

## 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

$$A = \Delta W_C + \frac{1}{2}LI_m^2. \quad I_m = (\varepsilon - 1)E\sqrt{\frac{C}{L}} = 2E\sqrt{\frac{C}{L}}.$$

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

$$\Delta W_C = \frac{\varepsilon CE^2}{2} - \frac{\varepsilon C(E/\varepsilon)^2}{2} = \frac{CE^2}{2\varepsilon}(\varepsilon^2 - 1). \text{ Работа источника } A = (\varepsilon CE - CE)E = CE^2(\varepsilon - 1). \text{ По ЗСЭ}$$

$$A = \Delta W_C + \frac{1}{2}LI_m^2. \quad I_m = (\varepsilon - 1)E\sqrt{\frac{C}{\varepsilon L}} = 3E\sqrt{\frac{C}{4L}}.$$

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

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

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

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

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

$$A = \Delta W_C + \frac{1}{2} L I_m^2. \quad I_m = (\varepsilon - 1) E \sqrt{\frac{C}{L}} = 4E \sqrt{\frac{C}{L}}.$$

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

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

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

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

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

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

## Олимпиада Физтех-2017. Физика. Решения. Б. 11-07

1. 1)  $F_{MIN} = m\omega^2 l = m(2\pi n)^2 l \approx 2,8 \text{ Н.}$

2) По второму закону Ньютона  $F_{MAX} - F_{MIN} = M\omega^2 \frac{l}{2}$ .  $F_{MAX} / F_{MIN} = 1 + \frac{M}{2m} = \frac{5}{2}$ .

2.  $Q_{12} = \nu C_p (T_2 - T_1) = \nu \frac{5}{2} RT_1$ .  $\eta = \frac{A}{Q_{12}}$ .  $Q_{12} - Q = A$ .

1)  $A = \frac{5}{2} \nu R \eta T_1$ .

2)  $Q = \frac{5}{2} \nu R (1 - \eta) T_1$ .

Замечание: ответы  $A = (1 - \ln 2) \nu R T_1$ ,  $Q = (1,5 + \ln 2) \nu R T_1$  тоже правильные.

3. Период колебаний  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l/2}{qE/m}} = 2\pi \sqrt{\frac{lm}{2qE}}$ . Циклическая частота  $\Omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{2qE}{lm}}$ .

1)  $t = T = 2\pi \sqrt{\frac{lm}{2qE}}$ .

2)  $V_{MAX} = V + \Omega \alpha_0 \frac{l}{2} = V + \alpha_0 \sqrt{\frac{qEl}{2m}}$ .

3)  $\left(\frac{\alpha_0/3}{\alpha_0}\right)^2 + \left(\frac{\omega}{\Omega \alpha_0}\right)^2 = 1$ .  $\omega = \frac{4}{3} \alpha_0 \sqrt{\frac{qE}{lm}}$ .

4. 1)  $Q = \frac{1}{2} LI_0^2$ .  $I_0 = \sqrt{\frac{2Q}{L}}$ .

2) При замкнутом ключе  $I_R = \text{const}$ ,  $I_L$  изменяется от нуля до  $I_0$  в течение  $\tau$ . Тогда  $q_{R-ON} = I_R \tau$ ,  $q_{L-ON} = \frac{1}{2} I_0 \tau$ ,  $q_{R-OFF} = q_{L-OFF}$ . Можно показать, что  $q_{R-ON} = q_{R-OFF}$ . По условию  $q_{L-OFF} = 3q_{L-ON}$ . Отсюда

$$I_R = \frac{3}{2} I_0 = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{2Q}{L}}.$$

5. По условию  $\frac{F}{d+f} = \frac{3}{16}$ . По формуле линзы  $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ . Надо найти  $x = \frac{d}{d+f}$ . Ответ:  $x = \frac{1}{4}$ .

**Олимпиада Физтех-2017. Физика. Решения. Б. 11-08**

1. 1)  $F_{MIN} = m\omega^2 l = m(2\pi/T)^2 l \approx 3,5 \text{ Н.}$

2) По второму закону Ньютона  $F_{MAX} - F_{MIN} = M\omega^2 \frac{l}{2}$ .  $F_{MAX} / F_{MIN} = 1 + \frac{M}{2m} = 3$ .

2.  $Q_{12} = \nu C_p (T_2 - T_1) = \frac{5}{4} \nu R T_1$ .  $\eta = \frac{A}{Q_{12}}$ .  $Q_{12} - Q = A$ .

1)  $A = \frac{\eta}{1-\eta} Q$ .

2)  $T_1 = \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{1-\eta} \cdot \frac{Q}{\nu R}$ .

Замечание: ответы  $A = \frac{2-4\ln 1,5}{3+4\ln 1,5} Q$ ,  $T_1 = \frac{4Q}{(3+4\ln 1,5)\nu R}$  тоже правильные.

3. Период колебаний  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l/2}{qE/m}} = 2\pi \sqrt{\frac{lm}{2qE}}$ . Циклическая частота  $\Omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{2qE}{lm}}$ .

1)  $t = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{lm}{2qE}}$ .

2)  $V_{MAX} = V + \Omega \alpha_0 \frac{l}{2} = V + \alpha_0 \sqrt{\frac{qEl}{2m}}$ .

3)  $\left(\frac{2\alpha_0/3}{\alpha_0}\right)^2 + \left(\frac{\omega}{\Omega\alpha_0}\right)^2 = 1$ .  $\omega = \frac{\sqrt{10}}{3} \alpha_0 \sqrt{\frac{qE}{lm}}$ .

4. 1)  $Q = \frac{1}{2} L I_0^2$ .  $I_0 = \sqrt{\frac{2Q}{L}}$ .

2) При замкнутом ключе  $I_R = \text{const}$ ,  $I_L$  изменяется от нуля до  $I_0$  в течение  $\tau$ . Тогда  $q_{R-ON} = I_R \tau$ ,  $q_{L-ON} = \frac{1}{2} I_0 \tau$ . Можно показать, что  $q_{R-ON} = q_{R-OFF}$ . По условию  $q_{R-ON} + q_{L-ON} = \frac{5}{2} q_{R-OFF}$ . Отсюда

$I_R = \frac{1}{3} I_0 = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{2Q}{L}}$ .

5. По условию  $\frac{F}{d+f} = \frac{2}{9}$ . По формуле линзы  $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ . Надо найти  $x = \frac{f}{d+f}$ . Ответ:  $x = \frac{1}{3}$ .

**Олимпиада Физтех-2017. Физика. Решения. Б. 11-09**

1. 1)  $F_{MIN} = m\omega^2 l = m(2\pi n)^2 l \approx 13 \text{ Н.}$

2) По второму закону Ньютона  $F_{MAX} - F_{MIN} = M\omega^2 \frac{l}{2}$ .  $F_{MAX} / F_{MIN} = 1 + \frac{M}{2m} = 2$ .

2.  $Q_{12} = \nu C_p (T_2 - T_1) = 5\nu RT_1$ .  $\eta = \frac{A}{Q_{12}}$ .  $Q_{12} - Q = A$ .

1)  $A = 5\nu R\eta T_1$ .

2)  $Q = 5\nu R(1 - \eta)T_1$ .

Замечание: ответы  $A = (2 - \ln 3)\nu RT_1$ ,  $Q = (3 + \ln 3)\nu RT_1$  тоже правильные.

3. Период колебаний  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l/2}{qE/m}} = 2\pi \sqrt{\frac{lm}{2qE}}$  Циклическая частота  $\Omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{2qE}{lm}}$ .

1)  $t = T = 2\pi \sqrt{\frac{lm}{2qE}}$ .

2)  $V_{MAX} = V + \Omega \alpha_0 \frac{l}{2} = V + \alpha_0 \sqrt{\frac{qEl}{2m}}$ .

3)  $\left(\frac{\alpha_0/4}{\alpha_0}\right)^2 + \left(\frac{\omega}{\Omega \alpha_0}\right)^2 = 1$ .  $\omega = \frac{\sqrt{30}}{4} \alpha_0 \sqrt{\frac{qE}{lm}}$ .

4. 1)  $Q = \frac{1}{2} LI_0^2$ .  $I_0 = \sqrt{\frac{2Q}{L}}$ .

2) При замкнутом ключе  $I_R = \text{const}$ ,  $I_L$  изменяется от нуля до  $I_0$  в течение  $\tau$ . Тогда  $q_{R-ON} = I_R \tau$ ,  $q_{L-ON} = \frac{1}{2} I_0 \tau$ ,  $q_{R-OFF} = q_{L-OFF}$ . Можно показать, что  $q_{R-ON} = q_{R-OFF}$ . По условию  $q_{L-ON} = 2q_{L-OFF}$ . Отсюда

$$I_R = \frac{1}{4} I_0 = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{2Q}{L}}.$$

5. По условию  $\frac{F}{d+f} = \frac{5}{36}$ . По формуле линзы  $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ . Надо найти  $x = \frac{d}{d+f}$ . Ответ:  $x = \frac{1}{6}$ .

**Олимпиада Физтех-2017. Физика. Решения. Б. 11-10**

1. 1)  $F_{MIN} = m\omega^2 l = m(2\pi/T)^2 l \approx 1,6 \text{ Н}$ .

2) По второму закону Ньютона  $F_{MAX} - F_{MIN} = M\omega^2 \frac{l}{2}$ .  $F_{MAX} / F_{MIN} = 1 + \frac{M}{2m} = \frac{7}{2}$ .

2.  $Q_{12} = \nu C_p (T_2 - T_1) = \frac{15}{4} \nu R T_1$ .  $\eta = \frac{A}{Q_{12}}$ .  $Q_{12} - Q = A$ .

1)  $A = \frac{\eta}{1-\eta} Q$ .

2)  $T_1 = \frac{4}{15} \cdot \frac{1}{1-\eta} \cdot \frac{Q}{\nu R}$ .

Замечание: ответы  $A = \frac{6-4\ln 2,5}{9+4\ln 2,5} Q$ ,  $T_1 = \frac{4Q}{(9+4\ln 2,5)\nu R}$  тоже правильные.

3. Период колебаний  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l/2}{qE/m}} = 2\pi \sqrt{\frac{lm}{2qE}}$ . Циклическая частота  $\Omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{2qE}{lm}}$ .

1)  $t = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{lm}{2qE}}$ .

2)  $V_{MAX} = V + \Omega \alpha_0 \frac{l}{2} = V + \alpha_0 \sqrt{\frac{qEl}{2m}}$ .

3)  $\left(\frac{3\alpha_0/4}{\alpha_0}\right)^2 + \left(\frac{\omega}{\Omega\alpha_0}\right)^2 = 1$ .  $\omega = \frac{\sqrt{14}}{4} \alpha_0 \sqrt{\frac{qE}{lm}}$ .

4. 1)  $Q = \frac{1}{2} L I_0^2$ .  $I_0 = \sqrt{\frac{2Q}{L}}$ .

2) При замкнутом ключе  $I_R = \text{const}$ ,  $I_L$  изменяется от нуля до  $I_0$  в течение  $\tau$ . Тогда  $q_{R-ON} = I_R \tau$ ,  $q_{L-ON} = \frac{1}{2} I_0 \tau$ . Можно показать, что  $q_{R-ON} = q_{R-OFF}$ . По условию  $q_{R-ON} + q_{L-ON} = \frac{7}{2} q_{R-OFF}$ . Отсюда

$I_R = \frac{1}{5} I_0 = \frac{1}{5} \sqrt{\frac{2Q}{L}}$ .

5. По условию  $\frac{F}{d+f} = \frac{4}{25}$ . По формуле линзы  $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ . Надо найти  $x = \frac{f}{d+f}$ . Ответ:  $x = \frac{1}{5}$ .