

Олимпиада «Физтех» по физике, 2015-2016 гг.

Класс 11

Вариант 11-06

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложения бланка не принимаются.

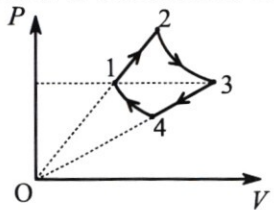
1. Шарик подвешен в поле тяжести на легкой упругой пружине с неизвестной жесткостью. Шарик поднимают вверх до положения, когда пружина не деформирована, и отпускают. При дальнейшем движении шарика вдоль вертикали в некоторые моменты времени силы, действующие на шарик со стороны пружины, отличаются в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

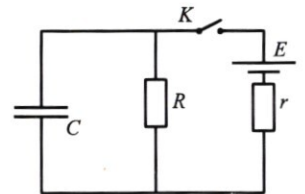
Давления газа в состояниях 1 и 3 равны.

- 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.



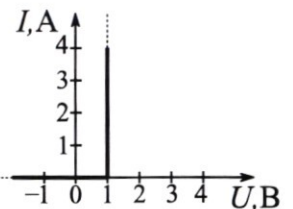
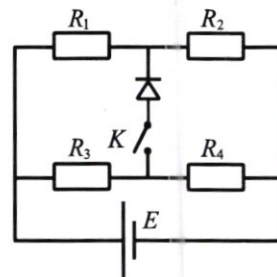
3. В электрической цепи (см. рис.) все элементы идеальные, конденсатор не заряжен. Величины E, R, C известны, $r = 2R$. Ключ K на некоторое время замыкают, а затем размыкают, когда скорость роста энергии конденсатора максимальна.

- 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.



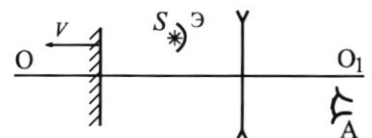
4. В цепи используется мостовая схема (см. рис.). ЭДС идеального источника $E = 12$ В, $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 1$ Ом, $R_4 = 22$ Ом. Вольтамперная характеристика диода показана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В.

- 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?

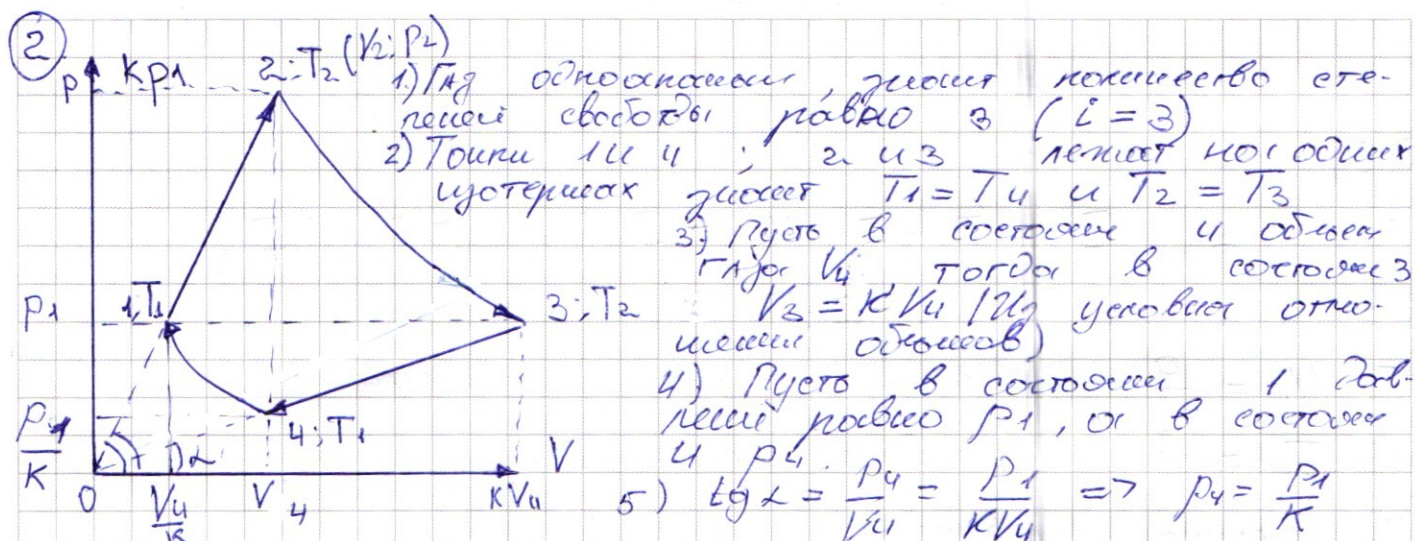


5. Оптическая система состоит из тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $-F$ ($F > 0$), плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической 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



5) Уравнение Клапейрона-Менделеева в состоянии 1 и 3, если V_1 - объем газа в состоянии 1

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_1 V_4 K = \nu R T_2$$

6) Процесс 1-4 изотермический, тогда $p_1 V_1 = p_4 V_4 \Rightarrow$

$$V_1 = \frac{V_4}{K} \Rightarrow \frac{p_1 V_4}{K} = \nu R T_1$$

$$p_1 V_4 K = \nu R T_2 \quad \Rightarrow \quad T_2 = T_1 K^2$$

7) 2-4 - процесс изотермический, тогда $V_2 p_2 = p_4 V_4$
 где V_2 и p_2 объем и давление газа в состоянии 2.

8) $\lg \beta = \frac{p_1 K}{V_1} = \frac{p_2}{V_2}$

$$\frac{p_1 K^2 K}{V_1} = p_2 V_1$$

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

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_4}{V_2} \Rightarrow V_2 = V_4 \Rightarrow \frac{V_4}{V_2} = 1$$

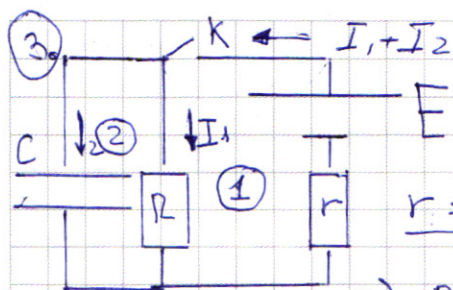
9) $C_{34} = \frac{Q_{34}}{\nu \Delta T_{34}} = \frac{A_{34} + \Delta U_{34}}{\nu \Delta T_{34}} = \frac{-\left(\frac{p_1 K V_4}{2} - \frac{p_1 V_4}{2}\right) + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{34}}{\nu \Delta T_{34}} =$

$$= \frac{3}{2} R - \frac{\left(\frac{p_1 V_4 K}{2} - \frac{p_1 V_4}{2}\right)}{\nu \Delta T_{34}} = \frac{3}{2} R - \frac{(\nu R T_2 - \nu R T_1)}{2 \nu \Delta T_{34}} = \frac{3}{2} R - R \frac{(T_2 - T_1)}{2 \Delta T_{34}} = R$$

Ответ 1) $T_2 = K^2 T_1$

2) $\frac{V_4}{V_2} = 1$

3) $C_{34} = R$



1) $W_e = \frac{CU^2}{2}$ - энергии конденсатора

2) $W_e' = -2CUI\dot{U} = CUI\dot{U}$ - скорость роста энер.

$r = 2R$ или (иная мощность) ($P_e = CUI\dot{U}$)

3) Расставим токи в соответствии с зар.

коном сохранившиеся заряды.

4) Запишем уравнения КЗ

Контур 1 $E = (I_1 + I_2) 2R + I_1 R = 3I_1 R + 2I_2 R$

Контур 2 $0 = U_K - I_1 R$

5) $U_K = \frac{q}{C}$ - напряжение на конденсаторе

6) $I_2 = \dot{q}$ - определяем токи

7) Перепишем уравнения

$$\begin{cases} E = 2\dot{q}R + 3I_1 R \\ \frac{q}{C} = I_1 R \end{cases} \Rightarrow I_1 = \frac{q}{CR} \Rightarrow E = 2\dot{q}R + \frac{3Rq}{CR}$$

$$\frac{CE - q}{3} = \frac{2R}{3} \frac{dq}{dt}$$

$$\int_0^{q(t)} \frac{dq}{CE - q} = \int_0^t \frac{2R}{3} dt \quad \ln \left(\frac{CE - q(t)}{CE - \frac{q}{3}} \right) = - \frac{3t}{2RC}$$

$$CE - q(t) = (CE - \frac{q}{3}) \exp \left(- \frac{3t}{2RC} \right)$$

$$q(t) = \frac{CE}{3} (1 - \exp \left(- \frac{3t}{2RC} \right))$$

$$U(t) = \frac{q}{C} = \frac{E}{3} (1 - \exp \left(- \frac{3t}{2RC} \right))$$

$$\dot{U} = - \frac{E}{3} \left(- \frac{3}{2RC} \right) \exp \left(- \frac{3t}{2RC} \right) = \frac{E}{2RC} \exp \left(- \frac{3t}{2RC} \right)$$

8) Тогда $P_e = \frac{q}{3} \frac{E}{2RC} (1 - \exp \left(- \frac{3t}{2RC} \right)) \cdot \exp \left(- \frac{3t}{2RC} \right) \cdot \frac{E}{2RC} =$
 $= \frac{E^2}{16} (1 - \exp \left(- \frac{3t}{2RC} \right)) \exp \left(- \frac{3t}{2RC} \right)$ - относительно

$\exp \left(- \frac{3t}{2RC} \right)$ - параболы с вершиной в нуле
 достигает максимального значения в вершине при
 $\exp \left(- \frac{3t}{2RC} \right) = 0.5$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

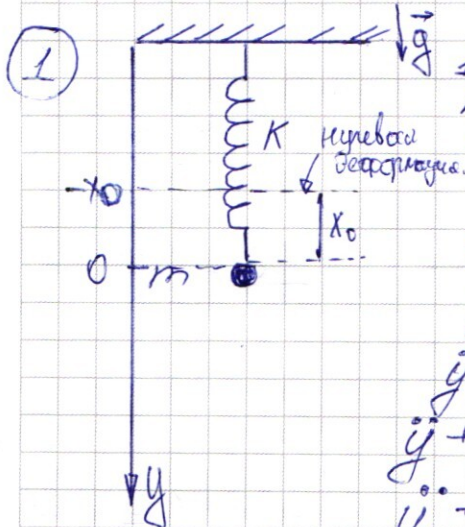
9) $U_R(0) = U_C(0)$ - (подключен не параллельно)

$$U_R(0) = U_C(0) = \frac{E}{6} (1 - \exp(0)) = 0$$

10) $q_{\text{переход}} = q \left(\exp\left(-\frac{3t}{2RC}\right) = \frac{1}{2} \right) = \frac{CE}{23} \left(1 - \frac{1}{2}\right) = \frac{CE}{6}$

11) $P_{\text{с max}} = P \left(\exp\left(-\frac{3t}{2RC}\right) = \frac{1}{2} \right) = \frac{E^2}{6R} \cdot \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{2}\right) = \frac{E^2}{124}$

Ответ: 1) 0 - напряжение на резисторе.
2) $q = CE/6$ - заряд через резистор.
3) $P = E^2/124$ - max значение P



1) Пусть к системе пружинной, а m - масса шарика.

2) Из условия равновесия $x_0 = \frac{mg}{K}$

3) Отвели шарик вверх на x_0 и шарик начал о тупой движением.

4) Составим уравнение колебаний.

$$\ddot{y}m = -K(x_0 + y) + mg$$

$$\ddot{y} + \frac{K}{m}(x_0 + y) - g = 0$$

$$\ddot{y} + \frac{K}{m}\left(x_0 + y - \frac{mg}{K}\right) = 0$$

Решение - гарм. осцилляции

$$x_0 + y - \frac{mg}{K} = B \sin(\omega t + \varphi), \quad \omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$$

Используем условия:

$$\begin{cases} y(0) = -x_0 \\ \dot{y}(0) = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} x_0 - x_0 - \frac{mg}{K} = B \sin \varphi \\ 0 = B \omega \cos \varphi \end{cases}$$

$$\varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow B = -\frac{mg}{K}$$

$$y = \frac{mg}{K} \left(1 - \sin \omega t + \frac{\pi}{2}\right) - x_0 = \frac{mg}{K} (1 - \cos \omega t) - x_0$$

5) $\begin{cases} T(t_1) = \frac{5}{2} T(t_2) \\ \ddot{y}(t_1) = \ddot{y}(t_2) \end{cases}$

$$\begin{cases} y_1 = y_2 \cdot \frac{5}{2} \\ \ddot{y}_1 = \ddot{y}_2 \end{cases}$$

Только в том случае будет выполнено условие

$$\frac{mg}{n} (1 - \cos \omega t_1) - x_0 = \frac{5}{2} \left(\frac{mg}{n} (1 - \cos \omega t_2) - x_0 \right)$$

$$\dot{y} = -\frac{mg}{n} (-\omega) \sin \omega t = \frac{mg\omega}{n} \sin \omega t$$

$$\ddot{y} = \frac{mg\omega^2}{n} \cos \omega t$$

$$\ddot{y}(t_1) = \ddot{y}(t_2) \Rightarrow \cos \omega t_1 = \cos \omega t_2$$

$$\begin{cases} \omega t_1 - \omega t_2 = 2\pi n (1) \\ \omega t_1 + \omega t_2 = 2\pi n \end{cases} \quad n \in \mathbb{Z}$$

Оба уравнения выполняются по сути одно и тоже отменяется $\cos$ и $\sin$ перед ω , поэтому формулы идентичны поэтому нех это не повышает $\cos$. Поэтому первое.

$$\omega t_1 = \omega t_2 + 2\pi n$$

$$\frac{mg}{n} (1 - \cos \omega t_2) - x_0 = \frac{5mg}{2n} (1 - \cos \omega t_1) - \frac{5x_0}{2}$$

$$-\frac{mg}{n} \cos \omega t_2 + \frac{5mg}{2n} \cos \omega t_2 = \frac{5mg}{2n} - \frac{mg}{n} - \frac{5x_0}{2} + x_0$$

$$\frac{3mg}{2n} \cos \omega t_2 = \frac{3mg}{2n} - \frac{3}{2} x_0$$

$$\cos \omega t_2 = 1 - \frac{x_0 k}{mg}$$

$$\frac{x_0 k}{mg} = 1$$

$$\Rightarrow \cos \omega t_2 = 0 \Rightarrow \cos \omega t_1 = 0 \Rightarrow \sin \omega t_1 = \sin \omega t_2 = 1$$

$$a = \ddot{y} (\cos \omega t_2 = 0) = 0 \quad y_1 = y_2 = x_0$$

$$v_1 = \dot{y}_1 = \frac{mg\omega}{n} \sin \omega t_1 = \frac{mg\omega}{n}$$

$$v_2 = \dot{y}_2 = \frac{mg\omega}{n} \sin \omega t_2 = \frac{mg\omega}{n}$$

$$\Rightarrow \frac{K_1}{K_2} = 1$$

(потому что масса и скорость равны)

$$K = \frac{m}{2} \dot{y}^2 = \frac{m}{2} \left(\frac{mg\omega}{n} \right)^2 \sin^2 \omega t$$

$$\Rightarrow K_{\max} = \frac{m}{2} \left(\frac{mg\omega}{n} \right)^2$$

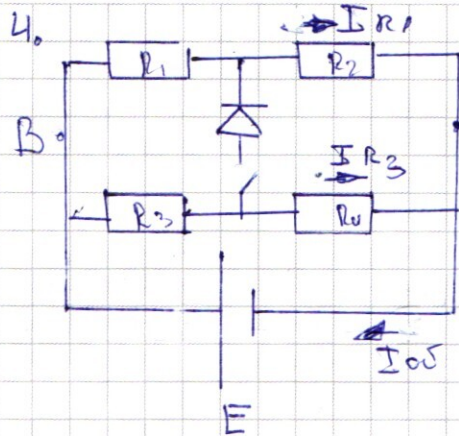
$K_{\max}$, при $\sin \omega t = 1$

$E_{\max}$ - максимальная энергия деформации при максимальном отклонении от равновесия

$$U_{\max} (\cos \alpha t = -1) = \frac{2mg}{n} x_0 = \left| x_0 = \frac{mg}{n} \right| = \frac{mg}{n} \quad E_{\max} = K \left(\frac{2mg}{n} \right)^2 = \frac{4m^2 g^2}{n^2}$$

Равны скорости на стр 8

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) $I_{R1} = ?$ если к размыкнут.

$$E = I_{05} \cdot R_{\Sigma} - \text{закон Ома.}$$

$$R_{\Sigma} = \frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} - \text{эквивалентное сопротивление}$$

$$I_{05} = I_{R1} + I_{R3} \text{ закон сохранения зарядов}$$

$$E = (I_{R1} + I_{R3}) R_{\Sigma}$$

$$I_{R1} (R_1 + R_2) = I_{R3} (R_3 + R_4) - \text{равенство потенциалов между точками A и B}$$

Венцов потенциалов между точками A и B

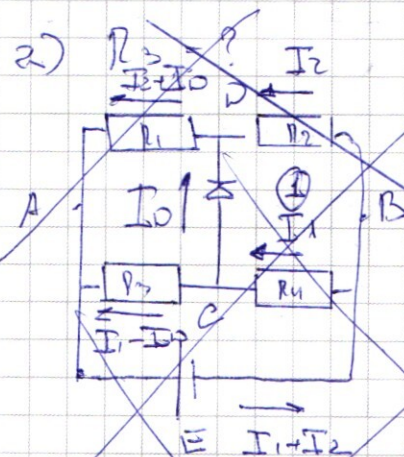
$$I_{R3} = \frac{R_1 + R_2}{R_3 + R_4} I_{R1}$$

$$E = R_{\Sigma} I_{R1} \left(1 + \frac{R_1 + R_2}{R_3 + R_4} \right) = I_{R1} \frac{R_3 + R_1 + R_2 + R_4}{R_3 + R_4} R_{\Sigma} =$$

$$= I_{R1} (R_1 + R_2) \Rightarrow$$

$$I_{R1} = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{12 \text{ В}}{60 \text{ Ом}} = 2 \text{ А}$$

Величина емкости
на стр 9-10



~~Чтобы ток потек через резисторы между точками C и D
было необходимо
 $\varphi_{AB} = E$ или наоборот (если емкость
всего исчезнет, то ток потечет)~~

$$\varphi_{AB} = I_1 R_4 + (I_1 - I_0) R_3 = E$$

$$\varphi_{AB} = I_2 R_2 + (I_2 + I_0) R_1 = E$$

~~Правило Кирхгофа для контура 1~~

$$I_2 R_2 - U_{CD} - I_1 R_4 = 0$$

$$U_{CD} = I_2 R_2 - I_1 R_4$$

$$\text{Для контура 2} \quad U_{CD} + R_1 (I_2 + I_0) - R_3 (I_1 - I_0) = 0$$

$$-I_1 R_4 + (I_1 - I_0) R_3 = E \quad (1)$$

$$I_2 R_2 + (I_2 + I_0) R_1 = E \quad (2)$$

$$\frac{E - I_1 R_4}{R_3} = I_1 - I_0 \quad \text{из (1)}$$

$$I_0 = I_1 - \frac{E - I_1 R_4}{R_3}$$

Подставим в (2)

$$I_2 R_2 + \left(I_2 + I_1 - \frac{E - I_1 R_4}{R_3} \right) R_1 = E \quad (3)$$

$$U_{\text{сд}} = I_2 R_2 - I_1 R_4 \quad (4)$$

$$U_{\text{сд}} + R_1 \left(I_2 + I_1 - \frac{E - I_1 R_4}{R_3} \right) - R_3 \left(I_1 - I_1 + \frac{E - I_1 R_4}{R_3} \right) = 0$$

$$I_2 = \frac{U_{\text{сд}} + I_1 R_4}{R_2} \quad \text{из (4)}$$

Подставим в (3)

$$U_{\text{сд}} + I_1 R_4 + \left(\frac{U_{\text{сд}} + I_1 R_4}{R_2} + I_1 - \frac{E - I_1 R_4}{R_3} \right) R_1 = E \quad (5)$$

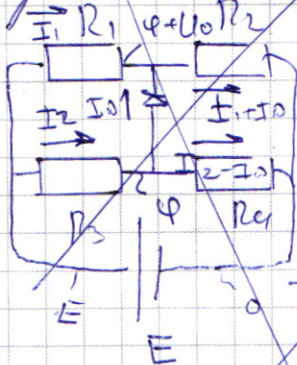
$$U_{\text{сд}} + I_1 R_4 + \frac{U_{\text{сд}} R_1 + I_1 R_4 R_1 + I_1 R_1 - \frac{E - I_1 R_4}{R_3} R_1}{R_2} = E$$

$$I_1 \left(R_4 + \frac{R_4 R_1}{R_2} + R_1 + \frac{R_4 R_1}{R_3} \right) = \left(E - U_{\text{сд}} - U_{\text{сд}} \frac{R_1}{R_2} + E \frac{R_1}{R_3} \right)$$

$$I_1 (R_4 R_2 R_3 + R_4 R_1 R_3 + R_1 R_2 R_3 + R_4 R_1 R_2) = E R_2 R_3 - U_{\text{сд}} R_2 R_3 - U_{\text{сд}} R_1 R_3 + E R_1 R_2$$

2) Условно ток протекает через диод. Если нет, то

примем диод



Если $U_{\text{сд}}$ будет меньше, то диод не откроется, а если больше, то откроется. Метод потенциалов

проставим потенциалы

$$\frac{E - \varphi - U_0}{R_1} + I_0 = \frac{\varphi + U_0}{R_2}$$

$$\frac{E - \varphi}{R_3} - I_0 = \frac{\varphi}{R_4}$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

$$\varphi = \frac{\frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_3} - \frac{U_0}{R_1} - \frac{U_0}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}}$$

Чтобы ток действительно сохранился, должно выполняться:
 $E - \varphi > \varphi + U_0$; $\varphi < \varphi + U_0$ ~~верно~~ верно
 всегда

Отсюда следует

$$E > \varphi$$

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

$$\frac{E}{R_2} + \frac{E}{R_4} + \frac{U_0}{R_1} + \frac{U_0}{R_2} < 0 \quad \text{это неправда,}$$

значит нельзя подобрать такое R_3 , чтобы
 ток через один был, потому что ~~он~~ от ~~он~~ R_3
 вообще не зависит.

Продолжим №5

углубили в землю электр. со скоростью 2V.
 α - угол и от оси под которой электр.
 углубили находится α в $\triangle ABC$ $\tan \alpha = \frac{8}{15}$, по-
 тому что углубили будет всегда электр. по
 линии m , он фиксирован.

$$U_{\text{удр}} = 2V \cos \alpha = 2V \sqrt{\frac{1}{1 + \tan^2 \alpha}} = 2V \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{64}{225}}} = 30V/17$$

Ответ: 1) $\frac{12V}{17}$; 2) $\tan \alpha = \frac{8}{15}$; 3) $\frac{30V}{17}$ нашало электр. на сгр. 8

Продолжим №1

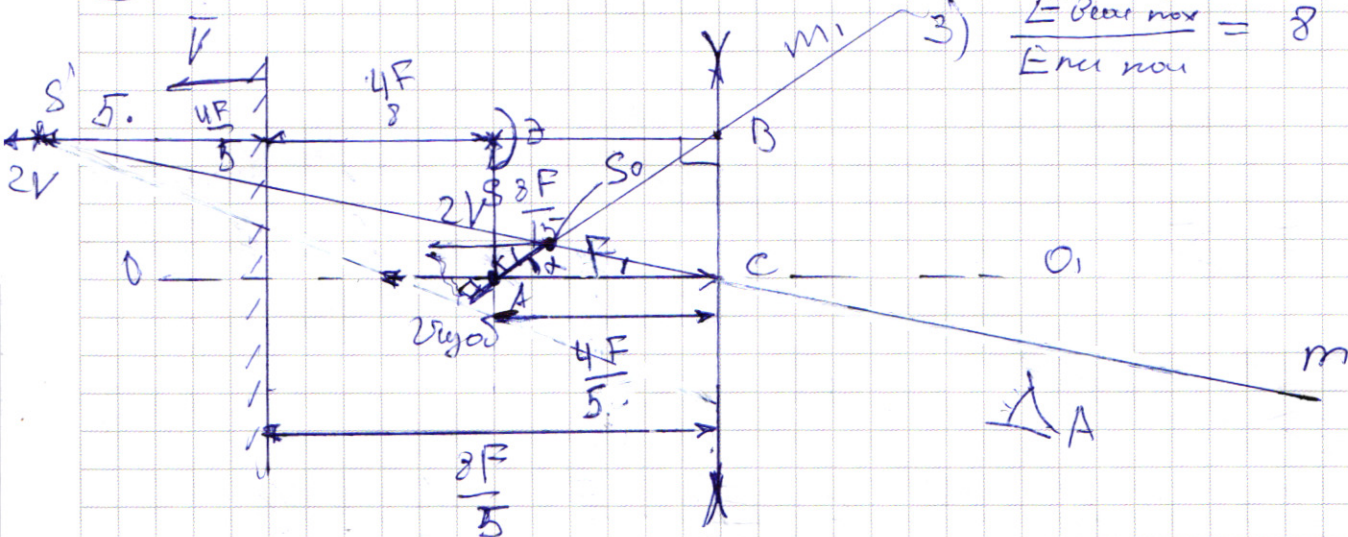
$$\frac{E_{\text{max}}}{K_{\text{max}}} = \frac{\frac{4m^2 g^2}{K}}{\frac{m}{2} \left(\frac{m^2 g^2 \omega^2}{K^2} \right)} = \omega^2 = \frac{K}{m} = \frac{\frac{4m^2 g^2}{K}}{\frac{m}{2} \frac{m^2 g^2 K}{K^2}} = 8$$

Ответ: 1) 0 $\frac{m}{2}$

2) $\frac{1}{2}$ μ

3) $\frac{E_{\text{max}}}{E_{\text{min}}} = 8$

5



1) Источники света в зеркале, но точка не
расположена от зеркала будет его отражение.
2) Построим изображение S^* в линзе.
Если лучи будут идти параллельно оптической оси, то
будет действительное изображение. Если лучи будут
идти расходясь, то будет мнимое изображение.
 $p = \frac{4F}{5} + \frac{4F}{5} = \frac{8F}{5} = \frac{12F}{15}$ Необходимо увидеть
изображение в зеркале

Изображение в линзе будет мнимым

$$\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = -\frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{F} = \frac{1}{b} \Rightarrow b = \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{F} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{\frac{12F}{5}} + \frac{1}{F} \right)^{-1} =$$

$$\Rightarrow b = \left(\frac{5}{12F} + \frac{1}{F} \right)^{-1} = \frac{12F}{17} - \text{необходимо увидеть}$$

лучи под таким расстоянием

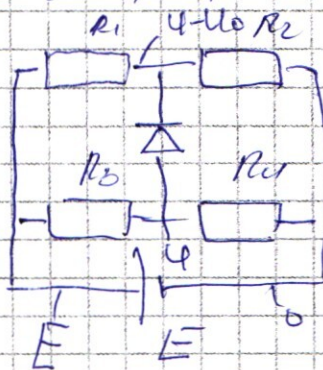
Со изображения, которое будет наблюдаться

Если зеркало будет со скоростью V , то

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Продолжение № 4

2) Чтобы ток через диод мог быть
всегда был направлен U_0 , если будет
меньше, то диод не откроет, а если
больше, то сломается.



2) При этом метод показав
возможно потенциал

3) По закону сохранения зарядов

$$+ \frac{E - \varphi + U_0}{R_1} + I_0 = \frac{\varphi - U_0}{R_2}$$

$$\frac{E - \varphi}{R_3} - I_0 = \frac{\varphi}{R_4}$$

$$\frac{1}{R_4} (E - \varphi + U_0) + \frac{1}{R_3} (E - \varphi) = \frac{\varphi}{R_4} + \frac{\varphi - U_0}{R_2}$$

$$\varphi \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4} \right) = \frac{U_0}{R_2} + \frac{E}{R_3} + \frac{U_0}{R_1} + \frac{E}{R_1}$$

Надо убедиться, чтобы сохра.
ночное партия говов., это доказано.

$$E > \varphi > \varphi - U_0, \quad \varphi - U_0 > 0$$

1) $\varphi < \varphi - U_0$ - верно всегда

2) $E > \varphi$

$$E \sum_{i=1}^4 \frac{1}{R_i} \geq \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_3} + \frac{U_0}{R_1} + \frac{U_0}{R_2}$$

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

$$12B \left(\frac{1}{10\Omega} + \frac{1}{220\Omega} \right) > 1B \left(\frac{1}{50\Omega} + \frac{1}{10\Omega} \right)$$

Верно всегда

$$3) \varphi - U_0 > 0$$

$$\varphi > U_0$$

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

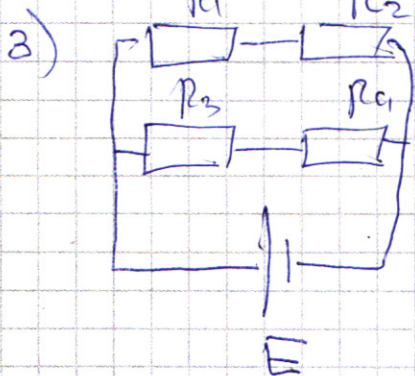
$$\frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_3} > U_0 \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right)$$

$$\frac{1}{R_3} (E - U_0) > \frac{1}{R_4} U_0 - \frac{E}{R_1}$$

$$\frac{R_3}{E - U_0} < \left(\frac{U_0}{R_4} - \frac{E}{R_1} \right)^{-1}$$

$$R_3 < \frac{E - U_0}{\frac{U_0}{R_4} - \frac{E}{R_1}} = \frac{12B - 1B}{\frac{1B}{220\Omega} - \frac{12B}{50\Omega}} < 0$$

сопротивление не может быть менее нуля значит всегда подобрать R_3 , чтобы диод всегда закрыт.



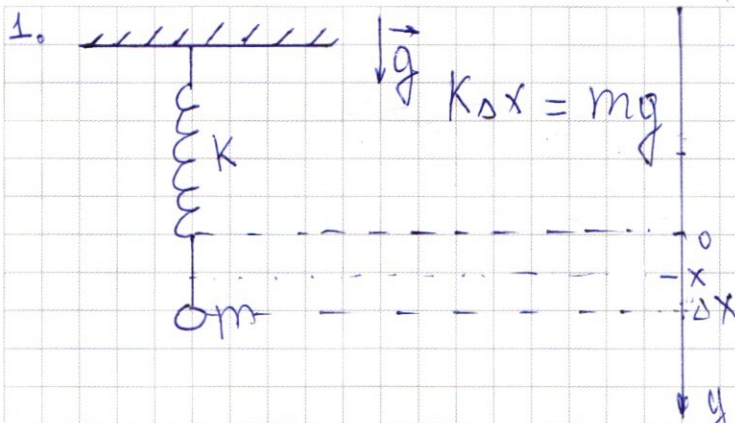
Мощности на диоде выделяться не будет, значит нет такого R_3 , чтобы мощности были равны 3Вт

Ответ: 1) 2А

2) ни при каком

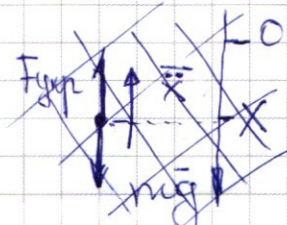
3) ни при каком

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

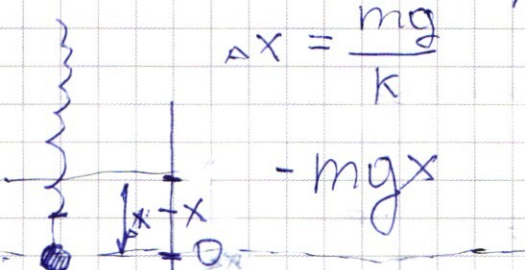
1. 

0 - положение равновесия
 $mg \Delta x = \frac{k}{2} X_0^2$
 $X_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot mg \Delta x}{k}}$ - растяжимость после подвеса

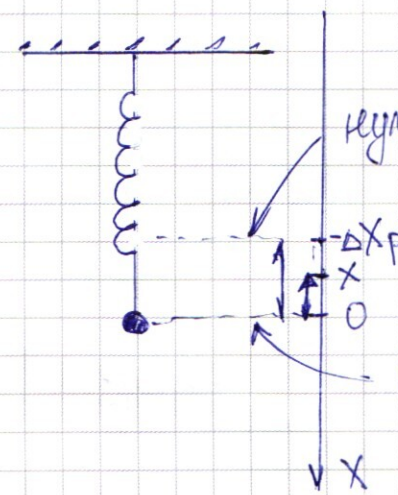
Найдём уравнение колебаний.
 $-m\ddot{x} = +kx + mg$



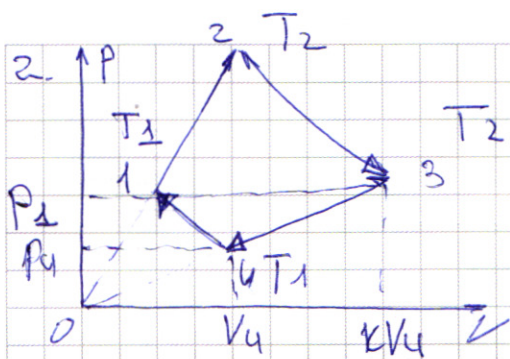
Найдём положение равновесия
 $\Delta x = \frac{mg}{k}$



Решим энергетическим:

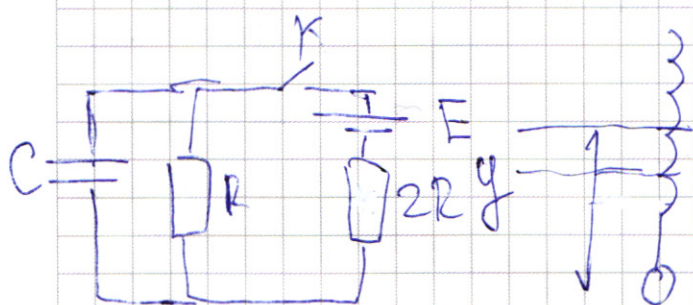


неупругая деформация пружины
 $-mgx + \frac{m\dot{x}^2}{2} + kx^2$
 поле консервативное

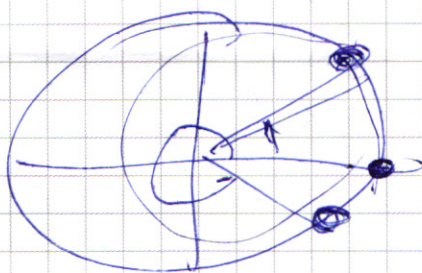


$$\frac{P_4}{V_1} = \frac{P_1}{V_4} \Rightarrow P_4 = \frac{P_1}{k}$$

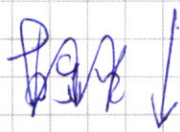
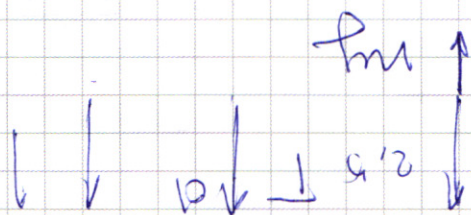
$$Q_{34} = \frac{\frac{V_1 R T_1}{2} - \frac{V_2 R T_2}{2} + \frac{3}{2} V R (T_1 - T_2)}{V R (T_1 - T_2)}$$



Условия равновесия



$$\begin{aligned} & \frac{U_0}{R_1} + \frac{U_0}{R_2} = \frac{U_0}{R_1} + \frac{U_0}{R_2} \\ & \frac{U_0}{R_1} + \frac{U_0}{R_2} = \frac{U_0}{R_1} + \frac{U_0}{R_2} \end{aligned}$$



Сделано