

[第9回目] 質点系の力学2 (回転の運動方程式, 全角運動量保存の法則)

考える内容  $n$  体系 (大きさのある物体) の運動 (重心の運動) + (重心の周りの相対運動)

今日の授業の目標

- $n$  体系の重心運動

重心 (質量中心):

$$\vec{R} = \frac{m_1 \vec{r}_1 + \dots + m_n \vec{r}_n}{m_1 + \dots + m_n}$$

重心の運動方程式:  $M \frac{d^2 \vec{R}}{dt^2} = \vec{F}_{全}^{外}$  (全質量:  $M = m_1 + \dots + m_n$ )

全運動量保存則:  $\vec{F}_{全}^{外} = 0$  のとき  $\vec{P} = m_1 \vec{v}_1 + \dots + m_n \vec{v}_n = \text{一定}$

学習到達目標 (4) 重心の定義とその運動方程式の意味を理解できる。

回転の運動方程式:  $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{N}_{全}^{外}$  (全角運動量:  $\vec{L} = \vec{l}_1 + \dots + \vec{l}_n$ )

全角運動量保存則:  $\vec{N}_{全}^{外} = 0$  のとき  $\vec{L} = \vec{l}_1 + \dots + \vec{l}_n = \text{一定}$  (例: 外力が中心力)

学習到達目標 (5) 回転の運動方程式と慣性モーメントの意味を理解できる。

次回予定 [第10回目] 剛体の力学1 (教科書 68 ページまで)

\*\*\*\*\*

レポート問題 第9回目 (右側の半分の解答用紙を切り取って提出下さい)

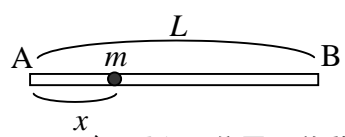
数値で計算する問題は, 答えにも必ず単位をつける! 指示がない限り MKS 単位系で答えること!

問1 一直線上での衝突で, 非弾性衝突の場合を考える。このときは, 反発係数  $e = 1$  である。

反発係数の式  $e = -\frac{v_1' - v_2'}{v_1 - v_2}$  から  $v_1' - v_2' = -e v_1 + e v_2 \dots (1)$

- A... 質量  $m_1$  と  $m_2$  の2つの物体が, それぞれ速度  $v_1, v_2$  で衝突し, 衝突後に  $v_1'$  と  $v_2'$  になった。運動量保存則を表す式を書け。[式(2)とする。]
- B... 式(1)と(2)を  $v_1'$  と  $v_2'$  についての連立方程式と考え, 衝突後の速度  $v_1'$  と  $v_2'$  を求めよ。
- B...  $e = 0$  の場合, 静止している質量  $M$  の物体2 ( $v_2 = 0$ ) に, 同じ質量  $M$  をもつ物体1が, 速度  $v_1$  で正面衝突した ( $m_1 = m_2 = M$ )。衝突後の速度  $v_1'$  と  $v_2'$  を求めよ。
- C... の問題で, 衝突の前後で失われた運動エネルギー  $\Delta K$  を求めよ。

問2

- B... 体重  $M$  の人が質量  $m$  の石を持ち, なめらかな水平面上で静止していた。水平右向きを  $x$  軸とする。石を水平左向きに速度  $-v$  で投げると, 人が速度  $u$  で右向きに運動を始めた。速度  $u$  を求めよ。[問2.11の答の前半を参照]
  - B... 密度が一様である質量  $M$  で長さ  $L$  の棒 AB に, 端 A から  $x$  の位置に質量  $m$  の質点を取り付けた。重心の位置  $X$  を端 A から  $x$  の距離で表せ。(端 A を  $x$  軸の原点にとって計算する。)
- 
- B... 質点系が初め静止している場合, 内力のみが働き, 全外力がゼロならば, 重心の位置は移動しない。このことを用いて, 教科書の問2.12の板の移動量  $b$  を求めよ。

問3  $n$  体系の回転運動について

- A... 回転の運動方程式を書け。外力のモーメントの総和がゼロのとき, 一定となる量を答えよ。  
原子番号  $Z$  の原子について
- B... 原子核 ( $q = +Ze [C]$ ) からのクーロン力 (外力) を受けて, その周りを運動する  $Z$  個の電子系の全角運動量  $\vec{L}$  が一定となる理由を, クーロン力の特徴から説明せよ。
- C... その中の1個の電子の角運動量  $\vec{l}$  は一定になるか。またその理由も述べよ。

解答用紙 ( 曜 限) 学籍番号 \_\_\_\_\_ 氏名 \_\_\_\_\_

数値で計算する問題は, 答えにも必ず単位をつける! 指示がない限り MKS 単位系で答えること!

問 1

$$v'_1 = \quad , \quad v'_2 =$$

$$\Delta K =$$

問 2

$$X =$$

問 3

このレポートをやるのに \_\_\_\_\_ 時間 \_\_\_\_\_ 分,  
それ以外に力学 の予習復習を \_\_\_\_\_ 時間 \_\_\_\_\_ 分した。