Силы в природе, законы Ньютона

РЕШЕНИЕ 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

$$\upsilon = 20 \text{ м/с}.$$

Чему равен модуль силы тяжести, действующей на камень в момент броска? (Ответ дайте в ньютонах.) Ускорение свободного падения принять равным 10 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.

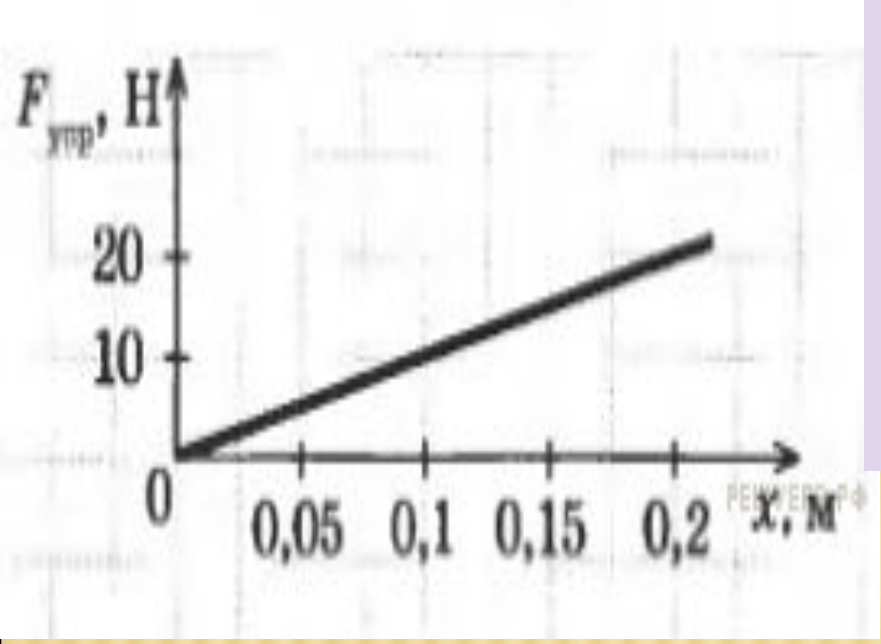
Тогда, давление, оказываемое кубом на стол: $p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S}$ уменьшится в $\frac{24}{4} = 6$ раз.

Силы в природе, законы Ньютона

РЕШЕНИЕ 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.)

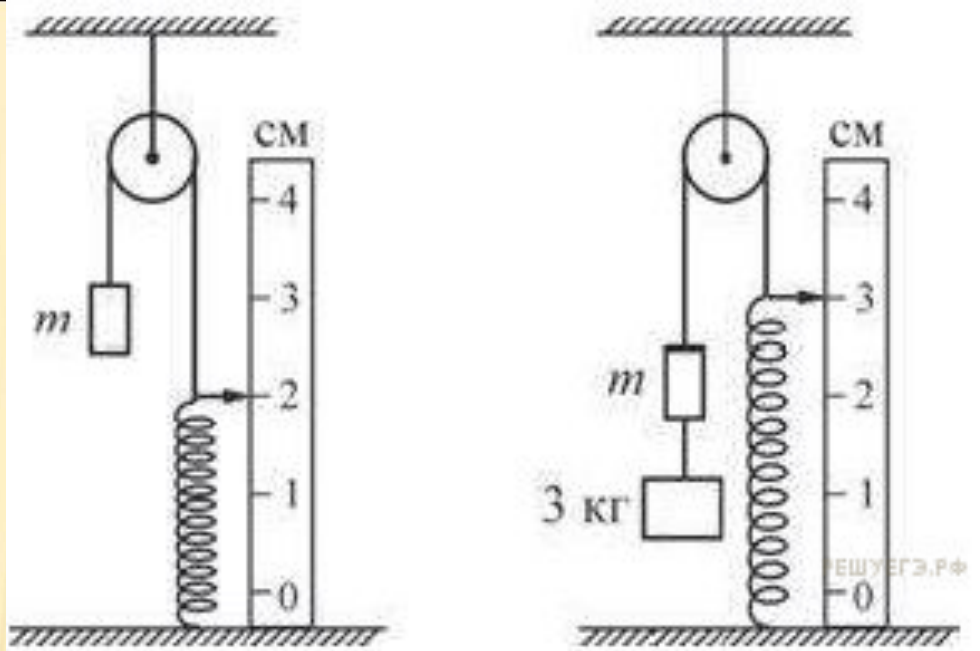


Согласно закону Гука, сила упругости, возникающая при деформации тела, пропорциональна этой деформации

Взяв любую точку на графике, для жесткости пружины имеем

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

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 м/с^2.



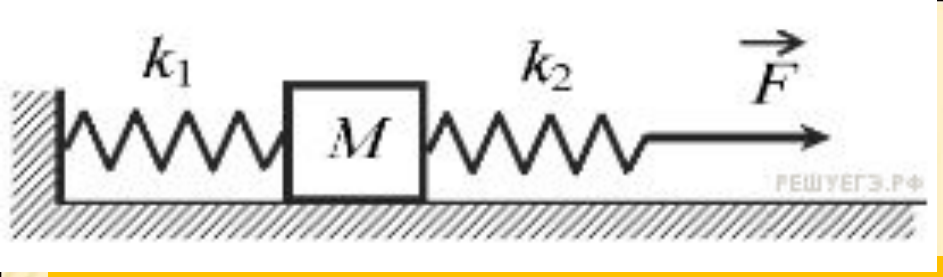
Для первой картинки (до прикрепления груза) имеем:

$$mg = k\Delta x_1 .$$

Для второй картинки (после прикрепления груза):

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

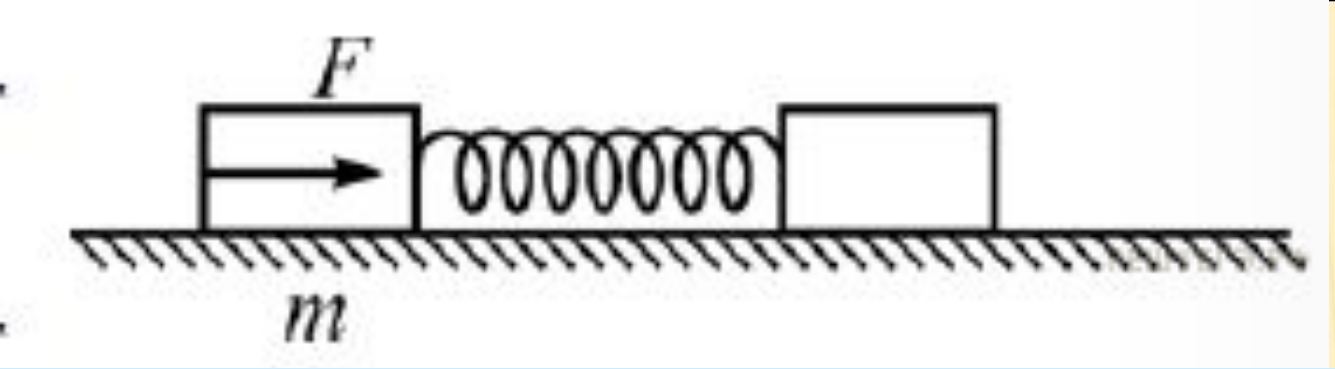
$$k = \frac{3\ \text{кг} \cdot g}{\Delta x_2 - \Delta x_1} = \frac{3\ \text{кг} \cdot 10\ \text{м/с}^2}{0{,}01\ \text{м}} = 3000\ \text{Н/м}.$$



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 прикреплён 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^2.

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

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

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.

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

Для второго случая имеем

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

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

2.6.1Две 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

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

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

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

$$F_1 = G\frac{m_1 m_2}{(R+R)^2} = G\frac{m_1 m_2}{4R^2}.$$

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 V2/V1 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