

## Задание №2

### Второй закон Ньютона

1. Четыре одинаковых кирпича массой 3 кг каждый сложены в стопку (см. рис.). На сколько увеличится сила  $N$ , действующая со стороны горизонтальной опоры на 1-й кирпич, если сверху положить ещё один такой же кирпич? Ответ выразите в ньютонах.

По второму закону Ньютона, для первоначальной стопки кирпичей:

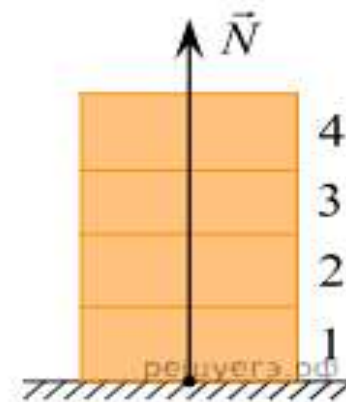
$$N_1 = 4mg$$

После добавления 1 кирпича:

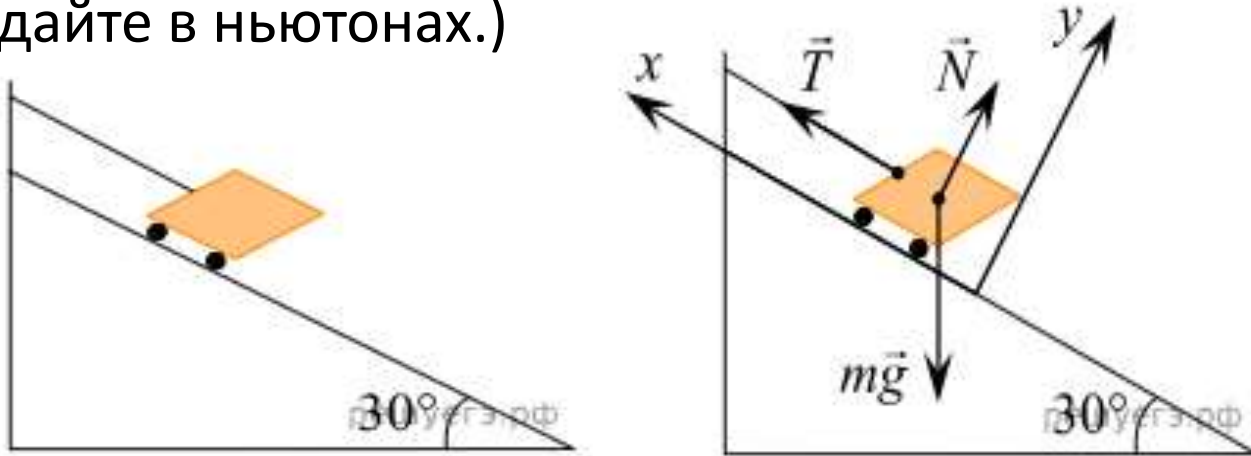
$$N_2 = 5mg$$

Увеличение силы:  $\Delta N = N_2 - N_1 = 5mg - 4mg = mg = 3 \cdot 10 = 30 \text{ Н}$

Ответ: 30



2. Тележка массой 0,1 кг удерживается на наклонной плоскости с помощью нити (см. рис.). Чему равна сила натяжения нити? (Ответ дайте в ньютонах.)



По второму 3-му Ньютона:

$$m\vec{a} = \vec{T} + \vec{N} + m\vec{g}$$

$$\begin{cases} 0 = T - mg\sin 30^\circ \text{ (ось } x) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0 = N - mg\cos 30^\circ \text{ (ось } y) \end{cases}$$

$$T = mg\sin 30^\circ = 0,1 \cdot 10 \cdot 0,5 = 0,5\text{H}$$

Ответ: 0,5

3. На полу лифта, разгоняющегося вверх с постоянным ускорением  $1\text{ м/с}^2$  лежит груз массой  $5\text{ кг}$ . Каков вес этого груза? Ответ выразите в ньютонах.

$$P = m(g + a) = 5(10 + 1) = 55\text{ Н}$$

Ответ: 55

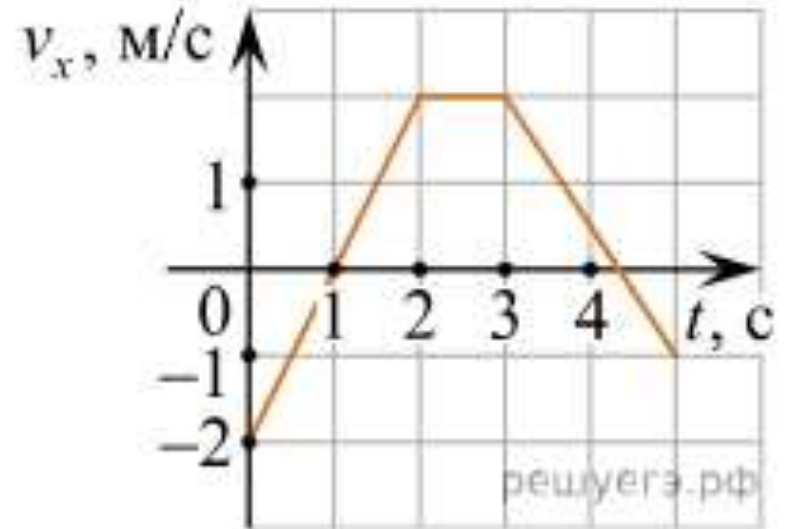
4. Тело массой 2 кг движется вдоль оси  $Ox$ . На рисунке представлен график зависимости проекции скорости  $v_x$  этого тела от времени  $t$ . Чему равен модуль проекции силы  $F_x$ , действующей на это тело в течение первой секунды движения? (Ответ дайте в ньютонах.)

Ускорение за 1 секунду:

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{0 + 2}{1} = 2 \text{ м/с}^2$$

$$F = ma = 2 * 2 = 4 \text{ Н}$$

Ответ: 4



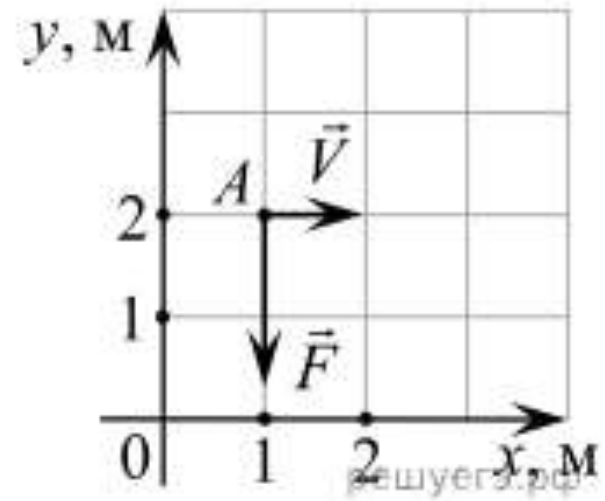
5. Точечное тело массой 0,5 кг свободно движется по гладкой горизонтальной плоскости параллельно оси  $Ox$  со скоростью  $V = 4$  м/с (см. рис., вид сверху). В момент времени  $t = 0$ , когда тело находилось в точке  $A$ , на него начинает действовать сила  $\vec{F}$  модуль которой равен 1 Н. Чему равна координата этого тела по оси  $Ox$  в момент времени  $t = 4$  с? (0

Сила действует на тело параллельно  
оси  $Oy$ , значит, ускорения по оси  $Ox$   
нет.

Координата:

$$x = x_0 + vt = 1 + 4 * 4 = 17 \text{ м}$$

Ответ: 17



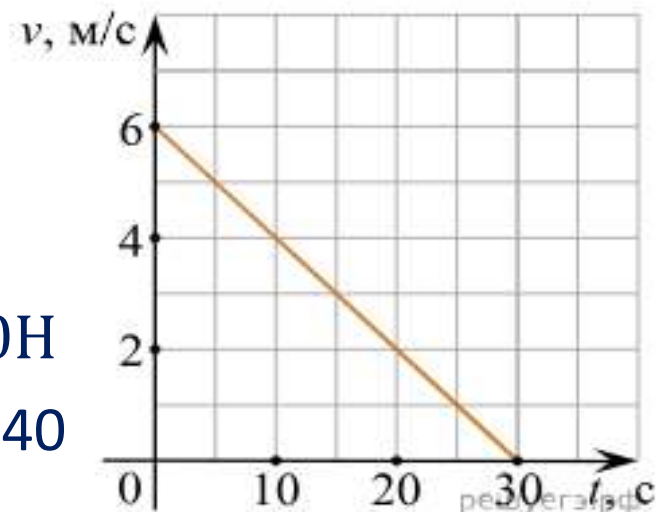
6. Лифт массой 800 кг, закрепленный на тросе, поднимается вертикально вверх. На рисунке изображен график зависимости модуля скорости  $V$  лифта от времени  $t$ . Чему равна сила натяжения троса? Ответ выразите в ньютонах. Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

Из графика ускорение лифта:

$$a = -\frac{|\Delta v|}{\Delta t} = -\frac{|0 - 6|}{30 - 0} = -0,2 \text{ м/с}^2$$

$$T = m(g + a) = 800(10 - 0,2) = 7840 \text{ Н}$$

Ответ: 7840



7. К бруску массой  $m_1 = 3$  кг, находящемуся на закреплённой наклонной шероховатой плоскости, приложена сила  $F = 12$  Н, направленная вдоль плоскости, как показано на рисунке. При этом брусок движется вверх с ускорением. На какую величину изменится ускорение бруска, если, не изменяя модуля и направления силы  $F$  заменить брусок на другой - из того же материала, но массой  $m_2 = \frac{2}{3} m_1$ ? Ответ выразите в метрах на секунду в квадрате.

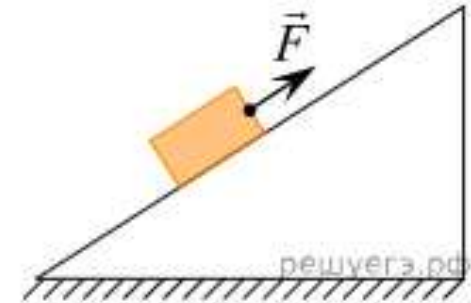
По второму з-ну Ньютона:

$$m\vec{a} = \vec{F} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}}$$

$$\begin{cases} m_1 a_1 = F - m_1 g \sin \alpha - F_{\text{тр}} \text{ (ось } x) \\ 0 = N - m_1 g \cos \alpha \text{ (ось } y) \end{cases}$$

$$m_1 a_1 - F - m_1 g \sin \alpha - \mu N$$

$$N = m_1 g \cos \alpha$$



Отсюда,  $m_1 a_1 - F = -m_1 g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$

Второй брусок:  $m_2 a_2 - F = -m_2 g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$

$$\frac{m_1 a_1 - F}{m_2 a_2 - F} = \frac{m_1}{m_2} \quad a_2 - a_1 = \frac{F \left( m_1 - \frac{2m_1}{3} \right)}{m_1 \cdot \frac{2m_1}{3}} = \frac{F}{2m_1} = \frac{12}{2 \cdot 3} = 2 \text{ м/с}^2$$

Ответ: 2

8. Кубик массой  $M = 1$  кг, сжатый с боков пружинами (см. рис.), покоится на гладком горизонтальном столе. Первая пружина сжата на 4 см, а вторая сжата на 3 см. Жёсткость первой пружины  $k_1 = 600$  Н/м. Чему равна жёсткость второй пружины  $k_2$ ? Ответ выразите в ньютонах на метр.

Так как кубик покоится, то по второму 3-му Ньютона:

$$F_{\text{упр1}} = F_{\text{упр2}}$$
$$k_1 \Delta x_1 = k_2 \Delta x_2$$

$$\text{Отсюда, } k_2 = \frac{k_1 \Delta x_1}{\Delta x_2} = \frac{600 \cdot 4 \cdot 10^{-2}}{3 \cdot 10^{-2}} = 800 \text{ Н/м}$$

Ответ: 800



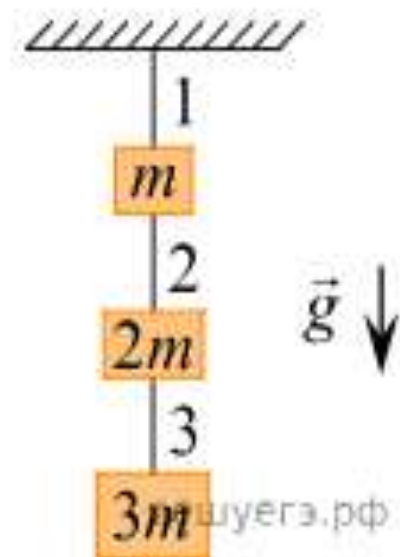


9. Три бруска массами  $m$ ,  $2m$  и  $3m$  с помощью невесомых нерастяжимых нитей 1, 2 и 3 соединены между собой и прикреплены к потолку (см. рис.). Система находится в равновесии. Чему равно отношение модулей сил натяжения нитей 1 и 2?

По второму з-ну Ньютона, сила натяжения нити по модулю равна силе тяжести, которая приводит к растяжению нити.

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{6mg}{5mg} = 1,2$$

Ответ: 1,2



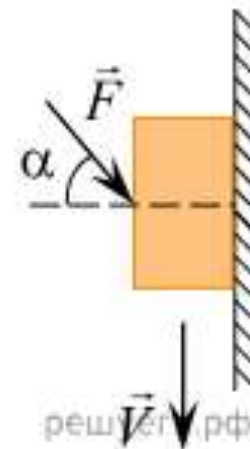
10. Брусок массой 100 г перемещают с постоянной скоростью вертикально вниз вдоль шероховатой вертикальной стены, действуя на него силой  $\vec{F}$ . Эта сила равна по модулю 5 Н и направлена под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонтали так, как показано на рисунке. Чему равен модуль силы трения, действующей на брусок?

По второму з-ну Ньютона:

$$F_{\text{тр}} - F \sin \alpha - mg = 0$$

$$F_{\text{тр}} = F \sin \alpha + mg = 5 * 0,5 + 0,1 * 10 = 3,5 \text{ Н}$$

Ответ: 3,5



11. Небольшое тело массой 0,15 кг движется вдоль оси  $Ox$  по инерции со скоростью 2 м/с. К этому телу прикладывают постоянную силу, направленную вдоль оси  $Ox$ . Чему равен модуль этой силы, если под её действием скорость тела за 3 с возросла до 6 м/с? *Ответ дайте в ньютонах.*

По второму з-ну Ньютона:

$$F = ma \quad a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$\text{Отсюда, } F = \frac{m(v - v_0)}{t} = \frac{0,15(6 - 2)}{3} = 0,2 \text{ Н}$$

Ответ: 0,2

12. Конический маятник представляет собой маленький шарик, закреплённый на нити, который совершает вращательное движение по окружности в горизонтальной плоскости. Нить маятника составляет угол  $60^\circ$  с вертикалью, линейная скорость шарика 3 м/с. Определите длину нити этого маятника. *Ответ дайте в сантиметрах*

По второму з-ну Ньютона:

$$m\vec{a} = \vec{T} + \vec{F}_{\text{тяж}}$$

$$\begin{cases} ma = T \sin \alpha \text{ (ось } x) \\ 0 = -mg + T \cos \alpha \text{ (ось } y) \end{cases}$$

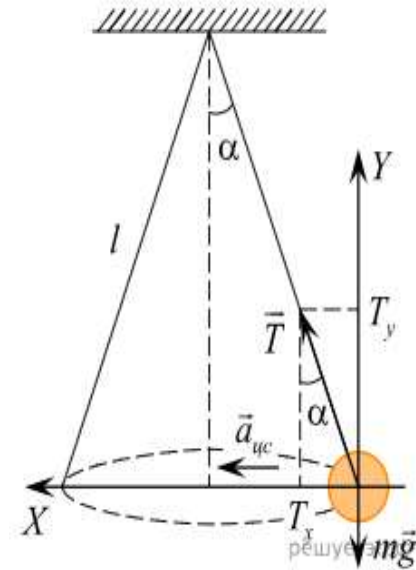
Отсюда,  $\frac{a}{g} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha \quad a = g \operatorname{tg} \alpha$

Центростремительное ускорение:  $a = \frac{v^2}{R}$

Из треугольника:

$$l = \frac{R}{\sin \alpha} = \frac{v^2}{g \operatorname{tg} \alpha \sin \alpha} = 0,6 \text{ м} = 60 \text{ см}$$

Ответ: 60

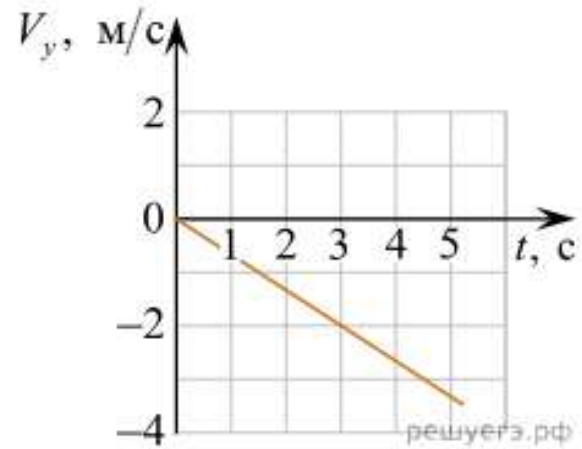
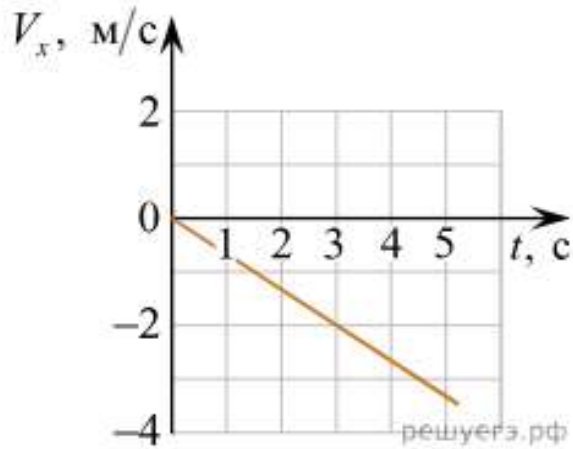


13. Точечное тело массой 2 кг покоится на гладкой горизонтальной плоскости  $XOY$ . На тело начинает действовать сила, направленная вдоль оси  $OX$ , и равная по модулю 2 Н. Через 2 с действие этой силы прекращается, и в тот же момент на тело начинает действовать сила, направленная вдоль оси  $OY$ , и равная по модулю 3 Н. Далее эта сила не изменяется. Чему равна проекция ускорения тела на ось  $OX$  через 3 с после начала движения? *Ответ дайте в метрах на секунду в квадрате.*

При изменении направления действия силы ее проекция на ось  $Ox$  стала равной нулю. Следовательно, проекция ускорения на ось  $Ox$  после смены направления движения тоже стала равной 0.

Ответ: 0

14. Точечное тело массой 2,4 кг движется прямолинейно вдоль горизонтальной плоскости  $OXY$ . На графиках показано, как зависят от времени  $t$  проекции скорости этого тела на координатные оси. Чему равна проекция на ось  $OX$  силы, действующей на это тело? *Ответ дайте в ньютонах.*



По второму 3-му Ньютона:

$$F = ma \quad a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$\text{Отсюда, } F = \frac{m(v - v_0)}{t} = \frac{2,4(-2 - 0)}{3} = -1,6 \text{ Н}$$

Ответ: -1,6

15. На горизонтальном столе лежит тело массой 4 кг. На него начинает действовать направленная вертикально вверх сила  $\vec{F}$ . График зависимости модуля  $F$  этой силы от времени  $t$  показан на рисунке. Чему равен модуль ускорения тела через 15 секунд после начала действия данной силы? Трение отсутствует.

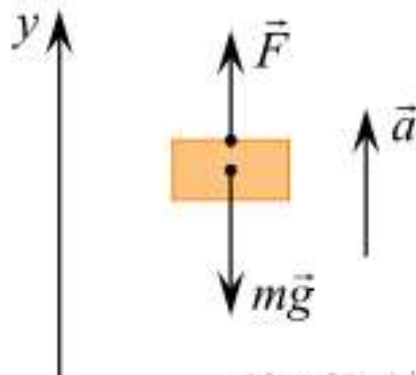
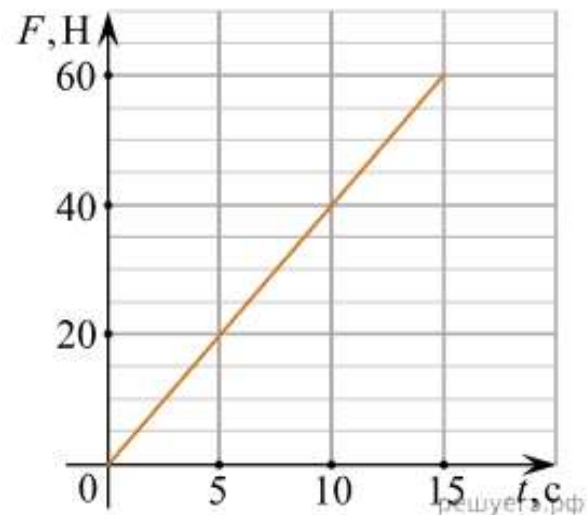
Через 15 с на тело действует сила 60 Н

По второму з-ну Ньютона:

$$F - mg = ma$$

$$\text{Отсюда, } a = \frac{F - mg}{m} = \frac{60 - 4 \cdot 10}{4} = 5 \text{ м/с}^2$$

Ответ: 5



16. На невесомых нерастяжимых нитях подвешены четыре груза. Разность сил натяжения нитей 1 и 4 равна 60 Н, а разность сил натяжения нитей 1 и 2 равна 10 Н. Найдите отношение суммы масс второго и третьего груза к массе первого груза.

Второй з-н Ньютона для каждого тела:

$$T_1 - m_1g - T_2 = 0$$

$$T_2 - T_3 - m_2g = 0$$

$$T_3 - T_4 - m_3g = 0$$

$$T_4 - m_4g = 0$$

Отсюда:

$$T_1 = (m_1 + m_2 + m_3 + m_4)g$$

$$T_2 = (m_2 + m_3 + m_4)g$$

$$T_3 = (m_3 + m_4)g$$

$$T_4 = m_4g$$

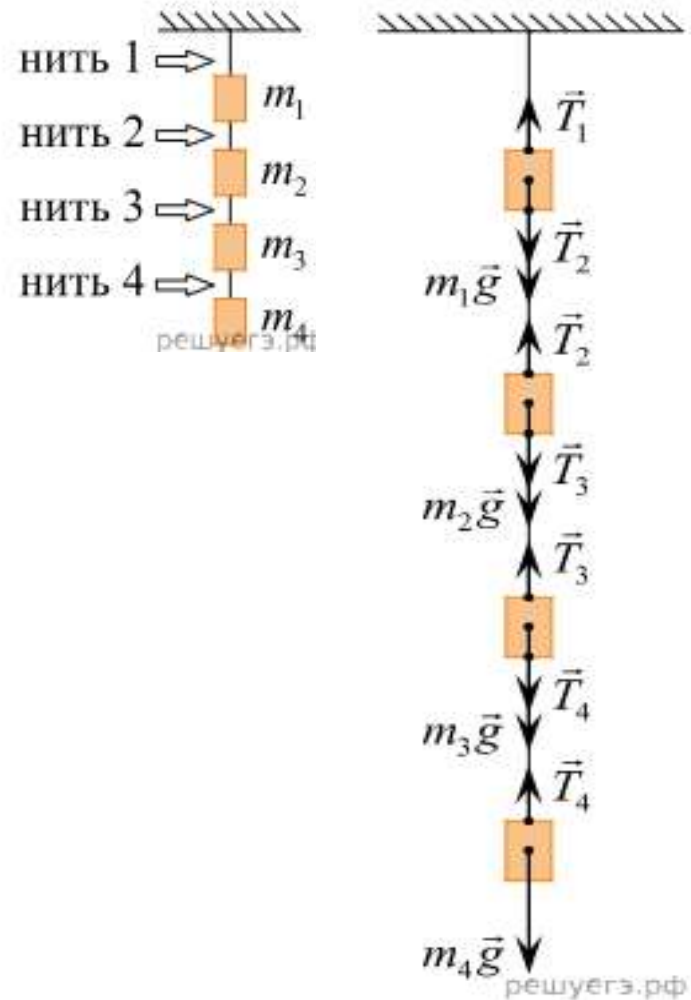
По условию:  $\Delta T_{1,4} = 60 \text{ Н}$ ,  $\Delta T_{1,2} = 10 \text{ Н}$

$$\Delta T_{1,2} = T_1 - T_2 = m_1g$$

$$\Delta T_{1,4} = T_1 - T_4 = (m_1 + m_2 + m_3)g$$

$$\text{Отсюда, } \frac{m_2 + m_3}{m_1} = \frac{\Delta T_{1,4} - \Delta T_{1,2}}{\Delta T_{1,2}} = \frac{60 - 10}{10} = 5$$

Ответ: 5





17. В инерциальной системе отсчёта сила, равная по модулю 16 Н, сообщает телу массой  $m$  ускорение  $a$ . Чему равен модуль силы, под действием которой тело массой  $m/2$  будет иметь в этой системе отсчёта ускорение  $a/4$ ?  
Ответ приведите в ньютонах.

По второму 3-му Ньютона:

$$F_1 = ma$$

Отсюда модуль второй силы:

$$F_2 = \frac{m}{2} \cdot \frac{a}{4} = \frac{F_1}{8} = \frac{16}{8} = 2 \text{ Н}$$

Ответ: 2

18. Брусок массой 0,5 кг равномерно двигают по горизонтальному столу, прикладывая к нему силу, направленную вдоль поверхности стола и равную по модулю 2 Н. С каким ускорением будет двигаться этот брусок, если увеличить модуль приложенной к нему силы до 6 Н, не меняя направления этой силы? *Ответ запишите в метрах на секунду в квадрате.*

По второму з-ну Ньютона при равномерном движении:

$$F_{\text{тр}} = F_1$$

При равноускоренном движении по второму з-ну Ньютона ускорение тела:

$$a = \frac{F_2 - F_{\text{тр}}}{m} = \frac{F_2 - F_1}{m} = \frac{6 - 2}{0,5} = 8 \text{ м/с}^2$$

Ответ: 8

19. На гладкой горизонтальной поверхности находится маленький брусок. Если приложить к нему силу, направленную вдоль данной поверхности и равную по модулю 8 Н, то брусок будет двигаться с ускорением  $a_1$ . Если приложить к этому бруску две взаимно перпендикулярные силы, направленные вдоль данной поверхности и равные по модулю 8 Н и 6 Н, то брусок будет двигаться с ускорением  $a_2$ . Найдите отношение модулей ускорений  $a_2/a_1$ . Ответ округлите до сотых долей.

Во втором случае на тело действует равнодействующая взаимно перпендикулярных сил:

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{36 + 64} = 10 \text{ Н}$$

По второму з-ну Ньютона:  $a_1 = \frac{F_1}{m}$  и  $a_2 = \frac{F}{m}$

Отсюда,  $\frac{a_2}{a_1} = \frac{F}{F_1} = \frac{10}{8} = 1,25$

Ответ: 1,25

20. Штангист-тяжеловес массой 160 кг отрывает от помоста штангу массой 220 кг и начинает поднимать её. В некоторый момент ускорение штанги направлено вертикально вверх и равно по модулю  $0,1 \text{ м/с}^2$ . Определите модуль силы, с которой в этот момент ноги штангиста давят на помост вертикально вниз. *Ответ запишите в ньютонах.*

По второму з-ну Ньютона:

$$N = m_1(g + a)$$

По третьему з-ну Ньютона:  $F_1 = N$

Спортсмен вместе со штангой действует на мост:

$$F = F_1 + m_2g = m_1(g + a) + m_2g$$
$$F = 220(10 + 0,1) + 160 \cdot 10 = 3822 \text{ Н}$$

Ответ: 3822

21. На графике приведена зависимость ускорения бруска, скользящего без трения от горизонтальной силы. Систему отсчета считать инерциальной. Чему равна масса бруска?  
*Ответ запишите в килограммах*

По графику:  $F = 6 \text{ Н}$ ,  $a = 0,25 \text{ м/с}^2$

По второму з-ну Ньютона:

$$m = \frac{F}{a} = \frac{6}{0,25} = 24 \text{ кг}$$

Ответ: 24

