

問題 1 走っている質量 $1,000 \text{ kg}$ の自動車が急ブレーキをかけてタイヤの回転を止めた。タイヤと路面との間の動摩擦係数を 0.5 とすると、スリップ中の動摩擦力はいくらか。重力加速度を $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とする。

参考： 動摩擦力を F_k で表すと $F_k = \mu_k \times \text{垂直抗力} \equiv \mu_k \cdot R$ 。ここで、 R は垂直抗力を表す。この問題では $R = mg = 1000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$ である。

(略解)

$$R = mg = 1000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 9800 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 (= 9800 \text{ N})$$

$$F_k = \mu_k \times \text{垂直抗力} \equiv \mu_k \cdot R = 0.5 \times 9800 \text{ N} = 4900 \text{ N}$$

問題 2 あらい水平面上にある質量 $100 [\text{kg}]$ の物体を、水平右向きに一定の大きさの力 $1000 [\text{N}]$ で引き続けたところ、水平右向きの等加速度運動となった。重力加速度 $g [\text{m/s}^2]$ の大きさを 9.8 m/s^2 、水平面と物体の間の動摩擦係数を 0.5 としてこのときの加速度の大きさを求めよ。

参考： 前問と同じく動摩擦力を $F_k [\text{N}]$ で表すと $F_k = \mu_k \times \text{垂直抗力} \equiv \mu_k \cdot R$ である。ここで、 $R [\text{N}]$ は垂直抗力を表す。この問題では $R = mg = 100 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$ である。水平右向きの等加速度を $a [\text{m/s}^2]$ で表し、物体の質量を $m [\text{kg}]$ 、一定の大きさの力を $F_0 [\text{N}]$ で表すと次の式が成り立つ。
 $ma = F_0 - F_k$ 。この式から、加速度 $a [\text{m/s}^2]$ の値を求める。

(略解)

参考の説明から、 $ma = F_0 - F_k$ の式を利用する。この式から、

$$\begin{aligned} a &= \frac{F_0 - F_k}{m} = \frac{1000 \text{ N} - \mu_k \cdot R}{100 \text{ kg}} = \frac{1000 \text{ N} - 0.5 \cdot (100 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2)}{100 \text{ kg}} \\ &= \frac{510 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2}{100 \text{ kg}} = 5.1 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

問題 3 地面の上にある質量 $M [\text{kg}] = 100 [\text{kg}]$ の箱を、体重 $m [\text{kg}] = 80 [\text{kg}]$ の人が押して動かそうとした。箱と地面の間の静止摩擦係数は $\mu = 0.48$ である。靴底と地面の間の静止摩擦係数を μ_0 とすると箱を動かすためには μ_0 の値がいくら以上でなければならないか。重力加速度を $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とする。

参考： 物体が動くためには $\mu \cdot Mg < \mu_0 \cdot mg$ であることが必要。

(略解)

参考の説明にある関係式 $\mu \cdot Mg < \mu_0 \cdot mg$ を使う。

この式を少しかきかえると $\mu_0 \cdot mg > \mu \cdot Mg$ となり、更に、

$$\mu_0 > \frac{\mu \cdot Mg}{mg} \quad \text{と書くことができる。従って、}$$

$$\mu_0 > \frac{\mu \cdot Mg}{mg} = \frac{0.48 \times 100 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2}{80 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2} = 0.6 \quad \text{である。}$$

よって、 μ_0 は 0.6 より大きくななければならない。

問題 4 滑らかな滑車にひもをかけて、両側に m_1 [kg], m_2 [kg] のおもりをつるした装置をアトウッドの機械という (右下図参照)。なお、鉛直上向きを正の方向とする。また、重力加速度を g [m/s²] で表せ。

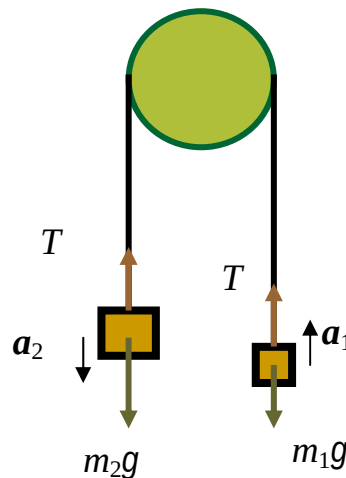
(1) ひもの張力を T [N] として、それぞれのおもりの運動方程式を書け。ただし、質量 m_1 の加速度を a_1 [m/s²] で表し、 m_2 の加速度を a_2 [m/s²] で表せ。

(略解)

上方向を正の方向とする。

$$m_1 a_1 = T - m_1 g$$

$$m_2 a_2 = T - m_2 g$$



(2) 上の二つの式から T [N] を消去して、おもりの加速度を求めよ。

参考： 質量 m_1 の物体も質量 m_2 の物体も加速度の大きさは等しい。この加速度の大きさを a [m/s²] で表すと $a = a_1 = -a_2$ の関係が成り立っている。

(略解)

2 つのおもりが紐でつながれているので、加速度の大きさは同じである。

次に、 a_1 の大きさを a で表すと、 $a_1 = a$ である。また、紐で繋がれているので、 $a_2 = -a$ である。これらを前問の (1) の運動方程式に代入すると次の式を得る。

$$m_1 a = T - m_1 g$$

$$-m_2 a = T - m_2 g$$

この 2 つの式から、 $a = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} \cdot g$ を得る。

(3) 張力 T を求めよ。

(略解)

前問 (2) の 2 つの式から a を消去すると、 $T = \frac{2m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \cdot g$ を得る。