Олимпиада «Физтех» 26.02.2017. Физика. Решения. Б. 11-03

1. 1) Пусть брусок остановился первый раз по другую сторону от т. O на расстоянии A_1 от нее. Из ЗСЭ можно показать, что $A_0 - A_1 = 2\mu x_0 \cos\alpha = 8$ см. Отсюда $A_1 = A_0 - 2\mu x_0 \cos\alpha = 27$ см.

2) Идут колебания с уменьшающейся амплитудой (расстояние до т. O). Из ЗСЭ можно показать, что при движении как вверх, так и вниз амплитуда уменьшается каждый раз на $\Delta = 2\mu x_0 \cos\alpha = 8$ см. Зона покоя $x < \mu x_0 \cos\alpha = 4$ см, где $x -$ расстояние от т. O. Если остановка в зоне покоя, то остановка навсегда. У нас $A_0 = 35, A_1 = 27, A_2 = 19, A_3 = 11, A_4 = 3$. Совершено 4 полуколебания, остановка на 3 см ниже т. O.

3) Период колебаний без затухания $T = 2\pi\sqrt{m/k} = 2\pi\sqrt{x_0/g}$. Каждое полуколебание длится $\tau = T/2$, так как это часть колебания со смещенным положением равновесия из-за действия постоянной силы трения. У нас $t = 4\tau = 4\pi\sqrt{x_0/g} \approx 1,6\sqrt{2} \approx 2,3$ (с).

2. Пар в начальном и конечном состояниях насыщенный, его давление P_0.

1) Для воздуха $(P_0 + P)V_0 = (P_0 - P)(2V_0 - V)$. $V = \frac{1}{2}V_0 = 0,5$ л.

2) Пусть $m -$ масса пара вначале. $P_0V_0 = \frac{m}{\mu}RT$, $P_0V = \frac{m - (m_2 - m_1)}{\mu}RT$.

$$m_2 = m_1 + \frac{P_0(V_0 - V)\mu}{RT} = m_1 + \frac{P_0V_0\mu}{2RT} \approx 1,2 + 0,3 = 1,5 \text{ (г)}.$$

3. 1) В установившемся режиме ток через конденсатор не идет. $U = \frac{E}{R_3 + R_4}R_3 - \frac{E}{R_1 + R_2}R_1 = \frac{2}{5}E$.

2) $W = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{2}{25}CE^2$. $Q_{13} + Q_{24} = W$, $\frac{Q_{13}}{Q_{24}} = \frac{R_2 + R_4}{R_1 + R_3} = \frac{3}{2}$. $Q_{13} = \frac{3}{5}W = \frac{6}{125}CE^2$. $Q = Q_{13}\frac{R_1}{R_1 + R_3} = \frac{3}{250}CE^2$.

3) $I = \frac{E}{R_1R_3/(R_1 + R_3) + R_2R_4/(R_2 + R_4)} = \frac{12}{25}\frac{E}{r}$. $I_0 = I\frac{R_3}{R_1 + R_3} - I\frac{R_4}{R_2 + R_4} = \frac{1}{5}\frac{E}{r}$.

4. 1) $U = \varepsilon E = 3E$.

2) При максимальном токе напряжение на конденсаторе E. Изменение энергии конденсатора $\Delta W_C = \frac{CE^2}{2} - \frac{C(\varepsilon E)^2}{2} = \frac{CE^2}{2}(1 - \varepsilon^2)$. Работа источника $A = (CE - \varepsilon CE)E = CE^2(1 - \varepsilon)$. По ЗСЭ $A = \Delta W_C + \frac{1}{2}LI_m^2$. $I_m = (\varepsilon - 1)E\sqrt{\frac{C}{L}} = 2E\sqrt{\frac{C}{L}}$.

5. 1) $f = \frac{dF}{d - F} = 30$ см.

2) $\delta = (n - 1)A = 0,02$ рад.

3) Смещение источника $h = (d - L)\delta$. Смещение изображения

$$H = h\frac{f}{d} = \frac{(d - L)\delta f}{d} = \frac{(d - L)(n - 1)AF}{d - F} = 0,3 \text{ см}.$$

Олимпиада Физтех-2017. Физика. Решения. Б. 11-04

1. 1) Пусть брусок остановился первый раз по другую сторону от т. O на расстоянии A_1 от нее. Из ЗСЭ можно показать, что $A_0 - A_1 = 2\mu x_0 \cos\alpha = 12$ см. Отсюда $A_1 = A_0 - 2\mu x_0 \cos\alpha = 29$ см.

2) Идут колебания с уменьшающейся амплитудой (расстояние до т. O). Из ЗСЭ можно показать, что при движении как вверх, так и вниз амплитуда уменьшается каждый раз на $\Delta = 2\mu x_0 \cos\alpha = 12$ см. Зона покоя $x < \mu x_0 \cos\alpha = 6$ см, где $x -$ расстояние от т. O. Если остановка в зоне покоя, то остановка навсегда. У нас $A_0 = 41, A_1 = 29, A_2 = 17, A_3 = 5$. Совершено 3 полуколебания, остановка на 5 см ниже т. O.

3) Период колебаний без затухания $T = 2\pi\sqrt{m/k} = 2\pi\sqrt{x_0/g}$. Каждое полуколебание длится $\tau = T/2$, так как это часть колебания со смещенным положением равновесия из-за действия постоянной силы трения. У нас $t = 3\tau = 3\pi\sqrt{x_0/g} \approx 0,6\sqrt{7} \approx 1,6$ (с).

2. Пар в начальном и конечном состояниях насыщенный, его давление P_0.

1) Для воздуха $(P_0 - P)2V_0 = (P_0 + P)(3V_0 - V)$. $V = \frac{5}{3}V_0 = \frac{10}{9}$ л.

2) Пусть $m -$ масса пара вначале. $P_0V_0 = \frac{m}{\mu}RT$, $P_0V = \frac{m - (m_2 - m_1)}{\mu}RT$.

$$m_2 = m_1 + \frac{P_0(V_0 - V)\mu}{RT} = m_1 - \frac{2P_0V_0\mu}{3RT} \approx 0,75 - 0,26 = 0,49 \text{ (г)}.$$

3. 1) В установившемся режиме ток через конденсатор не идет. $U = \frac{E}{R_3 + R_4}R_3 - \frac{E}{R_1 + R_2}R_1 = \frac{5}{12}E$.

$q = \frac{5}{12}CE$

2) $W = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{25}{288}CE^2$. $Q_{13} + Q_{24} = W$, $\frac{Q_{13}}{Q_{24}} = \frac{R_2 + R_4}{R_1 + R_3} = 1$. $Q_{24} = \frac{W}{2} = \frac{25CE^2}{2 \cdot 288}$. $Q = Q_{24}\frac{R_4}{R_2 + R_4} = \frac{5}{288}CE^2$.

3) $I = \frac{E}{R_1R_3/(R_1 + R_3) + R_2R_4/(R_2 + R_4)} = \frac{1}{2}\frac{E}{r}$. $I_0 = I\frac{R_3}{R_1 + R_3} - I\frac{R_4}{R_2 + R_4} = \frac{1}{5}\frac{E}{r}$.

4. 1) $U = E/\varepsilon = E/4$.

2) При максимальном токе напряжение на конденсаторе E. Изменение энергии конденсатора $\Delta W_C = \frac{\varepsilon CE^2}{2} - \frac{\varepsilon C(E/\varepsilon)^2}{2} = \frac{CE^2}{2\varepsilon}(\varepsilon^2 - 1)$. Работа источника $A = (\varepsilon CE - CE)E = CE^2(\varepsilon - 1)$. По ЗСЭ $A = \Delta W_C + \frac{1}{2}LI_m^2$. $I_m = (\varepsilon - 1)E\sqrt{\frac{C}{\varepsilon L}} = 3E\sqrt{\frac{C}{4L}}$.

5. 1) $f = \frac{dF}{d - F} \approx 37$ см.

2) $\delta = (n - 1)A = 0,015$ рад.

3) Смещение источника $h = (d - L)\delta$. Смещение изображения

$$H = h\frac{f}{d} = \frac{(d - L)\delta f}{d} = \frac{(d - L)(n - 1)AF}{d - F} = 0,16 \text{ см}.$$

Олимпиада Физтех-2017. Физика. Решения. Б. 11-05

1. 1) Пусть брусок остановился первый раз по другую сторону от т. O на расстоянии A_1 от нее. Из ЗСЭ можно показать, что $A_0 - A_1 = 2\mu x_0 \cos\alpha = 10$ см. Отсюда $A_1 = A_0 - 2\mu x_0 \cos\alpha = 22$ см.

2) Идут колебания с уменьшающейся амплитудой (расстояние до т. O). Из ЗСЭ можно показать, что при движении как вверх, так и вниз амплитуда уменьшается каждый раз на $\Delta = 2\mu x_0 \cos\alpha = 10$ см. Зона покоя $x < \mu x_0 \cos\alpha = 5$ см, где $x -$ расстояние от т. O. Если остановка в зоне покоя, то остановка навсегда. У нас $A_0 = 32, A_1 = 22, A_2 = 12, A_3 = 2$. Совершено 3 полуколебания, остановка на 2 см выше т. O.

3) Период колебаний без затухания $T = 2\pi\sqrt{m/k} = 2\pi\sqrt{x_0/g}$. Каждое полуколебание длится $\tau = T/2$, так как это часть колебания со смещенным положением равновесия из-за действия постоянной силы трения. У нас $t = 3\tau = 3\pi\sqrt{x_0/g} \approx 0,3\sqrt{30} \approx 1,6$ (с).

2. Пар в начальном и конечном состояниях насыщенный, его давление P_0.

1) Для воздуха $(P_0 + P)V_0 = (P_0 - P)(4V_0 - V)$. $V = \frac{7}{3}V_0 = \frac{7}{6}$ л.

2) Пусть $m -$ масса пара вначале. $P_0 3V_0 = \frac{m}{\mu}RT$, $P_0 V = \frac{m - (m_2 - m_1)}{\mu}RT$.

$$m_2 = m_1 + \frac{P_0(3V_0 - V)\mu}{RT} = m_1 + \frac{2P_0V_0\mu}{3RT} \approx 0,8 + 0,2 = 1 \text{ (г)}.$$

3. 1) В установившемся режиме ток через конденсатор не идет. $U = \frac{E}{R_3 + R_4}R_3 - \frac{E}{R_1 + R_2}R_1 = \frac{2}{9}E$.

2) $W = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{2}{81}CE^2$. $Q_{13} + Q_{24} = W$, $\frac{Q_{13}}{Q_{24}} = \frac{R_2 + R_4}{R_1 + R_3} = 1$. $Q_{13} = \frac{1}{2}W = \frac{1}{81}CE^2$. $Q = Q_{13}\frac{R_3}{R_1 + R_3} = \frac{5}{486}CE^2$.

3) $I = \frac{E}{R_1R_3/(R_1 + R_3) + R_2R_4/(R_2 + R_4)} = \frac{6}{13}\frac{E}{r}$. $I_0 = I\frac{R_3}{R_1 + R_3} - I\frac{R_4}{R_2 + R_4} = \frac{1}{13}\frac{E}{r}$.

4. 1) $U = \varepsilon E = 5E$.

2) При максимальном токе напряжение на конденсаторе E. Изменение энергии конденсатора $\Delta W_C = \frac{CE^2}{2} - \frac{C(\varepsilon E)^2}{2} = \frac{CE^2}{2}(1 - \varepsilon^2)$. Работа источника $A = (CE - \varepsilon CE)E = CE^2(1 - \varepsilon)$. По ЗСЭ $A = \Delta W_C + \frac{1}{2}LI_m^2$. $I_m = (\varepsilon - 1)E\sqrt{\frac{C}{L}} = 4E\sqrt{\frac{C}{L}}$.

5. 1) $f = \frac{dF}{d - F} \approx 33$ см.

2) $\delta = (n - 1)A = 0,012$ рад.

3) Смещение источника $h = (d - L)\delta$. Смещение изображения

$$H = h\frac{f}{d} = \frac{(d - L)\delta f}{d} = \frac{(d - L)(n - 1)AF}{d - F} = 0,2 \text{ см}.$$

Олимпиада Физтех-2017. Физика. Решения. Б. 11-06

1. 1) Пусть брусок остановился первый раз по другую сторону от т. O на расстоянии A_1 от нее. Из ЗСЭ можно показать, что $A_0 - A_1 = 2\mu x_0 \cos\alpha = 14$ см. Отсюда $A_1 = A_0 - 2\mu x_0 \cos\alpha = 46$ см.

2) Идут колебания с уменьшающейся амплитудой (расстояние до т. O). Из ЗСЭ можно показать, что при движении как вверх, так и вниз амплитуда уменьшается каждый раз на $\Delta = 2\mu x_0 \cos\alpha = 14$ см. Зона покоя $x < \mu x_0 \cos\alpha = 7$ см, где $x -$ расстояние от т. O. Если остановка в зоне покоя, то остановка навсегда. У нас $A_0 = 60, A_1 = 46, A_2 = 32, A_3 = 18, A_4 = 4$. Совершено 4 полуколебания, остановка на 4 см выше т. O.

3) Период колебаний без затухания $T = 2\pi\sqrt{m/k} = 2\pi\sqrt{x_0/g}$. Каждое полуколебание длится $\tau = T/2$, так как это часть колебания со смещенным положением равновесия из-за действия постоянной силы трения. У нас $t = 4\tau = 4\pi\sqrt{x_0/g} \approx 0,4\sqrt{42} \approx 2,6$ (с).

2. Пар в начальном и конечном состояниях насыщенный, его давление P_0.

1) Для воздуха $(P_0 - P)\frac{5}{3}V_0 = (P_0 + P)\left(\frac{8}{3}V_0 - V\right)$. $V = \frac{5}{3}V_0 = \frac{5}{4}$ л.

2) Пусть $m -$ масса пара вначале. $P_0V_0 = \frac{m}{\mu}RT$, $P_0V = \frac{m - (m_2 - m_1)}{\mu}RT$.

$$m_2 = m_1 + \frac{P_0(V_0 - V)\mu}{RT} = m_1 - \frac{2P_0V_0\mu}{3RT} \approx 1 - 0,3 = 0,7 \text{ (г)}.$$

3. 1) В установившемся режиме ток через конденсатор не идет. $U = \frac{E}{R_3 + R_4}R_3 - \frac{E}{R_1 + R_2}R_1 = \frac{18}{35}E$.

$q = -CU = -\frac{18}{35}CE$

2) $W = \frac{CU^2}{2} = \frac{18^2}{2\cdot 35^2}CE^2$. $Q_{13} + Q_{24} = W$, $\frac{Q_{13}}{Q_{24}} = \frac{R_2 + R_4}{R_1 + R_3} = 1$. $Q_{24} = \frac{W}{2} = \frac{18^2CE^2}{4\cdot 35^2}$. $Q = Q_{24}\frac{R_2}{R_2 + R_4} = \frac{27}{490}CE^2$.

3) $I = \frac{E}{R_1R_3/(R_1 + R_3) + R_2R_4/(R_2 + R_4)} = \frac{6}{13}\frac{E}{r}$. $I_0 = I\frac{R_3}{R_1 + R_3} - I\frac{R_4}{R_2 + R_4} = \frac{3}{13}\frac{E}{r}$.

4. 1) $U = E/\varepsilon = E/6$.

2) При максимальном токе напряжение на конденсаторе E. Изменение энергии конденсатора $\Delta W_C = \frac{\varepsilon CE^2}{2} - \frac{\varepsilon C(E/\varepsilon)^2}{2} = \frac{CE^2}{2\varepsilon}(\varepsilon^2 - 1)$. Работа источника $A = (\varepsilon CE - CE)E = CE^2(\varepsilon - 1)$. По ЗСЭ $A = \Delta W_C + \frac{1}{2}LI_m^2$. $I_m = (\varepsilon - 1)E\sqrt{\frac{C}{\varepsilon L}} = 5E\sqrt{\frac{C}{6L}}$.

5. 1) $f = \frac{dF}{d - F} = 56$ см.

2) $\delta = (n - 1)A = 0,018$ рад.

3) Смещение источника $h = (d - L)\delta$. Смещение изображения

$$H = h\frac{f}{d} = \frac{(d - L)\delta f}{d} = \frac{(d - L)(n - 1)AF}{d - F} = 0,24 \text{ см}.$$