_2 - mg = ma_2$$

$$\frac{2,25}{525} = \frac{45}{105} = \frac{9}{21} = \frac{3}{7}$$

$$5,25 kx_2^2 + m^2g^2 - 3 kx_2 mg = k^2x_2^2 + m^2g^2 - 2 kx_2 mg$$

$$\frac{E_{\text{нн}}}{E_{\text{кн}}} = \frac{2m^2g^2 - 2k}{k m^2g^2} = 4,5, 2,5 kx_2 = 3 mg$$

$$\sin =$$

$$\frac{E_{\text{к1}}}{E_{\text{к2}}} = \frac{m v_1^2}{m v_2^2} = \frac{v_1^2}{v_2^2} = 1$$

$$a + \frac{k}{m}x - g = 0$$

$$x = A \sin(\omega t + \phi) + \frac{mg}{k}$$

$$-A \frac{k}{m} \sin(\omega t + \phi) + \frac{k}{m} \sin(\omega t + \phi) + \frac{k}{m} B = 0$$

$$-\frac{3mg}{5,25} + mg = ma_2$$

$$a_2 = + \left(\frac{2,25}{5,25} g \right) = + \frac{3g}{7}$$

$$a_1 = -\frac{3g}{7}$$

$$A \sin(\omega t + \phi) =$$

$$x = -\frac{mg}{k} \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t\right) + \frac{mg}{k}$$

$$v = \sqrt{\frac{m}{k}} g \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t\right)$$

$$a = g \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t\right)$$

$$x = A \sqrt{\frac{k}{m}} \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t\right) = 0$$

$$A \sin(\omega) + \frac{mg}{k} = 0$$

$$E_{\text{кн}} = \frac{mv^2}{2} = \frac{m}{2} \frac{m}{k} g^2 = \frac{m^2g^2}{2k}$$

$$-\frac{mg}{k}$$

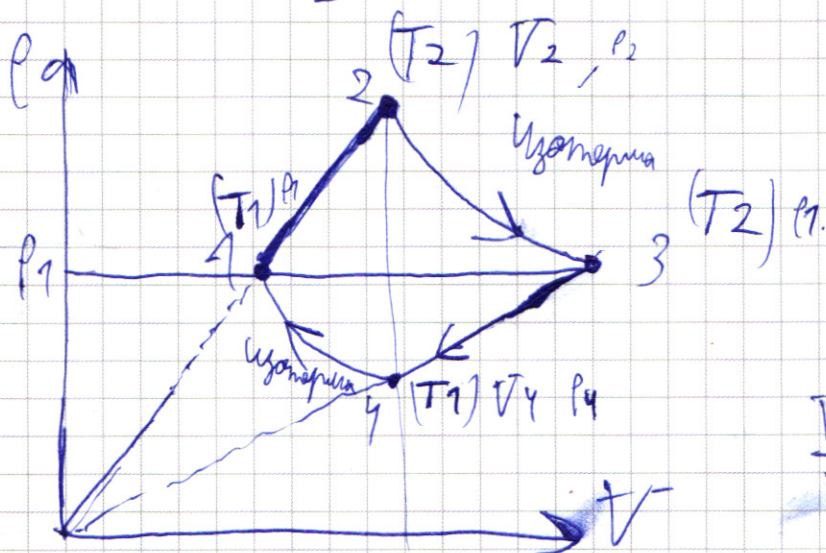
$$\frac{mg^2}{k} \sin^2(\omega t)$$

$$\frac{g}{49} = \cos^2 \frac{\pi}{2}$$

N2)

$i=3$

$$U = \frac{3}{2} \nu R T$$



$$\frac{V_3}{K} = V_4$$

$$V_3 = K V_4$$

$$T_2 = ?$$

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

$$\frac{dA(39)}{V dT} = ?$$

$$(20-1)/(20-1) = 1$$

$$p = \frac{2}{3} \frac{U}{V}$$

$$dp = \frac{2}{3} \frac{dU}{V} - \frac{2}{3} \frac{U}{V^2} dV$$

$$\alpha = \frac{p_1}{V_3} = \frac{p_1}{K^2 V_1}$$

$$2 V^2 = \nu R T$$

$$2 V dV = \nu R dT$$

$$p dV + V dp =$$

$$= 2 p dV = \nu R dT$$

$$C = \frac{dA}{V dT} + \frac{\frac{3}{2} \nu R dT}{V dT}$$

$$= \frac{p dV}{V dT} + \frac{3}{2} R =$$

$$= \frac{\nu R dT}{2 V dT} + \frac{3}{2} R = 2 R$$

$$p_4 V_4 = \nu R T_1$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$K p_1 V_4 = p_1 V_3 = \nu R T_2$$

$$\frac{p_1}{V_3} = \frac{p_4}{V_4}$$

$$\frac{p_2}{V_2} = \frac{p_1}{V_1}$$

$$p_1 = K p_4$$

$$p_2 V_2 = K^2 p_1 V_1$$

$$p_4 V_4 = p_1 V_1 =$$

$$p_2 = \frac{p_1 V_2}{V_1}$$

$$= K p_4 V_1$$

$$V_4 = K V_1$$

$$V_2^2 = K^2 p_1 V_1^2$$

$$V_2 = K V_1$$

$$\nu R T_2 = K p_1 V_4 = K^2 p_1 V_1 =$$

$$= K^2 \nu R T_1$$

$$T_2 = K^2 T_1 = 3,61 T_1$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

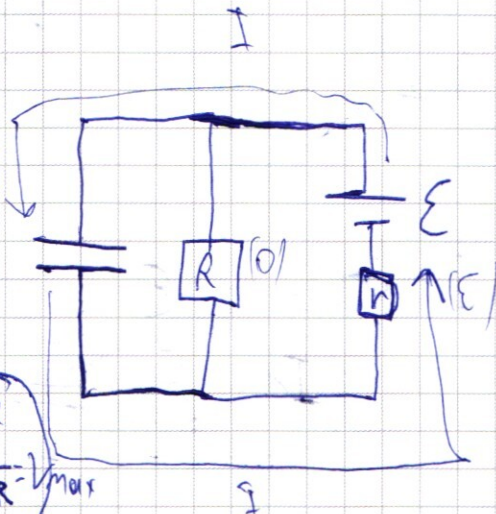
№3) $r = 2R$

$$-\frac{R \epsilon^2}{4r(R+r)} + \frac{\epsilon R}{2r(R+r)}$$

$$= \frac{\epsilon^2 R}{4r(R+r)}$$

$$= \frac{\epsilon^2 R}{8R(3R)} = \frac{\epsilon^2}{24R}$$

$$C = \frac{q}{U}$$



$$\frac{43R^3}{21}$$

$$-\frac{3R}{2} \frac{\epsilon^2}{36R^2} + \frac{\epsilon}{2} \frac{\epsilon}{6R}$$

$$-\frac{\epsilon^2}{24R} + \frac{\epsilon^2}{12R}$$

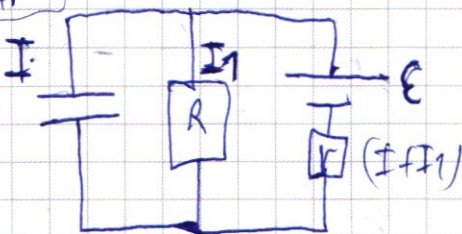
$$IR = \epsilon$$

2) $\frac{qU}{2} = \frac{Cq^2}{2}$

$$V = \frac{d\left(\frac{q^2}{2C}\right)}{dt} = \frac{dq^2}{dt} \cdot \frac{1}{2C} = \frac{2q}{2C} \frac{dq}{dt} = \frac{q}{C} \cdot I = \frac{qI}{C} = U I$$

$$I_1 = 0$$

$$I_1(t \rightarrow \infty) = \frac{\epsilon}{R+r}$$



$$I_1 R + (I + I_1)r = \epsilon$$

$$I_1 R = \frac{q}{C}$$

$$\frac{\epsilon - 3I_1 R}{2} I_1 = -\frac{3R}{2} I_1^2 + \frac{\epsilon R}{2} I_1$$

$$I_1 R \cdot \frac{\epsilon - (R+r)I_1}{r} =$$

$$= \frac{R}{r} (\epsilon I_1 - (R+r)I_1^2) =$$

$$= -\frac{(R+r)R}{r} I_1^2 + \frac{\epsilon R}{r} I_1$$

$$q_k = I_1 R C =$$

$$= \frac{\epsilon R C}{2(R+r)} = \frac{\epsilon R C}{6R} = \left(\frac{\epsilon C}{6}\right)$$

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

$$I_1 = \frac{\epsilon}{2(R+r)}$$

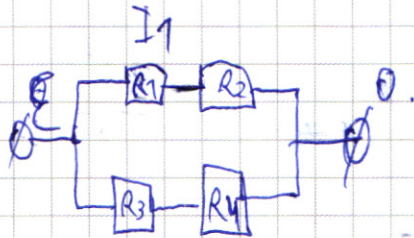
$\epsilon = 12 \text{ В}$ $R_1 = 5 \text{ Ом}$
 $R_2 = 1 \text{ Ом}$ $R_4 = 22 \text{ Ом}$

$U_0 = 78$

$\frac{55}{22} = \frac{2,5}{2} = 1,25$

$\frac{\epsilon - 5,5}{\frac{55}{R_4} + \frac{P_0}{U_0}} = \frac{6,5}{0,25 + 3} = \frac{6,5}{3,25} = 2 \text{ Ам}$

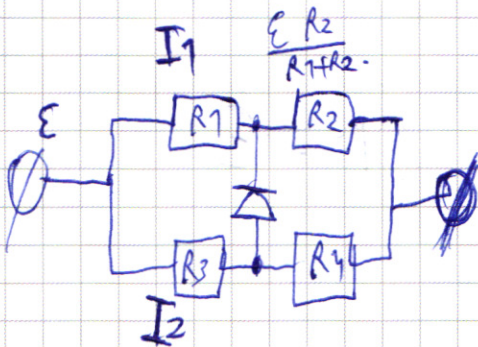
1)



27.

$I_1 R_1 + I_1 R_2 = \epsilon$

$I_1 = \frac{\epsilon}{R_1 + R_2} = \frac{12}{6} = 2 \text{ А}$



$U_0 + \frac{R_2}{R_1 + R_2} \left(\epsilon + \frac{R_1 P_0}{U_0} \right) =$
 $= \left(1 + \frac{1}{6} (12 + \frac{5 \cdot 3}{1}) \right) = 5,5$

$\frac{\epsilon R_4}{R_3 + R_4} - \frac{\epsilon R_2}{R_1 + R_2} > 1 \text{ В} = U_0$

$\frac{12 \cdot 22}{1 + \frac{1}{5} \cdot 2} = 22$
 $3 \cdot 22 = 66$

$\frac{\epsilon R_1}{R_3 + R_4} > U_0 + \frac{\epsilon R_2}{R_1 + R_2}$

$\frac{R_3 + R_4}{U_0 + \frac{\epsilon R_2}{R_1 + R_2}} < \frac{\epsilon R_4}{U_0 + \frac{\epsilon R_2}{R_1 + R_2}} - R_4$

$R_4 \epsilon - I R_3 R_4 = 5,5 (R_3 + R_4)$
 $R_4 (\epsilon - 5,5) = R_3$
 $R_3 = \frac{5,5 + \frac{P_0 R_4}{U_0}}{1 - \frac{5,5}{\epsilon}}$

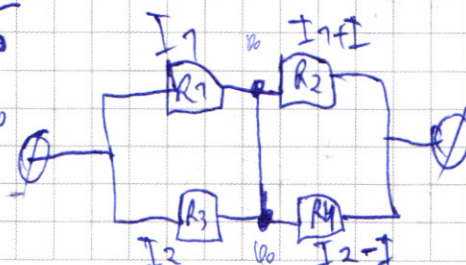
$R_3 < \frac{\epsilon R_4}{U_0 + \frac{\epsilon R_2}{R_1 + R_2}} - R_4 = 66 \text{ Ом}$

$R_3 = 2 \text{ Ом}$

$R_3 < 66 \text{ Ом}$

$U_0 \cdot I = P_0$
 $I = \frac{P_0}{U_0}$

$\frac{R_4 (\epsilon - I R_3)}{R_3 + R_4} - \frac{R_2 (\epsilon + I R_1)}{R_1 + R_2} = U_0$



$I_1 (R_1 + R_2) + I R_2 = \epsilon$
 $I_1 = \frac{\epsilon - I R_2}{R_1 + R_2}$
 $I_2 = \frac{\epsilon + I R_4}{R_3 + R_4}$



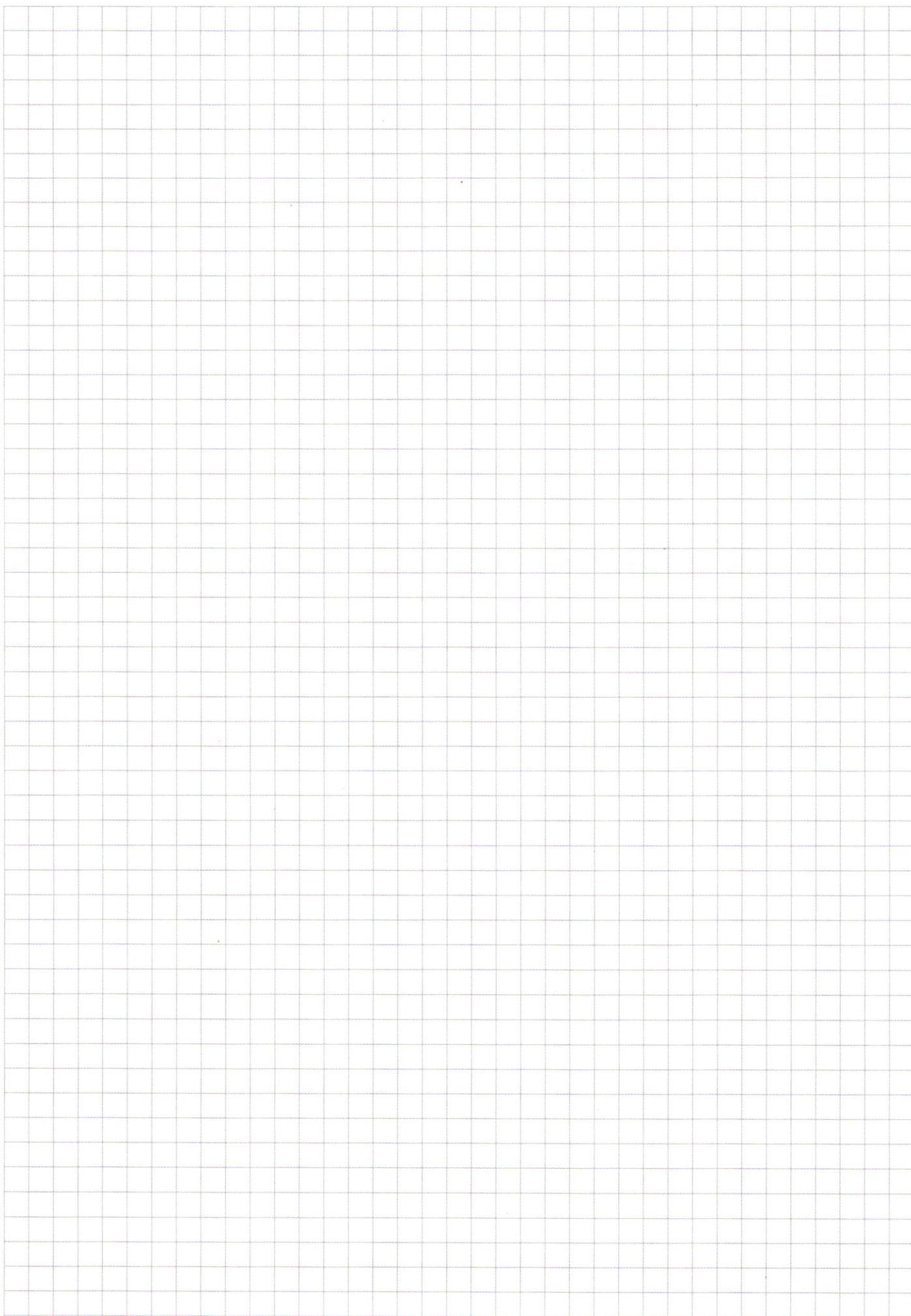
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)