

基礎物理学

担当 小野正利
onomasat@hoku-iryo-u.ac.jp

第5回(2)

教科書

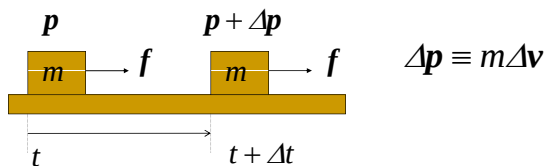
(1)「基礎物理学」

(2) <http://www.hoku-iryo-u.ac.jp/~onomasat/>



◎ 保存則

1. 運動量 $p = mv$

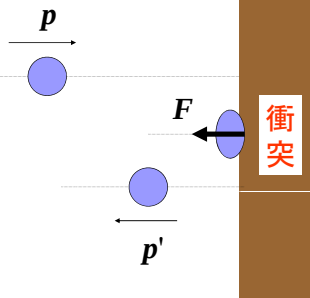


撃力: F

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p' - p}{\Delta t}$$

$$\Delta p = p' - p = F \Delta t$$

力積: $F \Delta t$



物体間に働く力(1)

近接作用

中間に存在する媒質の物理的変化を通して伝達されたとする見方。

遠隔作用

空間を隔てて存在する物体間の作用(力)を中間に介在するものと考えず, 直接働くとする見方。



物体間に働く力(2)

現在の考え方

全ての物理的相互作用は近接作用に由来する。





二つの物体が運動しているとき

系

f_{12} : 物体1が
物体2から受ける力

f_{21} : 物体2が
物体1から受ける力

$f_{21} = -f_{12}$

内力

f_1 : 物体1が
物体2以外の物体から受ける力

f_2 : 物体2が
物体1以外の物体から受ける力

外力

2つの物体に働く**内力**と**外力**

系

物体1と物体2の運動方程式

$$\begin{cases} \frac{dp_1}{dt} = f_{12} + f_1 \\ \frac{dp_2}{dt} = f_{21} + f_2 \end{cases}$$

$f_{21} = -f_{12}$

$$\frac{dp_1}{dt} + \frac{dp_2}{dt} = \frac{d(p_1 + p_2)}{dt} = f_1 + f_2$$

外力がゼロの場合

$$\frac{dp_1}{dt} + \frac{dp_2}{dt} = \frac{d(p_1 + p_2)}{dt} = 0$$

物体1 (m_1) と物体2 (m_2) の運動量の和が時間の経過に従って変わらない。

↓

運動量保存の法則

$$\begin{aligned}
 \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2 &= m_1 \mathbf{v}_1 + m_2 \mathbf{v}_2 = \frac{d}{dt} (m_1 \mathbf{r}_1 + m_2 \mathbf{r}_2) \\
 &= (m_1 + m_2) \frac{d}{dt} \frac{m_1 \mathbf{r}_1 + m_2 \mathbf{r}_2}{m_1 + m_2} \\
 &\equiv (m_1 + m_2) \frac{d}{dt} \mathbf{R}_C \\
 \mathbf{R}_C &\equiv \frac{m_1 \mathbf{r}_1 + m_2 \mathbf{r}_2}{m_1 + m_2}
 \end{aligned}$$

質量中心



2. エネルギー保存の法則

仕事 $W = (f \cos \theta) l = \mathbf{f} \cdot \mathbf{l}$ スカラー積 (内積)

$[W = (\text{移動する方向の力}) \times (\text{移動した距離})]$

質量 m の物体を鉛直上方に h m 持ち上げる
ときの仕事 (エネルギー) : W 。

$W = (\text{移動する方向の力}) \times (\text{移動した距離})$

単位: $mg \text{ [kg} \cdot \text{m/s}^2] \cdot h \text{ [m]} = mg \text{ [N]} \cdot h \text{ [m]}$
 $= mgh \text{ [Nm]} = mgh \text{ [J]}$

$m \text{ [kg]}$
 $h \text{ [m]}$

$J \Rightarrow (\text{ジュール})$



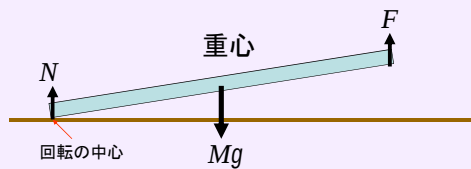
<問題5>

1. 質量 M [kg], 長さ l [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。

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

$$\begin{aligned} \therefore \quad & F = Mg/2 \\ & N = Mg/2 \end{aligned}$$



(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。

$$\begin{aligned} \text{手がする仕事} &= Fh = (Mg/2) \times h = Mgh/2 \\ \text{丸太の位置エネルギーの増加} &= Mg \times (h/2) = Mgh/2 \end{aligned}$$

