

5.7. Равновесие системы тел

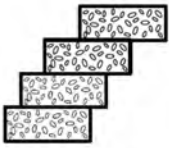


Рис. 5.7.1

5.7.1. Кирпичи укладывают один на другой без связывающего вещества так, что часть каждого последующего кирпича выступает над нижележащим (рис. 5.7.1). На какое максимальное расстояние правый край каждого верхнего кирпича может выступать над правым краем соответствующего нижнего кирпича? Длина каждого кирпича равна l .

• **5.7.2.** На земле лежат вплотную два одинаковых бревна цилиндрической формы. Сверху кладут такое же бревно. При каком коэффициенте трения между ними они раскатятся? По земле бревна не скользят.

5.7.3. Катушка подвешена к потолку с помощью невесомой нерастяжимой нити, намотанной по малому радиусу r (рис. 5.7.2). По большому радиусу R также намотана нить, на конце которой подвешен груз. Какой должна быть масса груза m , чтобы система находилась в равновесии? Масса катушки M .

5.7.4. Стержень AB массой $m = 10$ кг прикреплен к неподвижной опоре шарниром A и может вращаться в вертикальной плоскости (рис. 5.7.3). К концу B стержня прикреплена нить. Нить перекинута через блок C и к ней подвешен груз массой $m_1 = 2,5$ кг. Оси блока C и шарнира A расположены на одной вертикали, причем $AC = AB$. Найдите, при каком угле α между стержнем и вертикалью система будет в равновесии.

5.7.5. На высоте $h = 40$ см от пола к горизонтальной оси прикреплен стержень длиной $l = 30$ см и массой $m = 0,5$ кг. Стержень отклонен от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$ и касается лежащего на полу шара радиусом $R = 10$ см (рис. 5.7.4). Определите силы трения между шаром и полом и между шаром и стержнем, если вся система находится в равновесии.

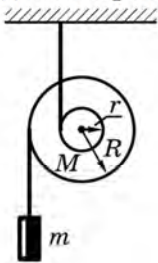


Рис. 5.7.2

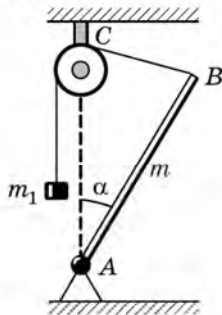


Рис. 5.7.3

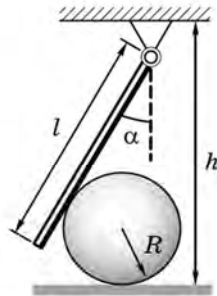


Рис. 5.7.4

5.7.6. Две тонкие и однородные палочки массами m_1 и m_2 образуют систему, изображенную на рисунке 5.7.5. Палочки могут вращаться вокруг осей, проходящих через точки A и B . Верхние концы палочек лежат один на другом под прямым углом. При каком минимальном значении коэффициента трения между палочками правая палочка не упадет? Угол $\alpha = 30^\circ$.

5.7.7. Две одинаковые пластины, шарнирно скрепленные между собой, положены сверху «домиком» на гладкое горизонтальное бревно. В положении равновесия пластины образуют между собой угол $\alpha = 90^\circ$. Радиус бревна R (рис. 5.7.6). Определите длину пластины l .

• **5.7.8.** Лестница-стремянка состоит из двух половин, скрепленных шарнирно (рис. 5.7.7). Масса одной половины равна M_1 , другой — M_2 .

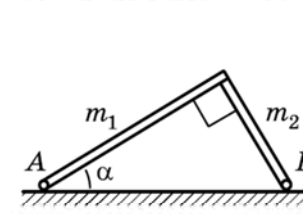


Рис. 5.7.5

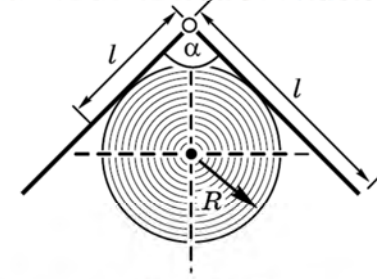


Рис. 5.7.6

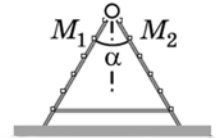


Рис. 5.7.7

Стремянку раскрывают на угол α и ставят на пол, а чтобы она не разъезжалась, связывают веревкой нижние концы лестниц-половинок. Найдите силу натяжения T веревки. Пол гладкий.

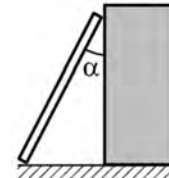


Рис. 5.7.8

• **5.7.9.** На горизонтальной плоскости установлен брусок шириной $a = 20$ см и массой $m = 25$ кг. К нему прислонена плита длиной $l = 0,5$ м и массой $M = 20$ кг (рис. 5.7.8). Коэффициент трения между плоскостью и бруском, а также между плоскостью и плитой очень велик, так что скольжение невозможно. Трение между бруском и плитой пренебрежимо мало. При каких углах α между плитой и вертикалью возможно равновесие этой системы?

• **5.7.10.** Из двух одинаковых кусков стальной проволоки свили две пружины. Диаметр витков одной из них d , другой $2d$. Первая пружина под действием силы растянулась на $0,1$ своей длины. На какую часть своей длины растянется под действием той же силы вторая пружина? Проволока тонкая.

• **5.7.11.** Имеется подвеска, состоящая из стержней, соединенных шарнирно (рис. 5.7.9). Стержни AD , BC , DE и CH сплошные. Между точками O и M натянута нить. Определите силу натяжения нити $F_{\text{нп}}$, если масса всей системы равна m .

• **5.7.12.** В расположенной на горизонтальной поверхности доске массой $M = 10$ кг сделана сферическая лунка глубиной $h = 15$ см, в которую вставлен шар радиусом $R = 50$ см, равным радиусу лунки, и массой $m = 2$ кг (рис. 5.7.10). Пренебрегая трением между доской и горизонтальной поверхностью, определите максимальное значение силы F , приложенной к доске в горизонтальном направлении, при которой шар не выкатится из лунки. Трение между шаром и доской очень велико.

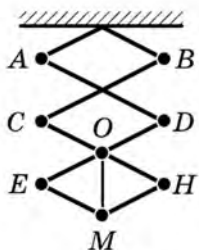


Рис. 5.7.9

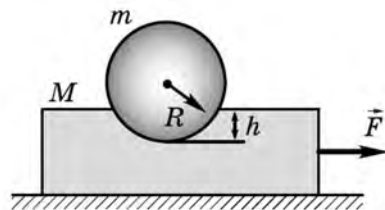


Рис. 5.7.10

• **5.7.13.** На горизонтальном столе лежит тонкий диск массой $M = 500$ г и радиусом $R = 15$ см (рис. 5.7.11). В центре диска укреплен тонкий невесомый вертикальный стержень длиной $l = 40$ см, к верхнему концу которого на невесомой нерастяжимой нити подвешен шарик массой $m = 300$ г. Шарик приводят в движение так, что он описывает окружность в горизонтальной плоскости вокруг стержня. Какой максимальный угол при этом может составлять нить со стержнем, чтобы диск ни одной точкой не оторвался от стола? Считать, что трение столь велико, что диск не может скользить по столу.

• **5.7.14.** На горизонтально расположенной доске находится брусок (рис. 5.7.12). Коэффициент трения между поверхностями доски и бруска столь велик, что скольжение бруска невозможно. Доска с бруском движется по гладкой горизонтальной поверхности с постоянной скоростью \vec{v} и в некоторый момент наезжает на шероховатый участок. Каким должен быть коэффициент трения между доской и этим участком, чтобы брусок покатился по доске? Высота бруска $h = 20$ см, ширина $a = 10$ см.

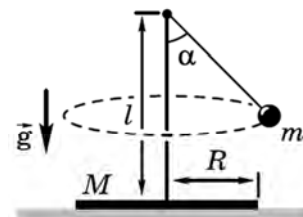


Рис. 5.7.11

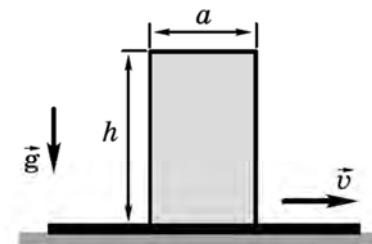


Рис. 5.7.12

Ответы:

5.7.1. Длина выступающих концов кирпичей будет $\frac{l}{2}$, $\frac{l}{4}$, $\frac{l}{6}$, считая от верхнего кирпича.

5.7.3. $m = \frac{Mr}{R-r}$.

5.7.4. $\alpha = \arcsin \frac{2m_1}{m} = 30^\circ$.

5.7.5. $F_{\text{тр1}} = F_{\text{тр2}} = \frac{mgl \sin \alpha (1 - \sin \alpha)}{2[h - R(1 + \sin \alpha)]} \approx 735$ мН.

5.7.6. $\mu = \frac{m_2}{m_1} \operatorname{tg} \alpha \approx 0,29$.

5.7.7. $l = 4R$.