

モデリング物理学期末試験問題

以下の4問すべてに解答しなさい。配点は()で記しています。解答は、大問あたりA4半ページ程度を目安に、図や要点リストを使って分かりやすく答えなさい。解答用紙が足りない場合は、解答用紙のおもて面に「ウラに続く」と明記した上で、裏面を使用しなさい。

1. (25点) 図1は、空気抵抗によって雨粒の落下がどのように変化するかを示している。この挙動を表す微分方程式

$$m \frac{dv_x}{dt} = -Cv_x - mg \quad (1)$$

のパラメータがそれぞれ何を表しているかを解説した上で、雨粒の振る舞いを定性的に記述しなさい。

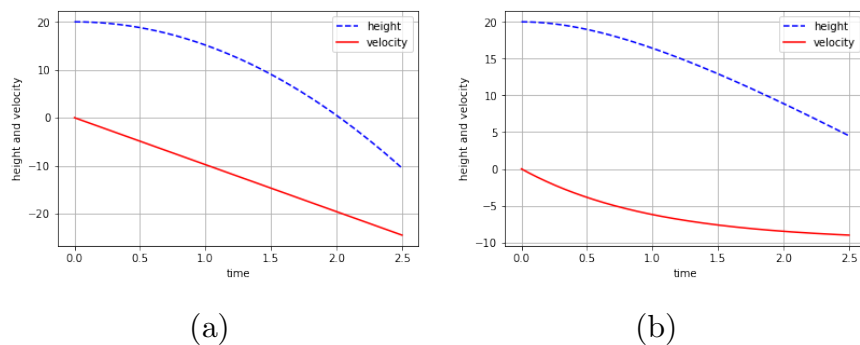


図1 (a) 空気抵抗のない自由落下および (b) 空気抵抗のある落下での雨粒の位置と速度の時間依存性。

ただし、 $-Cv_x$ の向きには気をつけよ。 v_x は例えば自由落下の時には下向きのベクトルなので、抵抗は反対向き、すなわち上向き、数値的には正、になります。

2. (25点) 以下は wikipedia に書かれたボルツマンの公式の解説です。ボルツマンの公式を導出しなさい。また、なぜエントロピーが乱雑さを表す指標となるのかを説明しなさい。

統計力学において、ボルツマンの公式(ボルツマンの原理、ボルツマンの関係式)とは、マクロな世界の熱力学におけるエントロピー S と、そのマクロ状態に相当するマイクロ状態の数 W を結びつける以下の関係式のことである。

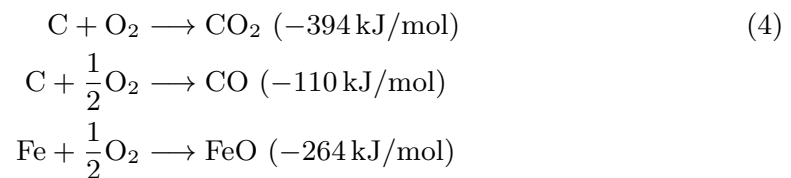
$$S = k \log W \quad (2)$$

ここで k はボルツマン定数、 W は与えられたマクロ状態に相当するマイクロ状態の数である。(Wikipedia, 2018/6/14 accessed.)

3. (25 点) 鉄鉱石の還元に使われる以下の反応 (ブドワー反応) の生成エネルギーを求めよ。導出の過程も示せ。



ただし，次の反応エネルギーの値を用いよ。



4. (25 点) 木，金属，石のそれぞれの熱容量，熱伝導の特性をまとめて表にせよ。これらの物性を踏まえて，どのような料理にどのような部材の食器を使えば良いかを解説せよ。ただし，ステンレスは金属であるが，熱伝導は石並みにんに注意せよ。