

[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

○定積変化 ($V = \text{一定}, dV = 0$) と 定圧変化 ($p = \text{一定}$) モル比熱 = 1 mol あたりの熱容量

定積モル比熱 C_V
$$nC_V = \left(\frac{dQ}{dT} \right)_{\text{定積}} = \frac{dU}{dT}$$

理想気体では
$$C_V^{\text{理想}} = \frac{1}{n} \frac{dU}{dT} = \frac{f}{2} R$$

定圧モル比熱 C_p
$$nC_p = \left(\frac{dQ}{dT} \right)_{\text{定圧}}$$

理想気体では
$$C_p^{\text{理想}} = C_V^{\text{理想}} + R$$
 : 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。

単原子分子 ($f = 3$) は $C_V^{\text{理想}} = \frac{3}{2} R$

2 原子分子 ($f = 5$) は $C_V^{\text{理想}} = \frac{5}{2} R$

3 原子分子 ($f = 6$) は $C_V^{\text{理想}} = 3R$

断熱変化 ($dQ = 0$) と 等温変化 ($T = \text{一定}, dT = 0$)

断熱変化の式

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

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 $pV = nRT$

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

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]

基
基

微小変化について, 熱力学の第 1 法則の式を書きなさい。[教科書の式 (3.30)]

気体の圧縮による微小仕事 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 法則の式を書きなさい。[教科書の式 (3.33)]

基

ピストンつきの容器に圧力 $p = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ の気体が入っている。この気体を体積変化 $dV = -1 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ 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 $dQ = 0.1 \text{ J}$ の熱を与えた。気体の内部エネルギーの変化 dU [J] を計算しなさい。

問 2

基

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。

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。 $R = 8.31 \text{ J/mol·K}$ を用いて数値で答えること。[問 3.17 の答を参照]

床面積 $S = 15.5 \text{ m}^2$ (6 畳) 天井までの高さ $h = 2.5 \text{ m}$ 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ので圧力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。

基

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

$U_{理想}^{単} =$ []

教科書の式 (3.33) を用いて

$dU =$ []

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

$pV = \text{一定} = nRT$

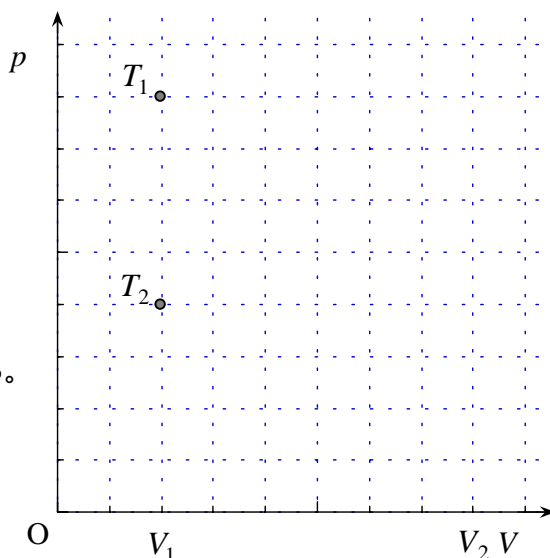
で圧力 p と体積 V は [] し,

一定値は温度が高いほど大きい。

断熱膨張では, 熱を与えられず, 外部に仕事をするので, 内部エネルギーが減少する。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 のグラフから低温 T_2 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。