

第12回 相転移

1月23日

本日の内容

Chapter 10 熱力学の基礎のまとめ

10-4. 変化の方向

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。

昨年度と問題の傾向は同じにするつもりです。昨年度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。1カ所だけ計算があるので電卓は持ってきてください。ただし、携帯電卓付属の電卓やプログラム電卓などメモ機能があるものは使ってはいけません。四則演算ができれば十分です。通常関数電卓でも構いません。定規は不要です。電卓、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の良いのは、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の良いでしょう。

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

出席 30%、レポート 30%、試験 40% 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 29 名のうち

A 11 名、B 2 名、C 3 名、D 13 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 です。試験の割合が 4 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 6-7 割くらいです。でも、今年は過去問とその解答を用意しているので、もう少し平均点が上がることを期待しています。