

Серия 15: тест

Конструкция из двух лёгких пружин с известными коэффициентами жёсткости и двух грузов с известными массами подвешена к потолку. Ускорение свободного падения равно g .

1. Нарисуйте на первой картинке справа все силы, действующие на грузы.
2. Нарисуйте на второй картинке справа все силы, действующие на пружины.
3. Обозначьте на рисунках все отмеченные силы. Убедитесь в отсутствии повторяющихся обозначений.
4. Для каждой отмеченной силы напишите в первой таблице её обозначение и название.
5. Для каждого взаимодействия, т.е. для каждой пары взаимодействующих тел, во второй таблице запишите:
 - 5.1. Какие тела взаимодействуют,
 - 5.2. Как обозначены две силы, описывающие это взаимодействие,
 - 5.3. Третий закон Ньютона для этих сил.

Убедитесь, что каждая из обозначенных ранее сил вошла в таблицу ровно один раз.

Для полного заполнения таблицы понадобятся три силы, не нарисованные в первых двух пунктах. Обозначьте их каким-нибудь логичным образом так, чтобы эти обозначения не перепутались ни с какой из уже обозначенных ранее сил.

6. Запишите второй закон Ньютона в проекции на вертикальную ось для:
 - 6.1. Нижнего груза (m_2): $F_{\text{упр } 2} - F_{\text{тяж } 2} = 0$ (2 г2)
 - 6.2. Нижней пружины (k_2): $N_2 - P_2 = 0$ (2 п2)
 - 6.3. Верхнего груза (m_1): $F_{\text{упр } 1} - F'_{\text{упр } 2} - F_{\text{тяж } 1} = 0$ (2 г1)
 - 6.4. Верхней пружины (k_1): $N_1 - P_{\text{общ}} = 0$ (2 п1)

Убедитесь, что в каждом законе Ньютона стоят только силы, действующие на соответствующее тело. Глядя на рисунки проверьте, что вы не забыли ни одну из сил в законах Ньютона.

7. Пользуясь написанными уравнениями (вторыми и третьими законами Ньютона), выразите величины всех сил в первой таблице через массы грузов.

Исходно известно, что $F_{\text{тяж } 1} = m_1 \cdot g$ и $F_{\text{тяж } 2} = m_2 \cdot g$. Все уравнения обозначены (зелёные подписи в скобках), и в таблице 1 стрелками указано, в каком порядке и из каких уравнений удаётся определить все остальные силы.

8. Определите, на сколько растянута каждая из пружин.

$$\Delta l_1 = \frac{(m_1 + m_2) \cdot g}{k_1}, \quad \Delta l_2 = \frac{m_2 \cdot g}{k_2}$$

9. Посмотрите внимательно на результат, и поймите, что он одновременно практически очевиден, и насколько длинное рассуждение при этом требуется для его аккуратного доказательства.

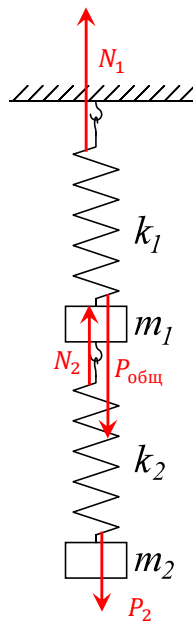
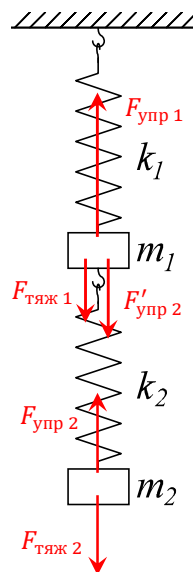


Таблица 1. Список сил. В столбце F укажите введённые обозначения сил.

F	Название	Величина
$F_{\text{упр } 1}$	Сила упругости первой пружины на её нижнем конце	$(m_1 + m_2) \cdot g$
$F'_{\text{упр } 2}$	Сила упругости второй пружины на её верхнем конце	$m_2 \cdot g$
$F_{\text{упр } 2}$	Сила упругости второй пружины на её нижнем конце	$m_2 \cdot g$
$F_{\text{тяж } 1}$	Сила тяжести первого груза	$m_1 \cdot g$
$F_{\text{тяж } 2}$	Сила тяжести второго груза	$m_2 \cdot g$
N_1	Сила реакции опоры на крючок пружины 1 со стороны крюка в потолке	$(m_1 + m_2) \cdot g$
N_2	Сила реакции опоры на крючок пружины 2 со стороны крюка в грузе 1	$m_2 \cdot g$
$P_{\text{общ}}$	Вес системы, висящей на пружине 1 (вес первого груза)	$(m_1 + m_2) \cdot g$
P_2	Вес второго груза	$m_2 \cdot g$



Таблица 2. Список взаимодействий. В столбце $F_{1 \rightarrow 2}$ укажите обозначение силы, действующей на второе тело со стороны первого, а в столбце $F_{2 \rightarrow 1}$ укажите обозначение силы, действующей на первое тело со стороны второго.

Первое тело	Второе тело	$F_{1 \rightarrow 2}$	$F_{2 \rightarrow 1}$	3 з-н Н.
Пружина 1	Груз 1	$F_{\text{упр } 1}$	$P_{\text{общ}}$	$F_{\text{упр } 1} = P_{\text{общ}}$ (3 п1 г1)
Пружина 2	Груз 1	$F'_{\text{упр } 2}$	N_2	$F'_{\text{упр } 2} = N_2$ (3 п2 г1)
Пружина 2	Груз 2	$F_{\text{упр } 2}$	P_2	$F_{\text{упр } 2} = P_2$ (3 п2 г2)
Крючок на потолке	Пружина 1	N_1	$F'_{\text{упр } 1}$	$N_1 = F'_{\text{упр } 1}$
Земля	Груз 1	$F_{\text{тяж } 1}$	$F'_{\text{тяж } 1}$	$F_{\text{тяж } 1} = F'_{\text{тяж } 1}$
Земля	Груз 2	$F_{\text{тяж } 2}$	$F'_{\text{тяж } 2}$	$F_{\text{тяж } 2} = F'_{\text{тяж } 2}$