

中間試験問題	試験日	2014年6月17日	解答用紙	2枚
原子物理学概論	担当	荒川 一郎	計算用紙	0枚

- ・電卓の持ち込み可です。携帯電話は不可です。
- ・いずれの問題でも導く過程を示すこと。最終的な答えだけでは満点にはなりません。
- ・ Boltzmann 定数 : $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$.
- ・ $\int_0^\infty x^{2n} \exp(-ax^2) dx = \frac{1 \cdot 3 \cdots (2n-1)}{2^{n+1}} \sqrt{\frac{\pi}{a^{2n+1}}}$, $\int_0^\infty x^{2n+1} \exp(-ax^2) dx = \frac{n!}{2} \frac{1}{a^{n+1}}$

問 題

1. 気体分子の速さ分布を表す Maxwell-Boltzmann の速さ分布関数は、

$$f(v)dv = 4\pi\alpha v^2 \exp(-\beta v^2) dv$$

である。ここで、 v は気体分子の速さ（速度の絶対値）である。規格化条件、

$$\int_0^\infty f(v)dv = 1$$

と気体分子の平均運動エネルギーが

$$\int_0^\infty \frac{1}{2}mv^2 f(v)dv = \frac{3}{2}kT$$

であることを用いて、

$$\alpha = \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}}, \quad \beta = \frac{m}{2kT}$$

となることを導け。導出過程を丁寧に説明しつつ示すこと。 m は気体分子の質量、 T は気体の温度である。

2. 気体分子数密度 n , 気体分子の質量 m , 温度 T の時の、面への気体分子入射頻度 Γ を求めよ。 $\Gamma = \frac{n}{4} \int_0^\infty v f(v) dv$ は既知のものとして用いて良い。(答えは α, β を残さずに n, m, T で表すこと.)
3. メタン気体 (CH_4 , モル質量 $M = 16.0 \text{ g/mol}$) について以下の問いに答えよ。数値は有効数字 3 桁まで示すこと。
- $T = 75 \text{ K}$ と $T = 300 \text{ K}$ の時の最大確率速さ v_M を求めよ。
 - $T = 75 \text{ K}$ と $T = 300 \text{ K}$ の時の速さ分布関数のグラフを描け。横軸に v , 縦軸に $f(v)$ をとり、各軸の目盛りと単位を忘れないこと。細かいところまで精確である必要はないが、特徴がわかるように描くこと。言葉で補っても良い。
 - $T = 150 \text{ K}$, $p = 1.00 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ の時の単位面積への入射頻度 Γ を求めよ。