

Практическое занятие 4

РАСЧЕТ МАССЫ ГРУЗА ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО РАВНОВЕСИЕ

Задача

Тело A массой $m = 8 \text{ кг}$ поставлено на шероховатую горизонтальную поверхность стола. К телу привязана нить, перекинутая через блок B (рисунок 2.5, а).

Какой груз F можно подвязать к концу нити, свешивающейся с блока, чтобы не нарушить равновесия тела A ?

Коэффициент трения $f = 0,4$; трением на блоке пренебречь.

Решение

Определим вес тела A :

$$G = mg = 8 \cdot 9,81 = 78,5 \text{ Н.}$$

Считаем, что все силы приложены к телу A . Когда тело поставлено на горизонтальную поверхность, то на него действуют только две силы: вес G и противоположно направленная реакция опоры R_A (рисунок 2.5, б).

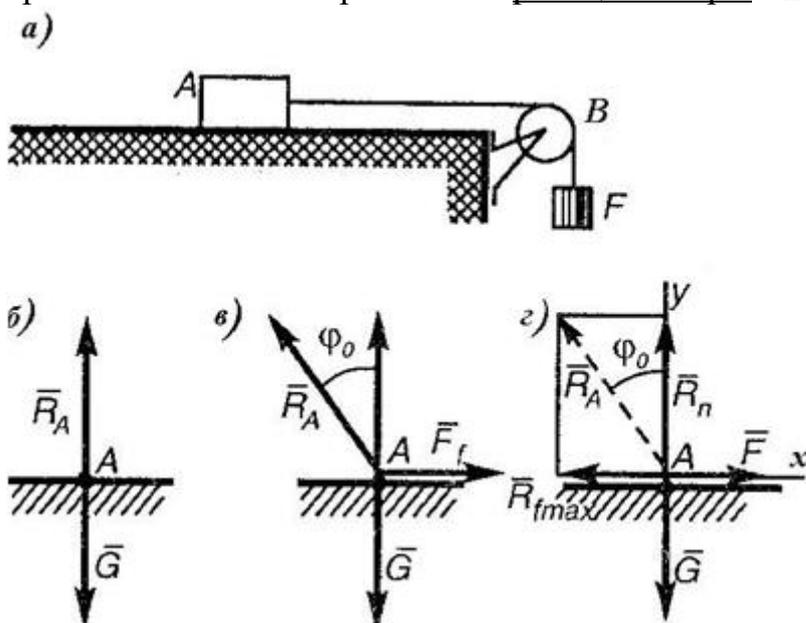


Рисунок 2.5

Если же приложить некоторую силу F , действующую вдоль горизонтальной поверхности, то реакция R_A , уравнивающая силы G и F , начнет

отклоняться от вертикали, но тело A будет находиться в равновесии до тех пор, пока модуль силы F не превысит максимального значения силы трения $R_{f\max}$, соответствующей предельному значению угла φ_0 (рисунок 2.5, в).

Разложив реакцию R_A на две составляющие $R_{f\max}$ и R_n , получаем систему четырех сил, приложенных к одной точке (рисунок 2.5, г). Спроецировав эту систему сил на оси x и y , получим два уравнения равновесия:

$$\Sigma F_{kx} = 0, \quad F - R_{f\max} = 0;$$

$$\Sigma F_{ky} = 0, \quad R_n - G = 0.$$

Решаем полученную систему уравнений: $F = R_{f\max}$, но $R_{f\max} = f \cdot R_n$, а $R_n = G$, поэтому

$$F = f \cdot G = 0,4 \cdot 78,5 = 31,4 \text{ Н.}$$

Таким образом, равновесие тела A сохраняется при условии, что к концу нити, перекинутой через блок, подвешен груз, не превышающий по весу 31,4 Н. При этом масса груза F

$$m = F/g = 31,4/9,81 = 3,2 \text{ кг.}$$

Задача

Определить наименьший угол α наклона плоскости к горизонту, при котором цилиндр радиуса $r = 5 \text{ см}$ начнет скатываться по плоскости, если коэффициент трения качения $\delta = 0,05 \text{ см}$.

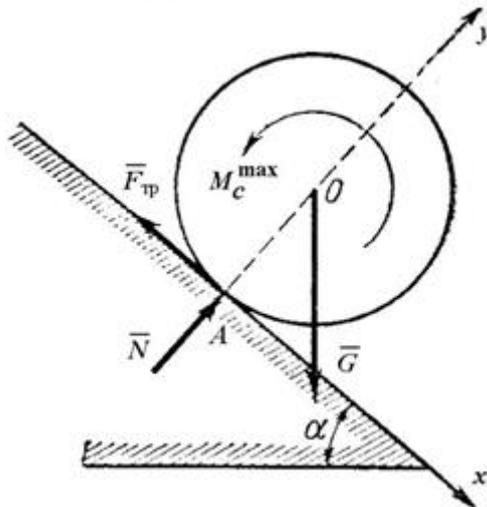


Рисунок 2.7

Проверить, возникает ли при этом сила трения скольжения, достаточная для осуществления качения цилиндра без скольжения, если коэффициент трения скольжения $f = 0,08$ (рисунок 2.7).

Решение

Рассматриваем критический (пусковой) момент равновесия цилиндра, когда момент сопротивления качению принимает максимальное значение: $M_c^{max} = N\delta$.

Отбрасывая связь, заменим ее действие на цилиндр силами реакции.

При этом на цилиндр, как на свободное твердое тело, будут действовать вес цилиндра G , нормальная реакция N наклонной плоскости, которая служит связью, сила трения скольжения F_{mp} , а также момент сопротивления качению M_c . Составим уравнения равновесия произвольной плоской системы сил:

$$\Sigma F_{kx} = 0, \quad -F_{mp} + G \sin \alpha = 0;$$

$$\Sigma F_{ky} = 0, \quad N - G \cos \alpha = 0;$$

$$\Sigma M_A(F_k) = 0, \quad -G \cdot r \cdot \sin \alpha + M_c^{max} = 0.$$

Учитывая, что $M_c^{max} = N\delta$, из второго уравнения получим

$$M_c^{max} = N\delta = \delta G \cos \alpha.$$

Тогда третье уравнение примет вид

$$G \cdot r \cdot \sin \alpha + \delta G \cos \alpha = 0,$$

откуда

$$\operatorname{tg} \alpha = \delta / r = 0,05 / 5 = 0,01, \Rightarrow$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} 0,01 = 0^\circ 35'.$$

Из первого уравнения имеем

$$F_{mp} = G \sin \alpha = G \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \alpha = 0,01 G \cos \alpha,$$

в то время как максимальная сила трения скольжения

$$F_{mp}^{max} = fN = fG \cos \alpha = 0,08 G \cos \alpha.$$

Отсюда видно, что условие $F_{mp} \leq F_{mp}^{max}$ соблюдается, а поэтому цилиндр начнет катиться по наклонной плоскости без скольжения.

Контрольная задача

Определить массу груза 2 при которой брусок 1 массой 10 кг. будет находиться в равновесии

