

2.5. Прямолинейное движение системы тел – 3

2.5.31. На гладкой наклонной плоскости с углом наклона к горизонту $\alpha = 30^\circ$ находится доска массой $m_1 = 10$ кг. Куда и с каким ускорением должен бежать по доске мальчик массой $m_2 = 60$ кг, чтобы доска оставалась на месте?

2.5.32. На наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом, лежит доска массой $4m$, а на ней — брусок массой m (рис. 2.5.28). Коэффициенты трения между доской и бруском и между доской и наклонной плоскостью одинаковы и равны $\mu = \frac{\sqrt{3}}{5}$.

С какой силой нужно тянуть нить, привязанную к бруску, чтобы система находилась в покое? Нить натянута параллельно наклонной плоскости.

2.5.33. Человек массой m хочет с помощью веревки, перекинутой через блок, въехать, стоя на ящике, вверх по наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом (рис. 2.5.29). Коэффициент трения ящика о плоскость $\mu_1 = \frac{\sqrt{3}}{24}$, коэффициент трения между подошвами человека и ящиком $\mu_2 = 12\mu_1$. Масса ящика m . С какой силой человек должен тянуть за веревку? Веревка параллельна наклонной плоскости, блок и веревка невесомы.

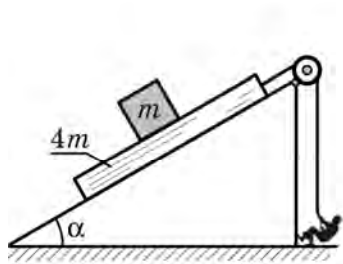


Рис. 2.5.28

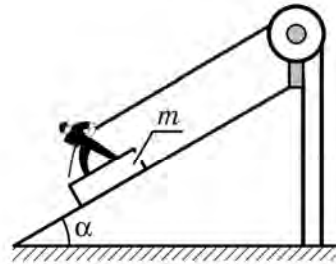


Рис. 2.5.29

2.5.34. Два клина одинаковой массы $m = 1$ кг лежат на гладком горизонтальном столе так, как показано на рисунке 2.5.30. Коэффициент трения между наклонными гранями клиньев равен $\mu = 0,4$. С какой максимальной силой \vec{F} можно толкать верхний клин в указанном направлении, чтобы система двигалась как одно целое? Углы при основаниях клиньев равны $\alpha = 30^\circ$.

2.5.35. Три груза массами m , $2m$ и $2m$ связаны невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через два неподвижных блока, укрепленных на вер-

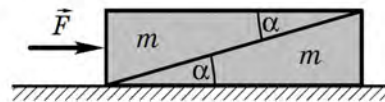


Рис. 2.5.30

шинах короба массой $3m$ (рис. 2.5.31). Трения между верхним грузом и поверхностью короба нет. Каким должен быть коэффициент трения между поверхностью короба и столом, чтобы при движении грузов короб оставался неподвижным?

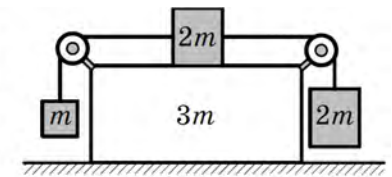


Рис. 2.5.31

2.5.36. На гладком горизонтальном столе лежит доска массой $M = 2$ кг, на которой находится брусок массой $m = 1$ кг. Брусок соединен нитью, перекинутой через блок, с грузом массой $2m$ (рис. 2.5.32). С какими ускорениями будут двигаться тела, предоставленные самим себе, если коэффициент трения между доской и бруском $\mu = 0,5$?

2.5.37. Доска массой M может скользить без трения по горизонтальной поверхности. На доске лежит брусок массой m . Коэффициент трения между доской и бруском μ (рис. 2.5.33). Доска соединена с грузом перекинутой через блок нитью. Какой должна быть масса груза m_x , чтобы брусок скользил по доске?

2.5.38. Два груза массами $m = 120$ г и $2m$ связаны невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через легкий блок, укрепленный на вершине клина массой $3m$ с углами при основании $\alpha = 30^\circ$ (рис. 2.5.34). Трения между поверхностями клина и грузами нет, а трение между клином и столом столь велико, что клин остается в покое. Определите вес клина при движении грузов.

2.5.39. Через неподвижный блок перекинута веревка, концы которой одновременно берут два гимнаста (рис. 2.5.35). Гимнаст массой $m_1 = 60$ кг повис на веревке, а гимнаст массой $m_2 = 70$ кг поднимается по ней вверх. При этом оказывается, что тяжелый гимнаст остается на одной высоте, а другой поднимается вверх. За какое время он достигнет блока, если вначале он находился ниже блока на $h = 4,9$ м? Веревка и блок невесомы. Трения в блоке нет.

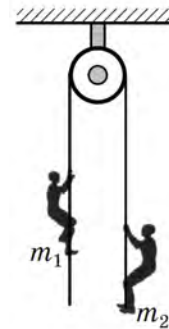


Рис. 2.5.35

2.5.40. Два гимнаста одновременно начинают подниматься с арены по двум концам каната, перекинутого через блок радиусом $R = 1$ м, укрепленный на куполе цирка (см. рис. 2.5.35). Ускорения гимнастов относительно канатов $a_1 = 0,6$ м/с² и $a_2 = 0,8$ м/с². На какое расстояние один гимнаст обгонит другого, когда касательное ускорение точек обода блока будет равно нормальному? Массы гимнастов $m_1 = 80$ кг и $m_2 = 75$ кг. Канат и блоки невесомы. Канат по блоку не скользит.

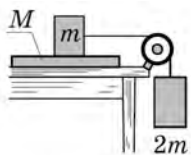


Рис. 2.5.32

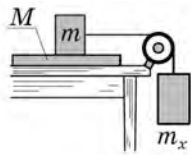


Рис. 2.5.33

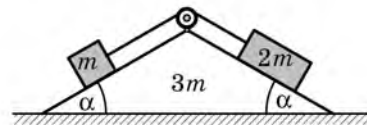


Рис. 2.5.34

2.5.41. В системе, изображенной на рисунке 2.5.36, $m_1 = 200$ г и $m_2 = 0,6$ кг; блоки невесомы, нить невесома и нерастяжима. Найдите ускорение каждого груза.

2.5.42. Нить переброшена через два неподвижных и один подвижный блок. На концах нити висят грузы $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 3$ кг, а на оси подвешенного блока — груз массой $m_3 = 2$ кг (рис. 2.5.37). Определите ускорения грузов.

2.5.43. Через неподвижный блок переброшена нить, на одном конце которой висит груз $m_1 = 3$ кг, а на другом — блок. Через подвешенный блок переброшены связанные нитью грузы массами $m_2 = 2$ кг и $m_3 = 1$ кг (рис. 2.5.38). Найдите силу натяжения нитей и силу давления на ось каждого блока. Массы блоков и трение в системе не учитывать.

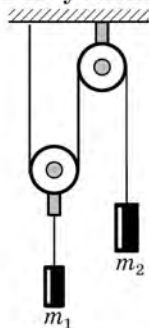


Рис. 2.5.36

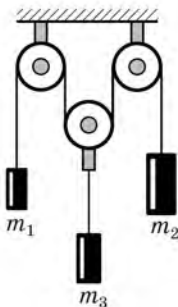


Рис. 2.5.37

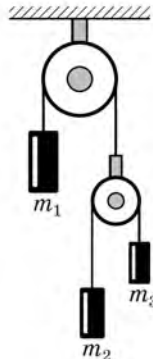


Рис. 2.5.38

2.5.44. В системе, изображенной на рисунке 2.5.39, определите ускорение груза m . Коэффициент трения между столом и каждым грузом одинаков и равен μ . Массы m_1 и m_2 заданы.

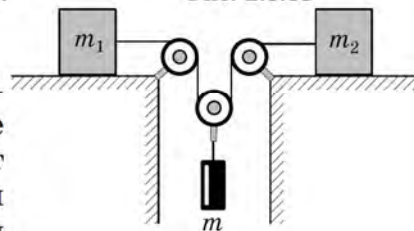


Рис. 2.5.39

2.5.45. В системе, показанной на рисунке 2.5.40, тело массой m движется вверх по вертикальной стенке под действием силы $F = 12mg$, направленной под углом $\alpha = 60^\circ$ к стенке. Коэффициент трения тела о плоскость $\mu = \frac{1}{2\sqrt{3}}$. Определите ускорение тела массой $4m$. Нити невесомы и нерастяжимы. Массой блоков пренебречь.

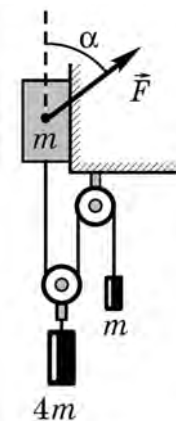


Рис. 2.5.40

Ответы:

2.5.31. $a = g \frac{(m_1 + m_2) \sin \alpha}{m_2}$, вниз.

2.5.32. При любой силе система не будет находиться в покое.

2.5.33. $\frac{9}{8} mg \leq T \leq \frac{11}{8} mg$.

2.5.36. $a_1 = a_3 = \frac{g(2 - \mu)}{3} = 5 \text{ м/с}^2$;

$a_2 = \frac{\mu mg}{M} = 2,5 \text{ м/с}^2$, где a_1, a_2, a_3 —

ускорения бруска, тела и доски соответственно.

2.5.38. $P = \frac{71}{12} mg \approx 7 \text{ Н}$.

2.5.39. $t = 2,45 \text{ с}$.

2.5.40. $\Delta h = 1,41 \text{ м}$.

2.5.41.

$a_1 = \frac{(2m_2 - m_1)g}{m_1 + 4m_2} = 3,7 \text{ м/с}^2$;

$a_2 = 2a_1 \approx 7,4 \text{ м/с}^2$.

2.5.42. $a_1 = a_3 = 1,96 \text{ м/с}^2$;

$a_2 = 5,88 \text{ м/с}^2$.

2.5.44. $a = g \frac{m m_2 + m m_1 - 4\mu m_1 m_2}{m\mu_1 + m m_2 + 4m_1 m_2}$

при $\mu \leq \frac{m(m_1 + m_2)}{4m_1 m_2}$.