

[第 1 1 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 ($dV = 0$ $dW = 0$) 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 $c_V = \frac{1}{n} \frac{dU}{dT} = \frac{f}{2} R$ $c_p = c_V + R$: 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 2 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 1 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 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] だけ体積を微小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 2 教科書の演習問題 B.9 の を答えよ。

A... 問 3 教科書 63 ページの演習問題 A.10 の 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。

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。

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 [] から 22 [] 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] (= 1.0×10^5 [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。(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] 6/29 (月) または 7/2 (木) 中間テスト 2 回目 机の両端に座る (試験座り)

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かとその理由

解答用紙 (曜 限) 学籍番号 _____ 氏名 _____

問1 $dU =$ []

問2 a)

b)

c)

a)

b)

問3 a) $U_{\text{Ne}} =$ []

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

a) $c_V =$ [], $c_p =$ []

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

問4

$Q =$ []

$Q =$ []

問5 定圧モル比熱は問1 b) 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 $p =$ [Pa], 体積 $V = S \cdot h =$ [m³],

$T =$ [K] として, 気体の量は $n = \frac{pV}{RT} =$ [mol]

したがって, $\Delta T =$ [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。