

熱力学試験問題

教官：山崎

試験日時：2004年9月3日（金）10:50 12:20

（答案用紙（両面）1枚（必要あれば2枚使っても良い）、計算用紙1枚）

1. 理想気体を使ったカルノーサイクルを運転する。高温熱浴の温度を T_H 、吸収した熱量を Q_H 、低温熱浴の温度を T_L 、放出した熱量を Q_L として、外になされる仕事 W を求めよ。

これを逆運転して、冷暖房装置を作ることができる。考え方を述べよ。

2. 理想気体を準静的に断熱膨張することを考える。

a. $\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S$ を $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T$ と $\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V$ を用いて表せ。

b. 定積熱容量と $\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V$ の関係を求めよ。

c. $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V$ を示せ。

d. 以上を組み合わせ、断熱膨張で気体の温度がどう変化するかを述べよ。

（理想気体の状態方程式を用いてもよい。）

3. van der Waals の状態方程式

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = kT$$

に従う物質を考える。ここでは v は分子一個がしめる面積、 k はボルツマン定数である。

a. 上式中の a 、及び b は考えている物質の理想気体からのずれを表す。それぞれどのような効果に対応するか、考察せよ。

b. $\left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_T = 0$, $\left(\frac{\partial^2}{\partial v^2}\right)_T = 0$ を満たす v, T, p を求めよ。これは臨界点と呼ばれる。どのような状態に対応するか物理的意味を述べよ。

4. 以下の言葉を説明せよ。

- Gibbs の相律
- 質量作用の法則
- 熱力学第3法則
- 準静的可逆過程

5. 時間の余った人は授業の感想、提案、印象に残った話（授業以外でも物理学に関わることなら可）等を書いて下さい。（加点あり、減点なし）