

まえがき

『初歩から学ぶ基礎物理学 熱・波動』（第日本図書）の熱分野に現れる法則・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.2017-02-23

熱

- | | | |
|---|--------|----|
| 1 | 熱エネルギー | 0 |
| 2 | 気体 | 7 |
| 3 | 熱力学 | 12 |

1 熱エネルギー

1. 摂氏と絶対温度
2. 熱の仕事当量
3. 熱容量と温度変化
4. 熱容量と比熱
5. 線膨張率
6. 体積膨張率
7. 熱伝導率

$$T = t + 273.15$$

【摂氏と絶対温度】 (p. 11)

T [K] : 絶対温度

t [°C] : 摂氏温度

$$J = 4.19(\text{J/cal})$$

【熱の仕事当量】 (p. 12)

$$Q = C \Delta T$$

【熱容量と温度変化】 (p. 14)

Q [J] : 熱量

C [J/K] : 熱容量

ΔT [K] : 温度変化

$$C = mc$$

【熱容量と比熱】 (p. 15)

C [J/K] : 熱容量

m [g] : 質量

c [J/g·K] : 比熱

$$l = l_0(1 + \alpha\Delta T)$$

【線膨張率】 (p. 23)

l [m] : 変化後の長さ

l_0 [m] : 元の長さ

α [K⁻¹] : 線膨張率

ΔT [K] : 温度変化

$$V = V_0(1 + \beta \Delta T)$$

【体積膨張率】 (p. 23)

V [m³] : 変化後の長さ

V_0 [m³] : 元の長さ

β [K⁻¹] : 体積膨張率

ΔT [K] : 温度変化

$$Q = \kappa S \frac{\Delta T}{l}$$

【熱伝導率】 (p. 26)

Q [W] : 流れる熱量

κ [W/m·K] : 熱伝導率

ΔT [K] : 温度差

l [m] : 長さ

2 気体

- 8. 圧力
- 9. ボイル・シャルルの法則
- 10. 理想気体の状態方程式
- 11. 分子による圧力
- 12. 単原子分子の内部エネルギー

$$p = \frac{F}{S}$$

【圧力】 (p. 30)

p [Pa] : 圧力

F [N] : 力

S [m²] : 面積

$$\frac{pV}{T} = (\text{一定})$$

【ボイル・シャルルの法則】

(p. 35)

p [Pa] : 圧力

V [m³] : 体積

T [K] : 絶対温度

$$pV = nRT$$

【理想気体の状態方程式】

(p. 38)

p [Pa] : 圧力

V [m³] : 体積

n [mol] : モル数

R [J/mol·K] : 気体定数

T [K] : 絶対温度

$$p = \frac{Nm\overline{v^2}}{3V}$$

【分子による圧力】 (p. 43)

p [Pa] : 圧力

N [個] : 分子の個数

m [kg] : 分子一つの質量

$\overline{v^2}$ [(m/s)²] : 速度の二乗の平均

V [m³] : 体積

$$U = \frac{3}{2}nRT$$

【単原子分子の内部エネルギー】

(p. 48)

U [J] : 内部エネルギー

n [mol] : モル数

R [J/mol·K] : 気体定数

T [K] : 絶対温度

3 熱力学

- 13. 熱力学第 1 法則
- 14. 気体が外部にした仕事
- 15. ポアソンの法則
- 16. マイヤーの関係式
- 17. 熱機関の効率
- 18. エントロピー
- 19. カルノーサイクルの効率

$$\Delta U = Q + W$$

【熱力学第 1 法則】 (p. 53)

ΔU [J] : 内部エネルギーの変化

Q [J] : 外部から吸収した熱

W [J] : 外部からされた仕事

$$W = p\Delta V = \int p dV$$

【気体が外部にした仕事】

(p. 55, 57)

W [J] : 気体がした仕事

p [Pa] : 気体の圧力

ΔV [m³] : 気体の体積変化

$$pV^\gamma = (\text{一定})$$

【ポアソンの法則】 (p. 63)

p [Pa] : 圧力

V [m³] : 体積

γ : 比熱比 ($= C_p/C_V$)

$$C_p = C_V + R$$

【マイヤーの関係式】 (p. 66)

C_p [J/mol·K] : 定圧比熱

C_V [J/mol·K] : 定積比熱

R [J/mol·K] : 気体定数

$$\eta = \frac{W}{Q_H} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}$$

【熱機関の効率】 (p. 72)

η : 熱効率

W [J] : 熱機関がした仕事

Q_H [J] : 受け取った熱

Q_L [J] : 放出した熱

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$$

【エントロピー】 (p. 77)

ΔS [J/K] : エントロピー変化

ΔQ [J] : 系が得た熱

T [K] : 温度

$$\eta_c = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

【カルノーサイクルの効率】

(p. 80)

η_c : 熱効率

T_L [J] : 低温熱源の温度

T_H [J] : 高温熱源の温度