

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-08

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

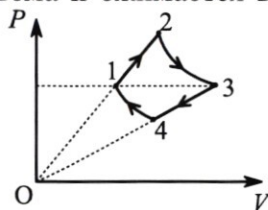
1. Шарик подвешен в поле тяжести на легкой упругой пружине с неизвестной жесткостью. Шарик поднимают вверх до положения, когда пружина не деформирована, и отпускают. При дальнейшем движении шарика вдоль вертикали в некоторые моменты времени силы, действующие на шарик со стороны пружины, отличаются в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

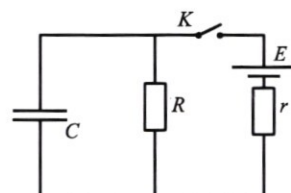
Давления газа в состояниях 1 и 3 равны.

- 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.



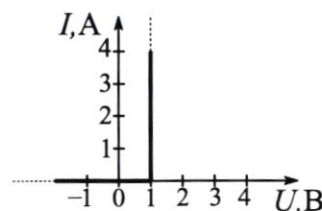
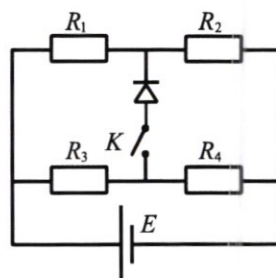
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины E, R, C известны, $r = 4R$. Ключ K на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.

- 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.



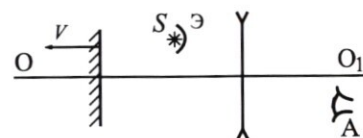
4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника $E = 10$ В, $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 5$ Ом, $R_4 = 15$ Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.

- 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.

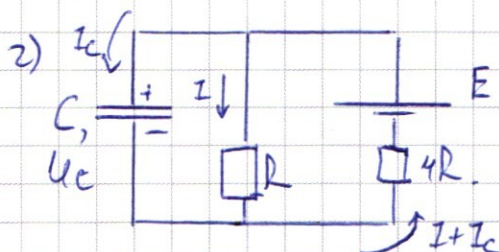


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3.

1) Сразу после замыкания ключа его напряжение на конденсаторе не изменится. П.к. он был разряжен, то его напряжение останется равным "0". Но т.к. он параллелен резистору R , то и на R - напряжение будет равно "0". Значит,

$$I_R = 0.$$



Введем обозначения, показанные на рисунке.

$$U_C = IR; \quad E = U_C + 4R(I + I_C)$$

$$E = U_C + 4IR + 4I_C R; \quad E = 5U_C + 4I_C R$$

$$I_C = \frac{E - 5U_C}{4R}$$

Энергия конденсатора: $W = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C}$

Скорость изменения энергии: $\dot{W} = \frac{2q\dot{q}}{2C} = U_C \cdot I_C$

$$\dot{W} = U_C \cdot \frac{E - 5U_C}{4R}; \quad \dot{W} = \frac{-5U_C^2 + E \cdot U_C}{4R}$$

Скорость роста энергии максимальна тогда, когда $-5U_C^2 + E \cdot U_C$ - max. Это достигается при

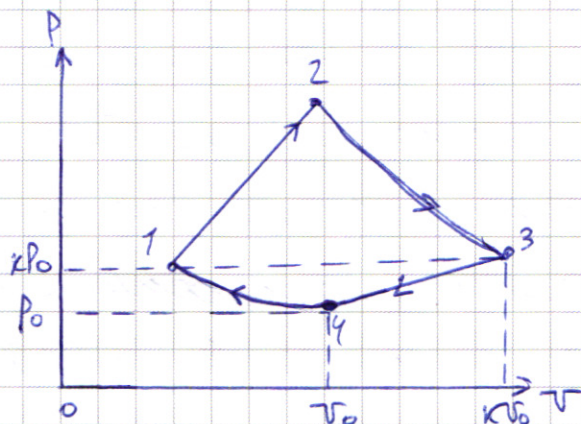
$$U_C = \frac{-E}{-5 \cdot 2} = \frac{E}{10};$$

П.к. ключ разомкнули в момент, когда $U_C = \frac{E}{10}$, а напряжение сразу после размыкания на конденсаторе не меняется, то $U = \frac{E}{10}$.

$$3) \text{ Тогда } \dot{w}_{\max} = \frac{1}{4R} \left(E \cdot \frac{E^2}{700} - 5 \cdot \frac{E^2}{700} \right)$$

$$\dot{w}_{\max} = \frac{1}{4R} \left(\frac{E^2}{70} - \frac{E^2}{20} \right) = \frac{1}{4R} \cdot \frac{E^2}{20} = \frac{E^2}{80R}$$

Ответ: 1) $I_R = 0$; 2) $U = \frac{E}{70}$; 3) $\dot{w}_{\max} = \frac{E^2}{80R}$.



12.
1) P_0, V_0 - давление и объем газа в состоянии 4.
Тогда $P_3 = kP_0$, но $\frac{P_0}{V_0} = \frac{P_3}{V_3} \Rightarrow$
 $V_3 = kV_0$.

2-3 - изотерма $\Rightarrow T_2 = T_3$.

1-4 - изотерма $\Rightarrow T_1 = T_4$.

Для состояний 3 и 4:

$$\frac{kP_0 \cdot kV_0}{T_3} = \frac{P_0 V_0}{T_4}; \quad \frac{k^2}{T_3} = \frac{1}{T_4}; \quad T_2 = T_3 = T_1 k^2 = 2, 89 T_1.$$

2) ~~пл.к.~~ $P_1 = kP_0$;

пл.к. процесс 1-2 - прямая пропорциональность,
то ~~кР0~~ $\frac{kP_0}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

Для состояний 1 и 4: $kP_0 V_1 = P_0 V_0$; $V_1 = \frac{P_0 V_0}{kP_0}$

Для состояний 2 и 3: $k^2 P_0 V_0 = P_2 V_2$ $P_2 = \frac{k^2 P_0 V_0}{V_2}$

Решаем систему уравнений:

$$kP_0 \cdot \frac{kP_0}{P_0 V_0} = \frac{k^2 P_0 V_0}{V_2^2}; \quad \frac{k^2 P_0}{V_0} = \frac{k^2 P_0 V_0}{V_2^2}; \quad V_2^2 = V_0^2 \text{ или } V_2 = V_0$$

$V_4 = V_0$, от м.е. $\frac{V_2}{V_4} = 1$.

$$3) C = \frac{Q_{34}}{J R (T_4 - T_3)} = \frac{A_{34} + \frac{3}{2} J R (T_4 - T_3)}{J (T_4 - T_3)} = \frac{A_{34}}{J (T_4 - T_3)} + \frac{3}{2} R.$$

Работу в процессе 3-4 - найдём как площадь под графиком в осях $P(V)$:

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$A_{34} = \frac{P_0 + \kappa P_0}{2} \cdot (T_0 - \kappa T_0) = P_0 T_0 \cdot \frac{(1-\kappa)(1+\kappa)}{2} = - \frac{P_0 T_0}{2} \cdot (\kappa^2 - 1)$$

$$\begin{cases} P_0 T_0 = \mathcal{J} R T_4 \\ \kappa^2 P_0 T_0 = \mathcal{J} R T_3 \end{cases}$$

$$P_0 T_0 (\kappa^2 - 1) = \mathcal{J} R (T_3 - T_4)$$

$$P_0 T_0 (\kappa^2 - 1) = \mathcal{J} R \cdot (\kappa^2 T_1 - T_1)$$

$$P_0 T_0 (\kappa^2 - 1) = \mathcal{J} R T_1 (\kappa^2 - 1); \quad P_0 T_0 = \mathcal{J} R T_1$$

$$A_{34} = - \frac{\mathcal{J} R T_1}{2} (\kappa^2 - 1)$$

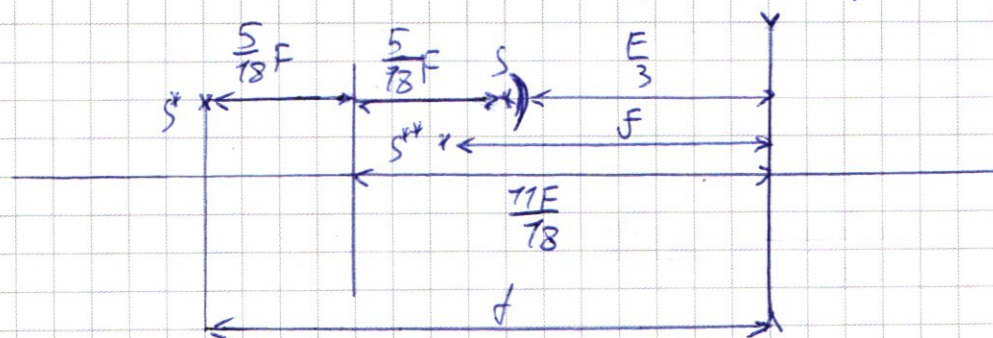
$$C = \frac{A_{34}}{\mathcal{J} (T_4 - T_3)} + \frac{3}{2} R = - \frac{\mathcal{J} R T_1 (\kappa^2 - 1)}{2 \mathcal{J} T_1 (\kappa^2 - 1)} + \frac{3}{2} R = \frac{\mathcal{J} R T_1 (\kappa^2 - 1)}{2 \mathcal{J} T_1 (\kappa^2 - 1)} + \frac{3}{2} R$$

$$C = \frac{R}{2} + \frac{3R}{2} = \frac{4R}{2} = 2R$$

Ответ: 1) $T_{2-3} = \kappa^2 T_1 = 2,89 T_1$; 2) $\frac{T_2}{T_4} = 1$; 3) $C = 2R$.

15.

1) Сначала источник S отражается в зеркале. Там «остаётся» его изображение S^* . Затем S^* становится источником для линзы.

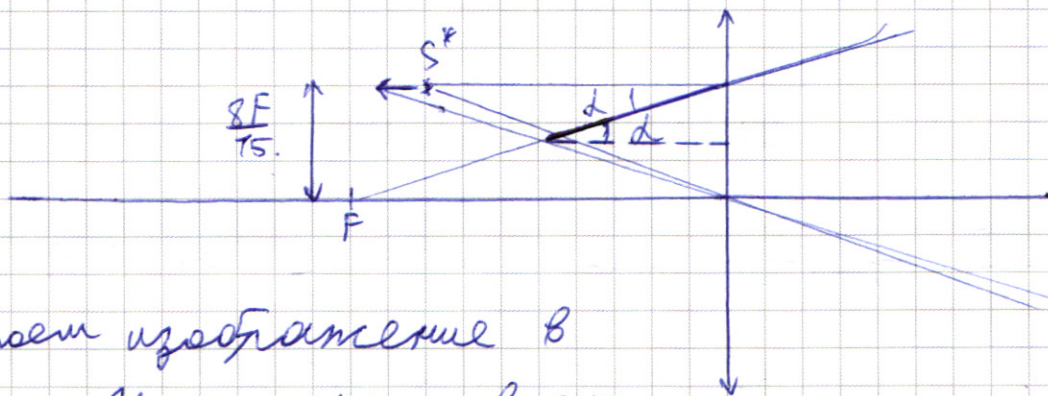


$$f = \frac{11F}{18} + \frac{5F}{18} = \frac{16F}{18} = \frac{8F}{9}$$

$$-\frac{1}{F} = -\frac{1}{f} + \frac{1}{F}; \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{F} + \frac{1}{F}; \quad \frac{1}{f} = \frac{2}{F}; \quad f = \frac{F}{2}$$

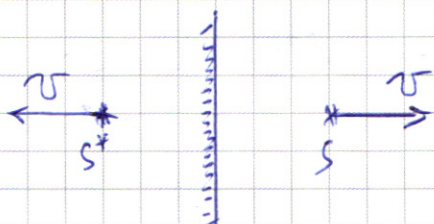
$$f = \frac{8}{17} F - \text{слева от линзы.}$$

2)



Построим изображение в
систем. Из рисунка видно,
что $\tan \alpha = \frac{8F}{15 \cdot F} = \frac{8}{15}$; $\tan \alpha = \frac{8}{15}$

3) ~~перейдем~~ перейдем в с.о. зеркала: - в ней ско-
рость предмета равна
ск-ти изображения.



Перейдем назад в с.о. земли и найдём ск-ть
 S^* ; По закону сложения скоростей она равна
 $2v$ - и направлена влево.

Скорость изображения разобьём на продоль-
ную и поперечную ($u_{||}$)

Тогда: $\frac{u_{||}}{2v} = \Gamma^2$, где $\Gamma = \frac{F}{f} = \frac{8F}{17} \cdot \frac{8}{8F} = \frac{8}{17}$

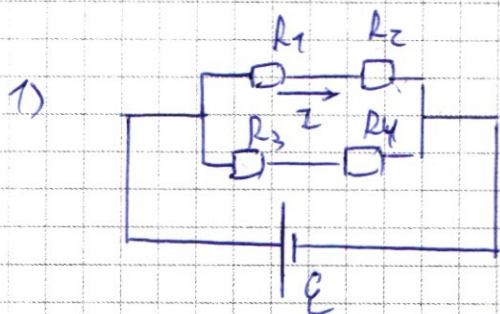
$$\tan \alpha = \frac{u_{\perp}}{u_{||}}; \quad u_{\perp} = u_{||} \cdot \tan \alpha;$$

$$u = \sqrt{u_{\perp}^2 + u_{||}^2} = u_{||} \cdot \sqrt{1 + \tan^2 \alpha} = \frac{54v}{85}.$$

Ответ: 1) $f = \frac{8}{17} F$ - находится слева от м-те линзы;

2) $\tan \alpha = \frac{8}{15}$; 3) $u = \frac{54v}{85}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

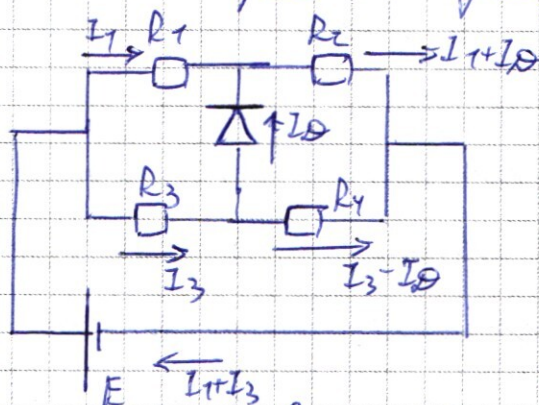


нч.

I - искомый ток.

$$E = I(R_1 + R_2); \quad I = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{10}{10} = 1 \text{ A.}$$

2) Условие открытия диода: $U_D = U_0$; $I_D \geq 0$.



$$\begin{cases} I_1 R_1 = I_3 R_3 + U_0 \\ E = I_1 R_1 + R_2 (I_1 + I_D) \\ U_0 + (I_1 + I_D) R_2 = R_4 (I_3 - I_D) \\ I_D \geq 0 \end{cases}$$

Подставим известные значения и решим все в СИ

$$\frac{12(10 - R_3)}{75 + 35R_3} \geq 0$$

$$10 - R_3 \geq 0; \quad 10 \geq R_3 \quad \text{или} \quad R_3 \leq 10 \text{ Ом.}$$

3) $P_E = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_D$; P_E - мощность источника
 $P_1 \dots P_4$ - мощности резисторов 1...4.

$$P_D = U_0 \cdot I_D$$

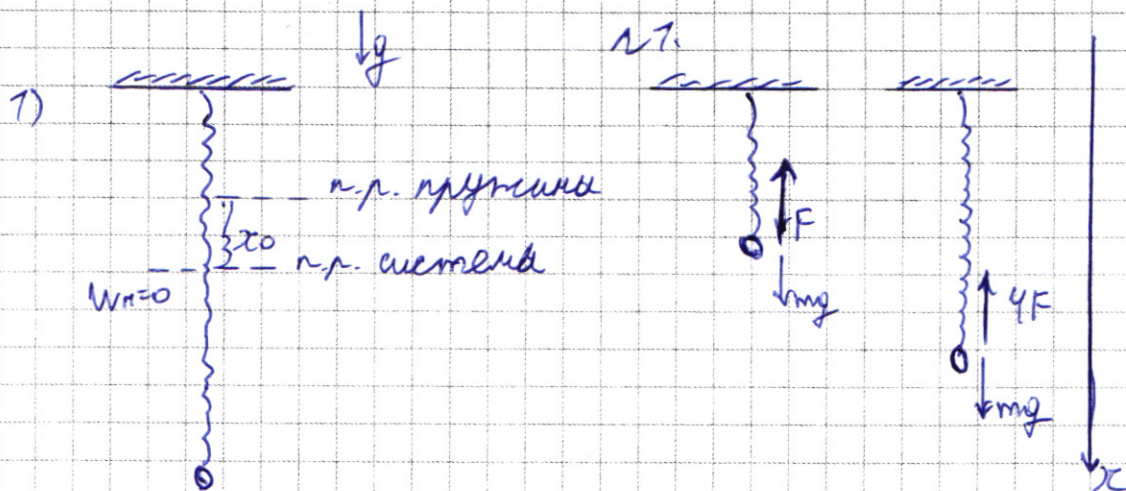
$$I_D = \frac{P_D}{U_0} = \frac{0,8}{1} = 0,8 \text{ A}; \quad \text{из системы уравнений в п.2:}$$

$$I_D = \frac{12(10 - R_3)}{75 + 35R_3} = 0,8$$

$$120 - 12R_3 = 60 + 28R_3; \quad 60 = 40R_3$$

$$R_3 = \frac{60}{40} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ Ом.}$$

Ответ: 1) $I = 1 \text{ A}$; 2) $R_3 \leq 10 \text{ Ом}$; 3) $R_3 = 1,5 \text{ Ом}$.



$$\begin{cases} F + mg = ma \\ 4F - mg = ma \end{cases}$$

$$\begin{cases} 4mg + 4F = 4ma \\ -mg + 4F = ma \end{cases}$$

$$5mg = 3ma, \quad a = \frac{5}{3}g$$

2) ~~П.к. ~~не~~ ~~один~~ ~~отличаются~~ в 4 раза, то и деформации отличаются в 4 раза.~~

Введём ось "x" направленную вертикально вниз. Шарик будет совершать колебания относительно положения равновесия системы. Сила больше со стороны пружины тогда, когда шарик ниже н.р. системы. Запишем 2-й з-н Ньютона в проекции на "Ox" для этих случаев:

$$\begin{cases} mg - F = ma \quad (1) \\ mg - 4F = -ma \end{cases}$$

$$\begin{cases} 4mg - 4F = 4ma \\ mg - 4F = -ma \end{cases}$$

$$\begin{cases} 4mg - mg = 4ma + ma \\ 3mg = 5ma \end{cases}$$

$$a = \frac{3}{5}g$$

2) Для колебаний можно записать:

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

$$v_x = -A\omega \cdot \sin(\omega t)$$

$$a_x = -A\omega^2 \cos(\omega t)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Видно, что если равны модули ^{двух} ускорений, то равны и модули двух скоростей. Но тогда отношение кинетических энергий в этих положениях равно 1.

3) П. к. силы отличаются в 4 раза, то и деформации отличаются в 4 раза. Пусть деформация пружины, когда действует сила F , равна x .

По ЗСЭ для этих состояний с учётом равных кинетических энергий можно записать:

$$\frac{kx^2}{2} + mg(x-x_0) = \frac{k(4x)^2}{2} - mg(4x-x_0)$$

$$\frac{kx^2}{2} + 3mgx = \frac{k(4x)^2}{2} \quad (W_{\text{п}} = 0 - \text{выбран в качестве нулевого положения, когда действует } 4F).$$

$$kx^2 + 6mgx = 16kx^2$$

$$6mg = 15kx; \quad 2mg = 5kx; \quad x = \frac{2mg}{5k}$$

из уравнений для колебаний:

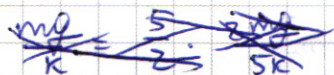
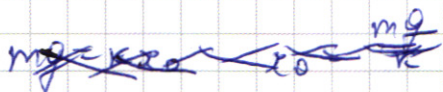
$$ax = -Aw^2 \cdot \frac{x}{A}; \quad ax = -w^2x; \quad w = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\frac{2}{5}g = \frac{k}{m} \cdot \frac{2mg}{5k}$$

$$E_{k\text{max}} - \text{в л. р. системы} \quad E_{k\text{max}} = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2}$$

л. р. системы состоит из $\frac{3}{2}x$ ~~вместо~~ ~~от~~
л. р. ~~п. р.~~ пружины.

д.р. системы отстоит Δx от л.р. пружины
 нд: $x_0 = x + \frac{3}{2}x = \frac{5}{2}x$.



$$E_{\text{деф. max}} = \frac{k}{2} \cdot (5x)^2 = \frac{k}{2} \cdot 25x^2 = \frac{25kx^2}{2} = \frac{25k}{2} \cdot \frac{4m^2g^2}{25k^2} = \frac{2m^2g^2}{k}$$

$$E_{\text{деф. max}} = 2 \cdot \frac{m^2g^2}{k}$$

ЗСГ для начала и л.р.:

$$E_{\text{к max}} + \frac{k}{2} \cdot \frac{25x^2}{4} = mg \cdot \frac{5}{2}x$$

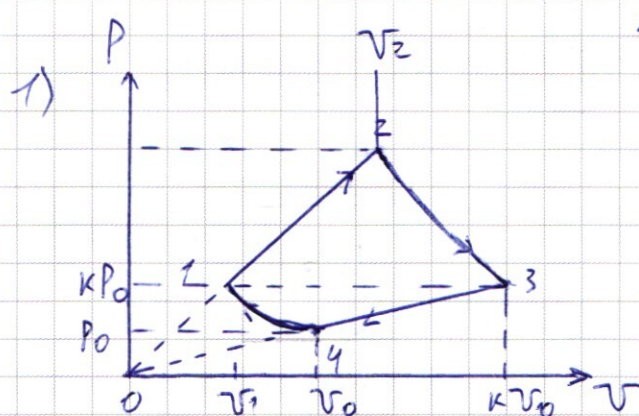
$$E_{\text{к max}} = \frac{5mg}{2} \cdot \frac{2mg}{5k} - \frac{25k}{8} \cdot \frac{4m^2g^2}{25k^2} = \frac{m^2g^2}{k} - \frac{m^2g^2}{2k} = \frac{m^2g^2}{2k}$$

$$E_{\text{к max}} = \frac{m^2g^2}{2k};$$

$$\frac{E_{\text{деф. max}}}{E_{\text{к max}}} = \frac{2m^2g^2}{k} \cdot \frac{2k}{m^2g^2} = 4.$$

Ответ: 1) $\alpha = \frac{3}{5}g$; 2) $\frac{E_{\text{к1}}}{E_{\text{к2}}} = 1$; 3) $\frac{E_{\text{деф. max}}}{E_{\text{к max}}} = 4$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



12.

$T_{23} = ?$

$$T_1 = T_4$$

$$\frac{P_0 v_0}{T_4} = \frac{k P_0 \cdot k v_0}{T_3}$$

$$\frac{1}{T_4} = \frac{k^2}{T_3}, \quad T_3 = T_4 k^2$$

$$T_3 = k^2 \cdot T_1 = 2,89 T_1$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 17 \\ \hline 119 \\ 170 \\ \hline 289 \end{array}$$

2) $P_0 v_0 = k P_0 v_1$

$$v_0 = k v_1; \quad v_1 = \frac{v_0}{k}; \quad P_0 v_0 = P_2 v_2$$

$$\frac{k P_0}{v_1} = \frac{P_2}{v_2}$$

$$\frac{k P_0 \cdot k}{v_0} = \frac{P_2}{v_2}; \quad \frac{k P_0 v_1}{T_1} = \frac{P_2 v_2}{T_2}; \quad \frac{P_0 v_0}{T_1} = \frac{P_2 v_2}{T_2}$$

$$\frac{k^2 P_0}{v_0} = \frac{P_2}{v_2}; \quad P_2 = \frac{k^2 P_0}{v_0} \cdot v_2$$

$$P_0 v_0 \cdot \frac{T_2}{T_1} = P_2 v_2$$

$$P_0 v_0 \cdot k^2 = \frac{k^2 P_0 v_2}{v_0} \cdot v_2; \quad v_0^2 = v_2^2 \Rightarrow v_2 = v_0 \text{ или } \frac{v_2}{v_0} = 1$$

3) $C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{A + \frac{3}{2} J R \Delta T}{J \Delta T} = \frac{A}{J \Delta T} + \frac{3}{2} R$

$$A_{34} = A = - \frac{P_0 + k P_0}{2} \cdot (k v_0 - v_0) = - \frac{P_0 v_0}{2} \cdot ((k-1)(k+1)) = - \frac{P_0 v_0 (k^2 - 1)}{2}$$

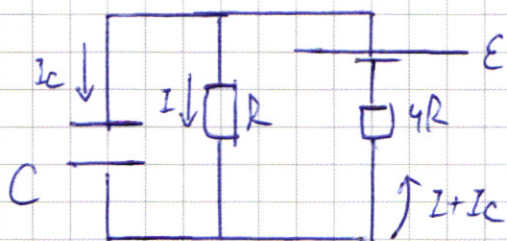
$$\begin{cases} P_0 v_0 = J R T_1 \\ k^2 P_0 v_0 = J R T_3 \end{cases}$$

$$P_0 v_0 (k^2 - 1) = - J R \Delta T$$

$$J R \Delta T = - P_0 v_0 (k^2 - 1)$$

$$C = \frac{- P_0 v_0 (k^2 - 1) \cdot R}{- 2 \cdot P_0 v_0 (k^2 - 1)} + \frac{3}{2} R = \frac{R}{2} + \frac{3}{2} R = 2R$$

Ответ: 1) $T_{23} = k^2 T_1 = 2,89 T_1$; 2) $\frac{v_2}{v_0} = 1$; 3) $C = 2R$.



нз.
1) $I_R = 0$

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

2) $w = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C}$

$\dot{w} = \frac{2q \cdot \dot{q}}{2C} = \frac{1q}{C} = \frac{\dot{q} \cdot q}{C}$

~~$E \text{ const } \dot{w} \text{ max, mo } \dot{w} = 0 \Rightarrow \frac{1}{C} (\dot{q} \cdot q + \dot{q} \cdot \dot{q}) = 0$~~

$CU \cdot$

$\dot{q} = I$

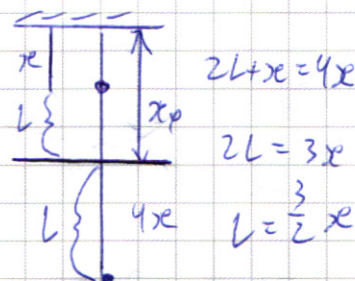
$\dot{w} = \frac{\dot{q} \cdot q}{C} = \frac{I CU}{C} = \frac{1}{2} I U; \dot{w} = I_C \cdot U$

$U = IR$

$E = U + 4R(I + I_C); E = U + 4IR + 4I_C R;$

$E = 5U + 4I_C R; I_C = \frac{E - 5U}{4R}$

$\dot{w} = U \cdot \frac{E - 5U}{4R} = \frac{-5U^2 + EU}{4R}; -5U^2 + EU = 4$



$x_0 = x + L = x + \frac{3}{2}x$

$x_0 = \frac{5x}{2}$

$y_{\text{max}} \text{ при } U = \frac{-E}{-5 \cdot 2} = \frac{E}{10}; U = \frac{E}{10}$

3) $\dot{w}_{\text{max}} = \frac{-5 \cdot \frac{E^2}{100} + E \cdot \frac{E}{10}}{4R}$

$\dot{w}_{\text{max}} = \left(\frac{E^2}{10} - \frac{5E^2}{100} \right) \cdot \frac{1}{4R} = \frac{5E^2}{100} \cdot \frac{1}{4R}; \dot{w}_{\text{max}} = \frac{E^2}{80R}$

Ответ: 1) $I_R = 0$; 2) $U = \frac{E}{10}$; 3) $\dot{w}_{\text{max}} = \frac{E^2}{80R}$.

нз.

1) $4F - mg = ma$

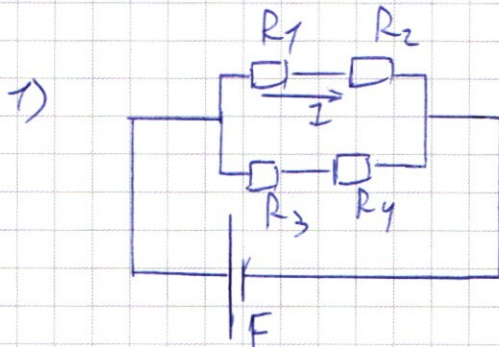
$mg + F = ma$

$5mg = 3ma$

$a = \frac{5}{3}g$

$\begin{cases} 4F - mg = ma \\ 4mg + 4F = 4ma \end{cases}$

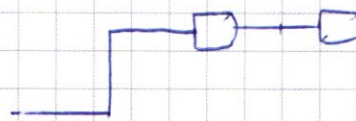
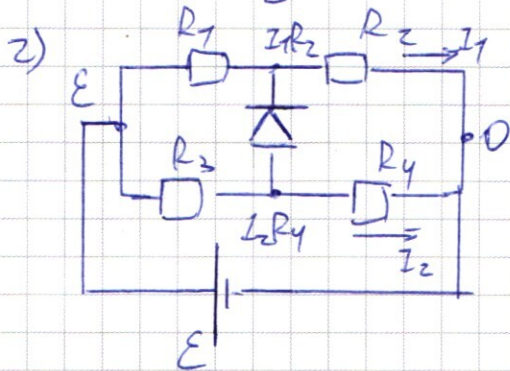
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



реш.

$$E = I(R_1 + R_2)$$

$$I = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{70}{70} = 1 \text{ A.}$$



$$\begin{cases} I_1(R_1 + R_2) = I_2(R_4 + R_3) \\ E = I_1(R_1 + R_2) \\ I_1 R_4 - I_2 R_2 = U_0 \end{cases}$$

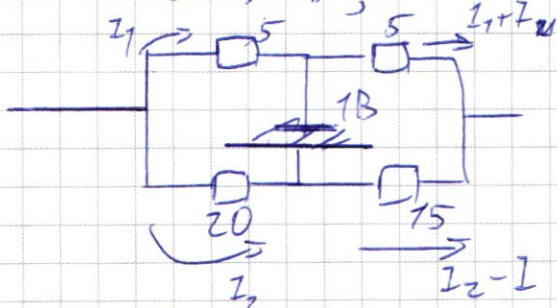
Когда только открыта $I_2 = 0$;

$$I_1 = 1 \text{ A}; \quad I_2 = \frac{E}{R_3 + R_4}$$

$$1 = \frac{E R_4}{R_3 + R_4} - 5; \quad 0 = \frac{10 \cdot 15}{R_3 + 15}; \quad 0 = \frac{2 \cdot 5 \cdot 8 \cdot 5}{R_3 + 15}$$

$$R_3 + 15 = 25; \quad R_3 = 10 \text{ Ом}; \quad R_3 \leq 10 \text{ Ом}.$$

$$E = I_2(R_3 + R_4);$$



$$I_2 = \frac{5I_1 - 1}{20}; \quad I_1 = \frac{2 - I_2}{2}$$

$$I_2 = \frac{5 \left(\frac{2 - I_2}{2} \right) - 1}{20} = \frac{10 - 5I_2 - 2}{40} = \frac{8 - 5I_2}{40}$$

$$1) \quad 10 = 5I_1 + 5I_1 + 5I_2$$

$$10 = 10I_1 + 5I_2$$

$$2 = 2I_1 + I_2$$

$$2) \quad 10 = 20I_2 + 15I_2 - 15I_2$$

$$10 = 35I_2 - 15I_2$$

$$2 = 7I_2 - 3I_1$$

$$3) \quad 5I_1 = 1 + 20I_2;$$

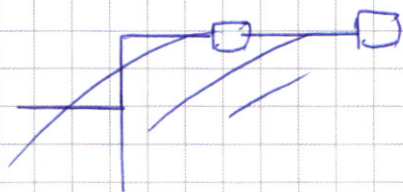
$$Z = 7 \cdot \frac{8-5I}{40} + 3I$$

$$80 = 56 - 35I - 120I$$

$$24 = -155I \Rightarrow I < 0 \text{ — такого быть не может.}$$

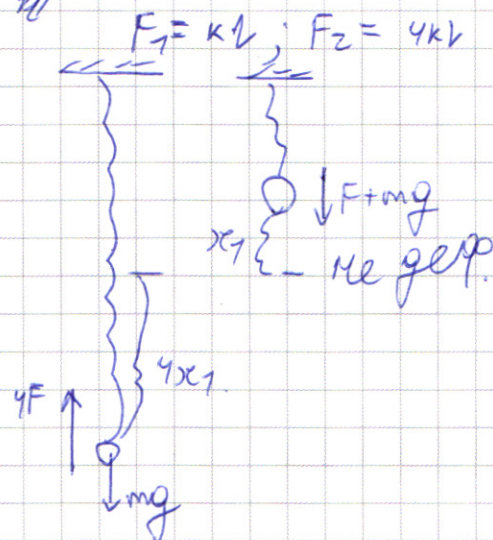
$$\underline{R_3 \leq 10 \text{ Ом}}$$

24)

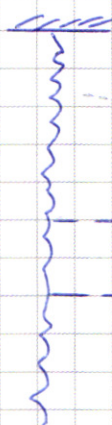


$$3) P_E = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$$

25)



21.



$$\begin{cases} 4F - mg = ma \\ F + mg = ma \end{cases}$$

$$\begin{cases} 4F - mg = ma \\ 4F + 4mg = 4ma \end{cases}$$

$$5mg = 3ma$$

$$\underline{a = \frac{5}{3}g}$$

$$2) F = ma - mg = \frac{5}{3}mg - mg = \frac{2}{3}mg; \quad \frac{2}{3}mg = kx_1; \quad x_1 = \frac{2mg}{3k}$$

$$\frac{11}{78} - \frac{1}{3} = \frac{11-6}{78} = \frac{5}{78}$$

$$\frac{15}{78} \quad \frac{15}{75}$$

$$I_1 = \frac{2-I_0}{2}; \quad I_3 = \frac{8-5I_0}{2R_3};$$

$$1+ 10-5I_1 = 15(I_3-I_0); \quad 11-5I_1 = 15I_3-15I_0$$

$$11 - \frac{5}{2}(12-I_0) = 15 \cdot \frac{8-5I_0}{2R_3} - 15I_0$$

$$22-10+5I_0 = \frac{15}{R_3}(8-5I_0) - 30I_0$$

$$12R_3 + 5I_0R_3 = 120 - 75I_0 - 30I_0R_3$$

$$35I_0R_3 + 75I_0 = 120 - 12R_3$$

$$I_0 = \frac{12(10-R_3)}{75+35R_3}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{cases} 4F + mg = ma \\ \cancel{F - mg = ma} \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} & \Delta x - \text{некое удлин.} \\ & - 4mg\Delta x + \frac{m\gamma^2}{2} + \frac{k(\Delta x)^2}{2} = \\ & = \frac{m\gamma^2}{2} + m\gamma\Delta x + \frac{k\Delta x^2}{2} \end{aligned}$$

$$W_H = 0$$

~~F~~

$$\begin{cases} -F + mg = ma & (1) \\ -4F + mg = -ma \end{cases}$$

$$\begin{cases} -4F + 4mg = 4ma \\ + \quad -4F + mg = -ma \end{cases}$$

$$\frac{8}{12} \approx \frac{1}{3} \quad 3 \text{ mg} = 5 \text{ mg}$$

$$24 \approx 12 \quad a = \frac{3}{5} g.$$

$$\frac{8}{10} \cdot 75 = \frac{8 \cdot 75}{2} = 4 \cdot 15 = 60$$

$$\frac{35.8}{70} = \frac{7.8}{2} = 7.4 = 28$$

$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v}$$

$$f = \frac{11F}{78} + \frac{5F}{78}$$

$$f = \frac{76F}{78} = \frac{8F}{9}$$

$$\frac{1}{G} = \frac{1}{J} + \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{8f} +$$

$$\frac{I}{V} = \frac{17}{8F}$$

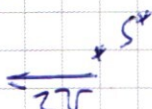
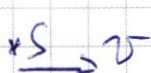
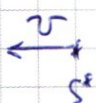
$$J = \frac{\partial F}{\partial \underline{x}}$$

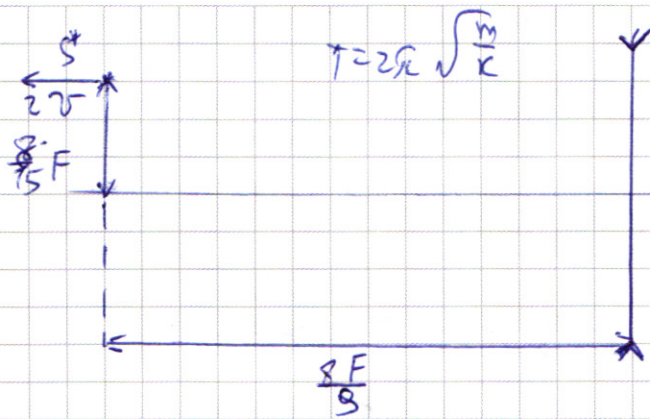
$$f = \frac{8F}{77}$$

web

Перейдём в с.о. зеркала:

2) $\overleftarrow{v}$ | $\overrightarrow{v}$ назад в с.о. земли:

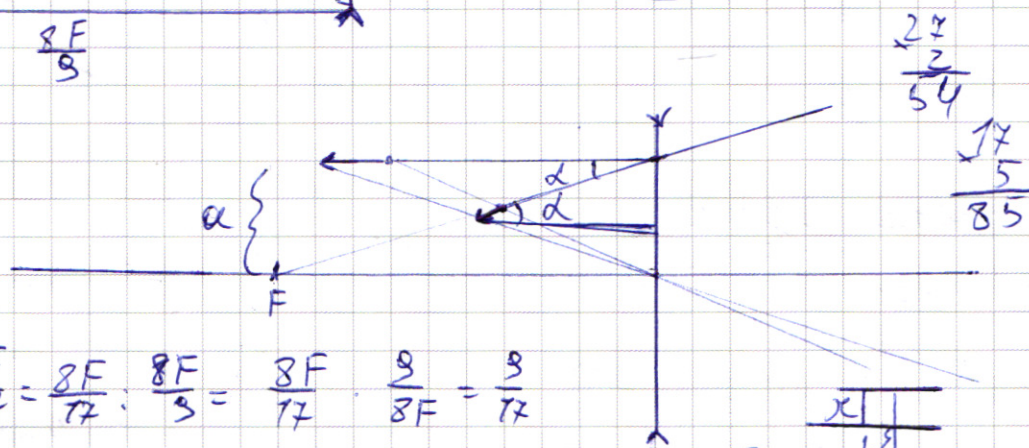




$$w = \frac{2\sqrt{l}}{F}; \quad w = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad -\frac{1}{F} = -\frac{1}{F} + \frac{1}{F};$$

$$a = Aw^2 = \frac{4k}{m}$$

$$\begin{array}{r} 225 \\ + 64 \\ \hline 289 \end{array}$$



$$U = F \cdot r = \frac{F}{F} = \frac{8F}{17} \cdot \frac{8F}{5} = \frac{8F}{17} \cdot \frac{8}{8F} = \frac{8}{17}$$

$$F = \frac{8}{17}; \quad \frac{U_{II}}{U_{II}} = F^2; \quad U_{II} = 2U \cdot F^2 = 2U \cdot \left(\frac{8}{17}\right)^2$$

$$\tan \alpha = \frac{a}{F} = \frac{8F}{15F} = \frac{8}{15}; \quad \boxed{\tan \alpha = \frac{8}{15}}$$

$$\tan \alpha = \frac{U_{\perp}}{U_{II}}; \quad U_{\perp} = \tan \alpha \cdot U_{II}$$

$$U = \sqrt{U_{II}^2 + U_{\perp}^2} = \sqrt{U_{II}^2 + U_{II}^2 \cdot \tan^2 \alpha} = U_{II} \sqrt{1 + \tan^2 \alpha}$$

$$U = 2U \cdot \left(\frac{8}{17}\right)^2 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{8}{15}\right)^2} = 2U \cdot \left(\frac{8}{17}\right)^2 \cdot \sqrt{\frac{289}{15^2}}$$

$$U = 2U \cdot \left(\frac{8}{17}\right)^2 \cdot \frac{17}{15} = 2U \cdot \frac{8 \cdot 8}{17 \cdot 17} \cdot \frac{17}{15} = 2U \cdot \frac{27}{17} \cdot \frac{1}{5}$$

$$U = \frac{54U}{85}$$

Ответ: 1) $F = \frac{8F}{17}$ - сила от центра. 2) $\tan \alpha = \frac{8}{15}$

$$3) U = \frac{54U}{85}; \quad 5L_1 = I_3 R_3 + 1 \quad I_3 = \frac{5L_1 - 1}{R_3}$$

$$10 = 5L_1 + 5L_1 + 10 \cdot 5 \quad Z = 2L_1 + 10$$

$$I_1 = \frac{2 - 10}{Z}; \quad I_3 = \frac{5(2 - 10)}{Z} \rightarrow I_3 = \frac{8 - 50}{2L_3}$$