

[第9回目] 定積比熱 定圧比熱

授業の目標 重要な4つの変化 熱力学の第1法則をもとに考える

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

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

モル比熱 = 1 mol あたりの熱容量 単位 [J/mol·K]

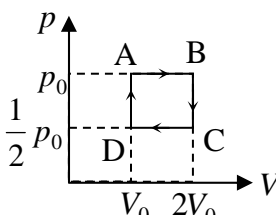
理想気体では $C_V^{\text{理想}} = \frac{1}{n} \frac{dU}{dT} = \frac{f}{2} R$ $C_p^{\text{理想}} = C_V^{\text{理想}} + R$:マイヤーの関係式

$$C_p > C_V$$

: 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して失う ($dW < 0$) ので, 温度上昇 dT が定積変化より小さい。

次回予定 [第10回目] 等温変化と断熱変化 (教科書 18~19 ページ, 40 ページ中~42 ページまで)

レポート問題 第9回目 (右側の半分の解答用紙を切り取って提出下さい)

- B... 問1 教科書の問 3.13 の を答えよ [教科書の式 (3.27) と $f = 3$ を用いる]
- A... 問2 気体への微小仕事 dW を圧力 p と微小体積変化 dV を用いて表したときの, 微小変化についての熱力学の第1法則の式を書け。 [教科書の式 (3.33)]
- B... ピストン付きの容器に圧力 $p = 1.0 \times 10^5$ [Pa] の気体が入っている。この気体をピストンでゆっくりと圧縮して $dV = -1.0 \times 10^{-5}$ [m³] だけ体積を変化させると同時に, ヒーターで加熱して $dQ = 0.10$ [J] の熱を与えた。気体の内部エネルギーの変化 dU [J] を求めよ。
- B... 問3 定積変化と定圧変化をそれぞれ $p-V$ グラフに表せ。
- B... 問4 $n = 2.0$ [mol] の1原子分子の理想気体をピストン付きの容器に入れ, 温度を $T_1 = 300$ [K] にした。容器の外部は一定の圧力に保たれている。この気体の自由度は $f = 3$ である。
 この気体の定積モル比熱 C_V [J/mol·K] と定圧モル比熱 C_p [J/mol·K] を数値で求めよ。
 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)
 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)
 体積一定で加熱する より, 圧力一定で加熱する の方が, 熱を多く必要とする理由を述べよ。
- 問5 ピストン付き容器に入れた n [mol] の理想気体を, $p-V$ グラフ上の A, B, C, D で表される状態を, グラフに示すように A B C D A の順に変化させた。
- 
- B... 各状態変化 (過程) で, 気体にする仕事 $W_{A \rightarrow B}$, $W_{B \rightarrow C}$, $W_{C \rightarrow D}$, $W_{D \rightarrow A}$ を求めよ。
- A... 気体 A の温度を T_0 [K] として, B, C, D の各温度 T_B , T_C , T_D を T_0 で表せ。(状態方程式から考えよ。)
- B... 各状態変化 (過程) で, 気体に与える熱量 $Q_{A \rightarrow B}$, $Q_{B \rightarrow C}$, $Q_{C \rightarrow D}$, $Q_{D \rightarrow A}$ を, 定積モル比熱 C_V , 定圧モル比熱 C_p , T_0 を用いて表せ。
- C... A B C D A の1サイクルで気体に与える全仕事の絶対値 $|W|$ は, グラフのどの面積に対応するか。
- A... 問6 空気を2原子分子理想気体とみなして, 定積モル比熱 C_V [J/mol·K] と定圧モル比熱 C_p [J/mol·K] を数値で求めよ。 $R = 8.31$ [J/mol·K] を用いよ。 [問 3.17 の答を参照]
- C... 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 [] から 22 [] まで暖房する。空気は暖められると膨張する。圧力が 1.0 [atm] で一定であるとして考える。 で求めた定圧モル比熱 C_p を用いて暖房に必要な熱量 Q を求めよ。

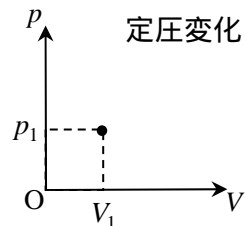
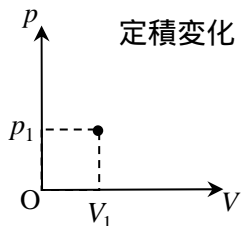
解答用紙 (曜 限) 学籍番号 _____

氏名 _____

問1 $U_{理想}^{単} =$ [J]

問2 $dU =$ []

問3 体積 V_1 , 圧力 p_1 の気体から変化させるグラフを書け



問2 $C_V =$ [J/mol·K], $C_p =$ [J/mol·K]

$Q =$ []

$Q =$ []

問5 $W_{A \rightarrow B} =$, $W_{B \rightarrow C} =$, $W_{C \rightarrow D} =$, $W_{D \rightarrow A} =$

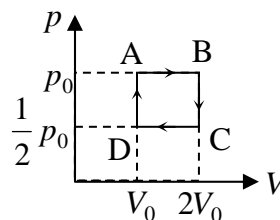
$T_B =$, $T_C =$, $T_D =$

$Q_{A \rightarrow B} =$,

$Q_{B \rightarrow C} =$,

$Q_{C \rightarrow D} =$,

$Q_{D \rightarrow A} =$



問6 $C_V =$ [J/mol·K], $C_p =$ [J/mol·K]

部屋中の気体量 n [mol] を状態方程式を用いて求める

圧力 $p = 1 \text{ atm} =$ [Pa], 体積 $V = S \cdot h =$ [m³],

$T = 17 + 273 = 290 \text{ K}$ として, 気体量は $n = \frac{pV}{RT} =$ [mol]

~~減~~ $\Delta T = (22 - 17) \text{ [K]} =$ [K] の上昇に必要な熱量は,

$Q = nC_p \Delta T =$ [J]

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