

2.5. Прямолинейное движение системы тел – 1

2.5.1. Два тела, массы которых $m_1 = 2$ кг и $m_2 = 3$ кг, связаны нитью и лежат на гладком столе (рис. 2.5.1). Найдите ускорение тел и силу натяжения нити, если сила $F = 5$ Н приложена к телу: а) массой m_1 ; б) массой m_2 .

2.5.2. К стержню длиной $l = 0,5$ м приложена сила $F = 4$ Н, как показано на рисунке 2.5.2. Найдите силу упругости, возникающую в сечении стержня, находящемся на расстоянии $x = 0,2$ м от его левого конца.

2.5.3. Два бруска массами $m_1 = 0,4$ кг и $m_2 = 0,6$ кг, соединенные пружиной, движутся под действием силы $F = 4,92$ Н (рис. 2.5.3). Коэффициент трения между каждым бруском и плоскостью $\mu = 0,4$. Найдите ускорение брусков и растяжение пружины, если ее коэффициент жесткости $k = 10$ Н/м.

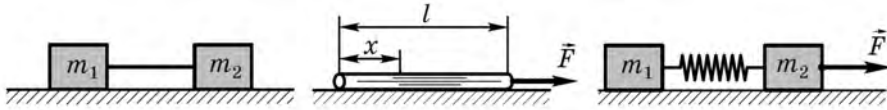


Рис. 2.5.1

Рис. 2.5.2

Рис. 2.5.3

2.5.4. Два тела массами $m_1 = 0,2$ кг и $m_2 = 0,8$ кг связаны нитью, выдерживающей силу натяжения $T = 2$ Н. На тело массой m_2 начинает действовать горизонтальная сила $F = 0,5t$, где t — время. В какой момент времени t нить порвется?

2.5.5. На столе лежат два связанных нитью бруска. Масса левого бруска $m_1 = 1$ кг, правого — $m_2 = 3$ кг. Коэффициент трения между каждым столом и бруском $\mu = 0,2$ (рис. 2.5.4). Найдите ускорение системы и силу натяжения соединяющей их нити, если к левому бруску приложить силу F_1 , а к правому F_2 . Задачу решить для случаев: а) $F_1 = 1$ Н; $F_2 = 2$ Н; б) $F_1 = 2$ Н; $F_2 = 16$ Н.

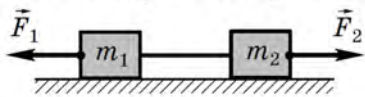


Рис. 2.5.4

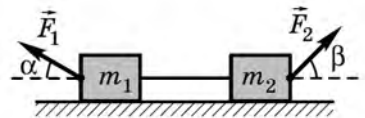


Рис. 2.5.5

котором находится брусок массой $m = 1$ кг (рис. 2.5.6). Какую силу F нужно приложить к нижнему бруску, чтобы он двигался с постоянным ускорением $a = 5$ м/с²? Коэффициент трения между брусками $\mu = 0,5$.

2.5.6. Два бруска массами m_1 и m_2 , связанные нитью, находятся на шероховатом столе. К ним приложены силы F_1 и F_2 , составляющие с горизонтом углы α и β (рис. 2.5.5). Найдите силу натяжения нити и ускорение системы, если коэффициенты трения тел о стол одинаковы и равны μ . Бруски от стола не отрываются и движутся влево.

2.5.7. На гладком горизонтальном столе лежит брусок массой $M = 2$ кг, на котором находится брусок массой $m = 1$ кг (рис. 2.5.6). Какую силу F нужно приложить к нижнему бруску, чтобы он двигался с постоянным ускорением $a = 5$ м/с²? Коэффициент трения между брусками $\mu = 0,5$.

2.5.8. С каким ускорением будут двигаться по наклонной плоскости два бруска массами $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 2$ кг, соединенные друг с другом нитью (рис. 2.5.7)? Коэффициенты трения между брусками и поверхностью $\mu_1 = 0,1$ и $\mu_2 = 0,2$ соответственно. Угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$. Как изменится ответ, если $\mu_1 > \mu_2$ (т. е. $\mu_1 = 0,2$, а $\mu_2 = 0,1$)?

2.5.9. Два тела массами m_1 и m_2 , соединенные недеформированной пружиной жесткостью k , удерживаются на наклонной плоскости с углом при основании α (рис. 2.5.8). Коэффициенты трения тел о плоскость равны μ_1 и μ_2 соответственно, причем $\mu_1 < \text{tg } \alpha$, $\mu_2 > \text{tg } \alpha$. Найдите установившееся изменение длины Δx пружины, если тела отпустить.

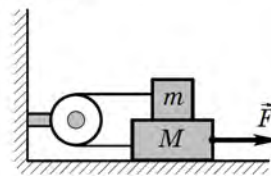


Рис. 2.5.6

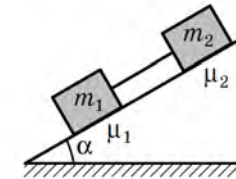


Рис. 2.5.7

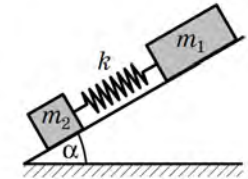


Рис. 2.5.8

2.5.10. Магнит находится на вертикальной стенке. К крючку на магните подвешено тело массой, равной массе магнита (рис. 2.5.9). Сила притяжения магнита стенкой $F = 10$ Н. При движении тел вдоль стенки сила натяжения нити, связывающей тела, $T = 3$ Н. Найдите коэффициент трения между магнитом и стенкой.

2.5.11. К грузу массой $m_1 = 7$ кг подвешен на веревке груз массой $m_2 = 5$ кг. Масса веревки $m = 4$ кг. Найдите силу натяжения веревки в сечениях А, В, С, если всю систему поднимать вертикально силой $F = 196$ Н (рис. 2.5.10).

2.5.12. Через блок перекинута нить, на концах которой укреплены грузы m и $2m$. Найдите ускорение данной системы тел (рис. 2.5.11), силу натяжения нити и силу давления на ось блока, если $m = 0,2$ кг.

2.5.13. На концах веревки длиной $l = 12$ м и массой $m = 6$ кг укреплены два груза, массы которых $m_1 = 2$ кг и $m_2 = 12$ кг. Веревка переброшена через блок и начинает скользить по нему без трения (рис. 2.5.12). Найдите силу натяжения T середины веревки в тот момент, когда ее длина по одну сторону блока $l = 8$ м. В начальный момент грузы находились на одной высоте.

2.5.14. Два груза, связанные нитью, перекинутой через неподвижный блок, установлены на расстоянии $h = 2$ м друг от друга (рис. 2.5.13). Предоставленные самим себе, грузы, спустя время $t = 2$ с после начала движения, оказались на одной высоте. Масса груза $m_1 = 0,3$ кг. Найдите массу m_2 второго груза, силу натяжения нити и силу давления на ось блока.

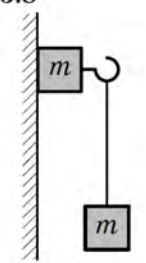


Рис. 2.5.9

• 2.5.15. Через блок перекинут шнур. На одном конце шнура привязан груз массой m_1 , а по другому концу может скользить кольцо массой m_2 (рис. 2.5.14). Найдите ускорение, с которым движется кольцо, если груз массой m_1 неподвижен. Чему равна сила трения кольца о брусок?

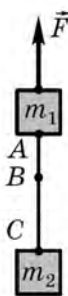


Рис. 2.5.10

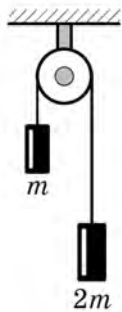


Рис. 2.5.11

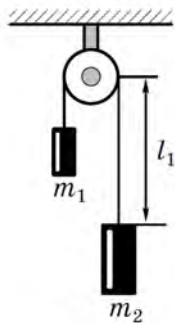


Рис. 2.5.12

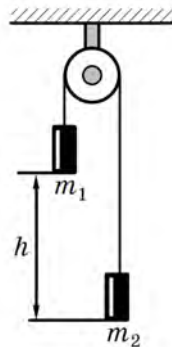


Рис. 2.5.13

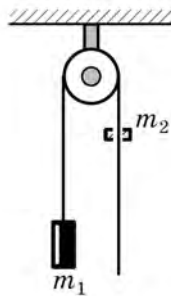


Рис. 2.5.14

Ответы:

2.5.1. Ускорение не зависит от того, к какому телу приложена сила, и

$$a = \frac{F}{m_1 + m_2} = 1 \text{ м/с}^2;$$

$$\text{а) } T_1 = \frac{m_2 F}{m_1 + m_2} = 3 \text{ Н};$$

$$\text{б) } T_2 = \frac{m_1 F}{m_1 + m_2} = 2 \text{ Н}.$$

$$2.5.2. F_{\text{упр}} = F \frac{x}{l} = 1,6 \text{ Н}.$$

$$2.5.3. a = \frac{F - \mu(m_1 + m_2)g}{m_1 + m_2} = \frac{F}{m_1 + m_2} - \mu g = 1 \text{ м/с}^2;$$

$$x = \frac{m_1}{k} \left(\frac{F}{m_1 + m_2} - \mu g \right) = 0,04 \text{ м} = 4 \text{ см}.$$

$$2.5.4. t = \frac{(m_1 + m_2)T}{0,5 m_2} = 5 \text{ с}.$$

$$2.5.5. \text{а) } a = 0; T = 0;$$

$$\text{б) } a = \frac{F_2 - F_1}{m_1 + m_2} - \mu g = 1,54 \text{ м/с}^2;$$

$$T = \frac{m_1 F_2 + m_2 F_1}{m_1 + m_2} = 5,5 \text{ Н}.$$

2.5.8.

$$a = g \left(\sin \alpha - \frac{\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2}{m_1 + m_2} \cos \alpha \right) = 3,77 \text{ м/с}^2.$$

Если $\mu_1 > \mu_2$, то вначале

$$a_{m_1} = g(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha) = 3,2 \text{ м/с}^2,$$

$$a_{m_2} = g(\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha) = 4,05 \text{ м/с}^2,$$

а потом нить сожмется и тела будут иметь одинаковое ускорение $a = 3,77 \text{ м/с}^2$.

$$2.5.10. \mu = \frac{2T}{F} = 0,6.$$

2.5.11.

$$T_A = \frac{F(m_2 + m)}{m_1 + m_2 + m} = 110,25 \text{ Н};$$

$$T_B = \frac{F(2m_2 + m)}{2(m_1 + m_2 + m)} = 87,75 \text{ Н};$$

$$T_C = m_2(g + a) = \frac{m_2 F}{m_1 + m_2 + m} = 61,25 \text{ Н}.$$

$$2.5.12. a = \frac{g}{3} \approx 3,3 \text{ м/с}^2;$$

$$T = \frac{4}{3} mg = \frac{4 \cdot 0,2 \cdot 9,8}{3} = 2,6 \text{ Н};$$

$$F_{\text{т}} = 2T = \frac{8}{3} mg = 5,2 \text{ Н}.$$