

第13回 相転移

1月22日

本日の内容

Chapter 10 熱力学の基礎のまとめ

10-5. 定圧過程

10-6. 平衡条件

Chapter 11 相転移

11-1. 相転移とは？(教科書2の6.5.1)

地球科学における相変化(相転移)の重要性

- ・ 相変化は、ダイナミクスに影響を与える
- ・ 相変化を地球の状態の推定に用いる

11-2. Clapeyron-Clausius の式(教科書2の6.5.2)

- ・ 加圧で生じる相転移では、体積が減る(密度が上がる)
- ・ 昇温で生じる相転移では、エントロピーが増える

11-3. 相変化とマントル対流 [時間がなければ省略]

11-4. van der Waals の状態方程式と気液相転移 [時間がなければ省略]

Clapeyron-Clausius の式

$$\frac{dP}{dT} = \frac{L}{T(V_B - V_A)} \quad (1)$$

試験について

本日はレポートは出しません。

来週試験を行います。以下のような問題を出すつもりです。

昨年度、一昨年度と問題の傾向は同じにするつもりです。過去2年分の問題を解答付きで

<http://epp.eps.nagoya-u.ac.jp/~yoshida/japanese/lecture/thermodynamics/index.html>

の下に置いてありますので、しっかり勉強しておいてください。

(1) 相図の見方とクラペイロン・クラウジウスの式：クラペイロン・クラウジウスの式を覚えておいてもらうとともに、相図から境界のどちら側が体積やエントロピーが大きいとか、どの相変化が発熱(吸熱反応)になるかとかを判断するやりかたを理解しておいてください。

(2) Maxwell の関係式、エネルギー方程式、断熱曲線の微分方程式(教科書(3.30)式、レポート問題10.1)のうちのいくつかの導く問題：これらはそれらの式自身を覚えておく必要はないですが、導き方は覚えておいてください。

(3) エントロピーを使ってまとめ直した形の熱力学第二法則から、ケルビンの原理、最小仕事の原理、カルノー効率、熱の伝わる向きなどのうちのいくつかを導く問題：第1法則と第2法則を並べて書いて状況に応じた条件を付けると導けます。やり方を覚えておいてください。

(4) 熱容量と状態方程式から内部エネルギー $U(T, V)$ 、エントロピー $S(T, V)$ 、自由エネルギー $F(T, V)$ 、断熱曲線、等温準静的過程に伴う仕事や熱を求める：使用する熱容量と

状態方程式は、レポートや教科書でやったものと少しだけ変えますから、結果ではなくて導き方を良く理解しておくようにしてください。

以上のような問題です。電卓、定規は不要です。鉛筆、消しゴムのみを机の上に置いて試験を受けてください。

問題を解くときに何かと覚えておくといものは、Chapter3 で配布した偏微分公式です。それから、熱容量の定義

$$C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V = T \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_V \quad (2)$$

$$C_P = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_P = T \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_P \quad (3)$$

くらいも覚えておくといでしょう。

なお、熱力学においては、同じ答えを出すのに複数の導き方があります。自分なりに覚えやすいやり方を考えておいてください。たとえば、エネルギー方程式を導くやり方は、教科書 6.3 のやりかた以外にも、授業で紹介したやり方もあります。そのあたりは自分で覚えやすいやり方を考えておいてください。

成績評価について

最初に述べた通り、(a) 出席 30%、レポート 30%、試験 40% もしくは (b) レポート 30%、試験 70% の良い方で評価します。基準は、最初に言ってある通り、8.5 割以上が優、7 割以上が良、5 割以上が可、5 割以下が不可です。昨日の時点での平常点のみの評価は、受講登録者 35 名のうち

A 17 名、B 10 名、C 4 名、D 4 名

です。当たり前ですが、出席していてレポートをちゃんと出していれば、ほぼ A で、D なのはほとんど出席していない人です。試験の割合が 4 or 7 割ということは、試験の結果によっては、現在の状況から 2 ランクくらい変わりうるという計算になります。例年、試験の平均点は 6 割くらいです。でも、今年は 2 年分の過去問とその解答を用意しているので、もう少し平均点上がることを期待しています。