

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-07

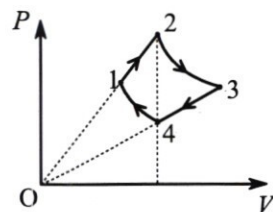
Класс 11

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.

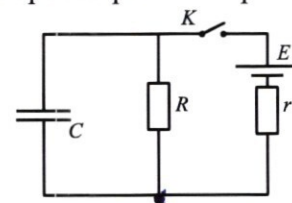
- 1) Найти модуль ускорения в эти моменты.
- 2) Найти отношение кинетических энергий шарика в эти моменты.
- 3) Найти отношение максимальной энергии деформации пружины к максимальной кинетической энергии шарика.

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.



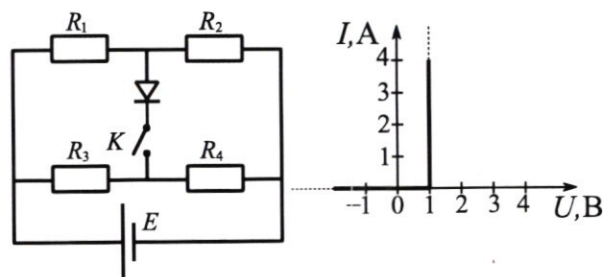
- 1) Найти температуру газа в процессе 2-3.
- 2) Найти отношение давлений в состояниях 1 и 3.
- 3) Найти молярную теплоемкость газа в процессе 1-2.

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.



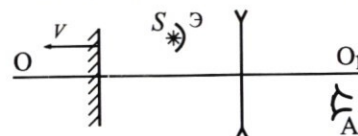
- 1) Найти ток, текущий через источник, сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти ток, текущий через конденсатор, непосредственно перед размыканием ключа.
- 3) Какое количество теплоты выделится в цепи после размыкания ключа?

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 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.

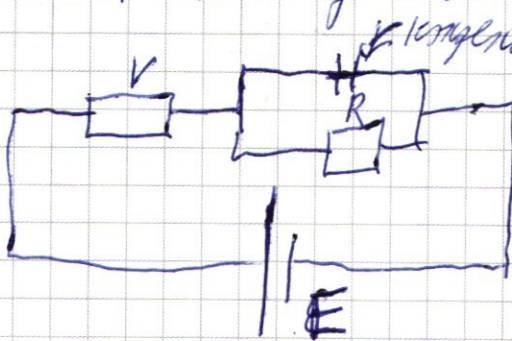


- 1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель A сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
- 2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
- 3) Найти скорость изображения в этот момент.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

п 3

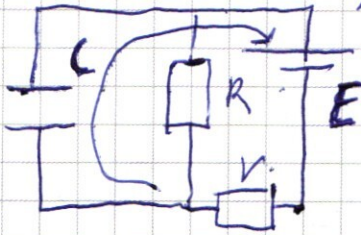
Схему можно упрощать, включая через конденсатор питания ток, а транзистор (м.к. конденсаторный) в схему можно представить так:



Упрощ.: $3RI = E$
 $I = \frac{E}{3R}$

$\frac{\Delta W}{\Delta t}$ - скорость работы Элементов

$W' = \frac{\Delta W}{\Delta t} = P$, где P - мощность.



Применим 2 закон Кирхгофа

U_C - напряжение на конденсаторе

$U_C + VI = E$ | $\cdot I$

$U_C \cdot I + VI^2 = EI$

$U_C \cdot I$ - и есть мощность, ~~идет~~

$W' = U_C \cdot I$

$W' = -3RI^2 + EI$

Функция параболы

ветвейки вверху и в середине

Упрощение: $\frac{b}{2a}$

I_m - ток, когда W' максимален

или, еще 2, $I_m = \frac{-E}{-6R} = \frac{E}{6R}$ I_m - и есть

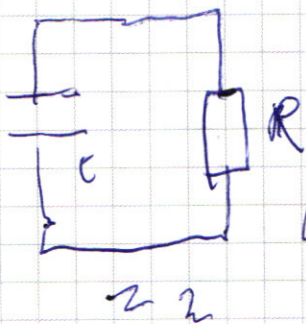
так, напряжение ^{напряж. 23} через конденсатор перед ^{подключением} ключа

$I R$ - напряжение на конденсаторе (на моменте)

$$I R + U_C = 0 \quad \text{зк. Кирхгофа}$$

$$U_C = -I R$$

теперь конденсатор $\frac{C U^2}{2}$ после подключения
перейти в ноль,



$$\frac{C U^2}{2} = \frac{C I^2 R^2}{2} = \frac{C E^2 \cdot R^2}{2 \cdot 36 R^2} = \frac{C E^2}{72}$$

Ответ: 1) $\frac{E}{3R} = I$ 2) $I R = \frac{E}{3}$ 3) $\frac{C E^2}{72}$

м.к. по гук. $\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1}$ так, $P_2 = 1,8 \frac{V_1}{V_1} \cdot P_1 = P_2 = 1,8 P_1$

P_2 - давление в точке 2

P_1 - давление в точке 1

V_1 - ~~объем~~ ^{объем} в точке 1

V_2 - объем в точке 2, 4

$$\begin{cases} P_2 V_2 = \nu R T_2 \\ P_1 V_1 = \nu R T_1 \end{cases}$$

$$\frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{T_2}{T_1} = 1,8^2 = 3,24$$

$$T_2 = 3,24 \cdot T_1$$

T_2 - температура в

2, 3

T_1 - температура в точках 1, 4

$V_3 P_3$ - давление и объем в точке 3

P_4 - давление в точке 4

$$\begin{cases} P_1 V_1 = \nu R T_1 \\ P_4 V_2 = \nu R T_1 \end{cases}$$

$$\frac{P_1}{P_4} \frac{V_1}{V_2} = 1$$

$$\frac{P_1}{P_4} = \frac{V_2}{V_1} = 1,8 \quad P_4 = \frac{P_1}{1,8}$$

см. стр. 3, или продолж.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

по учеб 3-4 ^{процесса 2} ^{процесс} ^{процесс}, что означает
 $\frac{V_3}{V_4} = \frac{P_3}{P_4}$ V_4 - объём в точке 4
 $V_4 = V_2$ (по учеб.)

$$\begin{cases} P_2 V_2 = \nu R T_2 \\ P_3 V_2 = \nu R T_3 \end{cases}$$

$$\frac{P_2}{P_3} = \frac{V_3}{V_2}, \quad \frac{V_3}{V_2} = \frac{P_3}{P_4} \Rightarrow \frac{P_2}{P_3} = \frac{P_3}{P_4} \Rightarrow P_3^2 = P_2 \cdot P_4 =$$

$$= \frac{P_1}{1} \cdot P_1 \cdot 1 = P_1^2 \Rightarrow P_3^2 = P_1^2$$

$$P_3 = P_1$$

$$\frac{P_1}{P_3} = 1$$

C_M - молярная теплоёмкость

$$C_M = \frac{\Delta Q}{\nu \Delta T}$$

ΔQ - тепло переданное
на участке 1-2

$$\Delta Q = \Delta U + A_2 = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + (P_2 V_2 - P_1 V_1) =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + (\nu R T_2 - \nu R T_1) = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$C_M = \frac{\frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1)}{\nu (T_2 - T_1)} = \frac{5}{2} R \quad \text{см. учеб}$$

omben: $17 \text{ } R_2 = 3, 28$ $\left(2 \right) \frac{P_1}{P_2} = 1,3$ $\left(3 \right) \epsilon_m = \frac{5}{2} R$

24 1) 2-3-й курсов

$$I_1 \cdot R_3 + I_1 R_4 = E \quad I_1 = \frac{E}{R_3 + R_4} = \frac{E}{8} = \underline{\underline{1 A_0}}$$

Problem: 7/1A.

27 1) м.к. издана после, а автор студент.
в 1942 г. и в 1943 г. издана издательством и издательством
издательством с автором имени, а в 1944 г.
издательством имени ~~издатель~~ имени И.И.

$$ma = mg - kx$$

$$ma = 3kx - mg$$

$$K \star = m g - m \frac{d^2 x}{dt^2}$$

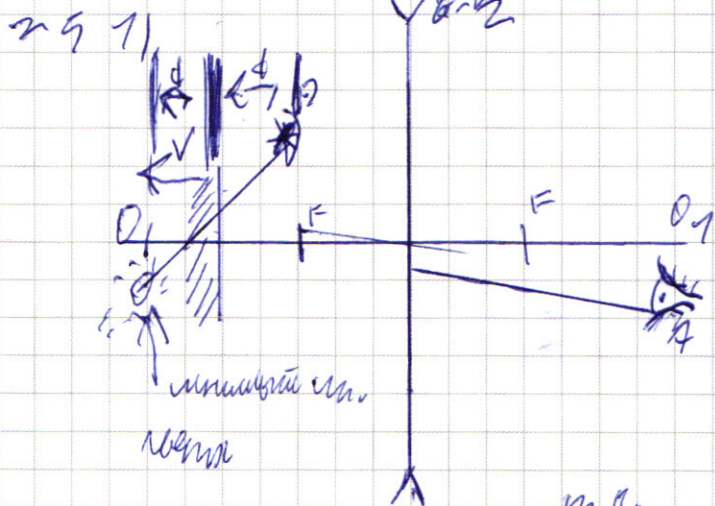
$$m_a = 3m_g - 3m_c = m_g$$

~~met-zug-zug-zug~~

$$a = 2$$

张永强

Omilen: 7/9



~~на~~ Милосердн Кен.

Велик Буген

Wahrscheinlich ist

ndmnaGmuu

2. From Manager

т.к. Зеркало

2. Conjugation d

Зеркало
на мн. $\frac{3}{2}F \rightarrow d = \frac{3}{2}F - F = \frac{1}{2}F$

Идентификация от 18/07/2018 г. от 18/07/2018 г.

Umsatzmaximaler Preis $b = \frac{1}{2}a + F = 2F$

Формируя мазки с учётом вырв. мазки

минус изоб. $\frac{1}{-F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$ см. стр. 4, уравнение

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~Упражнение 2.5.7)~~
~~Упражнение 2.5.7)~~

найти расстояние между центрами

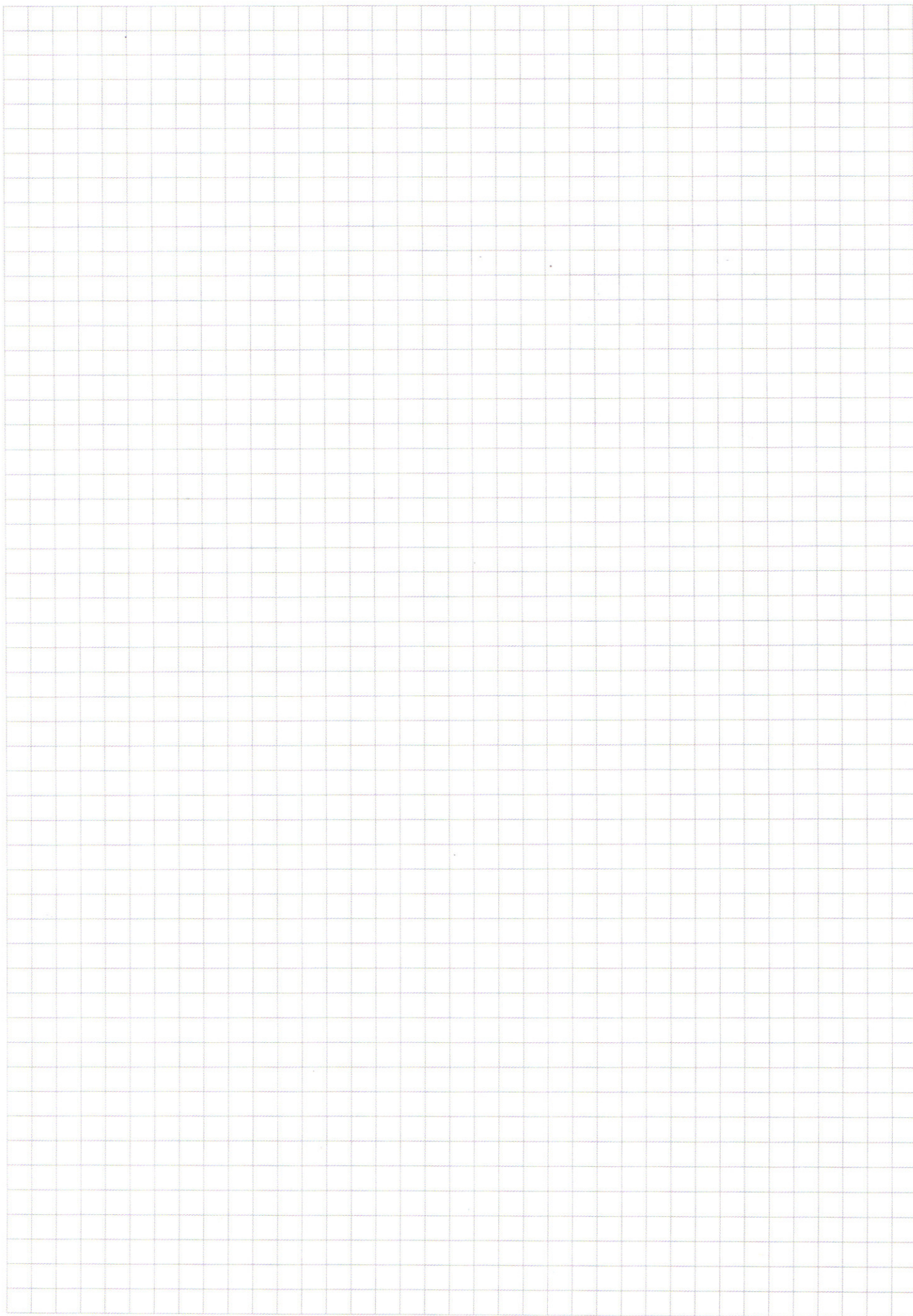
$$\frac{1}{-F} = \frac{1}{2F} - \frac{1}{x}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{2F} + \frac{1}{F} = \frac{3}{2F} \Rightarrow x = \frac{2F}{3}$$

x - расстояние между центрами и точкой

A

ответ: 7) $\frac{2F}{3}$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

$$\frac{p_3}{p_4} = \frac{V_2}{V_3} \cdot 1,8 \quad \frac{p_2}{p_3} = \frac{V_3}{V_2} \quad \frac{p_4}{p_1} = \frac{V_1}{V_2} = 7 \quad p_4 = \frac{p_1}{1,8}$$

~~$$\frac{p_4}{p_3} = \frac{p_1}{p_2} = 7$$~~

~~$$\frac{p_4}{p_3} = \frac{p_1}{p_2} = 7 \quad \frac{p_4}{p_3} = \frac{p_1}{p_2} = 7$$~~

$$\frac{p_3 V_3}{p_4 V_2} = 1,8 \cdot 1,8^2$$

$$\frac{V_2}{V_3} = \frac{p_3}{p_2} \quad V_3 = V_2 \cdot \frac{p_2}{p_3} = 1,8^2 \cdot \frac{p_2}{p_3}$$

$$\frac{p_3}{p_4} = \frac{V_2}{V_3} \cdot 1,8^2 = \frac{p_3}{p_2} \cdot 1,8^2$$

~~$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{p_3}{p_1} \cdot \frac{1,8^2}{1,8^2}$$~~

$$V_3 = V_2 \cdot 1,8^3 \cdot \frac{p_2}{p_3} \quad \frac{p_2}{p_4} = 1,8^2$$

~~$$\frac{p_3}{p_4} = \frac{p_1}{p_2}$$~~

$$\begin{cases} p_3 V_3 = \nu R T_2 \\ p_1 V_1 = \nu R T_1 \end{cases}$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$p_4 V_2 = \nu R T_1$$

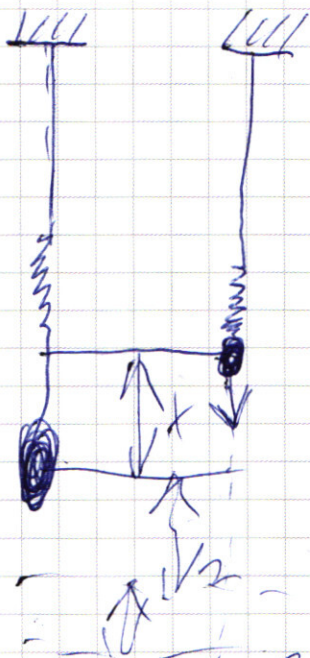
$$\frac{p_3}{p_1} = 1,8^2 \cdot \frac{V_1}{V_3}$$

~~$$\frac{p_3}{p_1} = 1,8^2 \cdot \frac{V_1}{V_3}$$~~

$$\frac{p_2}{p_4} = 1,8^2$$

$$\frac{p_3}{p_1} = \frac{1,8^2 \cdot V_1 \cdot p_3}{1,8^3 \cdot p_4 \cdot V_1}$$

$$p_4 = \frac{p_1}{1,8}$$



$$kx = mg$$

$$mg \neq$$

$$mg = 3kx$$

$$ma = mg + kx$$

$$3mg = kx'$$

$$P_2 = 7.8 P_1$$

$$\frac{V_3}{V_4} = \frac{P_3}{P_4}$$

$$\frac{V_2}{V_3} = \frac{P_3}{P_2}$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\frac{P_2}{P_1} = 7.8^2$$

$$P_4 V_2 = \nu R T_1$$

$$\frac{P_1}{P_3} =$$

$$P_3^2 = P_1^2$$

$$P_3 = P_1$$

$$\frac{P_3}{P_4} = \frac{P_2}{P_1}$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_3 V_3 = \nu R T_2$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2 \quad P_4 V_2 = \nu R T_1$$

$$P_2 V_3 = \nu R T_2$$

$$P_3 V_3 = \nu R T_2$$

$$P_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$P_3 V_3 = \nu R T_2$$

$$\frac{V_2}{V_3} = \frac{P_3}{P_2}$$

$$\frac{P_1}{P_3} = \frac{V_3}{V_2 \cdot 7.8^2}$$

$$\frac{V_3}{V_2} = \frac{P_3}{P_4} \cdot 7.8^2$$

$$\frac{P_2 V_2}{P_3 V_3} = 1$$

$$\frac{P_4 V_2}{P_3 V_3} = \frac{1}{7.8^2}$$

$$\frac{P_4}{P_3} = \frac{V_3}{V_2} \cdot \frac{1}{7.8^2}$$

$$\nu R \Delta T = P_1 V_1 - P_3 V_3 = P_4 V_2 - P_2 V_2$$

$$P_4 = \frac{P_1}{7.8}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = P_4 V_2 = P_3 V_3$$

$$V_2 \neq$$

$$\frac{V_3}{V_4} = \frac{P_3}{P_4}$$

$$\frac{V_2}{V_3} = \frac{P_3}{P_2}$$

$$V_3 = k \cdot V_2$$

$$\Delta V_{23} = \Delta V_{34}$$

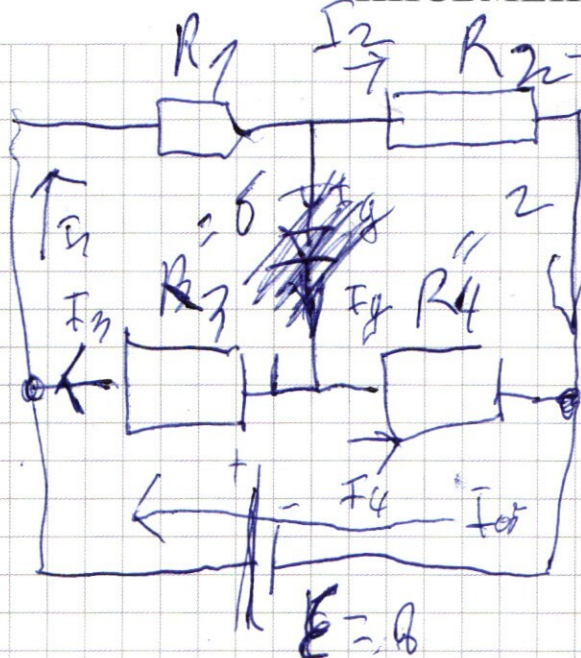
$$V_3 = \frac{P_3}{P_4} \cdot V_2$$

$$V_3 = V_2 \cdot \frac{P_2}{P_3}$$

$$\frac{P_2}{P_3} = 1$$

$$P_3 = P_1$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$I_{\text{св}} = I_1 + I_2$$

$$I_3 + I_{\text{св}} = I_1$$

$$I_1 = I_2 + I_5$$

$$I_{\text{св}} = I_4 + I_2$$

$$I_5 = I_4 + I_3$$

$$I_1 R_1 + I_5 R_5 + R_3 I_3$$

$$I_1 R_1 + I_5 R_5 + R_3 I_3 = 0$$

$$-I_3 R_3 + I_4 R_4 = E$$

$$I_2 R_2 + I_4 R_4 - I_5 R_5 = 0$$

$$R_1 I_1 + R_4 I_4 = E = R_2 I_2 + R_2 I_2$$

$$6 \cdot x + 2x = 8$$

$$x = 1$$

$$R_1 x + R_2 x = 8$$

$$8 = I \cdot R_1 + 3I$$

$$I R_1 + 3I$$

$$R_1 I$$

$$\frac{U_0}{I_5} = R_5$$

$$I_3 + I_{\text{св}} = I_1$$

$$I_1 = I_2 + I_5$$

$$I_{\text{св}} = I_4 + I_2$$

$$I_5 = I_4 + I_3$$

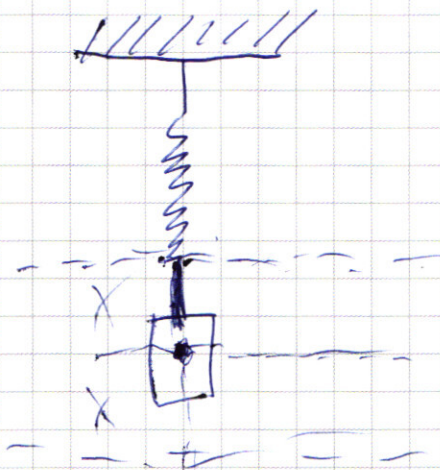
$$I_1 R_1 + I_5 R_5 + R_3 I_3 = 0$$

$$-I_3 R_3 + I_4 R_4 = E$$

$$I_2 R_2 - I_4 R_4 - I_5 R_5 = 0$$

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 - I_4 R_4 + I_3 R_3 = 0$$

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



$$m(k) = mg + kx$$

$$m(a) = mg + 3kx$$

$$ma = mg + kx \quad \text{or} \quad ma = mg$$

$$ma = 3kx - mg$$

$$ma = 3kx - 3mg - mg$$

$$4g = 2a$$

$$a = 2g$$

$$x = \frac{m a + m g}{3k} = \frac{m g}{k}$$

$$x = \frac{mg}{k}$$

$$kx^2 + \frac{mv^2}{2} = mg \cdot 2x$$

$$\frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = mg \cdot 2x$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$\frac{mv_2^2}{2} = 1$$

$$\frac{mv_2^2}{2} = 1$$

$$kx^2 = mg \cdot 2x$$

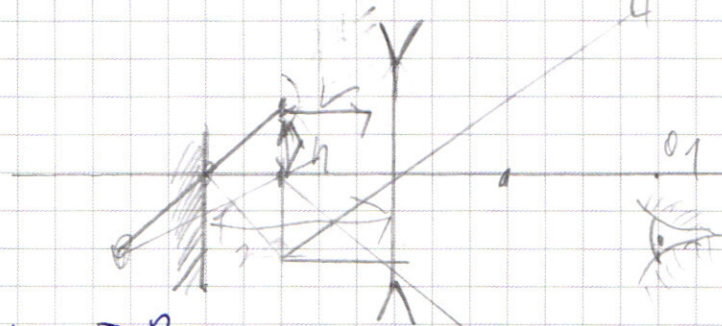
$$\Delta Q = \Delta U = \frac{3}{2} DR (T_2 - T_1) + A_2$$

$$h = \frac{3E}{4} \quad L = F$$

$$A_2 = \Delta P V = P_2 V_2 - P_1 V_1$$

$$DR T_2 - DR T_1$$

$$\frac{\Delta Q}{RD \Delta T} =$$



$$U = IR$$

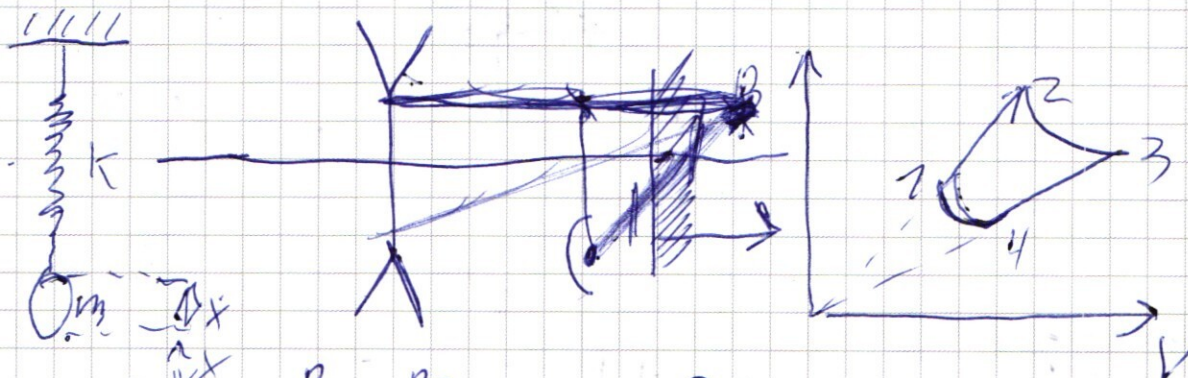
$$\frac{CU^2}{2} = Q$$

$$\frac{\frac{3}{2} DR (T_2 - T_1) F}{DR (T_2 - T_1)} = \frac{3}{2} R$$

$$\frac{3}{2} R$$

$$\frac{6I^2 R^2}{2} = \frac{CE^2 \cdot R^2}{2 \cdot 36 R^2} = \frac{CE^2}{72} = Q?$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\begin{array}{r} 6 \\ \times 1,8 \\ \hline 108 \\ + 144 \\ \hline 3,24 \end{array}$$

$$\frac{p_3}{p_4} = \frac{V_3}{V_2}$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$p_3 V_3 = \nu R T_2$$

$$\frac{p_2 V_2}{p_3 V_3} = 1 \cdot \frac{p_2}{p_3} = \frac{V_3}{V_2}$$

$$\begin{cases} p_2 V_2 = \nu R T_2 \\ p_3 V_3 = \nu R T_2 \end{cases}$$

$$\frac{p_3}{p_2} = \frac{V_2}{V_3}$$

$$\frac{p_2}{p_3} = \frac{1,8 p_1}{p_3}$$

$$\frac{V_3}{V_1} = \frac{1,8 p_1}{p_3}$$

$$\frac{p_2}{p_3} = \frac{p_3}{p_4}$$

$$p_2 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$p_2 = 1,8 p_1$$

$$V_2 = 1,8 V_1$$

$$p_2 = \frac{p_1}{1,8}$$

$$V_2 = 1,8 V_1$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\begin{aligned} T_2 &= 1,8^2 T_1 \\ T_2 &= 3,24 T_1 \end{aligned}$$

$$\begin{cases} p_3 V_3 = \nu R T_2 \\ p_4 V_4 = \nu R T_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} p_4 V_2 = \nu R T_1 \\ p_1 V_1 = \nu R T_1 \end{cases}$$

$$\frac{p_3 V_3}{p_4 V_2} = \frac{T_2}{T_1} = 3,24$$

$$\frac{p_4 V_2}{p_1 V_1} = 1$$

$$\frac{V_3}{V_2} = \frac{T_2 \cdot 3,24 \cdot p_4 p_1}{p_3 \cdot 1,8}$$

$$\frac{p_4}{p_1} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{1,8}$$

$$\frac{P_2}{P_4} = \frac{V_2}{V_3} \cdot 7,8^2$$

$$\frac{P_3}{P_1} = 7,8^2 \frac{V_1}{V_3}$$

$$W' = I^2 R + I U$$

$$U_C + IR = 0$$

$$\frac{P_2}{P_3} = \frac{V_3}{V_2}$$

$$\frac{P_4}{P_1} = \frac{V_1}{V_2}$$

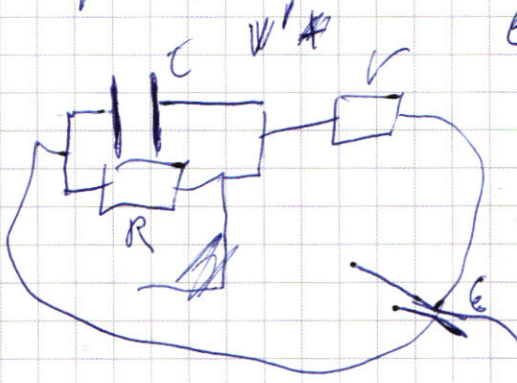
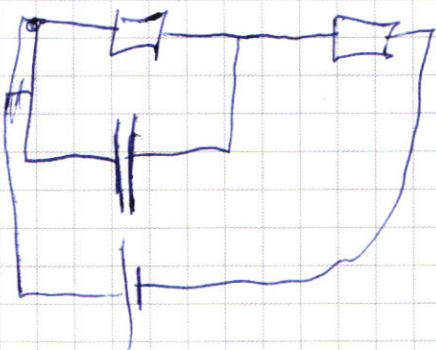


$$I U_C = -IR$$

$$W' = -I^2 R$$

$$I = \frac{\epsilon}{3R}$$

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



$$I_X =$$

$$I_1 = I_2 + I_3$$

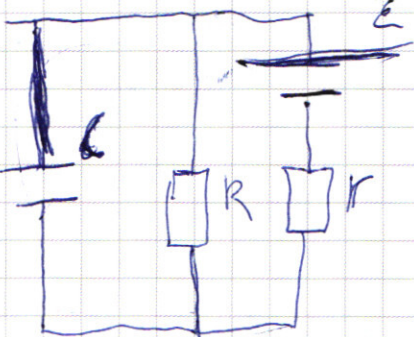
$$I_2 + I_3 = I_1$$

$$U_C = \frac{q}{C} = -I_2 R$$

$$W' = I_3 U = -I_2 I_3 R$$

$$\epsilon = I_1 R + I_2 R$$

$$I_1 + I_2 = \frac{\epsilon}{R}$$



$$U_C + 3RI = \epsilon$$

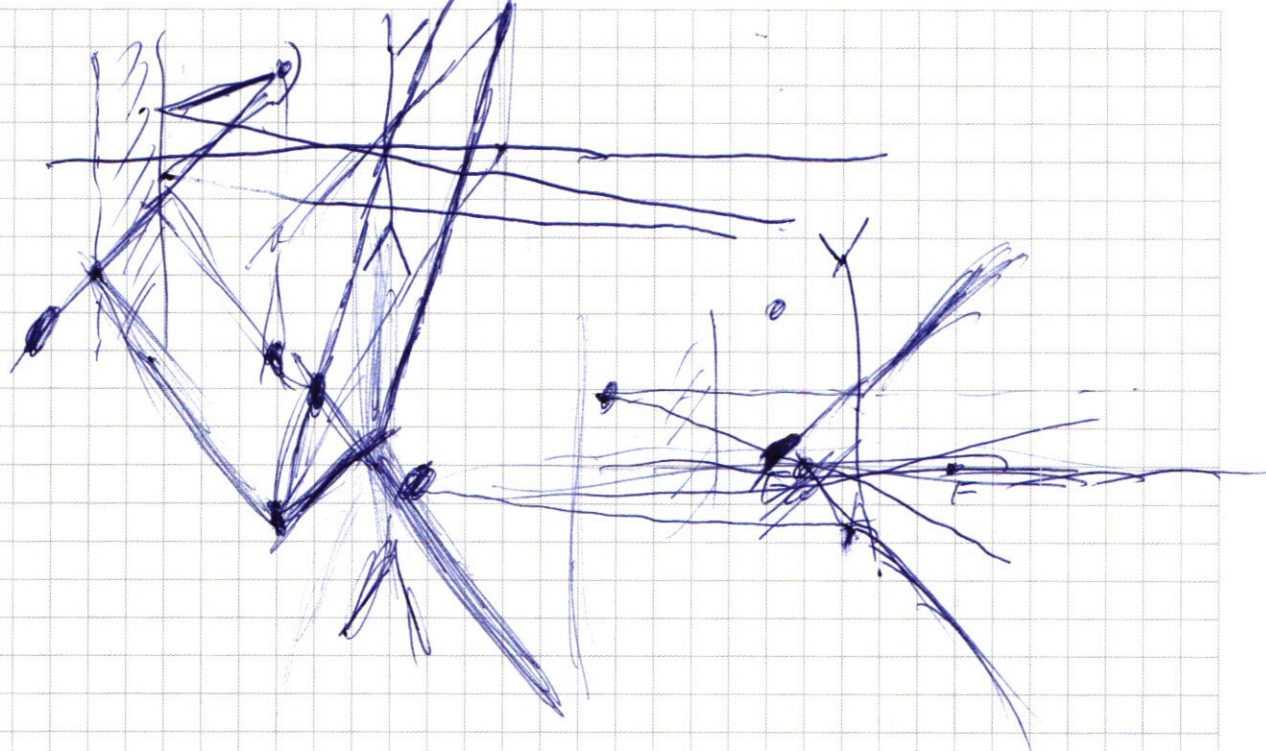
$$W' + 3RI^2 = \epsilon I$$

$$W' = -3RI^2 + \epsilon I$$

$$I_0 = \frac{\epsilon}{6R}$$

$$W^R = -\frac{3 \epsilon^2}{36 \cdot R} + \frac{\epsilon^2}{6R} = \frac{\epsilon^2}{12R}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{1}{-F} = \frac{1}{2F} - \frac{1}{X}$$

$$\frac{1}{X} = \frac{1}{2F} + \frac{1^2}{F} = \frac{3}{2F} \Rightarrow \frac{2}{3}F = X$$

$$\frac{1}{-F} = \frac{1}{X} - \frac{1}{2F}$$

$$\frac{1}{X} = \frac{1}{2F} + \frac{1^2}{F} = -$$

$$m a = 3 K x \pm m g$$

$$m a = K x \pm m g$$

$$m a = m g - K x$$

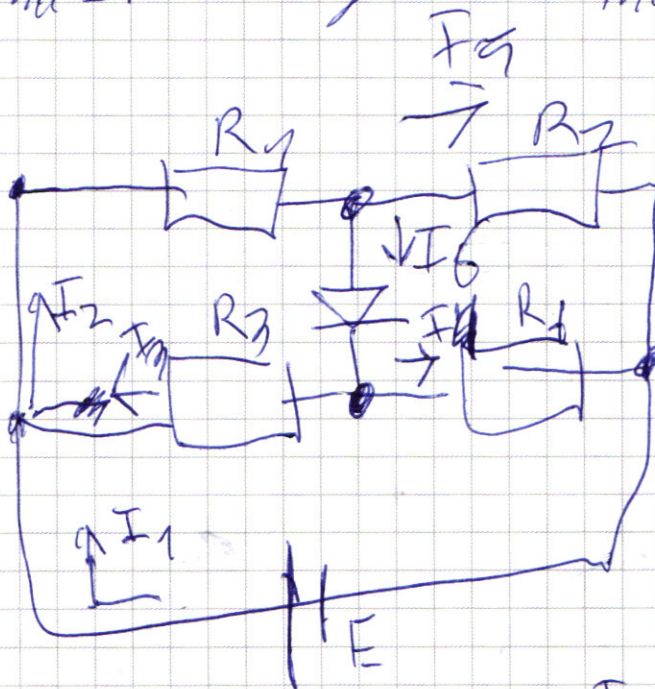
$$m a = 3 K x - m g$$

$$K x = m g - m a$$

$$m a = 3 m g - 3 m a - m g$$

$$4 m a = 2 m g$$

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



$$I_1 = I_3 + I_5$$

$$I_2 = I_5 + I_6$$

$$I_6 = I_3 + I_4$$

$$R_1 I_2 + R_2 I_5$$

$$- R_4 I_4 - R_3 I_3 = 0$$

$$I_1 + I_3 = I_2$$

$$I_3 + I_4 + I_5 = I_2$$

$$I_5 = I_2 - I_6$$

$$I_3 = \frac{R_1 I_2 + R_2 I_5 + R_4 I_4}{R_3}$$

$$I_3 + I_4 = I_2 - I_6 = I_2$$

$$I_3 + I_4 = I_6$$

$\uparrow$