

2.5. Прямолинейное движение системы тел – 2

2.5.16. Два груза массами m и $2m$ соединены нитью, перекинутой через легкий блок. Вся система находится в лифте, который движется вверх с ускорением a_0 . Определите ускорения грузов относительно земли.

2.5.17. Определите ускорение системы тел, изображенной на рисунке 2.5.15, если $m_1/m_2 = 4$ и $\alpha = 45^\circ$. Блок невесом, нить невесома и нерастяжима, трение не учитывать.

2.5.18. Шесть одинаковых грузов, массой $m = 100$ г каждый, связаны нитями и лежат на гладком горизонтальном столе (рис. 2.5.16). К крайнему грузу прикреплена нить, перекинутая через блок, укрепленный на конце стола. Какой массы груз нужно прикрепить к свободному концу нити, чтобы ускорение системы было $a = 3$ м/с²? Найдите силу натяжения каждой нити.

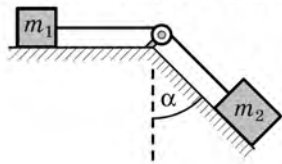


Рис. 2.5.15

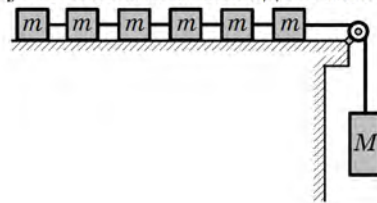


Рис. 2.5.16

2.5.19. Два груза, массы которых $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 2$ кг, соединены нитью, перекинутой через блок (рис. 2.5.17). Коэффициент трения между грузом m_2 и столом $\mu = 0,4$. Найдите ускорение системы. При каком отношении масс система будет неподвижна относительно стола?

2.5.20. На столе лежит брусок массой $m = 2$ кг, к которому привязаны нити, перекинутые через блоки, укрепленные на концах стола (рис. 2.5.18). К свободному концу нити подвешены грузы $m_1 = 850$ г и $m_2 = 200$ г, вследствие чего система приходит в равноускоренное движение и в течение $t = 3$ с груз массой m_1 опускается на высоту $h = 0,81$ м. Определите: а) коэффициент трения μ между бруском и поверхностью стола; б) силу натяжения T_1 и T_2 каждой нити.

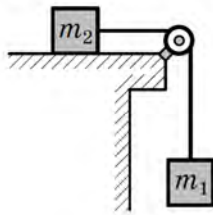


Рис. 2.5.17

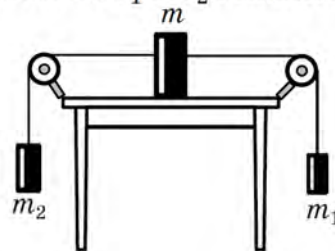


Рис. 2.5.18

2.5.21. Два одинаковых тела массой $m = 1$ кг каждое связаны нитью, перекинутой через легкий блок, и находятся на поверхности неподвижного клина с углами при основании $\alpha = 60^\circ$ и $\beta = 30^\circ$ (рис. 2.5.19). При движении тел сила натяжения нити $T = 7$ Н. Найдите коэффициент трения между телами и поверхностями клина.

2.5.22. На столе лежит брусок массой $m_1 = 2$ кг, к которому привязана нить, перекинутая через блок, укрепленный на конце стола (рис. 2.5.20). К другому концу нити подвешен груз массой $m_2 = 1$ кг, вследствие чего брусок и груз движутся с ускорением $a = 0,6$ м/с². Найдите ускорения груза и бруска, если стол: а) поднимать с ускорением $a_1 = 2,2$ м/с²; б) опускаться с тем же ускорением.

2.5.23. Два тела массами m_1 и m_2 , связанные нитью, переброшенной через невесомый блок, расположены так, как показано на рисунке 2.5.21. Стол движется с ускорением a_0 . Коэффициент трения между столом и телами равен μ . Определите ускорение тел относительно стола, если известно, что тело m_2 движется вниз.

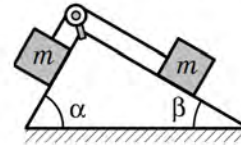


Рис. 2.5.19

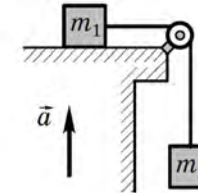


Рис. 2.5.20

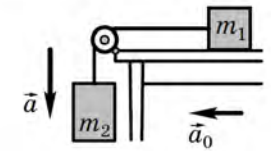


Рис. 2.5.21

2.5.24. На гладком столе лежит доска массой $M = 6$ кг, на которой лежит брусок массой $m = 2$ кг, связанный со стенкой пружиной жесткостью $k = 100$ Н/м (рис. 2.5.22). Коэффициент трения между доской и бруском $\mu = 0,2$. Какое расстояние пройдет доска после того, как на нее начнет действовать горизонтальная сила $F = 10$ Н, прежде чем брусок начнет соскальзывать с доски?

2.5.25. На гладком столе расположена система грузов, изображенная на рис. 2.5.23. Коэффициент трения между грузами M и m равен μ . Найдите ускорения грузов.

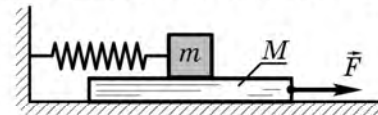


Рис. 2.5.22

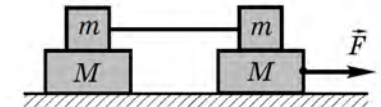


Рис. 2.5.23

2.5.26. На горизонтальной доске лежит кубик. Доске сообщают ускорение $a = 2$ м/с² (рис. 2.5.24). С каким ускорением относительно земли и относительно доски будет двигаться кубик? Коэффициент трения между доской и кубиком $\mu = 0,1$.

- **2.5.27.** На доске массой $m_1 = 1$ кг, расположенной на горизонтальной поверхности, лежит брусок массой $m_2 = 2$ кг. Коэффициент трения между доской и поверхностью $\mu_1 = 0,5$, между бруском и доской $\mu_2 = 0,25$ (рис. 2.5.25). Найдите ускорение бруска относительно стола и доски, если к доске приложить силу: а) $F = 10$ Н; б) $F = 19,6$ Н; в) $F = 29,6$ Н.

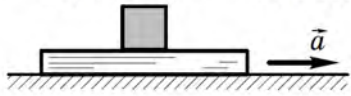


Рис. 2.5.24

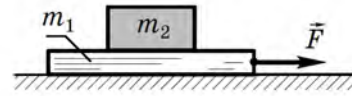


Рис. 2.5.25

- **2.5.28.** На горизонтальной поверхности находится доска длиной $l = 10$ м и массой $M = 2$ кг, на краю которой лежит брусок массой $m = 1$ кг (рис. 2.5.26). К доске прикладывают горизонтальную силу $F = 20$ Н. Через какое время после начала действия силы брусок упадет с доски? Коэффициент трения между доской и горизонтальной поверхностью равен $\mu = 0,2$. Трения между поверхностями бруска и доски нет.



Рис. 2.5.26

- 2.5.29.** На столе лежит доска массой $M = 2$ кг, на которой находится брусок массой $m = 1$ кг. Коэффициенты трения между доской и бруском $\mu_1 = 0,4$, между доской и столом $\mu_2 = 0,1$. С какими ускорениями a_1 и a_2 будут двигаться брусок и доска, если к бруску приложена горизонтальная сила: а) $F = 3$ Н; б) $F = 10$ Н?

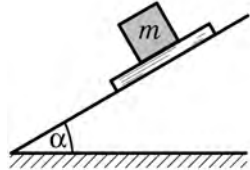


Рис. 2.5.27

- 2.5.30.** На наклонной плоскости с углом при основании α лежит доска, на которой покоится тело массой m (рис. 2.5.27). Коэффициент трения между доской и плоскостью равен μ и таков, что позволяет доске скользить. При этом тело неподвижно относительно доски. Найдите силу трения, действующую на тело.

Ответы:

$$2.5.16. a_1 = \frac{g + 4a_0}{3}; a_2 = \frac{g + 2a_0}{3}.$$

$$2.5.17. a = \frac{m_2 g \cos \alpha}{m_1 + m_2} = 1,39 \text{ м/с}^2.$$

$$2.5.18. M \approx 210 \text{ г. См. в условии рис. 2.5.16: } T_1 = ma = 0,2 \text{ Н; } T_2 = 2ma = 0,4 \text{ Н; } T_3 = 3ma = 0,6 \text{ Н; } T_4 = 4ma = 0,8 \text{ Н; } T_5 = 5ma = 1 \text{ Н.}$$

$$2.5.19. a = \frac{m_1 g - \mu m_2 g}{m_1 + m_2} = g \frac{m_1 - \mu m_2}{m_1 + m_2} \approx 0,65 \text{ м/с}^2; \frac{m_1}{m_2} \leq \mu = 0,4.$$

$$2.5.21. \mu = \frac{2T - mg(\sin \alpha + \sin \beta)}{mg(\cos \beta - \cos \alpha)} = 0,17.$$

$$2.5.23. a = \frac{g(m_2 - \mu m_1) - a_0(m_1 + \mu m_2)}{m_1 + m_2}.$$

$$2.5.25. a_M = a_m = \frac{F}{2(M + m)} \text{ при } F \leq F_0; a_1 = \frac{F - \mu mg}{M}; a_2 = \frac{\mu mg}{M + 2m} \text{ при } F \geq F_0, \text{ где } F_0 = \frac{2\mu mg(M + m)}{M + 2m};$$

a_1 — ускорение правого нижнего груза системы, a_2 — ускорение остальных грузов (они будут двигаться как единое целое).

$$2.5.26. \text{Относительно Земли } a_3 = \mu g = 0,98 \text{ м/с}^2 \approx 1 \text{ м/с}^2, \text{ относительно доски } a_{\text{отн}} = a_3 - a = -1 \text{ м/с}^2.$$

$$2.5.29. \text{а) } a_1 = a_2 = \frac{F}{m + M} - \mu_2 g = 0,02 \text{ м/с}^2;$$

$$\text{б) } a_1 = \frac{F}{m} - \mu_1 g = 6 \text{ м/с}^2,$$

$$a_2 = \left(\frac{(\mu_1 - \mu_2)m}{M} - \mu_2 \right) g = 0,5 \text{ м/с}^2.$$

$$2.5.30. F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha.$$