

[第 1 2 回目] 理想気体のモル比熱

《授業の目標》 定積変化と定圧変化のモル比熱を熱力学の第 1 法則に基づいて考える。

◎理想気体の内部エネルギー

$$U = \frac{f}{2} nRT \quad \left(= Nf \frac{1}{2} k_B T \right) \quad \text{自由度 } f \quad \begin{cases} \text{単原子分子: } f=3 \\ \text{2原子分子: } f=5 \end{cases}$$

○定積変化 ($dV=0 \therefore dW=0$) と 定圧変化 ($p = \text{一定} \quad dW = -pdV \neq 0$)

$$\text{定積モル比熱} \quad c_V = \frac{1}{n} \left(\frac{dQ}{dT} \right)_{\text{定積}} = \frac{1}{n} \frac{dU}{dT} \quad \text{定圧モル比熱} \quad c_p = \frac{1}{n} \left(\frac{dQ}{dT} \right)_{\text{定圧}}$$

※モル比熱 = 1 mol あたりの熱容量 単位 [J/mol·K]

$$\text{理想気体では} \quad c_V = \frac{1}{n} \frac{dU}{dT} = \frac{f}{2} R \quad c_p = c_V + R \quad \text{: マイヤーの関係式}$$

$$c_p > c_V$$

: 定圧変化の場合、熱 dQ としてもらったエネルギーの一部を外部に仕事を失う ($dW < 0$) ので、温度上昇 dT が定積変化より小さい。

学習到達目標 (5) 熱力学の第 1 法則の式が書け、エネルギー保存則との関係がわかる。

次回予定 [第 1 3 回目] 理想気体の断熱変化 (教科書 68 ページまで)

レポート問題 第 1 2 回目 (右側の半分の解答用紙を切り取って提出しなさい)

B... 問 1 次の場合に、物体の内部エネルギーはどうなったか。

- ① 物体が外部から 700 [J] の熱を吸収して、外部に 1000 [J] の仕事をした。
- ② 物体が外部によって 1200 [J] の仕事をされたが、外部へ 400 [J] の熱を放出した。

B... 問 2 ピストン付きの容器に圧力 $p = 2.0 \times 10^5$ [Pa], 体積 50.0 [L] の気体が入っている。圧力を一定に保ちながら、ヒーターで加熱して $Q = 1500$ [J] の熱を与えると、気体は膨張して 53.0 [L] になった。この変化における気体の内部エネルギーの変化 ΔU を数値で求めよ。

A... 問 3 教科書 63 ページの演習問題 A.10 の③④を答えよ。(自由度は 60 ページ参照)

B... 問 4 $n = 2.0$ [mol] の He (単原子分子) からなる理想気体をピストン付き容器に入れ、温度を $T_1 = 300$ [K] にした。外部からは圧力一定の空気がピストンを押している。

- ① ピストンを固定して、気体を $T_1 = 300$ [K] から $T_2 = 450$ [K] まで加熱した。気体に与えた熱量 Q を数値で求めよ。(定積変化)
- ② ピストンを自由に動けるようにして、気体を $T_1 = 300$ [K] から $T_2 = 450$ [K] まで加熱した。気体に与えた熱量 Q を数値で求めよ。(定圧変化)
- ③ 体積一定で加熱する①より、圧力一定で加熱する②の方が、熱を多く必要とする理由を述べよ。

C... 問 5 空気を 2 原子分子理想気体とみなして考える。床面積 $S = 15.5$ [m²] (6 畳)、天井までの高さ $h = 2.5$ [m] の部屋がある。この部屋の空気を 17 [°C] から 22 [°C] まで暖房する。空気は暖められると膨張する。空気の圧力は 1.0 [atm] ($= 1.0 \times 10^5$ [Pa]) で一定であるとする。定圧モル比熱 c_p を用いて暖房に必要な熱量 Q を求めよ。(膨張した分だけ空気は部屋から逃げていくが、その誤差は小さいとして無視せよ。)

[予告] 7/11 (木) 中間テスト 2 回目 授業の初めの 20 分程度 (その後通常授業)
参照物なし、関数電卓 (ポケコン) 使用可
範囲: 物質 (モル), 絶対温度, 比熱 (種類がある) と熱容量, 圧力, 状態方程式, いろいろな状態変化, 気体にする仕事, 内部エネルギー, 熱力学の第 1 法則

一切を必ず守ること

解答用紙 (授業 曜 限) 学籍番号 _____

氏名 _____

問 1 ①

②

問 2

$$\Delta U = \quad [\quad]$$

問 3 ③a) $U_{\text{Ne}} = \quad [\quad]$

b) $U_{\text{CO}} = \quad [\quad]$

④a) $c_V = \quad [\quad]$, $c_p = \quad [\quad]$

b) $c_V = \quad [\quad]$, $c_p = \quad [\quad]$

問 4

① $Q = \quad [\quad]$

② $Q = \quad [\quad]$

③

問 5 定圧モル比熱は問 3 ④b) の値を参照する。

部屋の中の空気の物質質量 n [mol] は状態方程式を用いて求める。

圧力 $p = \quad$ [Pa], 体積 $V = S \cdot h = \quad$ [m³],

$T = \quad$ [K] として,

気体の量は $n = \frac{pV}{RT} = \quad$ [mol]

したがって, $\Delta T = \quad$ [K] の上昇に必要な熱量は,

$Q = nc_p \Delta T = \quad$ [J]

☆このレポートをやるのに _____ 時間 _____ 分,
それ以外に基礎物理 I の予習復習を _____ 時間 _____ 分した。