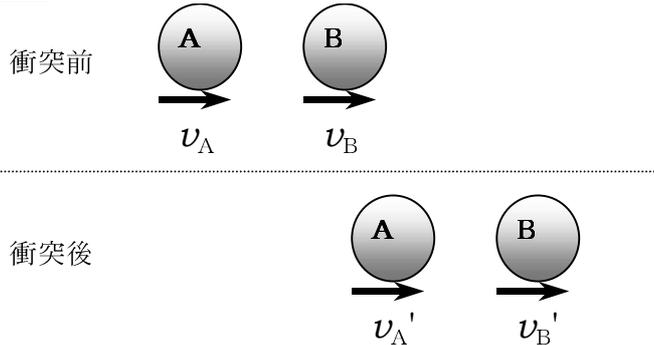


衝突の物理学の基本

ニュートンの運動の3法則 → ()の法則、()の法則、()の法則

- ① 衝突している物体には ()の法則により、互いに同じ大きさの力で押し合っている
- ② ()の法則により、両物体が互いに押し合う力で加速度が生じて速度が変化する。
- ③ その結果として、衝突直前の速度と衝突直後の速度の関係が作られる。→ この関係とは？

衝突前後の速度の関係



証明 小球Aの質量を m_A [kg]、衝突Bの質量を m_B [kg] として衝突を考える。衝突直前の速度をそれぞれ、 v_A [m/s]、 v_B [m/s]、衝突直後の速度をそれぞれ、 v'_A [m/s]、 v'_B [m/s] とする。また、衝突している時間 t [s]の間、一定の大きさ f [N] の力が互いに働くものとする。この条件でそれぞれの物体の運動方程式を作り、衝突直後の速度を求めてみよう。

(1) 小球A、Bの運動方程式を作る。

小球A、Bともに、右向きを正として運動方程式を作る。小球A、Bの加速度を a_A 、 a_B とすると

小球A: ()...①

小球B: ()...②

(2) 小球A、Bの加速度を求める。

運動方程式①、②を解くと、それぞれの加速度は

小球A: $a_A = ()$ 、小球B: $a_B = ()$ である。

(3) 衝突直後の小球A、Bの速度を求める。

等加速度運動の速度の公式 ()に代入して小球A、Bの衝突直後の速度を求める。

衝突直後の速度 小球A: $v'_A = ()$ 、小球B: $v'_B = ()$

(4) 衝突直前の速度と衝突直後の速度の間にある関係式を見つける。

衝突直前、直後の速度の関係式では、衝突中の互いの力 f や、衝突時間 t は分からないので、関係式から消去すると

が成立する。

(5) 衝突のルール

()

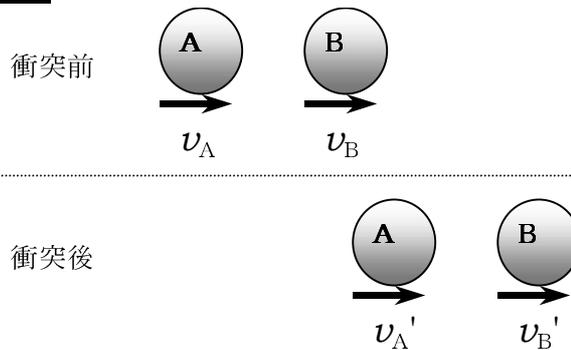
⇒ **新しい物理量の概念**

運動量	(kg·m/s)	=	質量	(kg)	×	速度	(m/s)
力積	(N·s)	=	力	(N)	×	時間	(s)

衝突の物理学の基本 ニュートンの運動の3法則 → 「運動の法則」と「作用・反作用の法則」

- ① 衝突している物体には「作用・反作用の法則」により、互いに同じ大きさの力で押し合っている
- ② 「運動の法則」により、互いが押し合う力で両物体の速度が変化する。
- ③ その結果として、衝突直前の速度と衝突直後の速度の関係が作られる。 → この関係とは？

衝突前後の速度の関係



証明 小球Aの質量を m_A [kg]、衝突Bの質量を m_B [kg] とし衝突を考える。衝突直前の速度をそれぞれ、 v_A [m/s]、 v_B [m/s]、衝突直後の速度をそれぞれ、 v_A' [m/s]、 v_B' [m/s] とする。また、衝突している時間 t [s]の間、一定の大きさ f [N] の力が互いに働くものとする。この条件でそれぞれの物体の運動方程式を作り、衝突直後の速度を求めてみよう。

(1) 小球A、Bの運動方程式を作る。

小球A、Bともに、右向きを正として運動方程式を作る。

$$\text{小球A: 受ける力は左向きより、加速度を } a_A \text{ とすると、 } -f = m_A a_A \cdots \text{①}$$

$$\text{小球B: 受ける力は右向きより、加速度を } a_B \text{ とすると、 } +f = m_B a_B \cdots \text{②}$$

(2) 小球A、Bの加速度を求める。

運動方程式①、②を解くと、小球A: $a_A = -\frac{f}{m_A}$ 、小球B: $a_B = \frac{f}{m_B}$ である。

(3) 衝突直後の小球A、Bの速度を求める。

等加速度運動の公式 $v = v_0 + at$ に代入して小球A、Bの衝突直後の速度を求める。

$$\text{小球Aの衝突直後の速度: } v_A' = v_A + \left(-\frac{f}{m_A}\right)t, \quad \text{小球Bの衝突直後の速度: } v_B' = v_B + \left(+\frac{f}{m_B}\right)t$$

(4) 衝突直前の速度と衝突直後の速度の間にある関係式を見つける。

衝突中の互いの力 f や、衝突時間 t は分からないから消去するとよい。 $m_A v_A' = m_A v_A + (-ft) \cdots \text{③}$ 、 $m_B v_B' = m_B v_B + (+ft) \cdots \text{④}$ より、③、④より、 $m_A v_A' + m_B v_B' = m_A v_A + m_B v_B \cdots \text{⑤}$ (運動量の和が一定)が成立する。また、 $m_A v_A' - m_A v_A = (-ft)$ 、 $m_B v_B' - m_B v_B = (+ft)$ を見ると **運動量(=質量×速度)の変化が力積(=力×時間)に等しい**ことを示している。

(5) 衝突のルール 「質量と速度の積の合計が衝突前後で変わらない！」



新しい物理量の概念

$$\text{運動量 (kg}\cdot\text{m/s)} = \text{質量 (kg)} \times \text{速度 (m/s)}$$

$$\text{力積 (N}\cdot\text{s)} = \text{力 (N)} \times \text{時間 (s)}$$