

問題 1 右下の図は、物体 1 と物体 2 が外力を受けずにまっすぐ一直線上を飛んできて正面衝突し、衝突後飛んできた方向に戻る図である。次の問に答えよ。なお、 $m_1 = 3 \text{ kg}$, $m_2 = 2 \text{ kg}$, $v_1 = 6 \text{ m/s}$, $v_2 = 9 \text{ m/s}$, $v_1' = 5 \text{ m/s}$ 。また、衝突している間の時間は $\Delta t = 0.1 \text{ 秒}$ であった。

- (1) 衝突前の物体 1 の運動量と物体 2 の運動量の和を計算せよ。

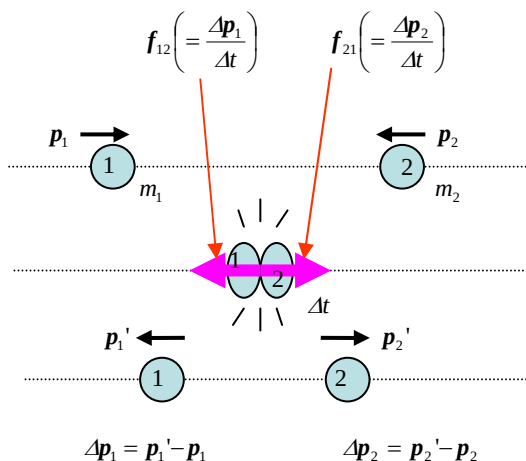
$$\begin{aligned} p_1 &= m_1 v_1 = 18 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \quad \text{であり、} \\ p_2 &= -m_2 v_2 = -18 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \quad \text{なので、} \\ p_1 + p_2 &= m_1 v_1 - m_2 v_2 = 0 \quad \text{となる。} \end{aligned}$$

- (2) 衝突後の速度の大きさ v_2' を求めよ。

運動量保存則から、 $p_1 + p_2 = p_1' + p_2'$ が成り立つ。

(1) の結果から

$$\begin{aligned} p_1' + p_2' &= p_1 + p_2 = 0 \quad \text{である。} \\ p_1' &= -m_1 v_1' = -15 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \quad \text{と、} \\ p_2' &= m_2 v_2' \quad \text{を代入すると、} \\ v_2' &= \frac{p_2'}{m_2} = \frac{-p_1'}{m_2} = \frac{15 \text{ kg} \cdot \text{m/s}}{2 \text{ kg}} = 7.5 \text{ m/s} \quad \text{。} \end{aligned}$$



- (3) 平均の撃力の大きさを求めよ。

物体 1 が受ける撃力 f_1 : $f_1 \cdot \Delta t = p_1' - p_1$ から、

$$f_1 = \frac{p_1' - p_1}{\Delta t} = \frac{-m_1 v_1' - m_1 v_1}{\Delta t} = -330 \text{ N} \quad \text{。}$$

物体 2 が受ける撃力 f_2 : $f_2 \cdot \Delta t = p_2' - p_2$ から、

$$f_2 = \frac{p_2' - p_2}{\Delta t} = \frac{m_2 v_2' - (-m_2 v_2)}{\Delta t} = 330 \text{ N} \quad \text{。}$$

- (4) 物体 2 が受ける力積の大きさを求めよ。

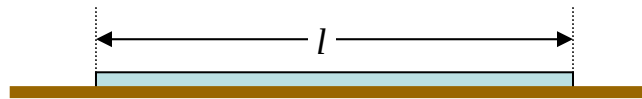
力積は $f_2 \cdot \Delta t$ で与えられる。従って、前問から

$$f_2 \cdot \Delta t = p_2' - p_2 = 2 \text{ kg} \cdot 7.5 \text{ m/s} + 2 \text{ kg} \cdot 9 \text{ m/s} = 33 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \quad \text{。}$$

問題 2 3 kg の物体を、ゆっくり 2 m 持ち上げた。物体に行った仕事 $W [\text{J}]$ を求めよ。なお、重力加速度を $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とする。

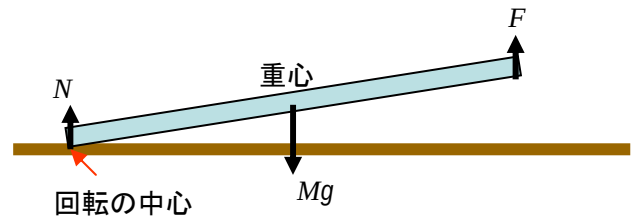
$$W = mg \times h = (3 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2) \times 2 \text{ m} = 58.8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 \cdot \text{m} = 58.8 \text{ N} \cdot \text{m} = 58.8 \text{ J}$$

問題 3 質量 $M[\text{kg}]$, 長さ $l[\text{m}]$ の丸太が地面に横たわっている。

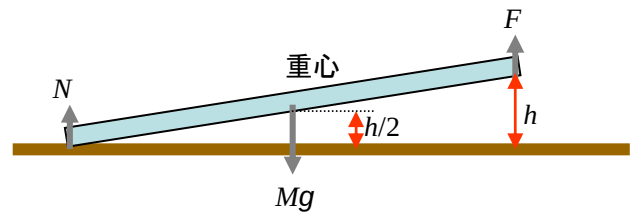


(1) その一方の端を手で持ち上げるには, どれだけの力が必要か。

$$\begin{aligned} \text{外力の総和} \quad & F + N - Mg = 0 \\ \text{トルクの総和} \quad & Mg \cdot l/2 - F \cdot l = 0 \\ \therefore \quad & F = Mg/2 \\ & N = Mg/2 \end{aligned}$$



(2) 一方の端を高さ h まで持ち上げるとき, 手がする仕事は, 丸太の位置エネルギーの増加に等しいことを確かめよ。



$$\text{手がする仕事} = Fh = (Mg/2) \times h = Mgh/2$$

$$\text{丸太の位置エネルギーの増加} = Mg \times (h/2) = Mgh/2$$