

Олимпиада «Физтех» по физике, (

Класс 11

Вариант 11-07

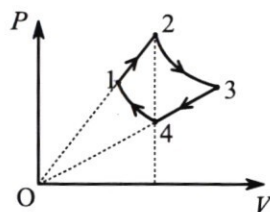
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

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 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.

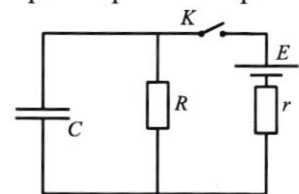
2. Идеальный одноатомный газ из состояния 1 с температурой T_1 расширяется в процессе 1-2 прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V . В процессе 1-2 объем газа увеличивается в $k = 1,8$ раза. Затем газ расширяется в изотермическом процессе 2-3, сжимается в процессе 3-4 прямо пропорциональной 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.



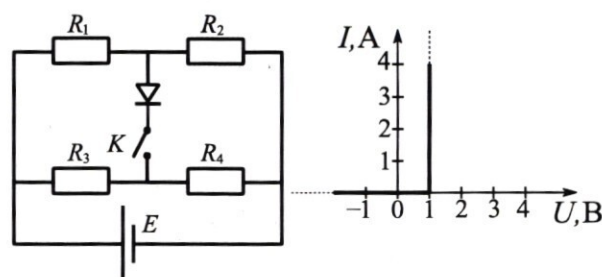
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины E, R, C известны, $r = 3R$. Ключ K на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.

- 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?



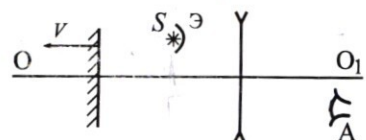
4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника $E = 8$ В, $R_2 = 3$ Ом, $R_3 = 6$ Ом, $R_4 = 2$ Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.

- 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?

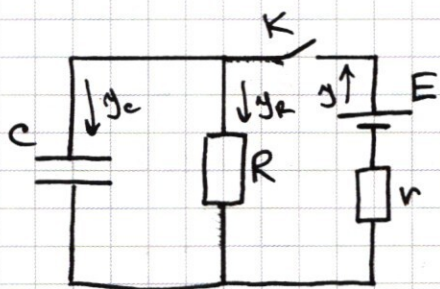


5. Оптическая система состоит из тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $-F$ ($F > 0$), плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической 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 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 №3.

- 1) Сразу после замыкания ключа
напряжение на конденсаторе - 0
 $\Rightarrow I_R \cdot R = 0$, I_R - ток через резистор R
 $\Rightarrow I_R = 0$, ток через резистор
не течёт

$I_0 = \frac{E}{r} = \frac{E}{3R}$ - ток, сразу после замыкания ключа,
через источник

- 2) U_C - напряжение на конденсаторе, I_C - ток через него
 I - ток через источник

1-ое правило Кирхгофа $I = I_R + I_C$

2-ое правило Кирхгофа $E = I r + I_R R$, $U_C = I_R R$

Скорость роста энергии конденсатора $\frac{dW}{dt} = P = I_C \cdot U_C$ - мощность

$$I = \frac{E - I_R R}{r} = \frac{E}{r} - \frac{I_R R}{r} = \frac{E}{r} - \frac{I_R R}{3R} = \frac{E}{r} - I_R \cdot \frac{1}{3}$$

$$\frac{E}{r} - \frac{1}{3} I_R = I_R + I_C \Rightarrow \frac{E}{r} - I_C = I_R \left(1 + \frac{1}{3}\right) = \frac{4}{3} I_R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_R = \frac{3E}{4 \cdot 3R} - \frac{3}{4} I_C = \frac{E}{4R} - \frac{3}{4} I_C$$

$$P = I_C \cdot I_R R = I_C \cdot R \cdot \left(\frac{E}{4R} - \frac{3}{4} I_C\right) = I_C \cdot \frac{E}{4} - \frac{3R}{4} \cdot I_C^2$$

- квадратичная функция, график которой является
параболой, ветви которой направлены вниз $\Rightarrow$ $I_C = \frac{E/4}{2 \cdot \frac{3R}{4}}$
максимум достигается в вершине при

$$I_C = \frac{E}{6R}$$

3) $U_C = \left(\frac{E}{4R} - \frac{3E}{4 \cdot 6R}\right) \cdot R = \frac{E}{8}$, ЗСЭ: $Q = \frac{C U_C^2}{2} = \frac{C \cdot \left(\frac{E}{8}\right)^2}{2} = \frac{C E^2}{128}$

Ответ: $\gamma_0 = \frac{E}{3R}$, $\gamma_c = \frac{E}{6R}$, $Q = \frac{CE^2}{128}$

Задача №2.

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

V_1 - объем газа в состоянии 1, V_2 - в состоянии 2 и 4,

V_3 - в состоянии 3, T_2 - температура газа в процессе 2-3.

1) Уравнение Менделеева-Клапейрона: $p_1 V_1 = \nu R T_1$,

$$p_2 V_2 = \nu R T_2 \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{V_2}{V_1}$$

По условию $\frac{V_2}{V_1} = \kappa$, а $\frac{p_2}{V_2} = \frac{p_1}{V_1} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1} = \kappa$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \kappa^2 \Rightarrow T_2 = \kappa^2 T_1 = 3,24 T_1$$

2) По условию $\frac{p_3}{p_4} = \frac{V_3}{V_2}$, $p_4 \cdot V_2 = p_1 \cdot V_1 \Rightarrow p_4 = \frac{p_1}{\kappa}$

$$p_2 V_2 = p_3 V_3 \Rightarrow \frac{V_3}{V_2} = \frac{p_2}{p_3}, p_2 = \kappa p_3$$

$$\frac{p_3}{p_1/\kappa} = \frac{\kappa p_1}{p_3} \Rightarrow \left(\frac{p_1}{p_3}\right)^2 = 1 \Rightarrow \frac{p_1}{p_3} = 1$$

3) Первое начало термодинамики: $Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$
- тепло, переданное газу в процессе 1-2.

$A_{12} = \frac{1}{2} p_2 V_2 - \frac{1}{2} p_1 V_1$ - работа, совершенная газом в 1-2.

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$ - изменение внутренней энергии в процессе 1-2.

С другой стороны $Q_{12} = C \nu (T_2 - T_1)$, C - теплоемкость в этом процессе

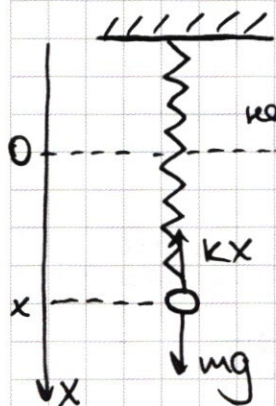
$$C \nu (T_2 - T_1) = \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) + \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = 2 (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$C \nu (T_2 - T_1) = 2 \nu R (T_2 - T_1) \Rightarrow C = 2R$$

Ответ: $T_2 = 3,24 T_1$, $\frac{p_1}{p_3} = 1$, $C = 2R$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача № 1.



недеформированная
пружина

Обозначим за 0 потенциальный
энергии уровень недеформи-
рованной пружины.

x_1 - деформация пружины
в 1-ый момент времени, x_2 - во второй

по условию $3kx_1 = kx_2 \Rightarrow 3x_1 = x_2$

1) 2-ой закон Ньютона: $ma = mg - kx_1$
- в 1-ый момент

$ma = kx_2 - mg$ - во 2-ой момент.

Ускорения имеют одинаковый модуль по условию, но
направлены в разные стороны в эти два момента
времени, 2-ой закон Ньютона записан с учётом этого.

Получаем систему:

$$\begin{cases} ma = mg - kx_1 & 1: m \\ ma = 3kx_1 - mg & 1: m \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = g - \frac{k}{m}x_1 \\ a = 3\frac{k}{m}x_1 - g \end{cases} \Rightarrow 3a + a = 3g - g \\ a = \frac{1}{2}g$$

$\frac{kx_1}{m} = \frac{g}{2}$, m - масса шарика, k - жесткость пружины

2) ЗСЭ: $\frac{kx_1^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} - mgx_1 = 0$ для 1-ого момента

$\frac{kx_2^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} - mgx_2 = 0$ для 2-ого момента

Разделим оба уравнения на m и домножим на 2, во второе
уравнение подставим $x_2 = 3x_1$:

$$\frac{k}{m}x_1^2 + v_1^2 - 2gx_1 = 0$$

подставим $\frac{kx_1}{m} = \frac{g}{2}$

$$\frac{k}{m} \cdot 9x_1^2 + v_2^2 - 6gx_1 = 0$$

$$\frac{g}{2} \cdot x_1 + v_1^2 - 2gx_1 = 0$$

E_{k2} - кинетическая энергия шарика в момент 2
 E_{k1} - кинетическая энергия шарика в момент 1.

$$gx_1 \cdot \frac{g}{2} + v_2^2 - 6gx_1 = 0$$

$$E_{k2} = \frac{mv_2^2}{2}, E_{k1} = \frac{mv_1^2}{2} \Rightarrow \frac{E_{k2}}{E_{k1}} = \frac{v_2^2}{v_1^2}$$

$$v_1^2 = \frac{3}{2}gx_1, v_2^2 = \frac{3}{2}gx_1 \Rightarrow \frac{E_{k2}}{E_{k1}} = 1$$

3) Скорость шарика максимальна, когда ускорение равно 0 (в положении равновесия)

т.е. $kx_0 = mg$, x_0 - деформация пружины в положении равновесия

$$\text{ЗСЭ: } \frac{mv_{\max}^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} - mgx_0 = 0 \quad E_{k\max} = \frac{1}{2}mgx_0 = \frac{kx_0^2}{2}$$

Энергия деформации пружины максимальна, когда шарик имеет нулевую скорость.

$$\text{ЗСЭ: } \frac{kx^2}{2} - mgx = 0, x - \text{деформация пружины в этот момент.}$$

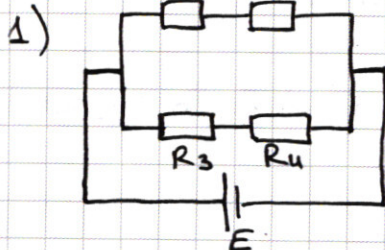
$$\text{в этот момент } \Rightarrow x = 2mg/k = 2x_0$$

$$\Rightarrow E_{\pi\max} = \frac{k \cdot (2x_0)^2}{2} = 2kx_0^2 - \text{максимальная энергия деформации пружины}$$

$$\frac{E_{\pi\max}}{E_{k\max}} = \frac{2kx_0^2}{kx_0^2/2} = 4$$

$$\text{Ответ: } a = \frac{1}{2}g, \frac{E_{k2}}{E_{k1}} = 1, \frac{E_{\pi\max}}{E_{k\max}} = 4$$

Задача №4.



y_1 - ток через резисторы R_1 и R_2 ,

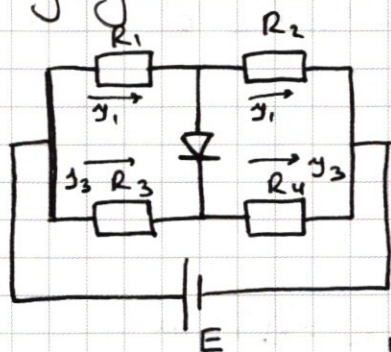
y_3 - ток через резисторы R_3 и R_4 .

2-ое правило Кирхгофа: $y_3 R_3 + y_3 R_4 = E$

$$\Rightarrow y_3 = \frac{E}{R_3 + R_4} = 1 \text{ A}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) Найдём значение R_1 при котором ток не течёт через диод.



т.к. ток через диод не течёт,
токи через резисторы R_1 и R_2 равны,
токи через резисторы R_3 и R_4 равны.
По 2-ому правилу Кирхгофа:

$$I_1 R_1 + U_D - I_3 R_3 = 0$$

U_D - напряжение на диоде

т.к. диод закрыт $U_D < U_0$, в предельном случае
 $U_D = U_0$, но ток через диод ещё не течёт.

$$\Rightarrow I_3 R_3 - I_1 R_1 \leq U_0$$

$$I_3 (R_3 + R_4) = I_1 (R_1 + R_2) = E \Rightarrow$$

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

$$\frac{R_3}{R_3 + R_4} - \frac{U_0}{E} \leq \frac{R_1}{R_1 + R_2} \Rightarrow \frac{6}{8} - \frac{1}{8} \leq \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$\Rightarrow \frac{5}{3} R_2 \leq R_1, \text{ при } R_1 \geq 50 \Omega \text{ ток через диод не идёт}$$

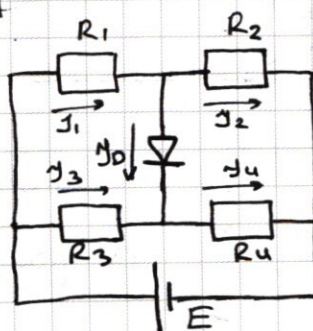
$\Rightarrow$ при $R_1 < 50 \Omega$ ток через диод идёт.

3) $P_D = U_0 \cdot I_D$ т.к. на диоде выделяется мощность, ток через него идёт.

т.к. ток через диод идёт напряжение на нём U_0 .

I_D - ток через диод.

I_1 - ток через R_1 ,
 I_2 - ток через R_2 ,
 I_3 - ток через R_3 ,
 I_4 - ток через R_4 .



1-ое уравнение Кирхгофа: $\mathcal{I}_1 = \mathcal{I}_0 + \mathcal{I}_2$, $\mathcal{I}_3 + \mathcal{I}_0 = \mathcal{I}_4$

$$\mathcal{I}_3 \cdot R_3 = \mathcal{I}_1 R_1 + U_0$$

$$\mathcal{I}_3 R_3 + \mathcal{I}_4 R_4 = E$$

$$\mathcal{I}_1 R_1 + \mathcal{I}_2 R_2 = E$$

2-ое уравнение Кирхгофа

$$\mathcal{I}_3 R_3 + (\mathcal{I}_3 + \mathcal{I}_0) R_4 = E \Rightarrow \mathcal{I}_3 (R_3 + R_4) + \mathcal{I}_0 \cdot R_4 = E$$

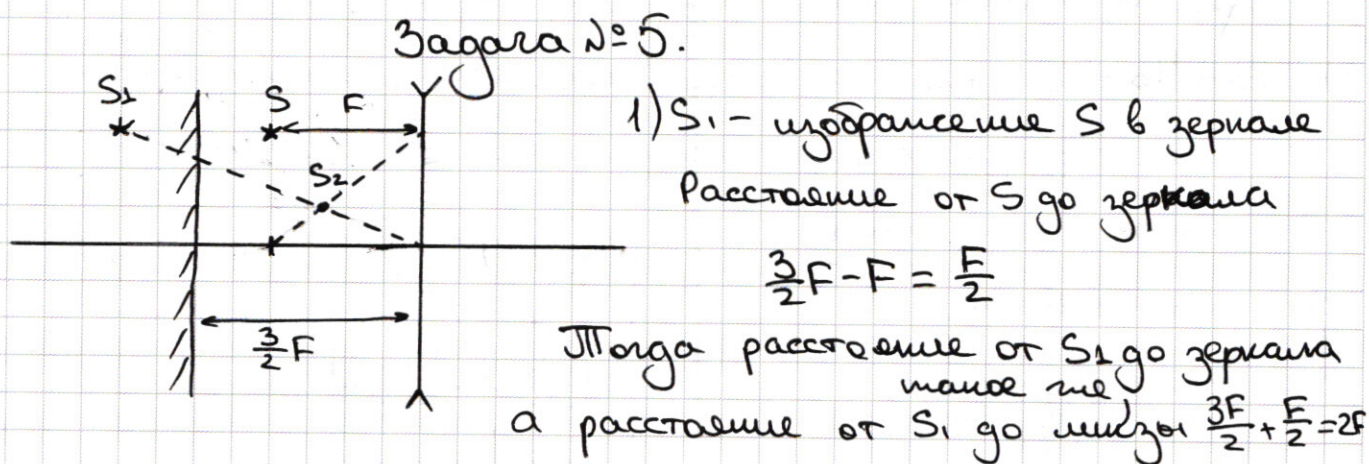
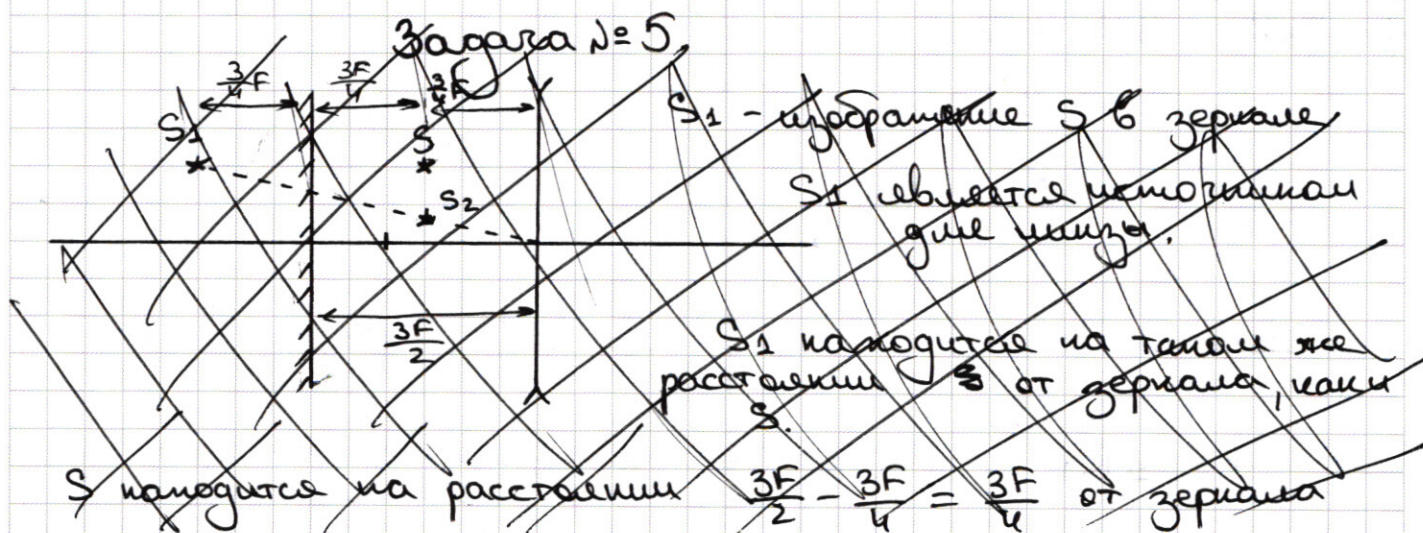
$$\mathcal{I}_1 R_1 + (\mathcal{I}_1 - \mathcal{I}_0) R_2 = E \Rightarrow \mathcal{I}_1 \cdot (R_1 + R_2) - \mathcal{I}_0 \cdot R_2 = E$$

$$\frac{E - \mathcal{I}_0 \cdot R_4 \cdot R_3}{R_3 + R_4} = \frac{E + \mathcal{I}_0 \cdot R_2 \cdot R_1}{R_1 + R_2} + U_0$$

Из уравнения найдем R_1 :

$$\frac{E - \frac{P_0}{U_0} R_4 \cdot R_3}{R_3 + R_4} = \frac{E + \frac{P_0}{U_0} \cdot R_2 \cdot R_1}{R_1 + R_2} \Rightarrow R_1 = 0,5 \text{ Ом}$$

Ответ: $\mathcal{I}_3 = 1 \text{ А}$, $R_1 < 50 \text{ м}$, $R_1 = 0,5 \text{ Ом}$.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$d = 2F$ - расстояние от S_1 до линзы

S_1 является предметом для линзы.

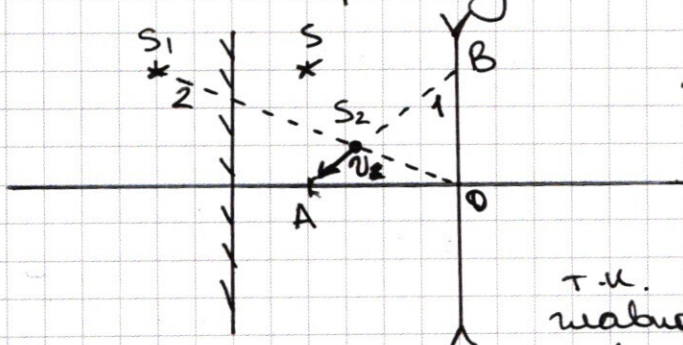
По формуле тонкой линзы $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = -\frac{1}{F}$

$\Rightarrow F = -\frac{d \cdot f}{d + f}$, где f - расстояние от линзы до S_2 - изображения S_1 в линзе.

$$f = -\frac{2F \cdot F}{3F} = -\frac{2}{3}F$$

S_2 находится на расстоянии $\frac{2}{3}F$ слева от линзы.

- 2) Заметим, что S_2 находится на пересечении ^{продолжение} луча 1 - идущего от S_1 параллельно главной оптической оси, и луча 2, проходящего через ~~центр линзы~~ ^{центр линзы}.



луч 1 - идущий параллельно главной оптической оси, его продолжение проходит через фокус

т.к. S_1 движется параллельно главной оптической оси, луч 1 не меняет траекторию движения

$\Rightarrow$ изображение S_2 движется вдоль прямой AB

Исходный угол $\alpha = \angle BAO$

Из условия $AS = \frac{3F}{4}$, $AO = F \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{BO}{AO} = \frac{AS}{AO} = \frac{\frac{3}{4}F}{F}$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{4}$$

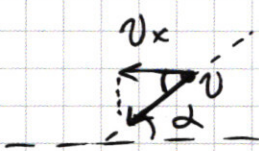
3) Скорость $S_1 - u = 2V$ и направлена ~~в~~ параллельно OO_1 .

Скорость $S_2 - v$, направлена вдоль AB ,

v_x - проекция скорости на OO_1

$$\frac{v_x}{u} = \Gamma^2 = \left(\frac{F}{d}\right)^2 = \left(\frac{\frac{2}{3}F}{2F}\right)^2 = \frac{1}{9} \quad - \text{из формулы тонкой линзы.}$$

$$\Rightarrow v_x = \frac{1}{9} \cdot 2V$$

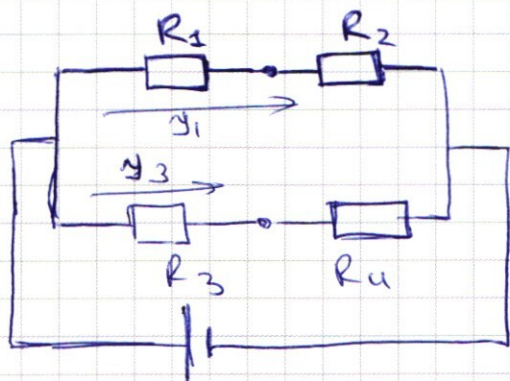


$$v_x = v \cos \alpha, \quad \cos \alpha = \frac{4}{5}$$

$$v = \frac{v_x}{\cos \alpha}, \quad v = \frac{2V/9}{4/5} = \frac{5}{18} V$$

Ответ: $\frac{2}{3} F$ слева от линзы, $\tan \alpha = \frac{3}{4}$, $\frac{5}{18} V$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Мост сбалансирован $U_D = 0$.

при $R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3$

$$R_1 = \frac{3 \cdot 6}{2} = 9 \text{ Ом}$$

Ток через диод не идет

$$I_3(R_4 + R_3) = I_1(R_1 + R_2) = E$$

$$E = I_3(R_3 + R_4) \Rightarrow I_3 = \frac{E}{R_3 + R_4} = 10 \text{ мА}$$

$$I_1 R_1 < I_3 R_3$$

$$I_1 = I_3 \frac{R_4 + R_3}{R_1 + R_2}$$

$$I_3 \frac{R_4 + R_3}{R_1 + R_2} R_1 < I_3 R_3$$

$$(I_3 \neq 0)$$

$$(R_4 + R_3) R_1 < R_3 R_1 + R_3 R_2$$

$$R_4 R_1 < R_2 R_3$$

$$R_1 < 9 \text{ Ом} - \text{не идет}$$

Найдём значение при котором ток через диод не идет,
но напряжение на нём открытое.

$$I_1 R_1 - I_3 R_3 \leq U_D - \text{ток не идет.}$$

$$I_3 \left(\frac{(R_4 + R_3) R_1}{R_1 + R_2} - R_3 \right) \leq U_D$$

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

$$\frac{R_1}{R_1+R_2} - \frac{R_3}{R_3+R_4} \leq \frac{U_0}{E} \quad R_1 \leq (R_1+R_2) \cdot \left(\frac{1}{8} + \frac{6}{8} \right)$$

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

$$R_1 \leq \frac{7}{8}$$

$$8R_1 - 7R_1 \leq 7R_2$$

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

$$R_1 = \frac{7}{8} 10 \text{ м.}$$

$$8 = 12 R_1$$

$$2R_1 + 6 = 14 R_1$$

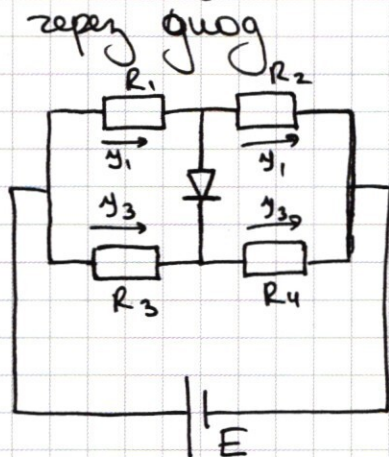
$$\frac{4 \cdot 6}{8} - 1 = \frac{14 R_1}{R_1 + 3}$$

$$\frac{8 - 2 \cdot 2}{8 + 2 \cdot 3} \cdot R_1 + 1 = 6$$

$$6 + 8 = 14$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) Найдем значение R_1 при котором ток не пойдет через диод



т.к. ток через диод не идет,
токи через резисторы R_1 и R_2 равны,
токи через R_3 и R_4 равны.

По 2-ую правую Кирхгофа:

$$I_1 R_1 - I_3 R_3 \leq U_0$$

В предельном случае, когда

$I_1 R_1 - I_3 R_3 = U_0$ на диоде напряжение сдвинуто,
но ток через него еще не идет.

$$I_3 (R_3 + R_4) = I_1 (R_1 + R_2) = E$$

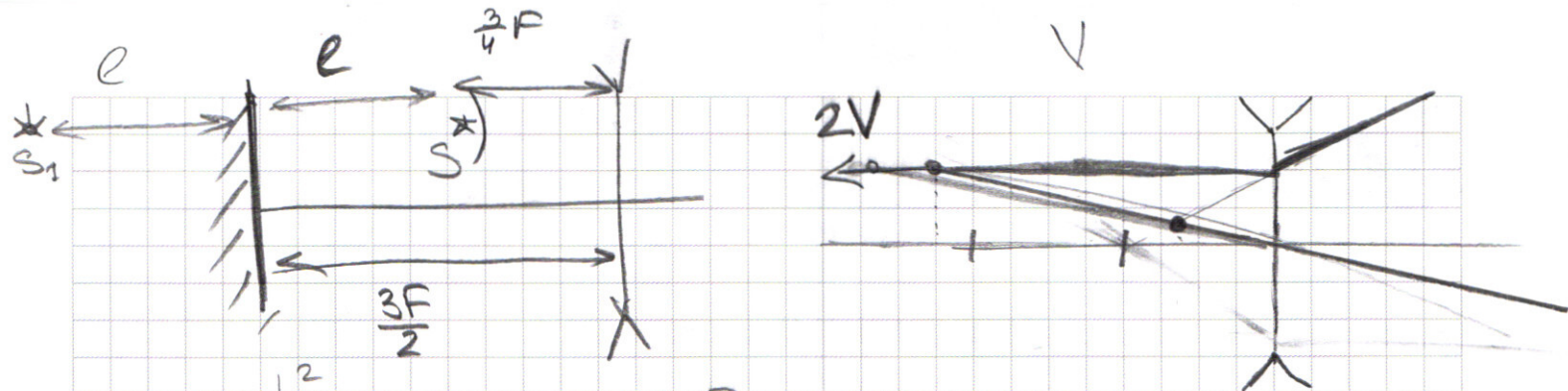
тогда
$$\frac{E R_1}{R_1 + R_2} - \frac{E R_3}{R_3 + R_4} \leq U_0 \Rightarrow \frac{R_1}{R_1 + R_2} \leq \frac{U_0}{E} + \frac{R_3}{R_3 + R_4}$$

$$R_1 \leq \frac{4}{8} (R_1 + R_2) \Rightarrow \frac{1}{8} R_1 \leq \frac{7}{8} R_2 \Rightarrow R_1 \leq 7 R_2$$

$$R_1 \leq 210 \Omega$$

Тогда при сопротивлении резистора $R_1 > 210 \Omega$ через диод пойдет ток.

$$\begin{aligned} 5R_1 + 5R_2 &\leq 8R_1 \\ 5R_2 &\leq 3R_1 \quad \frac{5}{3} \leq \frac{R_1}{R_2} \end{aligned}$$



$$l = \frac{3F L^2}{2} - \frac{3F}{4} F = \frac{(6-3)F}{4} = \frac{3F}{4}$$

$$d_1 = \frac{3F L}{4} + \frac{3F}{2} L^2 - \text{расстояние от линзы.}$$

$$d_1 = \frac{3F + 6F}{4} = \frac{9F}{4}$$

$$\frac{9}{4} + 1 = \frac{9+4}{4} = \frac{13}{4}$$

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = -\frac{1}{F}$$

$$\frac{2V \cdot 5}{9 \cdot 4} = \frac{5}{18} V$$

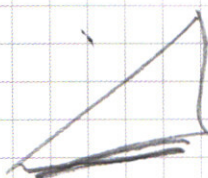
$$\frac{2 \cdot 5}{9 \cdot 4} = \frac{10}{36} = \frac{5}{18}$$

$$\frac{1}{f_1} = -\frac{1}{F} - \frac{1}{d_1}$$

$$\frac{1}{f_1} = -\left(\frac{1}{F} + \frac{1}{d_1}\right)$$

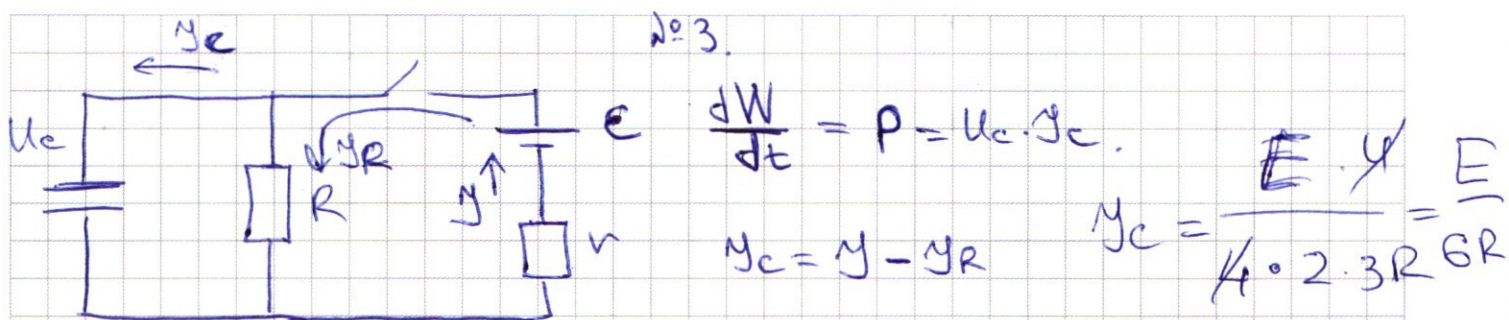
$$f_1 = -\frac{d_1 F}{F + d_1} = -\frac{\frac{9F}{4} \cdot F}{\frac{9F}{4} F + F} = -\frac{9}{4} \cdot \frac{4}{13} F = -\frac{9}{13} F$$

слева от линзы.



$$\begin{array}{r} 1.8 \\ + 1.8 \\ \hline 1.44 \\ \times 1.8 \\ \hline 1.296 \\ \hline 1.44 \\ \times 1.8 \\ \hline 1.296 \\ \hline 1.44 \\ \times 1.8 \\ \hline 1.296 \\ \hline 1.44 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$E = I_r + I_R \cdot R$$

$$I = \frac{E - I_R \cdot R}{r}$$

$$\frac{E}{r} - I_R \cdot \frac{R}{r} = I_R + I_c$$

$$\frac{E}{r} = I_R \left(\frac{R}{r} + 1 \right) + I_c \Rightarrow I_R = \frac{E/r - I_c}{\frac{R}{r} + 1}$$

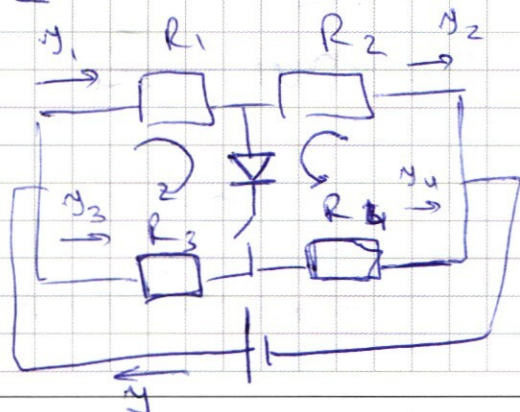
$$\frac{dW}{dt} = P = U_c \cdot I_c = I_R \cdot R \cdot I_c$$

$$I \cdot \frac{E}{6R} \cdot \frac{E}{4} = \frac{3E}{4} \cdot \frac{E^2}{36 \cdot R^2} = \frac{E^3}{48}$$

$$\frac{E^3}{4} - \frac{E^3}{8} = \frac{2E^3 - E^3}{8} = \frac{E^3}{8}$$

№4.

$$1) E = I(R_3 + R_u) \Rightarrow I = \frac{E}{R_3 + R_u} = \frac{8V}{80\Omega} = 1A$$



$$I_1 R_1 + U_0 = I_3 R_3$$

$$I_1 + I_3 = I_2 + I_u = I$$

$$E = I_3 R_3 + I_u R_u = I_1 R_1 + I_2 R_2$$

$$I_u R_u + U_0 = I_2 R_2 \quad E - I_u R_u$$

$$2) \text{ 3CЭ: } \frac{kx_1^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} - mgx_1 = 0 \quad | : m \cdot 2 \quad gx_1 \left(6 \frac{L^2}{2} - \frac{g}{2} \right)$$

$$\frac{kx_2^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} - mgx_2 = 0 \quad | : m \cdot 2 \quad \frac{12-g}{2} \quad \frac{3}{2}$$

$$\frac{kx_1^2}{m} + v_1^2 - 2gx_1 = 0$$

Подставим $\frac{k}{m} = \frac{g}{2x_1}$

$$\frac{k}{m} \cdot x_2^2 + v_2^2 - 2gx_2$$

4,5

~~$$\frac{gx_1^2}{2x_1} + v_1^2 - 2gx_1 = 0$$~~
~~$$\frac{g}{2x_1} \cdot x_2$$~~

$$\frac{kx_1^2}{m} + v_1^2 - 2gx_1 = 0$$

$$\frac{k \cdot gx_1^2}{m} + v_2^2 - 2g \cdot 3x_1 = 0$$

$$v_1^2 = 2gx_1 - \frac{gx_1}{2} = gx_1 \left(2 - \frac{1}{2} \right) = \frac{3}{2}$$

$$mgx - \frac{mg \cdot x}{2} = \frac{mgx}{2}$$

$$-gx_2 = \frac{2}{4kx_2^2} = \frac{2}{4kx_2^2}$$

$$\frac{2kx}{k \cdot 4x^2 g^2}$$

$k \cdot x$

$$\frac{2}{4kx_2^2}$$

$$\frac{kx \cdot 4x^2 g^2}{kx \cdot 2} = \frac{2mg^2}{2kx^2} = \frac{2kx}{2kx^2}$$

$$kx = 2mg$$

$$kx = 2mg$$

$$kx = 2mg$$

$$\frac{kx^2}{2} - mgx = 0$$

$v=0$, какое расстояние?

Максимальная Эпюра деформаций:

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2}, \quad p_3 V_3 = p_2 V_2$$

$$\frac{p_3}{p_4} = \frac{V_3}{V_2}, \quad p_4 V_2 = p_1 V_1$$

$$p_4 = \frac{p_1}{K}$$

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

$$p_3^2 = p_4 p_2$$

$$p_3^{1/2} = \frac{p_1}{K} \cdot p_2$$

№1.

K-?

Модули равны $|a_1| = |a_2|$

$$Kx_1 = 3Kx_2$$

$$x_1 = 3x_2$$

Шарик колеблется на пружине

Опознавательной

недеформированная пружина

положение равновесия

$$1) \quad ma_1 = Kx_1 - mg$$

$$ma_2 = mg - Kx_2$$

$$a_1 = \frac{K}{m}x_1 - g = 3\frac{K}{m}x_2 - g$$

$$a_2 = g - \frac{K}{m}x_2$$

$$\frac{K}{m}x_2 = g - a$$

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

$$4a = 2g$$

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

$$2) \quad 3C\Theta: \quad \frac{Kx_1^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} - mgx_1 = 0$$

$$\frac{Kx_2^2}{2} + Ek_2 - mgx_2 = 0$$

$$\frac{9Kx_2^2}{2} + Ek_1 = 3mgx_2$$

$$\frac{Kx_2^2}{2} + Ek_2 = mgx_2$$

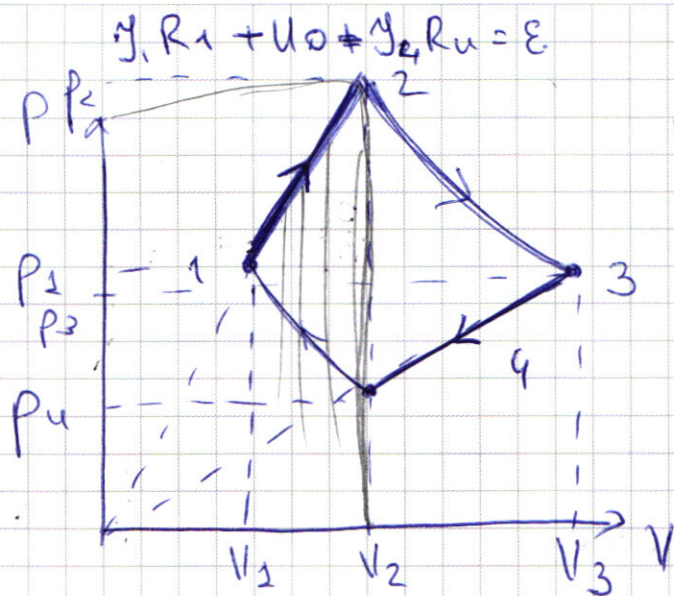
$$\frac{9Kx_2^2}{2} + Ek_1 = 3\frac{Kx_2^2}{2} + 3Ek_2$$

$$4 \times 60 = 240$$

$$\frac{6Kx_2^2}{2} + Ek_1 = 3Ek_2$$

$$\frac{240}{20} = \frac{5}{48}$$

48 мм по 3300



$$1-2: \frac{P_2}{V_2} = \frac{P_1}{V_1} = \frac{RT_1}{V_1}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = K \frac{T_2}{T_1}$$

$$Q_{12} = \frac{1}{2}(P_2 V_2 - P_1 V_1) + \frac{3}{2}(P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$2-3: Q_{23} = A_{23}$$

$$P_2 V_2 = P_3 V_3 = T_2$$

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

$$P_4 V_2 = RT_1 = P_1 V_1$$

$$P_2 V_2 = RT_2$$

$$\frac{P_1 V_1 = RT_1}{P_2 V_2 = RT_2}$$

$$\frac{P_1}{P_3} = K \left(\frac{V_2}{V_3} \right) = K^2 \frac{V_1}{V_3}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^2 = K^2$$

$$\frac{V_3}{V_2} = \frac{P_3}{P_4} = \frac{P_3}{P_1} K$$

$$K P_1 =$$

$$P_3 V_2 = P_4 V_3$$

$$P_1 V_2 = P_2 V_1$$

$$P_4 V_2 = P_1 V_1 = T_1 R$$

$$P_2$$

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

$$P_3 V_3 = P_2 V_2$$

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

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

$$\frac{P_2}{V_2} = \frac{P_1}{V_1}$$

$$\frac{P_1}{K \cdot V_2} = \frac{P_3}{V_3}$$

$$V_3 = ?$$

$$P_2 V_1 = P_1 V_2$$

$$P_3 V_3 = P_2 V_2$$

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

$$P_4 V_2 = P_1 V_1$$

$$P_3^2 = P_2 \cdot P_4$$