

Олимпиада Физтех-2017. Физика. Решения. Б. 09-02

1. При ударе скорость мяча горизонтальна.

$$1) (V \sin \alpha)^2 = 2gH. \quad V = \frac{\sqrt{2gH}}{\sin \alpha} \approx 14 \text{ м/с.}$$

$$2) H = \frac{1}{2} g (t_0/2)^2. \quad t_0 = \sqrt{\frac{8H}{g}} \approx 2 \text{ с.}$$

$$3) L = V \cos \alpha \cdot \frac{t_0}{2} = \frac{2H}{\operatorname{tg} \alpha} = 10 \text{ м.}$$

2. Скорость шарика относительно бруска до и после удара $V + u$. После удара скорость шарика $2u + V$.

$$\frac{1}{2} m (2u + V)^2 = 121 \cdot \frac{1}{2} m V^2. \quad 2u + V = 11V. \quad \frac{V}{u} = \frac{1}{5}.$$

$$3. 1) a = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} g = 0,2 \text{ м/с}^2.$$

$$2) x_1 = \frac{V_0^2}{2a} = 0,1 \text{ м.}$$

$$3) \text{ Координата } x_2 = x(\tau) = V_0 \tau - \frac{1}{2} a \tau^2 = -0,3 \text{ м. Путь } S = 2x_1 + |x_2| = 0,5 \text{ м.}$$

4. 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 .

5. 1) Берем два последовательно соединенных резистора, эта группа соединяется с третьим параллельно, полученное соединение из трех резисторов соединяется последовательно с четвертым.

$$2) P = \frac{U^2}{25R} = 15 \text{ Вт. Таких 2 резистора.}$$

Олимпиада Физтех-2017. Физика. Решения. Б. 09-03

1. При ударе скорость мяча горизонтальна.

$$1) H = \frac{1}{2} g (t_0/2)^2 = \frac{gt_0^2}{8} \approx 1,25 \text{ м.}$$

$$2) V \sin \alpha = g \frac{t_0}{2}. \quad V = \frac{gt_0}{2 \sin \alpha} \approx 5,8 \text{ м/с.}$$

$$3) L = V \cos \alpha \cdot \frac{t_0}{2} = \frac{gt_0^2}{4 \operatorname{tg} \alpha} \approx 1,4 \text{ м.}$$

2. Скорость шарика относительно бруска до и после удара $V - u$. После удара скорость шарика $2u - V$.

$$\frac{1}{2} m (2u - V)^2 = \frac{1}{49} \cdot \frac{1}{2} m V^2. \quad 2u - V = \frac{1}{7} V. \quad \frac{V}{u} = \frac{7}{4}.$$

$$3. 1) a = \frac{V_0}{t_1} = 0,125 = \frac{1}{8} \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

$$2) a = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} g. \quad \frac{m_2}{m_1} = \frac{g/a + 1}{g/a - 1} = \frac{81}{79} \approx 1,03.$$

$$3) \text{ Найдем координаты } m_2. \quad x_1 = x(t_1) = \frac{1}{2} V_0 t_1 = 0,25 \text{ м.} \quad x_2 = x(t_2) = V_0 t_2 - \frac{1}{2} a t_2^2 = -\frac{5}{16} \approx -0,31 \text{ (м).}$$

$$\text{Путь } S = 2x_1 + |x_2| = \frac{13}{16} \approx 0,81 \text{ (м).}$$

4. 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 .

5. 1) Берем два параллельно соединенных резистора, эта группа соединяется с третьим последовательно, полученное соединение из трех резисторов соединяется параллельно с четвертым.

$$2) P = \frac{U^2}{9R} = 15 \text{ Вт. Таких 2 резистора.}$$

Олимпиада Физтех-2017. Физика. Решения. Б. 09-04

1. 1) $a = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} g = 0,25 \text{ м/с}^2$.

2) $x_1 = \frac{V_0^2}{2a} = 0,18 \text{ м}$.

3) Координата $x_2 = x(\tau) = V_0 \tau - \frac{1}{2} a \tau^2 \approx -0,03 \text{ м}$. Путь $S = 2x_1 + |x_2| \approx 0,39 \text{ м}$.

2. Скорость шарика относительно бруска до и после удара $V - u$. После удара скорость шарика $V - 2u$.

$$\frac{1}{2} m (V - 2u)^2 = \frac{1}{9} \cdot \frac{1}{2} m V^2. \quad V - 2u = \frac{1}{3} V. \quad \frac{V}{u} = 3.$$

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

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

4. 1) $a = \frac{2 - \sin \alpha}{3} g = 0,4g$.

2) На клин со стороны стола действуют сила нормального давления $N = \frac{113}{25} mg = 4,52mg$ и сила трения $F_{TP} = ma \cos \alpha = \frac{6}{25} mg$. Клин покоится, если $F_{TP} < \mu N$. Окончательно $\mu > \frac{6}{113} \approx 0,053$.

5. 1) Берем три последовательно соединенных резистора, эта группа соединяется параллельно с четвертым.

2) $P = \frac{U^2}{9R} = 30 \text{ Вт}$. Таких 3 резистора.

Олимпиада Физтех-2017. Физика. Решения. Б. 09-05

1. 1) $a = \frac{V_0}{t_1} = 0,1 \text{ м/с}^2$.

2) $a = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} g$. $\frac{m_2}{m_1} = \frac{g/a + 1}{g/a - 1} = \frac{101}{99} \approx 1,02$.

3) Найдем координаты m_2 . $x_1 = x(t_1) = \frac{1}{2} V_0 t_1 = 0,05 \text{ м}$. $x_2 = x(t_2) = V_0 t_2 - \frac{1}{2} a t_2^2 = -0,15 \text{ м}$.

Путь $S = 2x_1 + |x_2| = 0,25 \text{ м}$.

2. Скорость шарика относительно бруска до и после удара $V + u$. После удара скорость шарика $2u + V$.

$$\frac{1}{2} m (2u + V)^2 = \frac{100}{49} \cdot \frac{1}{2} m V^2. \quad 2u + V = \frac{10}{7} V. \quad \frac{V}{u} = \frac{14}{3}.$$

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

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

4. 1) $a = \frac{5 \sin \alpha - 1}{6} g = \frac{g}{3}$.

2) На клин со стороны стола действуют сила нормального давления $N = Mg + \frac{16}{3} mg$ и сила трения

$$F_{TP} = 5ma \cos \alpha = \frac{4}{3} mg. \text{ Клин покоится, если } F_{TP} < \mu N. \text{ Окончательно } M > \frac{4}{3} m \left(\frac{1}{\mu} - 4 \right) = 8m.$$

5. 1) Берем два последовательно соединенных резистора, эта группа соединяется параллельно с третьим и четвертым.

2) $P = \frac{U^2}{4R} = 60 \text{ Вт}$. Таких 2 резистора.