

[第 8 回目] 定積, 定圧, 等温, 断熱変化

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 ($p = \text{一定}$ $dW = -pdV \neq 0$)

モル比熱 = 1 mol あたりの熱容量

<p>定積モル比熱 $C_V = \frac{1}{n} \left(\frac{dQ}{dT} \right)_{\text{定積}} = \frac{1}{n} \frac{dU}{dT}$</p>	<p>定圧モル比熱 $C_p = \frac{1}{n} \left(\frac{dQ}{dT} \right)_{\text{定圧}}$</p>
<p>理想気体では $C_V^{\text{理想}} = \frac{1}{n} \frac{dU}{dT} = \frac{f}{2} R$</p>	<p>$C_p^{\text{理想}} = C_V^{\text{理想}} + R$: マイヤーの関係式</p>

$C_p > C_V$: 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。

断熱変化 ($dQ = 0$) と 等温変化 ($T = \text{一定}$, 理想気体の場合は $U = \text{一定}$ $dU = 0$)

断熱変化の式

$TV^{\gamma-1} = \text{一定}$, $pV^{\gamma} = \text{一定}$: ポアソンの式 $\left[\text{比熱比 } \gamma = \frac{C_p}{C_V} \right]$

等温変化では状態方程式から $pV = \text{一定}$ 理想気体の状態方程式 $pV = nRT$ から

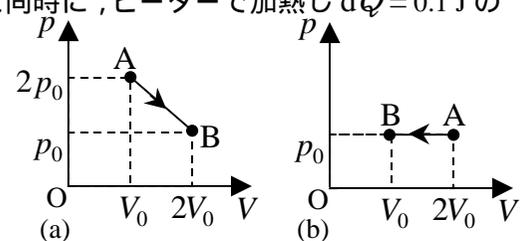
学習到達目標 (4) 等温変化と断熱変化について pV 図をつかってを説明できる。

次回予定 [第 9 回目] 熱機関の最大効率 (教科書 48 ページの 5 行目まで)

 レポート問題 第 8 回目 (右側の半分の解答用紙を切り取って提出しなさい)

問 1

- B... 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... 気体への微小仕事 dW を圧力 p と体積変化 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... ピストンつきの容器に圧力 $p = 1 \times 10^5$ Pa の気体が入っている。この気体を体積変化 $dV = -1 \times 10^{-5}$ m³ だけピストンでゆっくりと圧縮すると同時に, ヒーターで加熱し $dQ = 0.1$ 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... 定積変化, 定圧変化を $p-V$ グラフに表せ
- B... 右のグラフ(a), (b)のように, 気体をを状態 A から状態 B へ変化させたときの仕事 W を求めよ。



問 2

- B... 気体の定圧モル比熱 C_p と定積モル比熱 C_V の大小を不等式で書け。その理由も答えよ。
- A... 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] を求めよ。 $R = 8.31$ J/mol·K を用いて数値で答えること。 [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 1.0 atm で一定の問題として考える。 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。
- B... 体積 V_1 の気体を V_2 まで等温膨張させる。高温 T_1 の場合と低温 T_2 場合で圧力 p と体積 V の関係をグラフに示せ。また, 体積 V_1 で温度 T_1 の同じ気体を断熱膨張させたときの, 圧力 p と体積 V の関係を, 特徴がわかるように同じグラフ上に示せ。 [教科書の図 3.20 を参照]

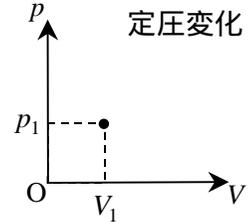
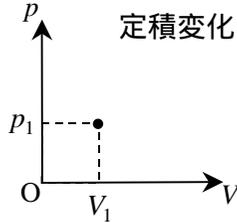
解答用紙 (曜 限) 学籍番号 _____

氏名 _____

問1 $U_{理想}^{単} =$ []

$dU =$ []

体積 V_1 , 圧力 p_1 の気体
から変化させる



(a) $W =$

(b) $W =$

問2 C_p C_V , 理由:

$C_V =$ [J/mol·K]

$C_p =$ [J/mol·K]

部屋の中の気体の量 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, 気体の量は $n = \frac{pV}{RT} =$ [mol]

したがって, $\Delta T = (22 - 17) \text{ K} =$ K の上昇に必要な熱量は,

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

等温膨張の場合, 状態方程式から

$$pV = \text{一定} = nRT$$

で圧力 p と体積 V は 正比例・反比例 し,

一定値は温度が高いほど 大きい・小さい 。

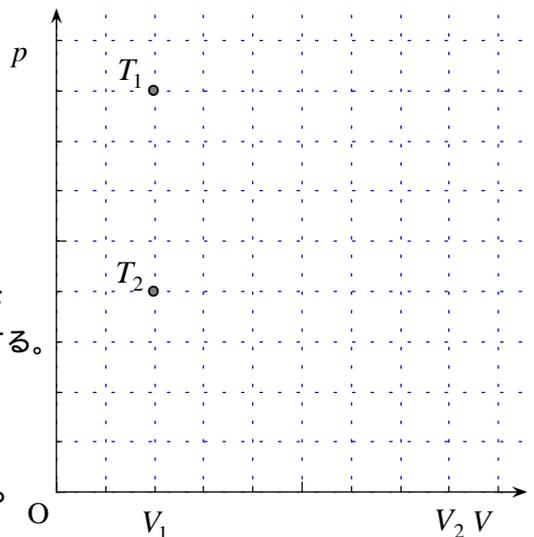
(等温膨張のグラフはある程度正確に書くこと)

断熱膨張では, 熱が与えられず, 外部に仕事を
するので, 内部エネルギーが 増加・減少 する。

したがって, 気体の温度は徐々に

上がる・下がる 。

断熱膨張のグラフは, 高温 T_1 一定のグラフから
低温 T_2 一定のグラフに近づいていく形になる。



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。