

[ 第 8 回目 ] 質点系の力学 1 ( 重心の運動方程式, 運動量保存則 )

考える内容

- ・ 力を及ぼし合いながら運動する複数の質点の運動 ( 衝突, 太陽系, 原子内の電子など )
- ・ 質点 ( 大きさを無視 ) 大きさのある現実の物体へ 準備と関係

今日の授業の目標

2 体系 ( 質点  $m_1, m_2$  )

重心 ( 質量中心 ) :	$\vec{R} = \frac{m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2}{m_1 + m_2}$	外力と内力 $\left[ \begin{array}{l} \text{全質量 : } M = m_1 + m_2 \end{array} \right]$
重心の運動方程式 :	$M \frac{d^2 \vec{R}}{dt^2} = \vec{F}^{\text{外全}}$	
運動量保存則 :	$\vec{F}^{\text{外全}} = 0 \text{ のとき } \vec{P} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = \text{一定} \quad \left[ \vec{P} : \text{全運動量} \right]$	

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。

次回予定 [ 第 9 回目 ] 質点系の力学 2 ( 教科書 140 ページまで )

\*\*\*\*\*

レポート問題 第 8 回目 ( 右側の半分の解答用紙を切り取って提出しなさい )

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 質点  $m_1$  と  $m_2$  の 2 体系の運動について ( 教科書と同じ記号を使用した場合は、記号の説明は省略してよい。 )

重心 ( 質量中心 ) の位置ベクトル  $\vec{R}$  を式で表せ。

$\vec{R} = (X, Y, Z)$  とするとき、重心の  $x$  座標  $X$  を式で表せ。  $\vec{r}_1 = (x_1, y_1, z_1)$ ,  $\vec{r}_2 = (x_2, y_2, z_2)$  とする。

重心の運動方程式を書け。

外力が働いていないとき、必ず一定となる量 ( 保存する量 ) は何か。

全運動量  $\vec{P}$  を式で表せ。

問 2 一直線上での衝突を考える。

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。

弾性衝突の場合を考える。衝突後の速度  $v'_1$  と  $v'_2$  は、式 ( 2.16 ) で表される。

同じ質量 (  $m_1 = m_2 = m$  ) をもつ 2 つの物体が、同じ速さ (  $v_1 = -v_2 = v$  ) で正面衝突した。衝突後の速度  $v'_1$  と  $v'_2$  を求めなさい。

静止している非常に重い物体 2 (  $v_2 = 0, m_2 \gg m_1$  ) に向かって、物体 1 が速度  $v_1$  で正面衝突した。  $m_2$  と考えて衝突後の速度  $v'_1$  と  $v'_2$  を求めなさい。

問 3 重心 ( 質量中心 ) について

質量が無視できる長さ 5 m の棒がある。左の端  $x_1 = 0$  m に  $m_1 = 2$  kg のおもりを、右の端  $x_2 = 5$  m に  $m_2 = 3$  kg のおもりを取りつけた。重心 G の位置を表す  $x$  座標  $X$  を求めよ。

$m_1 = 2$  kg と  $m_2 = 3$  kg の 2 つの質点が平面内を運動している (  $z_1 = 0, z_2 = 0$  )、質点  $m_1$  と  $m_2$  の平面内の座標が、それぞれ  $\vec{r}_1 = (x_1, y_1) = (1, 2)$  と  $\vec{r}_2 = (x_2, y_2) = (4, 6)$  であるとき、重心 G の座標  $\vec{R} = (X, Y)$  を求めなさい (  $Z = 0$  である )、(  $m_1$  と  $m_2$  とを結ぶ線分 AB の重心 G の位置は、 の答えと同じ関係になっている。 )

問 4 粗い斜面上に糸でつないだ質量  $m_1$  と  $m_2$  の 2 つの物体をおいた。斜面の傾きを  $\theta$  とし、2 つの物体がすべりだす直前の斜面の傾き  $\theta$  を求めよ。 (  $m_2$  が上で、  $m_1$  と  $m_2$  の静止摩擦係数は  $\mu_1 < \mu_2$  であるとする。 )

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

$$\vec{R} = \boxed{\phantom{\hspace{10em}}}$$

$$X = \boxed{\phantom{\hspace{10em}}}$$

外力が働かないとき、

が一定になる

$$\vec{P} =$$

問 2

$$v'_1 = \phantom{\hspace{10em}}, v'_2 = \phantom{\hspace{10em}}$$

$$v'_1 = \phantom{\hspace{10em}}, v'_2 = \phantom{\hspace{10em}}$$

問 3

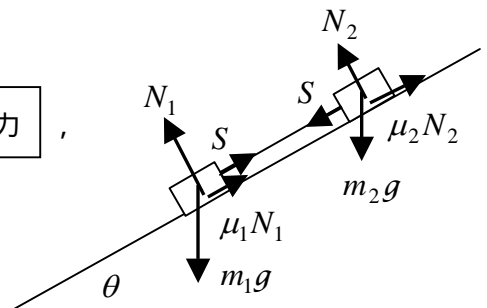
$$X =$$

$$X = \phantom{\hspace{10em}}, Y = \phantom{\hspace{10em}}$$

問 4 2つの質点  $m_1$  と  $m_2$  に対して、張力  $S$  は  $\boxed{\text{外力・内力}}$  ,

重力、垂直抗力、摩擦力は  $\boxed{\text{外力・内力}}$  である。

すべりだす直前には、摩擦力は最大静止摩擦力になっていて、全外力の斜面に平行な成分 = 0 である。



$$\theta = \tan^{-1} \left[ \phantom{\hspace{10em}} \right]$$

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。