

[ 第 10 回目 ] 等温変化と断熱変化

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

等温変化と断熱変化

・等温変化 ( $T = \text{一定}$ ,  $\Delta T = 0$ )

内部エネルギー  $U$  が一定  $\Delta U = 0$

理想気体の内部エネルギー  $U = \frac{f}{2}nRT$  から

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

・断熱変化 ( $dQ = 0$ )  $dU = -p \cdot dV$  体積変化で温度が変化する

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

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

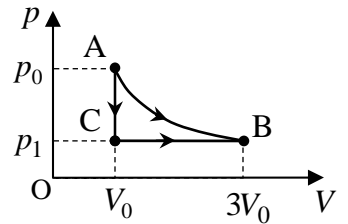
次回予定 [ 第 11 回目 ] 可逆変化と不可逆変化 (教科書 48 ページの 5 行目まで)

\*\*\*\*\*

レポート問題 第 10 回目 (右側の半分の解答用紙を切り取って提出しなさい)

- A... 問 1 理想気体の等温変化について, 圧力  $p$  と体積  $V$  の関係式 [教科書の式 (3.2)] を書け。
- B... 理想気体を等温変化させるときの, 熱力学の第 1 法則の式はどうなるか書け。
- B... 理想気体を断熱変化させるときの, 熱力学の第 1 法則の式はどうなるか書け。
- C... 等温変化させるにはどうすればよいか。また断熱変化させるにはどうすればよいか。

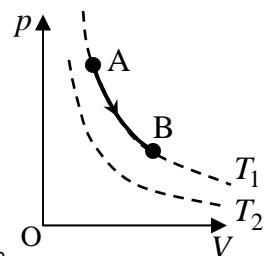
問 2 ピストンつきの容器に, 2 原子分子の理想気体を  $10.0$  [ mol ] 閉じ込めた。はじめの状態 A では, 圧力  $p_0 = 6.00 \times 10^5$  [ Pa ], 体積  $V_0 = 0.0831$  [  $m^3$  ] であった。この気体を  $p-V$  グラフに示すような状態変化を考える。A B の変化は等温変化である。



- A... はじめの状態 A での気体の絶対温度  $T_A$  を数値で求めよ。
  - A... 状態 A での内部エネルギー  $U_A$  を数値で求めよ。 ( $f = 5$ )
  - A... 状態 A から等温膨張で体積を 3 倍にした状態 B での圧力  $p_1$  を数値で表せ。
- 状態 A から定積変化 A C と定圧変化 C B によって状態 B にする。
- A... 状態 C での絶対温度  $T_C$  を数値で表せ。
  - B... A C の間に気体に与える熱  $Q_{A \rightarrow C}$  と仕事  $W_{A \rightarrow C}$  を数値で求めよ。
  - B... C B の間に気体に与える熱  $Q_{C \rightarrow B}$  と仕事  $W_{C \rightarrow B}$  を数値で求めよ。
  - B... 状態 A から状態 B への内部エネルギーの変化  $\Delta U = U_B - U_A$  を数値で求めよ。

- B... 問 3 理想気体を断熱膨張させると, 気体の温度はどうなるか。
- B... 高温  $T_1$  の場合と低温  $T_2$  の場合で同じ気体を等温膨張させたときと, 同じ気体を  $T_1$  から断熱膨張させたときについて, 圧力  $p$  と体積  $V$  の変化を同じグラフ上に示せ。 [教科書の図 3.20]
- B... なぜ のようなグラフになるのか, 理由を簡単に説明せよ。
- C... 理想気体の断熱変化を表すポアソンの式 [式 (3.48)] を用いて, 教科書の問 3.19 を答えよ。

問 4 ピストンつきの容器に閉じ込めた気体を, 2 つの温度  $T_1$  と  $T_2$  の熱源 (熱溜) を用いて状態変化させる。温度  $T_1$  または  $T_2$  での等温変化 (等温線) を,  $p-V$  グラフ上に破線で示してある。まず, グラフに示すように状態 A から状態 B まで気体を等温膨張させた。



- B... その後, 温度  $T_2$  まで断熱変化 (B C), 等温圧縮 (C D), 断熱変化 (D A) と気体を変化させる。その変化の道筋をグラフ上に示せ。
- B... 気体が熱を吸収する変化 (過程), 熱を放出する変化はそれぞれどれか。
- B... A B C D A を一巡りする間に気体に与えた仕事を表す部分をグラフ上に斜線で示せ。

解答用紙 ( 曜 限) 学籍番号 \_\_\_\_\_ 氏名 \_\_\_\_\_

問1

等温: \_\_\_\_\_, 断熱: \_\_\_\_\_

問2  $T_A =$  \_\_\_\_\_ [ ],  $U_A =$  \_\_\_\_\_ [ ]

$p_1 =$  \_\_\_\_\_ [ ],  $T_C =$  \_\_\_\_\_ [ ]

$Q_{A \rightarrow C} =$  \_\_\_\_\_ [ ],  $W_{A \rightarrow C} =$  \_\_\_\_\_ [ ]

$Q_{C \rightarrow B} =$  \_\_\_\_\_ [ ]

$W_{C \rightarrow B} =$  \_\_\_\_\_ [ ]

$\Delta U =$  \_\_\_\_\_

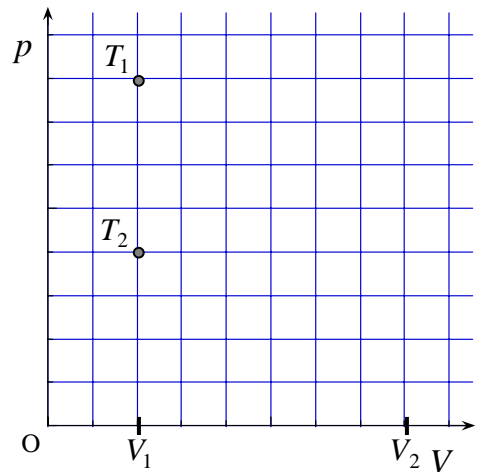
問3

断熱膨張で気体の温度は \_\_\_\_\_ 。

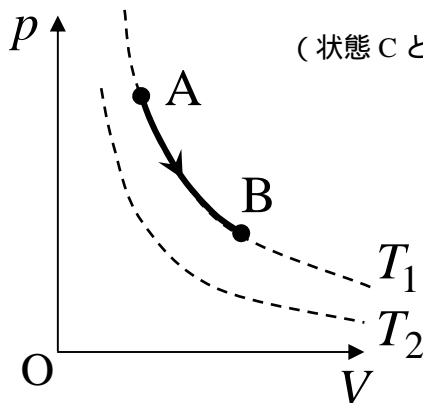
高温  $T_1$  の気体から出発して, 断熱変化で体積を

させると, 気体の温度が ,

やがて低温  $T_2$  になるから。



問4



(状態CとDの温度は $T_2$ である。)

A B, B C, C D, D Aで答えよ。

熱を吸収する変化:

熱を放出する変化:

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。