

Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-06

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

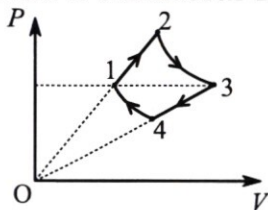
1. Шарик подвешен в поле тяжести на легкой упругой пружине с неизвестной жесткостью. Шарик поднимают вверх до положения, когда пружина не деформирована, и отпускают. При дальнейшем движении шарика вдоль вертикали в некоторые моменты времени силы, действующие на шарик со стороны пружины, отличаются в 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.

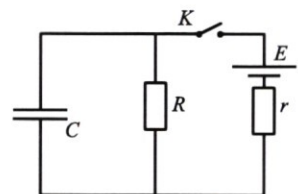
Давления газа в состояниях 1 и 3 равны.

- 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.



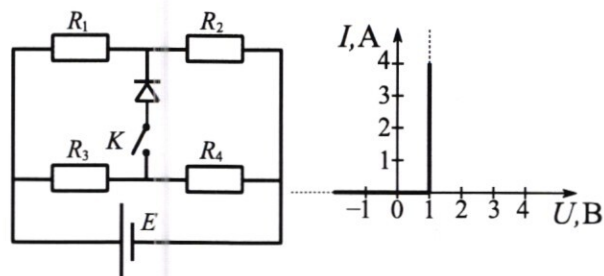
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины E, R, C известны, $r = 2R$. Ключ K на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.

- 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.



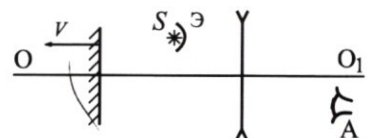
4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника $E = 12$ В, $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 1$ Ом, $R_4 = 22$ Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.

- 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 1)

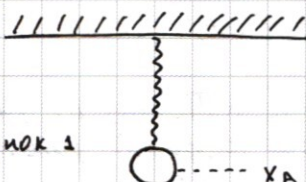
$$F_{уп2} = 2,5 F_{уп1}$$

1) $|a|$ - ?

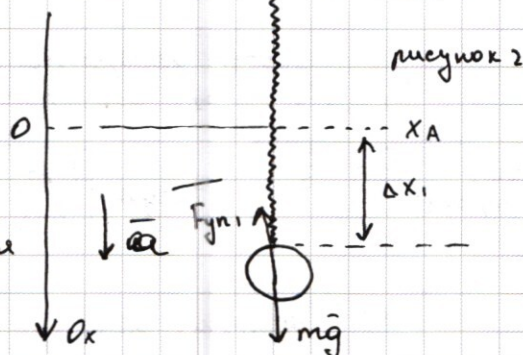
2) $\frac{E_{к2}}{E_{к3}}$ - ?

3) $\frac{E_{уп\max}}{E_{к\max}}$ - ?

рисунок 1

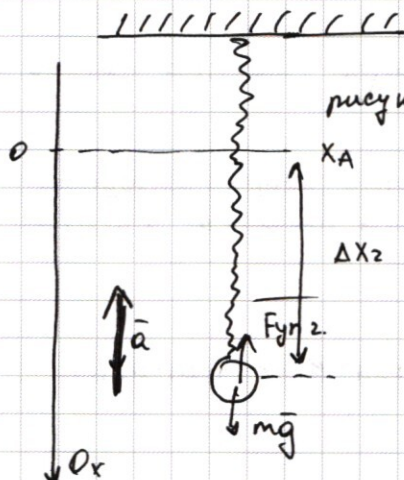


состояние когда пружинка имеет длину x_A и находится в состоянии покоя



состояние, когда шарик сместился на Δx_1 от начального положения и приобрел ускорение a в первый раз ($F_{уп1}$ - сила действ. на шарик со стор. пружинки, m - масса шарика) проведена ось O_x .

рисунок 3.



состояние когда шарик сместился на Δx_2 от начального положения и приобрел ускорение a во второй раз (уже в другую сторону) ($F_{уп2}$ - сила, действ. на шарик в этот момент.)

1) Напишем II закон Ньютона для шарика в состояниях II и III (рисунки 2 и 3):

$$II: \quad mg + F_{уп1} = ma$$

$$III: \quad mg + F_{уп2} = ma$$

распишем проекции сил на ось O_x :

$$II: \quad mg - F_{уп1} = ma \Rightarrow \quad \cdot 2,5$$

$$III: \quad mg - F_{уп2} = -ma \quad \cdot (-1)$$

найдем отсюда ускорение

$$\Rightarrow 1,5mg - 2,5F_{уп1} + F_{уп2} = 2,5ma + ma = 3,5ma \Rightarrow ma = \frac{1,5}{3,5}mg \Rightarrow a = \frac{3}{7}g$$

2) заметим, что колебания шарика будут гармоническими, но из-за постоянной силы тяжести положение равновесия будет смещено вниз на x_0 относительно x_A , т.е. будет выполняться равенство:

$Kx_0 = mg$, т.е. Kx_0 - сила упругости пружинки, mg - сила тяжести.

тогда пусть Δx - смещение шарика относительно x_0 (примем x_A - макс.
 вдалеке от O_x)

маленькое значение Δx), тогда $\Delta x = -x_A \cos(\omega t)$, где t - время с начала колебаний, ω - угл. частота колеб. системы.
 тогда скорость шарика v в этот момент:

$$v = \Delta x' = x_A \cdot \omega \cdot \sin(\omega t) = v_m \sin(\omega t), \text{ где } v_m - \text{максимальная скорость.}$$

ускорение шарика a_x в этот момент:

$$a_x = v' = v_m \cdot \omega \cdot \cos(\omega t)$$

т.к. ~~скорость~~ ускорения во II и III случае равны то и их скорости v_2, v_3 в эти моменты по модулю равны $|v_2| = |v_3|$

кин. энергия: $E_k = \frac{mv^2}{2}$, тогда $\left\{ \frac{E_{k2}}{E_{k3}} = \frac{m|v_2|^2}{m|v_3|^2} = 1 \right\}$

3) энергия упр. пружины $E_{up} = \frac{k\Delta x^2}{2}$, где Δx - удлинение пружины.
 кин. энергия $E_k = \frac{mv^2}{2}$

пот. энергия шарика $E_p = mgx$, где x - высота подъема шарика относительно его нижнего положения

очевидно, что макс. E_{up} будет тогда, когда шарик находится в нижнем положении тогда по ЗСЭ для нижнего и верхнего положения:

$E_{po} = E_{up \max}$, где E_{po} - пот. энергия в кат. момент.
 $2mgx_A = \frac{k(2x_A)^2}{2} = 2kx_A^2$

также, очевидно, что максимальная кин. энергия шарика в момент, когда он находится в положении равновесия по ЗСЭ:

$$\frac{E_{po}}{2} = E_{k \max} + \frac{E_{up \max}}{4}$$

$$\frac{E_{po}}{4} = E_{k \max}$$

$$\Rightarrow \left[\frac{E_{up \max}}{E_{k \max}} = \frac{4 \cdot E_{po}}{E_{po}} = 4 \right]$$

E_{po} в два раза уменьшит. к. шарик потратит ровно половину до нижнего положения.
 т.к. $E_{up} \sim \Delta x^2$ $\Delta x = \frac{x_A}{2} \Rightarrow E_{up} = \frac{E_{up \max}}{4}$.

Ответ: 1) $\frac{3}{7}g$ 2) 1 3) 4

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2)

Дано:

T_1 - темп.
газа в состоянии 1.

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

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

$$T_1 = T_4$$

$$T_2 = T_3$$

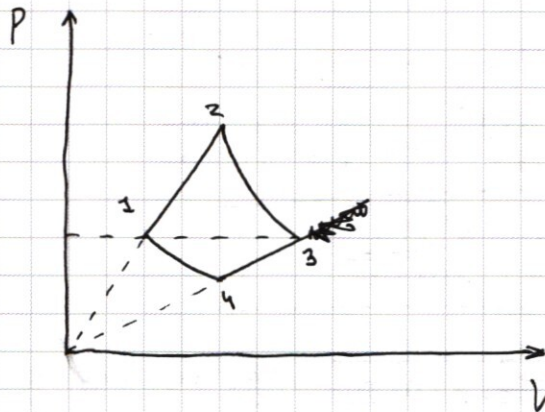
$$\frac{V_3}{V_4} = k = 1,9$$

$$p_1 = p_3$$

1) $T_{23} = T_2 = T_3$ - ?

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

3) $\epsilon_{мзч}$ - ?



Обозначения:

p_1, p_2, p_3, p_4 - давление газа в состояниях 1, 2, 3, 4.

V_1, V_2, V_3, V_4 - объемы газа в состояниях 1, 2, 3, 4.

T_1, T_2, T_3, T_4 - температуры газа в состояниях 1, 2, 3, 4.

$$\frac{V_3}{V_4} = k \Rightarrow V_3 = k V_4$$

$$\frac{p_3}{V_3} = \frac{p_4}{V_4} \Rightarrow \frac{p_3}{p_4} = \frac{V_3}{V_4} = k \Rightarrow p_3 = k p_4$$

по закону Менделеева-Клапейрона:

$$p_3 V_3 = \nu R T_3 = k^2 p_4 V_4 = \nu R T_3$$

$$p_4 V_4 = \nu R T_4$$

$$\Rightarrow k^2 = \frac{T_3}{T_4}$$

$$T_4 = T_1, T_3 = T_{23} \Rightarrow \frac{T_{23}}{T_1} = k^2$$

$$\Rightarrow \boxed{T_{23} = k^2 T_1} =$$

2) по закону Бойля - Мариотта:

$$p_2 V_2 = p_3 V_3$$

$$p_1 V_1 = p_4 V_4$$

$$T.K \quad \frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_2}{V_1}$$

$$\frac{p_3}{V_3} = \frac{p_4}{V_4} \Rightarrow p_4 = \frac{p_3 V_4}{V_3}$$

$p_1 = p_3$, подставим в закон Бойля-Мариотта:

$$\frac{p_1 V_2^2}{V_1} = p_3 V_3 \Rightarrow V_2 = \sqrt{V_1 V_3}$$

$$p_1 V_1 = \frac{p_3 V_4^2}{V_3} \Rightarrow V_4 = \sqrt{V_1 V_3}$$

$$\Rightarrow \left[\frac{V_2}{V_4} = \frac{\sqrt{V_1 V_3}}{\sqrt{V_1 V_3}} = 1 \right]$$

$$C_{\mu 34} = \frac{Q_{34}}{\Delta T} = \frac{Q_{34}}{T_4 - T_3}, \text{ где } Q - \text{подведенная теплота в процессе 3-4.}$$

по ~~I~~ закону термодинамики:

$$Q_{34} = A_{34} + \Delta U, \text{ где } A_{34} - \text{работа газа в процессе 3-4}$$

ΔU - изменение его внут. энергии

A_{34} - ~~работ~~ площадь под графиком 3-4 на PV .

$$\Rightarrow A_{34} = - \frac{p_3 + p_4}{2} (V_3 - V_4) = - \frac{p_4 V_4}{2} (k+1)(k-1) = - \frac{p_4 V_4}{2} (k^2 - 1)$$

$$= - \frac{\nu R T_4}{2} (k^2 - 1)$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R (T_4 - T_1) = - \frac{3}{2} \nu R (k^2 - 1) T_4$$

$$\Rightarrow Q = - 2 \nu R T_4 (k^2 - 1)$$

$$\Rightarrow C_{\mu 34} = \frac{- 2 \nu R T_4 (k^2 - 1)}{- \nu T_4 (k^2 - 1)} = \boxed{2R}$$

Ответ: 1) $3,61 T_1$ 2) 1 3) $2R$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

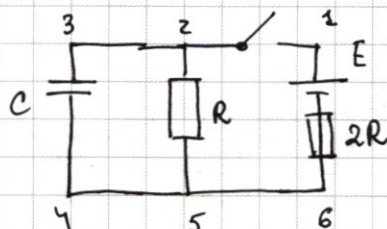
Задача 3)

Дано:

$E, R, C,$

$r = 2R$

см. рисунок
размыкают
когда рост
энергии макс.



1) U_R - напр. на резисторе

как только ключ замкнут
напряжение ~~на~~ на конденса-
торе было равно нулю.

$\Rightarrow$ т.к. резистор подсоед.
параллельно конденсатору
 $\Rightarrow U_R = 0$

1) U_R сразу
после зам.

2) q_0 перед
размыканием

3) $P_{\max}$ - ?

2) скорость роста энергии - мощность тока через
конденсатор P_C :

$P_C = U_C I_C$, где I_C - ток через конденсатор.
 U_C - напряжение на нем.

обозначим точки на схеме

по закону Кирхгофа для контура 1256:

$E = I_R R + 2R I_0$, где I_R - ток через резистор R .
 I_0 - ток через батарейку

по закону Кирхгофа для узла 2:

$$I_0 = I_R + I_C$$

$$\Rightarrow E = I_R R + 2R(I_R + I_C) = 3I_R R + 2R I_C$$

по закону Ома напряжение на резисторе U_R
равно: $U_R = I_R R$, и оно равно U_C (т.к. они
параллельны)

$$\Rightarrow E = 3U_C + 2R I_C \Rightarrow I_C = \frac{E - 3U_C}{2R}$$

$\Rightarrow P_C = U_C \left(\frac{E - 3U_C}{2R} \right) = \frac{E U_C}{2R} - \frac{3U_C^2}{2R}$, очевидно, что график P_C - парабола
с ветвями вниз, придем максимальное значение напряжения

$$U_{\max} = \frac{E}{6}, \text{ тогда заряд на конденсаторе } q = C U_{\max} = \boxed{\frac{CE}{6}}$$

3) подставим в формулу P_C значение $U_{\max}$ и получим
максимальную скорость роста энергии.

$$\boxed{P_{\max} = \frac{E^2}{24R}}$$

Задача 4)

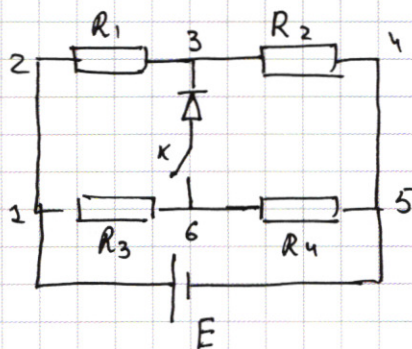
$$E = 12 \text{ В}$$

$$R_1 = 5 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 1 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 22 \text{ Ом}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$



1) сопротивление
верхней ветки цепи.
 $R_6 = R_1 + R_2 =$

напряжение на ней
 E , т.к. ключ не
замкнут и тогда
верхняя и нижняя
ветка параллельны

тогда по закону Ома:

$$I_1 = \frac{E}{R_6} = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{12}{6} = 2 \text{ А}$$

1) ~~Решение~~
и I_0 при
замкнутом
ключе.

2) при каких R_3
ток потечет через
диод.

3) при каких R_3
 $P_D = 3 \text{ Вт}$.

2) поставим точки на схеме.
тогда напряжение на диоде U_0 равно
разности потенциалов точек 3 и 6.

т.е. $U_0 = \varphi_3 - \varphi_6$, где φ_3, φ_6 - потенциалы в точках
3 и 6 соответственно.

$$\text{тогда } \varphi_3 = E - I_1 R_1$$

$$\varphi_6 = E - I_3 R_3$$

Продолжение на странице 8.

Задача 5)

дано:

$$-F (F > 0)$$

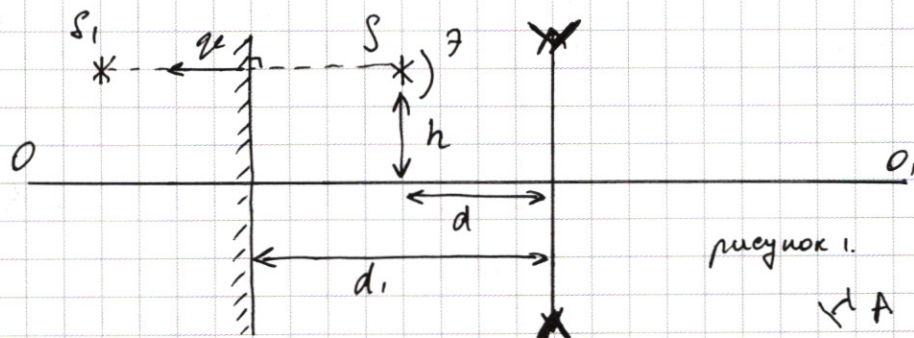
фокусное
расстояние

$$d = 4F/5$$

$$h = 8F/15$$

$$d_1 = 8F/5$$

реш



1) $f^* - ?$

2) $d^* - ?$ угл.
див. косм.

3) $U^* - ?$

1) т.к. предмет S не виден из линзы, то в линзу будет
попадать его изображение в зеркале. S_1 .
оно будет находится в зеркале на том же расст.
от зеркала, что и S и лежать на перпендикуляре из
 S к зеркалу.

Расстояние между зеркалом и предметом

$$L = d_1 - d = \frac{4F}{5}$$

тогда S_1 будет на расстоянии d^* от линзы $d^* = L + d$,
 $= 12/5 F$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

по формуле тонкой линзы. для расс. линзы и прямого изобр. и прямого предмета

$$-\frac{1}{F} = -\frac{1}{d^*} - \frac{1}{f^*} = -\frac{5}{12F} - \frac{1}{f^*} \Rightarrow \frac{1}{f^*} = \frac{1}{F} - \frac{5}{12F} = \frac{7}{12F} \Rightarrow \boxed{f^* = \frac{12}{7}F}$$

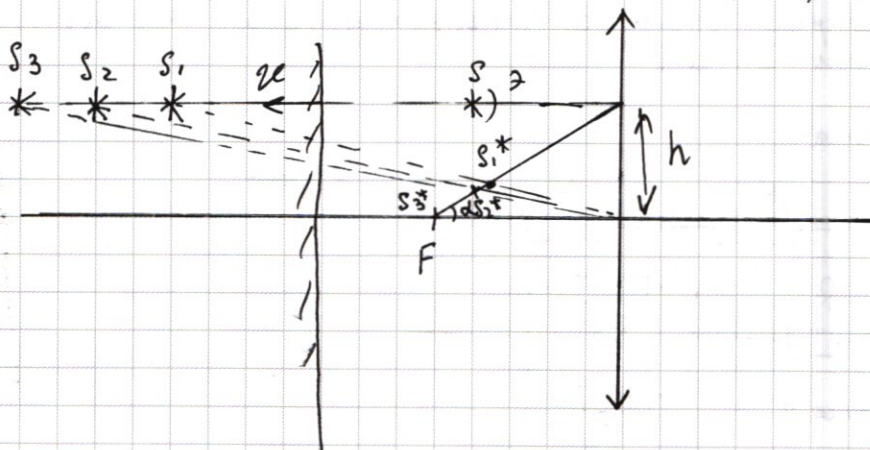
2) известно, что скорость относительно зеркала у предмета и его изображения равны.

$\Rightarrow$ относительно зеркала скорость изображения $v_{\text{изб}}^* = v$

$\Rightarrow$ абсолютная скорость изображения (относительно линзы)

$$v^* = v_{\text{изб}}^* + v = 2v$$

нарисуем несколько положений изображения предмета в зеркале и в линзе, ~~и в линзе~~ (s_1, s_2, s_3 и т.д.) в зеркале и s_1^*, s_2^*, s_3^* в линзе



$\Rightarrow$ движение изображения в линзе будет выглядеть как движение по прямой от основания перпендикуляра из s_1 в линзе к фокусу.

$$\text{тогда } \tan \alpha^* = \frac{h}{F} = \frac{8F}{15F} = \frac{8}{15} \Rightarrow \boxed{\alpha^* = \arctg \frac{8}{15}}$$

Ответ: 1) $\frac{12}{7}F$ 2) $\alpha^* = \arctg \frac{8}{15}$

Продолжение задачи 4:

рассмотрим случай, когда диод закрыт.

тогда по закону Ома:

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

$$I_3 = \frac{E}{R_3 + R_4}, \text{ где } I_1, I_3 \text{ ток через резисторы } R_1 \text{ и } R_3$$

$$\Rightarrow \Delta \varphi = I_1 R_1 - I_3 R_3 = \frac{E R_1}{R_1 + R_2} - \frac{E R_3}{R_3 + R_4}$$

в таком случае диод откроется тогда и только тогда

когда $U_0 \leq \Delta \varphi$

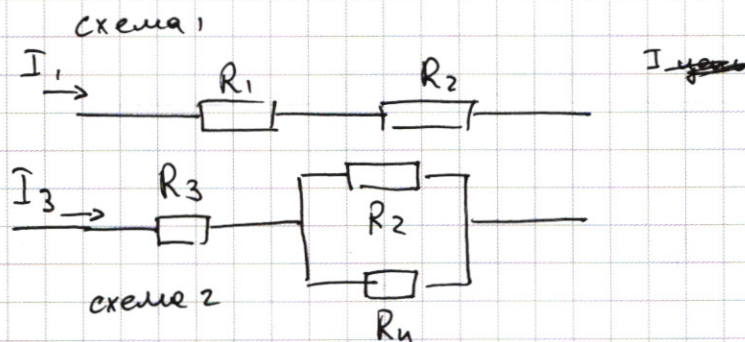
$$\Rightarrow U_0 \leq \frac{E R_1}{R_1 + R_2} - \frac{E R_3}{R_3 + R_4}$$

$$\Rightarrow R_3 \leq R_4 \cdot \frac{R_1 E - U_0 (R_1 + R_2)}{R_2 E + U_0 (R_1 + R_2)} = 66 \text{ Ом}$$

$$\Rightarrow \boxed{R_3 \leq 66 \text{ Ом}}$$

3)

рассмотрим схему с открытым диодом как две схемы с токами $\bar{I}_3$ и $\bar{I}_1$



тогда по резистору R_2 (по закону Ома пройдет ток)

$$I_2 = \frac{\bar{I}_3 R_2}{R_2 + R_4} - \text{т.к. он делится проп. сопротивлению.}$$

$$\text{тогда и через диод пойдет ток } I_D = I_2 = \frac{\bar{I}_3 R_2}{R_2 + R_4}$$

мощность диода $P_D = I_D \Delta \varphi$

$$\text{тогда } \bar{I}_3 \text{ по закону Ома } \bar{I}_3 = \frac{E}{R_{II}}, \text{ где } R_{II} \text{ сопр. схемы 2.}$$

$$R_{II} = R_3 + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4}$$

$$\Rightarrow P_D = \left(R_3 + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} \right) \left(\frac{E R_1}{R_1 + R_2} - \frac{E R_3}{R_3 + R_4} \right)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

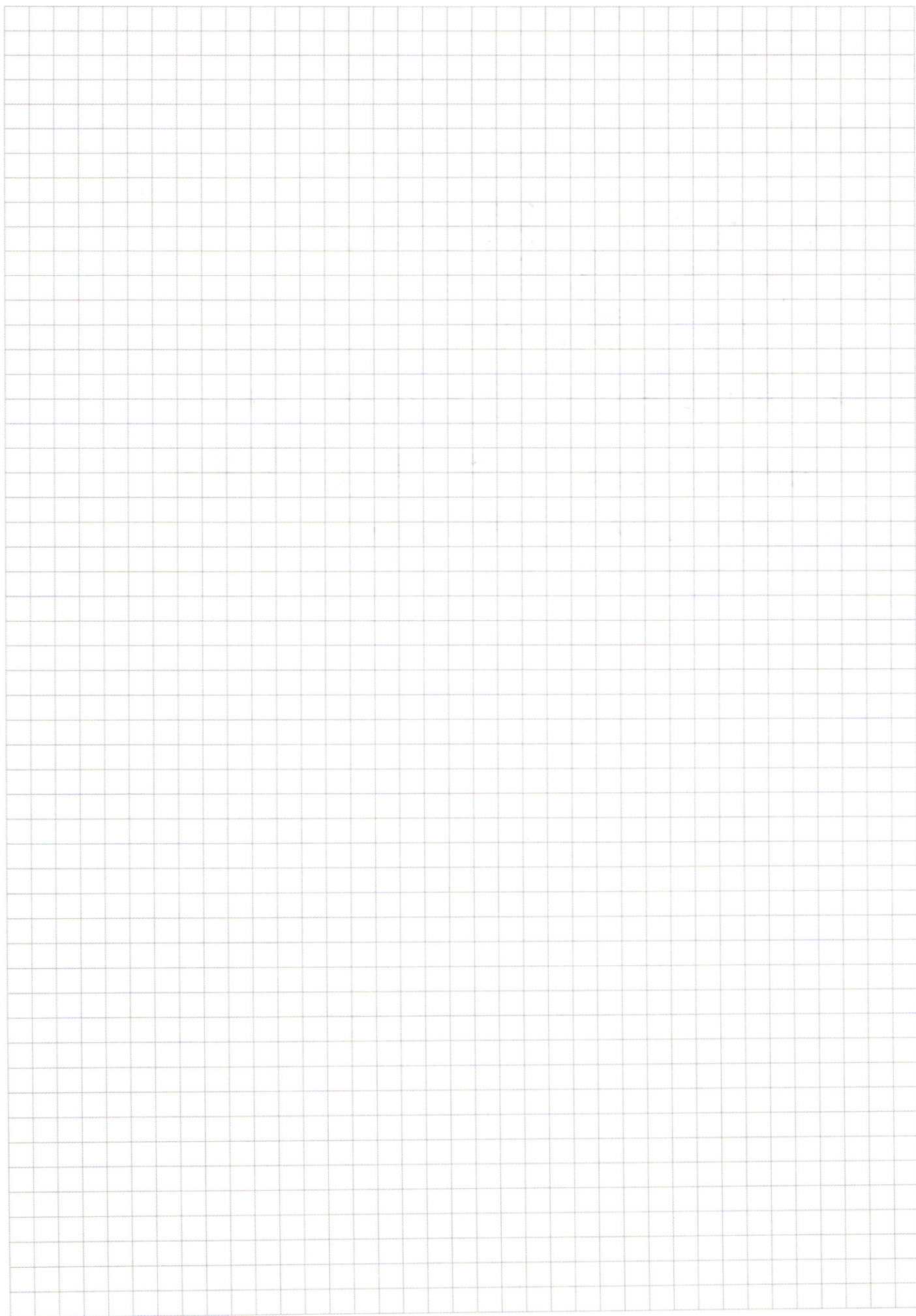
$$= \left(R_3 + \frac{22}{23} \right) \left(\frac{22 \cdot 12}{R_3 + 22} - \frac{12}{6} \right) = 3$$

$$\Leftrightarrow \left(R_3 + \frac{22}{23} \right) \left(\frac{264}{R_3 + 22} - 2 \right) = 3$$

$$\Rightarrow -\frac{44}{23} + \frac{22 \cdot 264}{(R_3 + 22)23} + \frac{264 R_3}{R_3 + 22} + 2 R_3 = 3 \quad | \cdot (R_3 + 22)$$

$$-2 R_3^2 - 22 R_3 + 264 R_3 + \frac{22 \cdot 264}{23} - \frac{44}{23} R_3 - \frac{44 \cdot 22}{23} =$$

Ответ: 1) 2 А. 2) $R_3 \leq 66 \text{ Ом}$.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5) $|F| = F$

$2\sqrt{2} \cdot \frac{4F}{5}$

$\frac{12F}{5} = d$

$\Gamma = \frac{5}{7}$

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

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{5}{12F} + \frac{1}{f} \quad \frac{1}{f} = \frac{7}{12F} \Rightarrow \boxed{f = \frac{12}{7}F}$

за время τ изобразит пр.

$S = 2\sqrt{2}$

$\frac{1}{F} = \frac{1}{12F/5 + 2\sqrt{2}} + \frac{1}{f^*}$

$\frac{12F/5 - F + 2\sqrt{2}}{F(12F/5 + 2\sqrt{2})} = \frac{1}{f_1}$

$f_1 = \frac{F(12F/5 + 2\sqrt{2})}{7F/5 + 2\sqrt{2}}$

$$R_3 \left(U_0 + \frac{ER_2}{R_1+R_2} \right) \leq R_4 \left(E \left(1 - \frac{R_2}{R_1+R_2} \right) - U_0 \right)$$

$$R_3 \left(U_0 + \frac{ER_2}{R_1+R_2} \right) \leq R_4 \left(\frac{R_1 E}{R_1+R_2} - U_0 \right)$$

$$R_3 \left(U_0 (R_1+R_2) + ER_2 \right) \leq R_4 \left(R_1 E - U_0 (R_1+R_2) \right)$$

$$R_3 \leq R_4 \frac{R_1 E - U_0 (R_1+R_2)}{R_2 E + U_0 (R_1+R_2)} = 22 \cdot \frac{60 - 6}{12 + 6} = \frac{22 \cdot 54}{18} = 66$$

$$R_3 \leq 66 (\Omega)$$

$$P_0 = UI$$

$$U_0 = \frac{ER_1}{R_1+R_2} - \frac{ER_3}{R_3+R_4} = \frac{R_4 E}{R_3+R_4} - \frac{R_2 E}{R_1+R_2}$$

$$I =$$

$$I_3 R_3 + U_0 = I_1 R_1$$

$$\Rightarrow I_3 R_3 + I_4 R_4 = I_1 R_1 + I_2 R_2$$

$$I_4 R_4 = I_2 R_2 + U_0$$

$$I_3 R_3 + I_4 R_4 + I_3 R_4 = I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_1 R_1$$

$$I_2 = I_0 + I_1$$

$$I_0 R_4 - I_0 R_2 = I_1 (R_1 + R_2) + I_3 (R_3 + R_4)$$

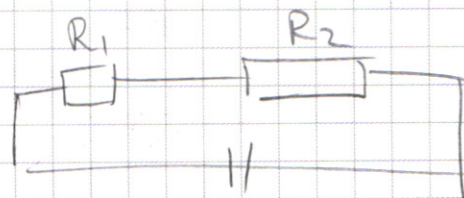
$$I_4 = I_0 + I_3$$

$$I_0 = \frac{I_1 (R_1 + R_2) - I_3 (R_3 + R_4)}{R_4 - R_2}$$

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 = E \Rightarrow I_1 R_1 + (I_0 + I_1) R_2 = E \Rightarrow I_1 = \frac{E - I_0 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_3 R_3 + I_4 R_4 = E \quad I_3 R_3 + (I_0 + I_3) R_4 = E \Rightarrow I_3 = \frac{E - I_0 R_4}{R_3 + R_4}$$

$$\frac{I_3 R_4}{R_2 + R_4}$$



$$I_1 + \frac{I_3 R_4}{R_2 + R_4}$$

$$I_3$$

$$I_2 R_2 = I_4 R_4$$

$$I_2 = \frac{I_4 R_4}{R_2}$$

$$I = I_2 + I_4 = I_4 \left(\frac{R_4}{R_2} + 1 \right)$$

$$I = I_4 \left(\frac{R_4}{R_2} + 1 \right)$$

$$I_4$$



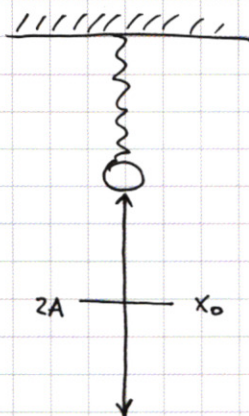
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № ____
(Нумеровать только чистовики)



$$\begin{aligned}
 ma &= k\Delta x_1 - mg \quad (\downarrow) \\
 ma &= k\Delta x_2 + mg \quad (\uparrow) \quad | \cdot 2,5 \\
 2,5ma &= 2,5k\Delta x_1 + 2,5mg \\
 1,5ma &= 3,5mg \\
 \boxed{a = \frac{7}{3}g} & \quad \frac{7}{2} = \frac{7}{4} = 1,75x_0
 \end{aligned}$$

$$ma = k\Delta x_1 - mg$$

$$ma = k\Delta x_2 + mg = mg - k\Delta x \quad | \cdot 2,5$$

$$3,5ma = 1,5mg$$

$$\boxed{a = \frac{3}{7}g}$$

$$\begin{aligned}
 2mgA &= \frac{k\Delta x_0^2 \cdot 6,25}{2} + \\
 2mgA &= \frac{k\Delta x^2}{2}
 \end{aligned}$$

$$x = x_m \cdot \cos(\omega t)$$

$$v = -v_m \sin(\omega t)$$

$$a = -a_m \cos(\omega t)$$

$$a_1 = a_2 = \cos(\omega t_1) = \cos(\omega t_2)$$

$$\Rightarrow v_1 = -v_2$$

$$\Rightarrow \boxed{E_1 = E_2} \quad \boxed{\frac{E_1}{E_2} = 1}$$

$$3) \quad kA = mg$$

$$2mgA = \frac{kA^2}{2} = 2kA^2$$

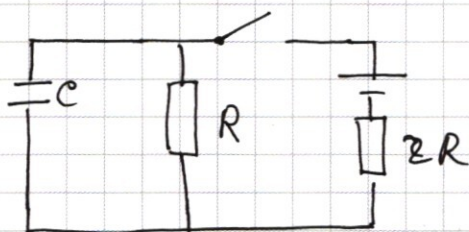
$$mgA =$$

$$\frac{E_g}{E_k} = 2$$

$$\frac{kA^2}{2} + \frac{m\omega^2}{2} = kA$$

$$2mgA = \frac{kA^2}{2} = 2kA^2$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) $U = \varphi$.

$$\frac{E}{2R} - \frac{E}{24R}$$

2) $P = UI$

$$\frac{CU^2}{2} = \left(\frac{Q^2}{2C} \right)' = \frac{I_Q}{C} = \boxed{IU}$$

$$\frac{P^2}{2C}$$

3) $P = UI = U_R I$.

$$P = UI - \max.$$

$$P = U_R I = U_R (I_0 - I_R) =$$

$$Q = CU = C \cdot \frac{P}{I}$$

=

$$I_0 = I_R + I$$

$$E = 5U.$$

$$U_R$$

$$E = I_R R + 2R I_0 = 2R (I_R + I) + I_R R = 3R I_R + 2R I = 3U_R = 3U + 2RI = 5U.$$

$$U = IR$$

$$\boxed{E = \frac{U_R}{I} + 2R I_0}$$

$$E = U$$

$$I = \frac{E - 3U_R}{2R}$$

$$E = I_R R + 2R I_0 = I_R R + 2R (I_R + I) = 3I_R R + 2RI = \boxed{3U_R + 2RI = E.}$$

$$P = UI$$

$$P = U \left(\frac{E - 3U}{2R} \right) = \frac{EU}{2R} - \frac{3U^2}{2R}$$

$$U^2 \cdot \frac{3}{2R} - \frac{E}{2R} \cdot U.$$

$$U_{\max} = \frac{-b}{2a} = \frac{-\frac{E}{2R}}{2 \cdot \frac{3}{2R}} = \frac{E}{2R} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2R}{3} = \frac{E}{6}$$

$$P = \frac{3}{2R} U^2 - \frac{E}{2R} U$$

$$P = \frac{3}{2R} U^2 - \frac{E}{2R} U$$

$$R = \frac{3}{2R} U^2 - \frac{E}{2R} U$$

$$U_M = \frac{E}{2R} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2R}{3} = \frac{E}{6}$$

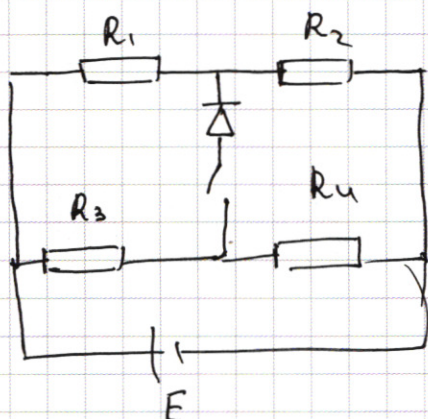
$$P_{\max} = \frac{3}{2R} \cdot \frac{E^2}{36} - \frac{E^2}{12R} = \frac{E^2}{R} \left(\frac{1}{24} - \frac{1}{12} \right) = \boxed{\frac{E^2}{24R}}$$

$$2) U = \frac{E}{6}$$

$$q = \frac{CE}{6}$$

$$I_3 R_3 + U_0 = I_1 R_1$$

#4



$$E = 12 \text{ В}$$

$$R_1 = 5 \text{ Ом}$$

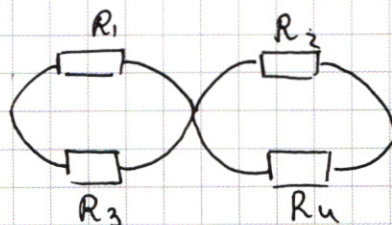
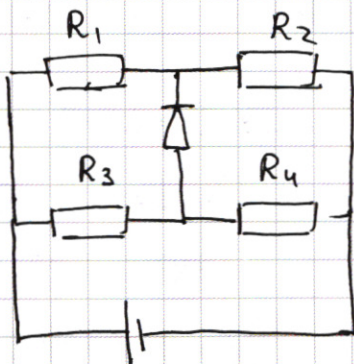
$$R_3 = 1 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 22 \text{ Ом}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$1) R_0 = R_1 + R_2 \quad I_1 = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{12}{6} = 2 \text{ А}$$

2)



$$I_3 =$$

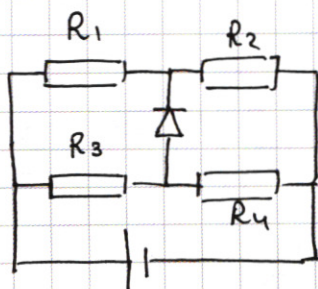
$$E = I_3 R_3 + U_0 + I_2 R_2$$

$$U_1 = U_3 \quad I_1 R_1 = I_3 R_3 \quad I_3 = \frac{R_1}{R_3} I_1$$

$$\Delta \varphi = \varphi_3 - \varphi_1 = E - \frac{R_1 I_1}{R_3} \cdot I_1$$

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

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



$$U_0 \leq \frac{E R_1}{R_1 + R_2} - \frac{E R_3}{R_3 + R_4}$$

$$U_0 \leq E - \frac{R_2}{R_1 + R_2} E + \frac{R_4 E}{R_3 + R_4}$$

$$U_0 \leq \frac{R_4 E}{R_3 + R_4} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1)

1)

$$\Delta x_2 = 2,5 \Delta x_1$$

$$ma = K \Delta x_1 + mg \quad (\uparrow)$$

$$ma = K \Delta x_2 - mg \quad (\downarrow)$$

$$K \Delta x_1 + mg = K \Delta x_2 - mg$$

$$1,5 K \Delta x_1 = 2 mg$$

$$K \Delta x_1 = \frac{4}{3} mg$$

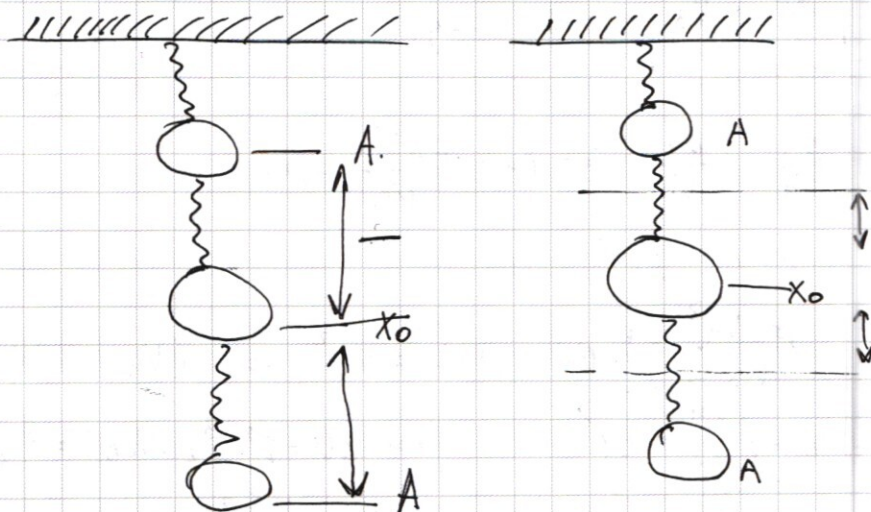
$$ma = \frac{7}{3} mg$$

$$K \Delta x_2 = \frac{20}{6} mg$$

$$\frac{14}{6} = \frac{7}{3} mg$$

2)

$$-mg \Delta x_2 + E_{k1} = E_{k2} + mg \Delta x_1$$



$$U_0 (R_3 + R_4) \leq (R_4 E) - \frac{R_2 (R_3 + R_4)}{R_1 + R_2}$$

$$U_0 R_3 + U_0 R_4 \leq R_4 E - \frac{R_2 E}{R_1 + R_2} R_3 - \frac{R_2 E}{R_1 + R_2} R_4$$

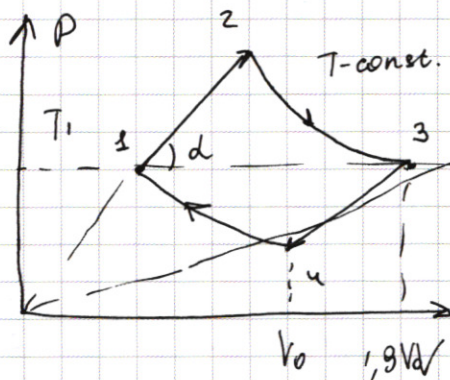
$$R_3 \left(U_0 + \frac{ER_2}{R_1 + R_2} \right) \leq R_4 E - U_0 R_4 - \frac{R_2 E}{R_1 + R_2} R_4$$

$$R_3 \left(U_0 + \frac{ER_2}{R_1 + R_2} \right) \leq R_4 \left(E - U_0 - \frac{R_2 E}{R_1 + R_2} \right)$$

2)

400-20-19

361



1) $T_{23} = ?$

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

3) $C_{34} = ?$

1) $T_{23} = T_1 \cdot k^2$

$$T_{14} = \frac{T_{23}}{k^2}$$

$$T_4 = T_1 = T_{23}/k^2$$

$$T_{23} = T_1 \cdot k^2$$

2)

$$p_1 = p_3$$

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

$$p_1 V_2 = p_2 V_1$$

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

$$p_2 V_2 = p_3 V_3$$

$$\frac{V_2^2}{V_1} = V_3 \quad \text{--- 1. шаг.}$$

$$\frac{p_3}{V_3} = \frac{p_4}{V_4} \Rightarrow p_4 = \frac{p_3 V_4}{V_3} = p_1$$

$$p_4 V_4 = p_1 V_1$$

$$\frac{p_3 V_4^2}{V_3} = V_1 p_1$$

$$= V_4^2 = V_2^2 \Rightarrow (V_4 - V_2)(V_4 + V_2) = 0$$

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

$$\Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (1 - k^2) T_1$$

$$\Delta U = - \frac{3}{2} \nu R (k^2 - 1) T_1 =$$

$$A_{34} = - \left(\frac{p_0 + k p_0}{2} \right) (k - 1) V_0 =$$

$$C = \frac{- \frac{3}{2} \nu R (k^2 - 1) T_1}{- \frac{(k^2 - 1) T_1}{2}} = \frac{3}{2} \nu R$$

$$= - \frac{p_0 V_0 (1 + k)(k - 1)}{2} = - \frac{p_0 V_0 (k^2 - 1)}{2} = - \frac{\nu R T_1 (k^2 - 1)}{2}$$