

[第1回目] 力学 の復習と運動量

今日の授業の目標 運動量と運動エネルギーをしっかりと区別して覚える!

**運動量**  $\vec{p} = m\vec{v}$  単位 [ kg·m/s ] (運動量: momentum)

運動方程式は  $\frac{d\vec{p}(t)}{dt} = \vec{F}(t)$  と書ける。

力積の式 (運動量の変化は力積に等しい) (力積: impulse)

$$\vec{p}(t_2) - \vec{p}(t_1) = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} \cdot dt, \quad \text{力積: } \vec{I} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} \cdot dt = \vec{F} \cdot \Delta t, \quad (\vec{F}: \text{平均の力})$$

次回予定 [第2回目] 運動量保存則 (教科書 78 ページまで)

\*\*\*\*\*

レポート問題 第1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 質量  $m$  の粒子が速度  $\vec{v}$  で運動している。

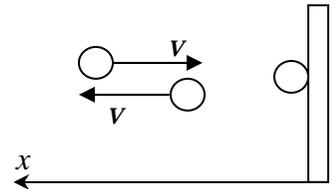
- A... 粒子の運動エネルギー  $K$  を,  $m$  と  $v$  を用いて式で表せ。
- A... 粒子の運動量  $\vec{p}$  を,  $m$  と  $\vec{v}$  を用いて式で表せ。[教科書の式 (19.1)]
- B... 運動エネルギー  $K$  の式から,  $m$  と  $p$  を用いて表した式を導け。[教科書の式 (19.3)]
- B... 運動量の単位を答えよ。 A... 運動エネルギーの単位を答えよ。
- A... 力の単位を答えよ。 B... 力積の単位を答えよ。

B... 問2 教科書 74 ページの演習問題 1 を答えよ。

B... 問3 教科書 74 ページの演習問題 2 を答えよ。

問4 質量  $m = 0.150 \text{ kg}$  のボールが, 水平右向きに速さ  $v = 144 \text{ [ km/h ]}$  で飛んできて壁に垂直に衝突し, 水平左向きに同じ速さ  $v = 144 \text{ [ km/h ]}$  ではねかえった。ボールと壁との接触時間を  $\Delta t = \frac{1}{300} \text{ s}$  とする。水平左向きを正方向とする。

- A... ボールの速さ  $v$  を [ m/s ] 単位で表せ。
- A... 衝突する直前に、ボールが持っていた運動エネルギー  $K$  を数値で求めよ。
- B... 衝突する直前の、ボールの運動量  $p_1$  を  $m$  と  $v$  を使って式で表せ。(符号に注意)
- B... 衝突の直後の、ボールの運動量  $p_2$  を  $m$  と  $v$  を使って式で表せ。
- B... 衝突の前後での運動量の変化  $p_2 - p_1$  を  $m$  と  $v$  を使って式で表せ。
- B... ボールが壁から受ける力積の大きさ  $I = \vec{F}_b \cdot \Delta t$  を  $m$  と  $v$  を使って式で表せ。
- B... ボールが壁から受ける力積の大きさ  $I = \vec{F}_b \cdot \Delta t$  を数値で求めよ。
- A... ボール (ball) が壁から受ける力  $\vec{F}_b$  の向きを図示せよ。
- B... ボールが壁から受ける平均の力の大きさ  $\vec{F}_b$  を数値で求めよ。
- C... ボールが壁 (wall) に及ぼす平均の力の大きさ  $\vec{F}_w$  を求めよ。



- C... 問5 衝突の問題では、普通の場合、重力などの力を考える必要がない。理由を答えよ。  
キャッチボールをしている。ボールを受け止める力 (衝撃力) をできるだけ小さくするには、どうすればよいか。(運動量変化と力積の関係から考えよ。)

A... 初歩的・基礎的問題 B... 基本的問題 C... 応用的・発展的問題  
A, B は必ずやること。



練習 (提出する必要はない)

力学 の復習

- 運動方程式 (質量  $m$ , 速度  $\vec{v}$ , 合力  $\vec{F}$ )

ベクトルで:

成分で:

- 運動エネルギー  $K =$

- MKS 単位 (国際単位)

長さ [            ] , 質量 [            ] , 時間 [            ] , 速度 [            ] ,  
力 [            ] = [            ] , エネルギー [            ] = [            ]

運動量  $\vec{p}$  . . . 自然を理解する上で速度よりも基本的な量

(参考)  $\left[ \begin{array}{l} \text{光は質量をもたないが, 運動量をもつ。} \\ \text{真空中で光の速さは一定だが, 運動量は波長によって変化する。} \end{array} \right]$

 $\vec{p} =$ 

- 速さ  $v = 20$  [ m/s ] で運動する質量  $m = 2000$  [ kg ] の物体の運動量  $p$

 $p =$ 

- 速さ  $v = 108$  [ km/h ] を MKS の単位で表せ

 $v =$ 

- $x$  軸上を運動する質点 (粒子) を考える。

正の向きに  $I = F \cdot \Delta t = 10$  [ N·s ] の力積を受けたとき, 運動量はどれだけ変化するか。

 $\Delta p =$ 

運動量が  $p_1 = -20$  [ kg·m/s ] から  $p_2 = 10$  [ kg·m/s ] に変化した。この間に受けた力積の大きさ  $I$ 。

 $I =$ 

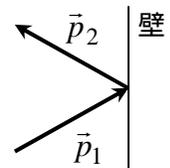
- $\Delta t = 2.0 \times 10^{-3}$  [ s ] の間に,  $\bar{F} = 10000$  [ N ] の平均の力が働いたときの力積の大きさ  $I$ 。

 $I = \bar{F} \cdot \Delta t =$ 

- $\Delta t = 5.0 \times 10^{-3}$  [ s ] の間に,  $I = 20$  [ N·s ] の力積を受けたときの平均の力の大きさ  $\bar{F}$ 。

 $\bar{F} =$ 

- 平面上を運動している場合  
運動量変化  $\Delta \vec{p}$  を図示せよ。



平均の力  $\bar{F}$  の向きはどちらか