

# まえがき

『初歩から学ぶ基礎物理学 力学 I』（第日本図書）に現れる法則・公式をまとめました。

演習は単なる算数ではなく思考の実体験の場です。意味記憶だけではなく、エピソード記憶として法則・公式を自身の思考に取り入れてもらえることを願っています。

習得してから公式集を振り返ると、物理教師がよく言う「公式は暗記するものではない。理解するものだ」という台詞の意味を実感してもらえるはずです。

釧路高専（物理） 松崎俊明  
<https://consensive.github.io>

ver.2018-03-12

# 力学 I

1	物体の運動	0
2	力と運動	7
3	運動量保存則	13
4	力学的エネルギー	18
5	円運動と単振動	24
6	万有引力の法則	36

# 1 物体の運動

1. 速度の定義
2. 加速度の定義
3. 等加速度運動の速度
4. 等加速度運動の位置
5. 便利な式
6. 合成速度
7. 重力加速度の値

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

【速度の定義】 (p. 10)

$v$  [m/s] : 速度

$\Delta x$  [m] : 移動距離

$\Delta t$  [s] : 経過時間

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

【加速度の定義】 (p. 13)

$a$  [m/s<sup>2</sup>] : 加速度

$\Delta v$  [m/s] : 速度の変化

$\Delta t$  [s] : 経過時間

$$v = v_0 + at$$

【等加速度運動の速度】 (p. 16)

$v$  [m/s] : 速度

$v_0$  [m/s] : 初速度

$a$  [m/s<sup>2</sup>] : 加速度

$t$  [s] : 時間

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

【等加速度運動の位置】 (p. 16)

$x$  [m] : 位置

$v_0$  [m/s] : 初速度

$t$  [s] : 時間

$a$  [m/s<sup>2</sup>] : 加速度

$$v^2 - v_0^2 = 2ax$$

【便利な式】 (p. 17)

$v$  [m/s] : 速度

$v_0$  [m/s] : 初速度

$a$  [m/s<sup>2</sup>] : 加速度

$x$  [m] : 位置



$$\vec{V} = \vec{u} + \vec{v}$$

【合成速度】 (p. 20)

$\vec{V}$  [m/s] : O から見た B の速度

$\vec{u}$  [m/s] : A から見た B の速度

$\vec{v}$  [m/s] : O から見た A の速度

$$g = 9.8(\text{m/s}^2)$$

【重力加速度の値】 (p. 25)

## 2 力と運動

- 8. 力の合成
- 9. 重力
- 10. フックの法則
- 11. 最大摩擦力
- 12. 動摩擦力
- 13. 運動方程式

$$\vec{F}_{\text{合}} = \vec{F}_A + \vec{F}_B$$

【力の合成】 (p. 35)

$\vec{F}_{\text{合}}$  [N] : 合力

$\vec{F}_A$  [N] : 一つ目の力

$\vec{F}_B$  [N] : 二つ目の力

$$W = mg$$

【重力】 (p. 44)

$W$  [N] : 重力

$m$  [kg] : 質量

$g$  [m/s<sup>2</sup>] : 重力加速度

$$F = kx$$

【フックの法則】 (p. 47)

$F$  [N] : 弾性力

$k$  [N/m] : バネ定数

$x$  [m] : バネの伸び

$$F_{\max} = \mu N$$

【最大摩擦力】 (p. 50)

$F_{\max}$  [N] : 最大摩擦力

$\mu$  : 静止摩擦係数

$N$  [N] : 垂直抗力

$$f' = \mu' N$$

【動摩擦力】 (p. 50)

$f'$  [N] : 動摩擦力

$\mu'$  : 動摩擦係数

$N$  [N] : 垂直効力



$$ma = F$$

【運動方程式】 (p. 60)

$m$  [kg] : 質量

$a$  [m/s<sup>2</sup>] : 加速度

$F$  [N] : 力

### 3 運動量保存則

- 14. 運動量と力積の変化
- 15. 力積の定義
- 16. 運動量の定義
- 17. 運動量保存則
- 18. 反発係数

$$mv - mv_0 = F \Delta t$$

【運動量と力積の変化】 (p. 76)

$m$  [kg] : 質量

$v$  [m/s] : 速度

$v_0$  [m/s] : 初速度

$F$  [N] : 力

$\Delta t$  [s] : 時間

$$I = F \Delta t$$

【力積の定義】 (p. 77)

$I$  [N·s] : 力積

$F$  [N] : 力

$\Delta t$  [s] : 時間

$$p = mv$$

【運動量の定義】 (p. 78)

$p$  [kg·m/s] : 運動量

$m$  [kg] : 質量

$v$  [m/s] : 速度

$$\Sigma \vec{p}_i = \Sigma \vec{p}'_i$$

【運動量保存則】 (p. 81)

$\vec{p}_i$  [kg·m/s] : 衝突前の運動量

$\vec{p}'_i$  [kg·m/s] : 衝突後の運動量

「 $\Sigma$ 」は全ての合計を意味する

$$e = \frac{|\vec{v}'|}{|\vec{v}|} \quad \left( = -\frac{v'_A - v'_B}{v_A - v_B} \right)$$

【反発係数】 (p. 87)

$e$  : 反発係数

$|\vec{v}'|$  [m/s] : 衝突後の速さ

$|\vec{v}|$  [m/s] : 衝突前の速さ

## 4 力学的エネルギー

- 19. 仕事の定義
- 20. 仕事率の定義
- 21. 運動エネルギー
- 22. 重力による位置エネルギー
- 23. 弾性エネルギー
- 24. エネルギー保存則



$$W = Fx$$

【仕事の定義】 (p. 94)

$W$  [J] : 仕事

$F$  [N] : 力

$x$  [m] : 移動距離

$$P = \frac{W}{t}$$

【仕事率の定義】 (p. 98)

$P$  [W] : 仕事率

$W$  [J] : 仕事

$t$  [s] : 時間

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

【運動エネルギー】 (p. 102)

$K$  [J] : 運動エネルギー

$m$  [kg] : 質量

$v$  [m/s] : 速度

$$U = mgh$$

【重力による位置エネルギー】

(p. 104)

$U$  [J] : 位置エネルギー

$m$  [kg] : 質量

$g$  [m/s<sup>2</sup>] : 重力加速度

$h$  [m] : 高さ

$$U = \frac{1}{2}kx^2$$

【弾性エネルギー】 (p. 106)

$U$  [J] : 弾性エネルギー

$k$  [N/m] : バネ定数

$x$  [m] : バネの伸び

$$K + U = K' + U'$$

【エネルギー保存則】 (p. 108)

$K$  [J] : 運動エネルギー

$U$  [J] : 位置エネルギー

## 5 円運動と単振動

- 25. ラジアンの定義
- 26. 角速度
- 27. 速度と角速度
- 28. 周期と角速度
- 29. 回転数と周期
- 30. 加速度と角速度
- 31. 単振動の変位
- 32. 振動数と周期
- 33. 単振動の速度
- 34. 単振動の加速度
- 35. バネ振子の周期
- 36. 単振子の周期

$$l = r\theta$$

【ラジアン の 定義】 (p. 118)

$l$  [m] : 円弧の長さ

$r$  [m] : 半径

$\theta$  [rad] : 角度



$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

【角速度】 (p. 119)

$\omega$  [rad/s] : 角速度

$\theta$  [rad] : 角度

$t$  [s] : 時間

$$v = \frac{l}{t} = r\omega$$

【速度と角速度】 (p. 119)

$v$  [m/s] : 速さ

$l$  [m] : 円弧の長さ

$t$  [s] : 時間

$r$  [m] : 半径

$\omega$  [rad/s] : 角速度

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi}{\omega}$$

【周期と角速度】 (p. 119)

$T$  [s] : 周期

$r$  [m] : 半径

$v$  [m/s] : 速さ

$\omega$  [rad/s] : 角速度

$$n = \frac{1}{T}$$

【回転数と周期】 (p. 120)

$n$  [Hz] : 回転数

$T$  [s] : 周期

$$a = r\omega^2$$

【加速度と角速度】 (p. 122)

$a$  [m/s<sup>2</sup>] : 加速度

$r$  [m] : 半径

$\omega$  [rad/s] : 角速度

$$x = A \sin(\omega t)$$

【単振動の変位】 (p. 127)

$x$  [m] : 変位

$A$  [m] : 振幅

$\omega$  [rad/s] : 角振動数

$t$  [s] : 時刻

$$f = \frac{1}{T}$$

【振動数と周期】 (p. 128)

$f$  [Hz] : 振動数

$T$  [s] : 周期

$$v = A\omega \cos(\omega t)$$

【単振動の速度】 (p. 129)

$v$  [m] : 速度

$A$  [m] : 振幅

$\omega$  [rad/s] : 角振動数

$t$  [s] : 時刻



$$a = -A\omega^2 \sin(\omega t)$$

【単振動の加速度】 (p. 129)

$a$  [m] : 加速度

$A$  [m] : 振幅

$\omega$  [rad/s] : 角振動数

$t$  [s] : 時刻

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

【ばね振子の周期】 (p. 132)

$T$  [s] : 周期

$m$  [kg] : 質量

$k$  [N/m] : ばね定数

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

【単振子の周期】 (p. 137)

$T$  [s] : 周期

$l$  [m] : 振子の長さ

$g$  [m/s<sup>2</sup>] : 重力加速度

## 6 万有引力の法則

37. 万有引力の法則

38. 第一宇宙速度

39. 万有引力の位置エネルギー

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

【万有引力の法則】 (p. 144)

$F$  [N] : 力

$G$  [N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>] : 万有引力定数

$m_i$  [kg] : 質量

$r$  [m] : 距離

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

【第一宇宙速度】 (p. 148)

$v$  [m/s] : 第一宇宙速度

$G$  [N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>] : 万有引力定数

$M$  [kg] : 地球の質量

$R$  [m] : 地球の半径

$$U = -G \frac{Mm}{r}$$

【万有引力の位置エネルギー】

(p. 152)

$U$  [J] : 位置エネルギー

$G$  [N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>] : 万有引力定数

$M$  [kg] : 質量

$m$  [kg] : 質量

$r$  [m] : 距離