

# Силы в природе, законы Ньютона

РЕШЕНИ  
Е ЗАДАЧ



Второй закон Ньютона

Равнодействующая

Сила трения

Сила тяжести

Сила упругости

Закон всемирного тяготения

2.4.1. Камень массой 100 г брошен вертикально вверх с начальной скоростью

$$v = 20 \text{ м/с} .$$

Чему равен модуль силы тяжести, действующей на камень в момент броска? (Ответ дайте в ньютонах.) Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

$$F = mg = 0,1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 1 \text{ Н} .$$

2.4.2. На неподвижном горизонтальном столе лежит однородный куб. Его убирают, и вместо него кладут другой куб, сделанный из материала с втрое меньшей плотностью, и с ребром вдвое меньшей длины. Во сколько раз уменьшится давление, оказываемое кубом на стол?

При уменьшении ребра кубика в два раза, его объем уменьшается в  $2^3$  в раз. При этом, площадь основания  $S$  уменьшилась в  $2^2 = 4$  раза. При уменьшении плотности куба в 3 раза, его масса  $m = \rho V$  уменьшилась в 24 раза.

Тогда, давление, оказываемое кубом на стол:  $p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S}$   
уменьшится в  $\frac{24}{4} = 6$  раз.

# Силы в природе, законы Ньютона

РЕШЕНИ  
Е ЗАДАЧ



Второй закон Ньютона

Равнодействующая

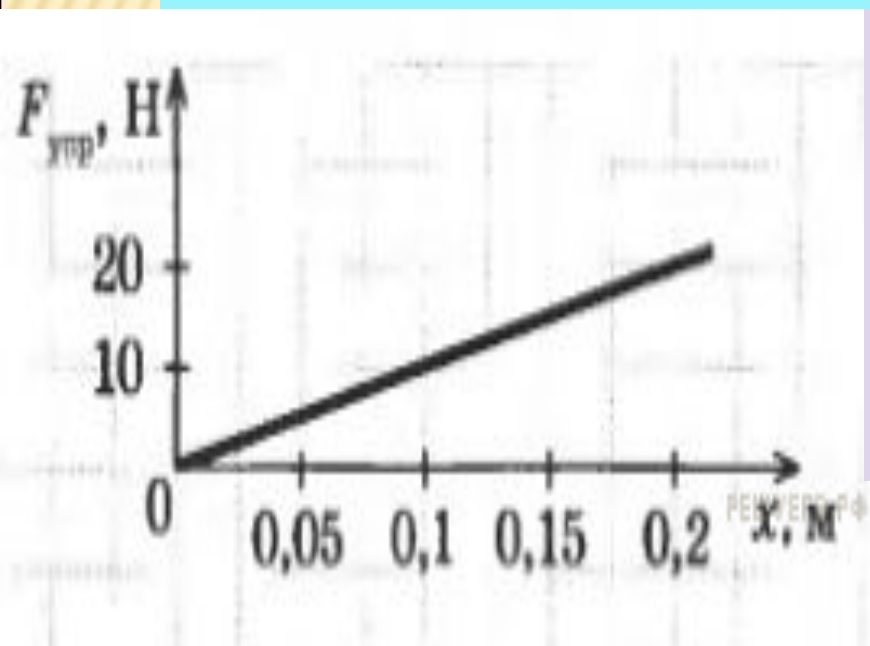
Сила трения

Сила тяжести

Сила упругости

Закон всемирного тяготения

2.4.3. На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости, возникающей при растяжении пружины, от ее деформации. Какова жесткость этой пружины? (Ответ дайте в Н/м.)

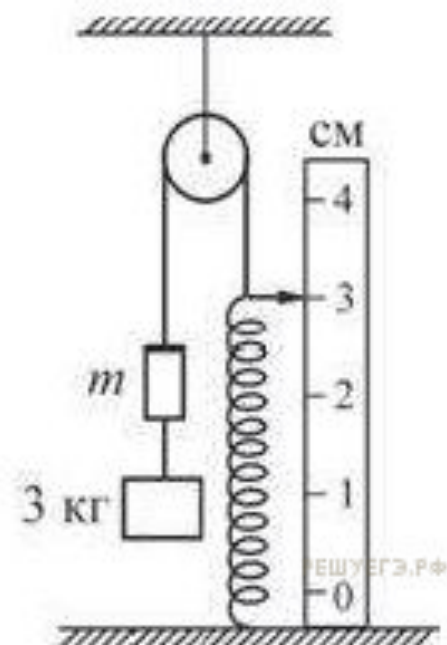
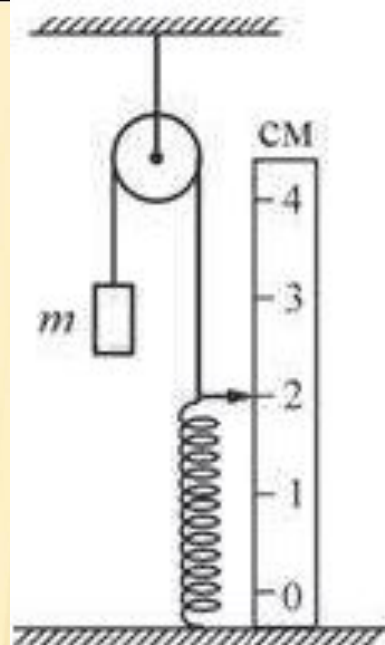


Согласно закону Гука, сила упругости, возникающая при деформации тела, пропорциональна этой деформации

Взяв любую точку на графике, для жесткости пружины имеем

$$k = \frac{F_{\text{упр}}}{x} = \frac{10 \text{ Н}}{0,1 \text{ м}} = 100 \text{ Н/м.}$$

2.4.4. После аккуратного подвешивания к грузу другого груза массой 3 кг пружина удлинилась так, как показано на рисунке, и система пришла в равновесие. Пренебрегая трением, определите, чему равен коэффициент жесткости пружины. (Ответ дайте в Н/м.) Нить считайте невесомой. Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ .



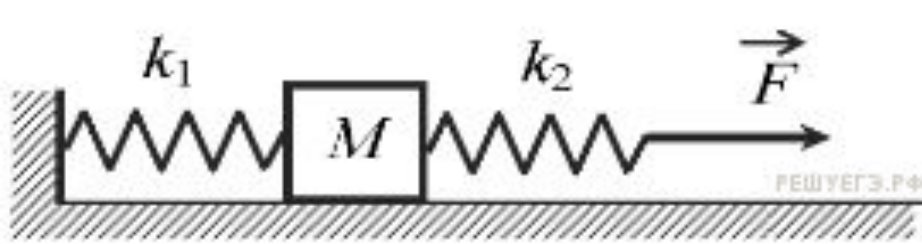
Для первой картинки (до прикрепления груза) имеем:

$$mg = k\Delta x_1.$$

Для второй картинки (после прикрепления груза):

$$(m + 3 \text{ кг})g = k\Delta x_2. \quad \downarrow$$

$$k = \frac{3 \text{ кг} \cdot g}{\Delta x_2 - \Delta x_1} = \frac{3 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2}{0,01 \text{ м}} = 3000 \text{ Н/м}.$$



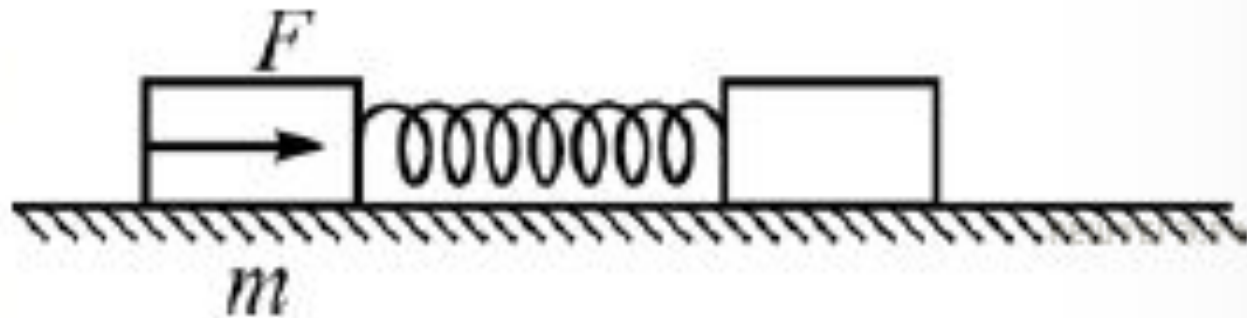
2.4.5. К системе из кубика массой 1 кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила (см. рисунок), Система покоится. Между кубиком и опорой трения нет.

Левый край первой пружины прикреплен к стенке. Удлинение первой пружины равно 2 см. Вторая пружина растянута на 3 см. Жёсткость первой пружины 600 Н/м. Какова жёсткость второй пружины? (Ответ дайте в Н/м.)

Поскольку трения между кубиком и опорой нет, а кубик покоится (его ускорение равно нулю), второй закон Ньютона для кубика в проекции на горизонтальную ось приобретает

вид:

$$k_2 \Delta x_2 - k_1 \Delta x_1 = 0 \Leftrightarrow k_2 = k_1 \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2} = 600 \text{ Н/м} \cdot \frac{2 \text{ см}}{3 \text{ см}} = 400 \text{ Н/м}.$$



2.4.6. На гладкой горизонтальной поверхности лежат два бруска, соединённые лёгкой пружиной. К бруску массой  $m = 2$  кг прикладывают постоянную силу, равную по модулю  $F = 8$  Н и направленную горизонтально вдоль оси пружины (см. рисунок). Определите модуль силы упругости пружины в момент, когда этот брусок движется с ускорением  $1,5$  м/с<sup>2</sup>.


$$m\vec{a} = \vec{F} + \vec{F}_{\text{упр}} \cdot \rightarrow ma = F - F_{\text{упр}}$$

$$F_{\text{упр}} = F - ma = 8 - 1,5 \cdot 2 = 5 \text{ Н.}$$



2.4.7. Нерастянутая пружина имеет длину 20 см. Для того чтобы растянуть эту пружину на 2 см, потребовалось приложить к двум её концам равные по модулю силы, направленные противоположно друг другу вдоль оси пружины. Чему станет равна длина этой пружины, если увеличить модуль каждой из приложенных сил в 5 раз, не меняя их направления? Для пружины справедлив закон Гука. Ответ дайте в см.

По третьему закону Ньютона, растягивание пружины с двух сторон с одинаковыми силами  $F$  равносильно растягиванию закрепленной пружины с силой  $F$ . По закону Гука


$$F = k\Delta x \Leftrightarrow k = \frac{F}{\Delta x_1}.$$

2.4.7. Нерастянутая пружина имеет длину 20 см. Для того чтобы растянуть эту пружину на 2 см, потребовалось приложить к двум её концам равные по модулю силы, направленные противоположно друг другу вдоль оси пружины. Чему станет равна длина этой пружины, если увеличить модуль каждой из приложенных сил в 5 раз, не меняя их направления? Для пружины справедлив закон Гука. Ответ дайте в см.



$$F = k\Delta x \Leftrightarrow k = \frac{F}{\Delta x_1}.$$

$$\Delta x_2 = \frac{F_2}{k} = \frac{5F \Delta x_1}{F} = 5\Delta x_1 = 10 \text{ см.}$$

Для второго случая имеем



Длина пружины будет равна  $20 + 10 = 30$  см.

# Силы в природе, законы Ньютона

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ



Второй закон Ньютона

Равнодействующая

Сила трения

Сила тяжести

Сила упругости

Закон всемирного тяготения

2.6.1 Две планеты с одинаковыми массами обращаются по круговым орбитам вокруг звезды. Для первой из них сила притяжения к звезде в 4 раза меньше, чем для второй. Каково отношение радиусов орбит первой и второй планет?

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

Таким образом, сила притяжения планеты к звезде обратно пропорциональна квадрату радиуса орбиты, в силу равенства масс отношение сил притяжения к звезде первой и второй планет обратно пропорционально отношению квадратов радиусов орбит

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2}. \quad F_1 = \frac{1}{4} F_2, \quad \longrightarrow \quad \frac{1}{4} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \Leftrightarrow \frac{R_1}{R_2} = 2.$$

2.6.2. Расстояние от спутника до поверхности Земли равно радиусу Земли. Во сколько раз уменьшится сила притяжения спутника к Земле, если расстояние от него до поверхности Земли станет равным трем радиусам Земли?

В первом случае


$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}, \quad \Rightarrow \quad F_1 = G \frac{m_1 m_2}{(R + R)^2} = G \frac{m_1 m_2}{4R^2}.$$

Во втором случае

$$F_2 = G \frac{m_1 m_2}{(R + 3R)^2} = G \frac{m_1 m_2}{16R^2},$$

то есть сила уменьшится в 4 раза.

2.6.3. Два искусственных спутника Земли массой 200 кг и 400 кг и обращаются по круговым орбитам одинакового радиуса. Чему равно отношение скоростей  $V_2/V_1$  этих спутников ?

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}.$$


$$ma_{\text{ц.с.}} = G \frac{mM}{R^2} \Leftrightarrow m \frac{v^2}{R} = G \frac{mM}{R^2} \Leftrightarrow \frac{v^2}{R} = G \frac{M}{R^2} \Leftrightarrow v = \sqrt{G \frac{M}{R}}.$$

Из формулы видно, что скорость не зависит от массы тела, а зависит только от радиуса вращения.

Следовательно, скорости спутников, вращающихся по круговым орбитам одинакового