

## [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  $\Delta U$  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  $S = 15.5$  [m<sup>2</sup>] (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] 7/12 (木) 中間テスト 2 回目    教室変更 S0305 (この日のみ) 座席指定  
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  
比熱と熱容量、圧力、状態方程式、いろいろな状態変化、気体にする仕事、熱力学の第 1 法則、内部エネルギー、定積比熱と定圧比熱はどちらが大きいとその理由

必ず守ること

解答用紙 (授業 曜日 限) 学籍番号 \_\_\_\_\_

氏名 \_\_\_\_\_

問 1 ①

②

問 2

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

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

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

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

$$\text{b) } c_V = \quad [ \quad ], \quad c_p = \quad [ \quad ]$$

問 4

$$\text{① } Q = \quad [ \quad ]$$

$$\text{② } Q = \quad [ \quad ]$$

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。

$$\text{圧力 } p = \quad [\text{Pa}], \quad \text{体積 } V = S \cdot h = \quad [\text{m}^3],$$

$$T = \quad [\text{K}] \text{ として,}$$

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

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

$$Q = nc_p \Delta T = \quad [\text{J}]$$

☆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。