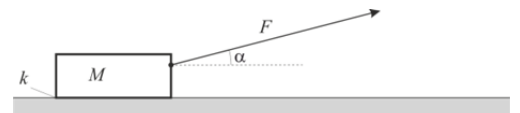


Семинар, 26.11.2016

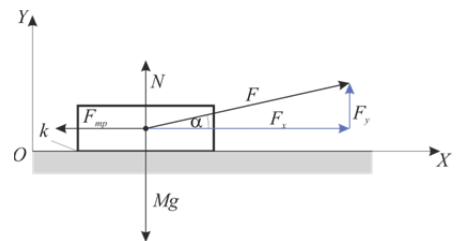
Вспоминаем динамику

1. Чему равна 1-я космическая скорость (т.е. скорость, с которой должен двигаться спутник Земли, чтобы выйти на минимальную круговую орбиту, при условии, что нет сопротивления воздуха).
2. Каков вес тел, находящихся внутри космической станции во время её стационарного полёта?
3. Мы проделываем следующий эксперимент: наливаем в пластиковый стаканчик воды до половины. Затем делаем со стаканчиком «мёртвую петлю». Почему вода не выливается из стаканчика?
4. Вагонетку массой $m = 500 \text{ кг}$ тянут с силой $F = 50 \text{ Н}$. Какое ускорение будет у вагонетки? Трением пренебречь.
5. Если тележку тянуть с силой $F_1 = 5 \text{ Н}$, то её ускорение будет $a_1 = 0,2 \text{ м/с}^2$. С какой силой нужно действовать на эту тележку, чтобы её ускорение было $a_2 = 2 \text{ м/с}^2$? Трением пренебречь.
6. Верёвка выдерживает груз массой $m_1 = 110 \text{ кг}$ при вертикальном подъёме его с некоторым ускорением и груз массой $m_2 = 690 \text{ кг}$ при опускании его с таким же по модулю ускорением. Какова максимальная масса груза m , который может висеть на этой верёвке неподвижно.
7. Бусинка массой $m = 10 \text{ г}$ соскальзывает по вертикальной нити. Определить ускорение бусинки и силу натяжения нити, если сила трения между бусинкой и нитью $F_{\text{тр}} = 0,05 \text{ Н}$.
8. Бусинка скользит по гладкому стержню, составляющему угол $\alpha = 30^\circ$ с вертикалью. Чему равно ускорение бусинки?
9. Коробку массы M тянут с постоянной скоростью за верёвку, привязанную к коробке, и натянутую под углом α к горизонту. Чему равен коэффициент трения коробки о поверхность k , если сила, с которой тянут верёвку, равна F ?



Решение.

Прежде всего, введём систему отсчёта и покажем все силы, действующие на тело. Так как размеры коробки в данной задаче значения не имеют, будем рассматривать её как материальную точку массы M , и приложим все силы к центру масс коробки.



Единственная сила, которая имеет составляющие как по оси X , так и по оси Y – это сила, с которой тянут коробку. Для того, чтобы воспользоваться принципом независимости движения по осям, разложим её на проекции: $F_x = F \cos \alpha$ и $F_y = F \sin \alpha$.

По вертикали коробка не движется, т.е. ускорение $a_y = 0$. Из условия задачи также следует, что ускорение по горизонтали также равно нулю $a_x = 0$ (коробку тянут с постоянной скоростью). Учитывая это, запишем систему уравнений:

$$\begin{cases} F_x - F_{mp} = 0 \\ N + F_y - Mg = 0 \\ F_{mp} = kN \end{cases}$$

Первые два уравнения – это запись второго закона Ньютона по осям X и Y , последнее – определение силы трения скольжения.

Решая эту систему, получим

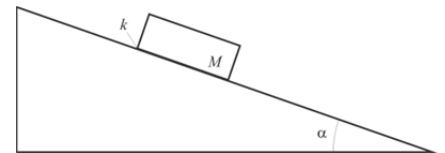
$$F \cos \alpha = k(Mg - F \sin \alpha),$$

или, окончательно

$$k = \frac{F \cos \alpha}{Mg - F \sin \alpha}.$$

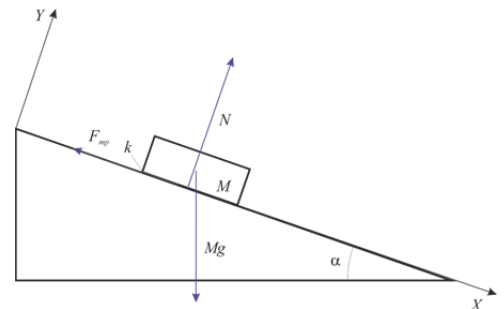
Заметим, что при $F \sin \alpha \geq Mg$, коробка «взлетает» и задача теряет смысл.

10. Брусок массы M осторожно положили на наклонную плоскость с углом α с горизонтом. При каких значениях коэффициента трения бруска о поверхность наклонной плоскости брусок не соскользнет?



Решение.

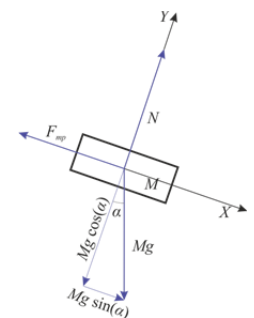
Начнём с того, что нарисуем все силы и, затем, выберем оси системы отсчёта так, чтобы максимальное количество сил было параллельно осям координат. На брусок действуют три силы: сила тяжести, сила реакции опоры и сила трения покоя (по условию, брусок покоится). Видно, что если ось X системы отсчёта направить вдоль наклонной плоскости, то две из трёх сил параллельны осям. Так и поступим.



Для дальнейшего решения уберём с нашего рисунка всё ненужное, оставим только брусок, силы (которые мы, как и в предыдущей задаче, перенесём в центр бруска) и оси системы отсчёта.

Так как брусок покоится, ускорение по осям равно нулю, и мы можем записать следующую систему:

$$\begin{cases} Mg \sin \alpha - F_{mp} = 0 \\ N - Mg \cos \alpha = 0 \\ F_{mp} \leq kN \end{cases}$$



Выражая F_{mp} и N из первых двух уравнений и подставляя в неравенство, получим:

$$Mg \sin \alpha \leq kMg \cos \alpha,$$

или

$$k \geq \operatorname{tg} \alpha$$