

Олимпиада «Физтех» по физике, 11

Класс 11

Вариант 11-08

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

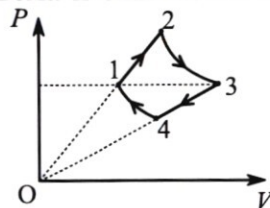
1. Шарик подвешен в поле тяжести на легкой упругой пружине с неизвестной жесткостью. Шарик поднимают вверх до положения, когда пружина не деформирована, и отпускают. При дальнейшем движении шарика вдоль вертикали в некоторые моменты времени силы, действующие на шарик со стороны пружины, отличаются в 4 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 давление газа уменьшается в $k = 1,7$ раза.

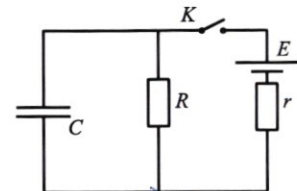
Давления газа в состояниях 1 и 3 равны.

- 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.



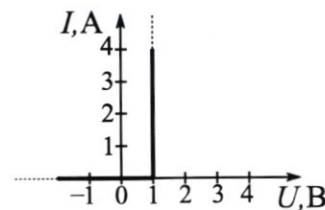
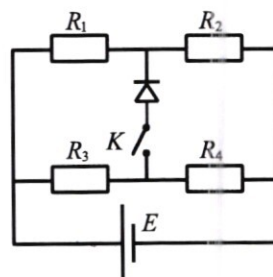
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины E, R, C известны, $r = 4R$. Ключ K на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.

- 1) Найти ток, текущий через резистор R , сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти напряжение на конденсаторе сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти максимальную скорость роста энергии, запасаемой конденсатором.



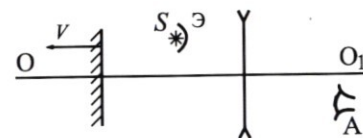
4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника $E = 10$ В, $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 5$ Ом, $R_4 = 15$ Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.

- 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 $P_D = 0,8$ 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 $F/3$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $11F/18$ 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

1) Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для каждого процесса (далее подставим уравнения)

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$p_3 V_3 = \nu R T_3$$

$$p_4 V_4 = \nu R T_4$$

В процессе 1-2 газ расширяется прямо пропорционально в зависимости давления от температуры.

⇒ график в координатах pV представляет собой прямую вида $y=kx$, где $y=p$, $x=V$ ⇒ можно записать как $p=kV$.

Если уравнений для 1 и 2 состояния (которые на графике лежат на 1 прямой) ⇒ k равен

$$p_1 = kV_1 = \frac{\nu R T_1}{V_1} \Rightarrow k = \frac{\nu R T_1}{V_1^2}, \text{ также } p_2 = kV_2 = \frac{\nu R T_2}{V_2} \Rightarrow k = \frac{\nu R T_2}{V_2^2}$$

$$\Rightarrow \frac{\nu R T_1}{V_1^2} = \frac{\nu R T_2}{V_2^2} \Rightarrow \frac{T_1}{V_1^2} = \frac{T_2}{V_2^2} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{V_1^2}{V_2^2}, \text{ 2-3 изотерма}$$

$$\Rightarrow T_2 = T_3 \Rightarrow \frac{T_1}{T_3} = \frac{V_1^2}{V_2^2} \quad (1)$$

Аналогично по графику, но уже с другим коэффициентом можно записать зависимость уравнения для процесса 3-4, т.к. там тоже давление прямо пропорционально объему.

$$\Rightarrow \frac{T_3}{T_4} = \frac{V_3^2}{V_4^2} \quad (\text{все преобразования и пояснения аналогичны})$$

$$1-4 \text{ также изотерма} \Rightarrow T_1 = T_4 \Rightarrow \frac{T_3}{T_1} = \frac{V_3^2}{V_4^2} \quad (2)$$

$$\Rightarrow \text{из (1) и (2)} \quad \frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{V_4^2}{V_3^2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_4}{V_3}, \text{ выразим из уравнения}$$

$$\Rightarrow \frac{\nu R T_1 p_2}{\nu R T_2 p_1} = \frac{\nu R T_4 p_3}{\nu R T_3 p_4} \Rightarrow \frac{T_1 p_2}{T_2 p_1} = \frac{T_4 p_3}{T_3 p_4} \Rightarrow \frac{T_1 p_2}{T_3 p_1} = \frac{T_1 p_1}{T_3 p_4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{p_1}{p_4} \Rightarrow (\text{по условию } p_1 = p_3) \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{p_3}{p_4} = 1,7$$

$$\Rightarrow p_2 = 1,7 p_1, \text{ т.к. процесс описывается как } p = kV \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_2 = 1,7 V_1, \text{ тогда } \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \Rightarrow T_2 = T_1 \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 = T_1 \left(\frac{1,7 V_1}{V_1}\right)^2 = 2,89 T_1.$$

- 2). Исходя из условий и уже описанных ранее отношений ~~и~~ ~~влияния~~ будем преобразовывать ~~и~~ ~~исходное~~ отношение.

$$\frac{V_2}{V_4} = \frac{T_2 \cdot p_4}{p_2 \cdot T_4} = \frac{T_2 \cdot p_4}{p_2 \cdot T_1} = 2,89 \frac{p_4}{p_2} = 2,89 \frac{p_3}{1,7 p_2} = 1,7 \frac{p_3}{p_2} =$$

$$= 1,7 \frac{T_3 D R \cdot V_2}{V_3 \cdot T_2 D R} = 1,7 \frac{V_2}{V_3} = 1,7 \frac{T_3 p_1}{p_2 T_2} = 1,7 \frac{p_1}{p_2} = 1,7 \frac{p_1}{1,7 p_1} =$$

$$= 1. \Rightarrow \text{Объемы газа в состояниях 2 и 4 равны.}$$

- 3). запишем первое начало термодинамики в таком виде $C dT = dU + p dV$, где C — ^{молярная} теплоемкость
для процесса 3-4:

$$\int_{T_3}^{T_4} C dT = \int_{V_3}^{V_4} \frac{3}{2} D R dT + \int_{V_3}^{V_4} p dV \quad (\text{одноатомный газ})$$

вынесем константы $\oint C dT = \frac{3}{2} D R \int_{T_3}^{T_4} dT + \int_{V_3}^{V_4} p dV$. $\Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} D R \Delta T$

~~Выводим~~ Процесс 3-4 можно описать так $p = KV$, где ~~коэффициент~~ $K = \frac{D R T_4}{V_4^2}$, ~~коэффициент~~ (единицу варим по желанию, объяснение было в пункте 1).

$\Rightarrow$ интеграл $\int p dV$ можно записать так, выразив:

$$\int_{V_3}^{V_4} K V dV = K \int_{V_3}^{V_4} V dV = \frac{D R T_4}{V_4^2} \int_{V_3}^{V_4} V dV, \text{ т.к. } \text{условия координат не изменяются.}$$

$$\Rightarrow C D \int_{T_3}^{T_4} dT = \frac{3}{2} D R \int_{T_3}^{T_4} dT + \frac{D R T_4}{V_4^2} \int_{V_3}^{V_4} V dV$$

$$\Rightarrow C D (T_4 - T_3) = \frac{3}{2} D R (T_4 - T_3) + \frac{D R T_4 (V_4^2 - V_3^2)}{2 V_4^2}$$

$$\Rightarrow C (T_3 - T_4) = \frac{3}{2} R (T_3 - T_4) + \frac{D R T_4 (V_3 - V_4)(V_3 + V_4)}{2 V_4^2}$$

ранее было получено, что $V_3 = 1,7 V_4$, $T_3 = 2,89 T_4$

$$\Rightarrow C \cdot 1,89 T_4 = \frac{3}{2} R \cdot 1,89 T_4 + \frac{D R T_4 \cdot 0,7 V_4 \cdot 2,7 V_4}{2 \cdot V_4^2} \quad (\text{т.к. } T_2 = 2,89 T_1)$$

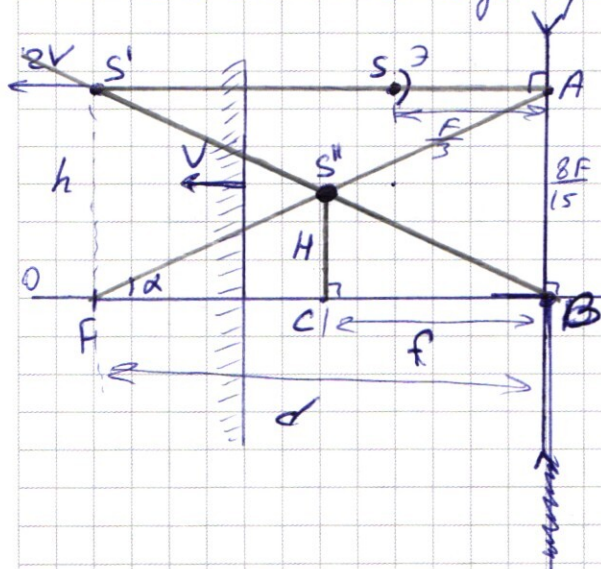
$$\Rightarrow C \cdot 1,89 T_4 = \frac{3}{2} R \cdot 1,89 T_4 + \frac{1}{2} \cdot R \cdot 1,89 T_4 \Rightarrow C = \frac{3}{2} R + \frac{1}{2} R = 2 R =$$

$$= 2 \cdot 8,31 = 16,62 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}.$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Ответ: 1) $T_2 = 2,89 T_1$, 2) $\frac{V_2}{V_4} = 1$, $V_2 = V_4$, 3) $C = 2R = 16,62 \left(\frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}} \right)$.

№5. Схематично изобрази ~~и~~ опиши систему:



и построили изображение,
получившее в описании
момент.

11. Т.к. экран укрывает источник от линзы, то объектом для линзы является отражение источника в зеркале.

Вектор $\vec{T.K.}$ перпендикулярен плоскости, то
расстояния от объекта и
суббрана обращения до него
равны

→ расстояние d от ^{реального} нового объекта линзы до
нее равно сумме расстояния до зеркала и
разности расстояний от зеркала до линзы и от
источника до линзы $\Rightarrow d = \frac{11F}{18} + \frac{11F}{18} - \frac{F}{3} = \frac{8F}{9}$

По формуле тонкой линзы для рассеивающей линзы найдем f (расстояние от линзы до изображения). $-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F} = \frac{F+d}{Fd} \Rightarrow f = \frac{Fd}{F+d} = \frac{\frac{8}{3}F^2}{\frac{17}{3}F} = \frac{8}{17}F$.

2). При дальнейшем движении зеркала, новый объект для линзы, т.е. отражение источника S' будет двигаться со скоростью $2V$ в ту же сторону, т.к. увеличивается и расстояние от линзы до зеркала и скорость движения от источника до зеркала.

Но по построению изображения оно всегда будет располагаться на прямой AF (пересечение AF и S'B) $\Rightarrow$ изображение будет двигаться к оси OO, под тем же углом, что и расположена прямая AF. $\Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{AB}{BF}$ (по построению угол $\triangle ABF$ - прямоугольный $\Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{AB}{BF} = \frac{8F}{15F} = \frac{8}{15}$.
($AB = \frac{8}{15}F$, $BF = F$)

3). Как описано выше объект ذو длины движется со скоростью $2V$.

А ~~была~~ скорость по оси x зависит изображения зависит от скорости объекта, как

$U_x' = \Gamma^2 U_x$, где U_x' - скорость изобр., U_x - объекта, Γ - увеличение длины

Из прямоугольного ~~треугольника~~ $\triangle AS'B$ и $\triangle S'B'F$ по углам $\triangle AS'B \sim \triangle S'B'F$ $\Gamma = \frac{h}{h'} = \frac{f}{d} = \frac{8.9}{17.8} = \frac{9}{17}$.
 $\Rightarrow U_x' = \Gamma^2 \cdot 2V = \frac{81 \cdot 2V}{289} = \frac{162V}{289}$.

Ответ: 1) $f = \frac{8}{17}F$ 2) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{8}{15}$, 3) $U_x' = \frac{162V}{289}$.

уч. 1) При размыкнутых ключах ~~и R_1 и R_2 соединены~~

$$R_{\text{ос}} = \frac{1}{\frac{1}{R_1+R_2} + \frac{1}{R_3+R_4}} \Rightarrow R_{\text{ос}} = \frac{(R_1+R_2)(R_3+R_4)}{R_1+R_2+R_3+R_4}$$

$$\Rightarrow I = \frac{E}{R_{\text{ос}}} = \frac{E(R_1+R_2+R_3+R_4)}{(R_1+R_2)(R_3+R_4)}$$

Пусть через резисторы R_1 и R_2 течет ток I_1 , а через R_3 и R_4 - I_2 .

$$\Rightarrow I = I_1 + I_2 \text{ и } I_1(R_1+R_2) = I_2(R_3+R_4) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I = I_1 \left(1 + \frac{R_1+R_2}{R_3+R_4} \right) = I_1 \left(\frac{R_1+R_2+R_3+R_4}{R_3+R_4} \right) \Rightarrow I_1 = \frac{I(R_3+R_4)}{(R_1+R_2+R_3+R_4)}$$

$$= \frac{E(R_1+R_2+R_3+R_4)(R_3+R_4)}{(R_1+R_2+R_3+R_4)(R_1+R_2)(R_3+R_4)} = \frac{E}{R_1+R_2} = \frac{10}{5+5} = 1 \text{ (A)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) Ток течет от наибольшего потенциала к наименьшему $\Rightarrow$ он будет течь при $I_2 R_3 < I_1 R_1$.

$$I_2 = I_3 - I_1 = \frac{E}{(R_3 + R_4)}, \text{ вычисляя аналогично.}$$

$$\Rightarrow \frac{E R_3}{R_3 + R_4} < I_1 R_1, \text{ решим в числах } \frac{10 R_3}{R_3 + 15} < 5$$

$$10 R_3 < 5 R_3 + 75 \Rightarrow 5 R_3 < 75 \Rightarrow R_3 < 15 \text{ Ом.}$$

Ответ: 1) $I_1 = 1 \text{ (А)}$, 2) $R_3 < 15 \text{ (Ом)}$

~3. 1) Сразу после замыкания ключа, так конденсатор не заряжен, через резистор R потечет такой же ток, какой был бы в цепи $\Rightarrow R_{\text{об}} = R + r$, $I = \frac{E}{R_{\text{об}}} = \frac{E}{R + r} = \frac{E}{5R}$.

Ответ: 1) $I = \frac{E}{5R}$.

~1. 1) Силы упругости могут отличаться, а модули ускорения равны в ситуациях:



$$\begin{aligned} m a &= F + mg \\ m a &= 4F - mg \\ F + mg &= 4F - mg \\ 2mg &= 3F \Rightarrow F = \frac{2}{3}mg \\ \Rightarrow m a &= \frac{2}{3}mg + mg = \frac{5}{3}mg \Rightarrow \\ \Rightarrow a &= \frac{5}{3}g. \end{aligned}$$

3) Никто не скажет о потере $\Rightarrow$ можно считать, что тергия в системе сохраняется $\Rightarrow$ там E_k будет в точке с $\Delta x = 0$, а тергия деформации будет там $= 0$.

в толкан же $\Delta x = \max$ энергии деформ. $\max$, а $E_k = 0$.
 $\Rightarrow$ они равны, т.к. одна в толкан макс.
мучов и минимучов переходит в другую
Одвет: 1) $|a| = \frac{5}{3}g$ 3) $\frac{E_d}{E_k} = 1$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1-2 $pV = \nu RT$ $p = kV$ $\frac{dRT}{V} = kV$ $k = \frac{dRT}{V^2}$ 13.125 $\frac{dRT}{V^2} = kV$ 11.35 $dT = dU + p dV$ $p_3 = 1.7 p_4$

2-3 изотерма $T = \text{const}$ $pV = \text{const}$ $p_1 = p_3$

3-4 $p = \frac{dRT}{V}$ $k = \frac{dRT}{V^2}$ $\Rightarrow p_1 = 1.7 p_4$

4-1 $T = \text{const}$, $pV = \text{const}$ $1.4 pV = \text{const} \Rightarrow$
 $T_2 = T_3 = ?$ $\Rightarrow V_4 = 1.7 V_1$

T_1 - дано
 $p_1 V_1 = T_1 \nu R$, $p_1 = \frac{dRT_1}{V_1^2}$

$11 \frac{dRT_1}{V_1^2} = \frac{dRT_2}{V_2^2} \Rightarrow \frac{2 T_1}{10 T_2} = \frac{V_1^2}{V_2^2}$ $\frac{T_2 = T_3}{T_1} = \frac{V_1^2}{V_2^2}$ $\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_2}$

$p_2 V_2 = T_2 \nu R$
 $p_3 V_3 = T_3 \nu R$
 $p_1 V_3 = T_3 \nu R$
 $p_4 V_4 = T_4 \nu R$

$V_1 = \frac{dRT_1}{p_1}$
 $V_3 = \frac{dRT_3}{p_3} = \frac{dRT_3}{p_1}$
 $V_4 = \frac{dRT_4}{p_4} = \frac{dRT_1}{p_1}$
 $V_2 = \frac{dRT_2}{p_2} = \frac{dRT_3}{p_2}$

$\frac{V_2}{V_4} = \frac{T_2 p_4}{p_2 T_4} = \frac{T_3 p_4}{p_2 T_1} = 2.89 \frac{p_4}{p_2}$ $1.7 p = kV$ $1.7 \Rightarrow 2V_2 = 1.7 V_1$
 $\Rightarrow T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 = T_1 \cdot \left(\frac{1.7 V_1}{V_1}\right)^2 = 2.89 T_1$

3) В момент сразу после замыкания ключа через резистор пойдет ток $I = \frac{E}{R+r}$, т.к. через C ток не течет, т.к. он не заряжен $\Rightarrow R+r$ - пос. $I = \frac{E}{5R}$.

$$\frac{dW}{dt} = \max \frac{CU^2}{2} = \frac{QU}{2} = \frac{Q^2}{2C}$$

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

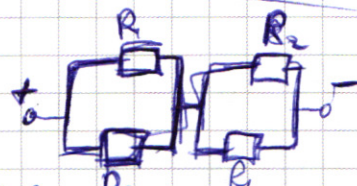
$$\frac{d(\frac{Q^2}{2C})}{dt} = \frac{1}{2C} \left(\frac{dQ^2}{dt} \right) = \frac{2QI}{2C} = \frac{QI}{C}$$

$$\Delta \varphi = -U$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = U$$

4) ток через R_1 $R_{\text{ос}} = \frac{(R_1+R_2)(R_3+R_4)}{R_1+R_2+R_3+R_4}$

$$I = \frac{E(R_1+R_2+R_3+R_4)}{(R_1+R_2)(R_3+R_4)}$$



$$R_{\text{ос}} = \frac{R_3 R_4}{R_1+R_2} + \frac{R_2 R_4}{R_1+R_2}$$

$$I_1 + I_2 = I \quad \Rightarrow \quad I_1 + I_1 \left(\frac{R_1+R_2}{R_3+R_4} \right) = I \left(\frac{R_3+R_4+R_1+R_2}{R_3+R_4} \right) = I$$

$$I_1 (R_1+R_2) = I_2 (R_3+R_4)$$

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

$$I_1 = \frac{E(R_1+R_2+R_3+R_4)}{(R_1+R_2)(R_3+R_4)} \cdot \frac{(R_3+R_4)}{(R_3+R_4+R_1+R_2)} = \frac{E}{R_1+R_2}$$

Ток потерь, если $\varphi_3 > \varphi_1$

$$= \frac{10}{10} = 1(A)$$

наблюдать потери напряжения на R_1 , $\varphi_1 = I_1 \cdot R_1 = 5 \text{ В}$

на R_3 $I_2 \cdot R_3$

$$I_2 = I - I_1 = \frac{E(R_1+R_2+R_3+R_4)}{(R_1+R_2)(R_3+R_4)} - \frac{E}{R_1+R_2} = \frac{E}{R_1+R_2} \left(\frac{R_1+R_2+R_3+R_4}{R_3+R_4} - 1 \right) = \frac{E}{R_3+R_4}$$

$$\varphi_3 = \frac{ER_3}{R_3+R_4}$$

$$\varphi_3 > \varphi_1$$

$$\frac{ER_3}{R_3+R_4} = \frac{10R_3}{R_3+15} = 5$$

$$10R_3 = 5R_3 + 75 \quad \leftarrow \quad \frac{10R_3}{R_3+15} = 5$$

$$5R_3 = 75 \Rightarrow R_3 = 15$$

и R_3 больше

и R_3 меньше $\varphi_3 = 1$

$$E - \frac{ER_3}{R_3+R_4} = 1$$

$$E \left(1 - \frac{R_3}{R_3+R_4} \right) = E \left(\frac{R_3+R_4-R_3}{R_3+R_4} \right) = \frac{ER_4}{R_3+R_4} = \frac{150}{R_3+15}$$

$$E - \frac{ER_3}{R_3+R_4} = E - \frac{ER_1}{R_1+R_2} = 15$$

$$R_3 = 135(\Omega)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~Решение~~ $p_3 = 1,7 p_4$

$c_{mol} = 2$ $c = \frac{Q}{m \Delta t}$

$$\frac{V_2}{V_4} = 2,89 \frac{p_3}{1,7 p_2} = 1,7 \frac{p_3}{p_2} = 1,7 \frac{T_3 D R \cdot V_2}{V_3 \cdot T_2 D R} = 1,7 \frac{V_2}{V_3} = 1,7 \frac{T_3 p_1}{p_2 T_2}$$

$$= 1,7 \frac{p_1}{p_2} = 1,7 \frac{p_4}{p_3} = 1,7 \cdot \frac{p_4}{1,7 p_4} = \underline{(1) \cdot 5)}$$

б) C_0 (3+4)

$$C_0 dT = dU + p dV$$

$$C_0 \int_{T_3}^{T_4} dT = \int_{T_3}^{T_4} \frac{3}{2} D R dT + \int_{V_3}^{V_4} p dV$$

$$p_3 = \frac{D R T_3}{V_3}$$

$$p_4 = \frac{D R T_4}{V_4}$$

~~$p_3 = 1,7 p_4$~~

$$\int_{V_3}^{V_4} K V dV = K \int_{V_3}^{V_4} V dV = \frac{D R T_4}{V_4^2} \cdot \frac{V_4^2 - V_3^2}{2}$$

$$V_3 = 1,7 V_4$$

$$C_0 (T_4 - T_3) = \frac{3}{2} D R (T_4 - T_3) + \frac{D R T_4 (V_4 - V_3)(V_4 + V_3)}{2 V_4^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C_0 (T_3 - T_4) = \frac{3}{2} D R (T_3 - T_4) + \frac{D R T_4 \cdot 0,7 V_4 \cdot 2,7 V_4}{2 V_4^2} =$$

$$\Rightarrow C_0 \cdot 1,89 T_4 = \frac{3}{2} D R \cdot 1,89 T_4 + \frac{R T_4 \cdot 1,89}{2} \Rightarrow$$

$$T_3 = T_4 \left(\frac{V_3^2}{V_4^2} \right) = 2,89 T_4$$

$$\Rightarrow C = \frac{3}{2} R + \frac{1}{2} R = 2 R \quad (6)$$

$$\frac{dW}{dt} - \max$$

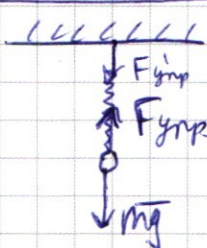
$$\frac{dW}{dt} - \max$$

$$mg - F_{\text{уп}}$$

$$mg + F$$

$$-mg + F$$

$$mg - F$$



$$6 - 42$$

$$6 + 410$$

$$-6 + 4 - 2$$

$$-6 - 4 - 10$$

$$6 - 15$$

$$6 + 17$$

$$-6 + 1 - 5$$

$$-6 - 1 - 7$$

как в нек. моменты $br \rightarrow x$ от v_4
модуль ускорения равен $\rightarrow ma = F_{\text{уп}} + mg$

$$ma = mg - F_{\text{уп}}$$

$$ma = mg + F_{\text{уп}}$$

$$F + mg = 4F - mg = ma$$

$$2mg = 3F \Rightarrow F = \frac{2}{3} mg, a = \frac{5}{3} g.$$

$$ma = F + mg = \frac{5}{3} mg$$

$$6 - 1 \quad 6 - 4 \quad -4 + 6$$

$$6 + 4 \quad 6 + 1 \quad -1 - 6$$

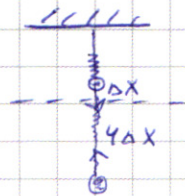
$$E_k = \frac{K_0 x^2}{2} + mg \Delta x$$

энергия сопр.

$E_{\text{конт}}$

$mgx \quad mg \Delta x$

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



В системе вся энергия сохраняется (про потери кинетике скажем), вся работа по деформации перейдет в энергию шарика E_k , т.к. E_k максимальна в момент, когда $\Delta x \rightarrow 0$, все $\Rightarrow \frac{E_n}{E_k} = 1$.

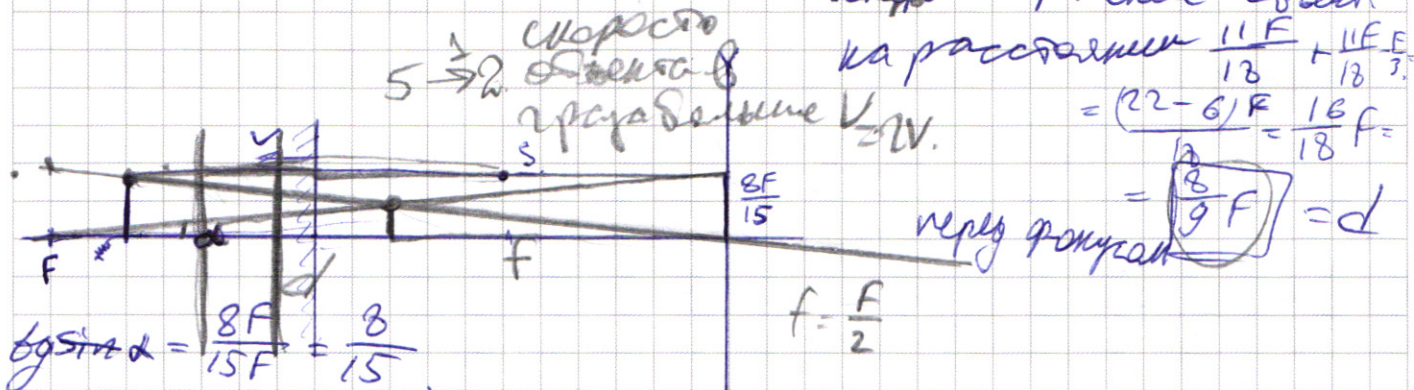
Максимальная энергия в системе = const

$$E_k = \text{const} - mg\Delta x, \quad E_k = \text{const} - mg\Delta x$$

$mg\Delta x = \frac{k\Delta x^2}{2} \Rightarrow mg = \frac{k\Delta x}{2}$ В момент

теперь отразиме - объект

ка расстоянии $\frac{11F}{18} + \frac{11F}{18} = \frac{(22-6)F}{18} = \frac{16F}{18}$



$$\tan \alpha = \frac{8F}{15F} = \frac{8}{15}$$

скорость по оси x изображение вычисляется как

$\Gamma^2 v_x$ где Γ - увеличение линзы, а объект движется по оси x. $\Gamma = \frac{h}{h'} = \frac{f}{d} = \frac{F/2}{d} = \frac{F}{2d}$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F} \Rightarrow f = \frac{dF}{F+d} = \frac{\frac{8}{9}F}{F + \frac{8}{9}F} = \frac{8F}{17}$$