

Физика

Критерии

Задача №1:

1. Записаны уравнения движения тел – 0,5 балла
2. Получен верный ответ – 0,5 балла

Ответ: $\alpha = \arctg \frac{h}{L} \approx 1,43^\circ$

Примечание: в условии сказано, что человек стоит на земле, но нигде не указано, что мишень не может падать ниже данного уровня. Поэтому за решение, использующее остановку падения мишени, можно было получить только 0,5 балла.

Задача №2:

1. Записан второй закон Ньютона для обоих брусков – 0,5 балла
2. Получен верный ответ для удлинения – 0,5 балла
3. Получен верный ответ для силы – 1 балл

Ответ: $\Delta x = 1 \text{ м}, F = 15 \text{ Н}$

Задача №3:

1. Записана формула для периода колебаний маятника – 0,5 балла
2. Получен верный ответ – 0,5 балла

Ответ: $T \approx 1,25 \text{ с}$

Задача №4:

1. Записана формула энергии конденсатора – 0,5 балла
2. Записана формула распределения выделившегося тепла – 0,5 балла
3. Получен верный ответ – 1 балл

Ответ: $Q_1 = \frac{c\varepsilon^2 R_2}{R_1 + R_2}$

Задача №5:

1. Записан закон Снеллиуса и выведены промежуточные формулы – 0,5 балла
2. Получен верный ответ – 0,5 балла

Ответ: $L \approx 1,88 \text{ м}$

За отсутствие пояснений в решении может сниматься от 0,5 до 1 балла.

Решения задач

Задача №1:

1. Запишем формулу координаты для пули:

$$\begin{cases} y = V_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} \\ x = V_0 t \cos \alpha \end{cases}$$

2. Запишем формулу координаты для мишени:

$$\begin{cases} y = h - \frac{gt^2}{2} \\ x = L \end{cases}$$

3. Рассмотрим момент столкновения:

$$\begin{cases} V_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} = h - \frac{gt^2}{2} \\ V_0 t \cos \alpha = L \end{cases}$$

Отсюда:

$$\begin{cases} V_0 t \sin \alpha = h \\ V_0 t \cos \alpha = L \end{cases}$$

$$\text{В итоге } \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{L}$$

Задача №2:

1. Так как $V = \text{const}$, то $a_1 = a_2 = 0$
2. Запишем второй закон Ньютона для первого бруска:

$$\begin{cases} 0 = F - F_{\text{тр}1} - T \\ 0 = N_1 - m_1 g \end{cases}$$

$$\text{Также } F_{\text{тр}1} = f N_1$$

3. Запишем второй закон Ньютона для второго груза:

$$\begin{cases} 0 = T - F_{\text{тр}2} \\ 0 = N_2 - m_2 g \end{cases}$$

$$\text{Также } F_{\text{тр}2} = f N_2$$

4. $\begin{cases} 0 = F - f m_1 g - T \\ 0 = T - f m_2 g \end{cases}$

$$\text{Отсюда } F = f(m_1 + m_2)g$$

5. $T = k \Delta x$ по закону Гука

$$\text{Отсюда } \Delta x = \frac{f m_2 g}{k}$$

Задача №3:

1. $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_{\text{эфф}}}}$ по формуле периода колебаний математического маятника

2. Перейдём в систему отсчёта, связанную с вагоном:

$$\vec{F}_i = -m\vec{a}$$

Тогда ускорение маятника будет записываться так: $\vec{g}_{\text{эфф}} = \vec{g} + \vec{a}$

$$\text{Отсюда } g_{\text{эфф}} = \sqrt{g^2 + a^2}$$

3. В итоге $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\sqrt{g^2 + a^2}}}$

Задача №4:

1. Рассмотрим цепь в первом состоянии:

$$E_c = \frac{c\varepsilon^2}{2}$$

2. Рассмотрим цепь во втором состоянии:

$$E_c = Q_1 + Q_2$$

Напряжение (U) на обоих резисторах одинаково в любой момент времени, так как они подключены параллельно

Рассмотри произвольный момент времени:

$$dQ = IUdt \text{ по закону Джоуля-Ленца}$$

$$U = IR \text{ по закону Ома}$$

$$\begin{cases} P_1 = \frac{U^2}{R_1} \\ P_2 = \frac{U^2}{R_2} \end{cases}$$

Отсюда $\frac{P_1}{P_2} = \frac{R_2}{R_1}$, а также $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_2}{R_1}$

3. $\frac{c\varepsilon^2}{2} = Q_1 + \frac{R_1}{R_2} Q_1$

В итоге $Q_1 = \frac{c\varepsilon^2 R_2}{2(R_1 + R_2)}$

Задача №5:

1. Пусть β – угол преломления

$$\frac{\sin\alpha}{n\sin\beta} = 1 \text{ по закону Снеллиуса}$$

$$\text{Отсюда } \sin\beta = \frac{\sin\alpha}{n}, \text{tg}\beta = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{\sin^2\beta} - 1}} = \frac{\sin\alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}}$$

2. Пусть l_0 – расстояние, которое луч пройдёт по горизонтали до отражения от зеркала
Тогда искомое расстояние равно $2l_0$

Из геометрии $l_0 = htg\beta$

В итоге $l = 2l_0 = 2htg\beta = \frac{2h\sin\alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}}$