

第4回 熱力学第1法則、内部エネルギー

5月11日

本日の内容

- 0-1. 前回の復習
- 2-4. 形式的設定
 - 2-4-2. 示量変数と示強変数
- 2-5. 準静的過程
- Chapter 3 熱力学第1法則
 - 3-2. 内部エネルギー
 - 3-2-1. 内部エネルギーの決定
 - 3-2-2. 例：理想気体
 - 3-3. 断熱曲線
- Chapter 4 熱力学第2法則
 - 4-1. 永久機関
 - 4-1-1. ケルビンの原理

本日のレポート問題

締切：5月16日(月) 午後1時 E121号室前

[問題 3.2] 大気の断熱温度勾配：教科書の演習問題 3.6 に相当

地球大気の大気圏では空気が速く上下に動いている（見ている現象としては、積乱雲が立つようなこと）。空気の大きな塊を考えると、それはまわりとあまり熱をやりとりせず動き回っていることになる。そこで、その空気の塊は近似的に断熱準静的過程で変化をしているとみなすことにする。そう考えたときに、大気の高さとともにどのくらい変化するかを以下の手順にしたがって計算せよ。大気は理想気体であるとする。

次のことを使う（静水圧平衡）。大気の高さとともに圧力は

$$\frac{dp}{dz} = -\rho g \quad (1)$$

にしたがって減少する（ p は圧力、 z は高さ、 ρ は密度、 g は重力加速度）

(1) (3.29) で断熱変化の時の体積 V と温度 T の関係が求められている。これと理想気体の状態方程式とから、圧力 p と温度 T の関係を求めよ。また、このことから dT/dp を c 、 p 、 T を使って表せ。

(2) (1) の結果と静水圧平衡の式 (1) から

$$\frac{dT}{dz} = -\frac{Mg}{(c+1)R} \quad (2)$$

となることを示せ（断熱温度勾配）。ただし M は分子量（物質質量 N をモル単位にしているときには1モルあたりの質量）である。また $c = 5/2$ として、この値の現実的な数値を求めよ。

（注）これは試験ではないので、必要な数値は問題には全部は書かれていない。必要に応じて各自調べて数値を求めること。