

平成20年10月入学, 平成21年度4月入学  
大学院自然科学研究科 博士前期課程分子科学専攻  
入学試験問題

【一般選抜】

【試験科目：化学】

I 次の問題1, 2に答えよ。解答はそれぞれ所定の用紙に書け。

問題1 問1～4に答えよ。ただし、特に断らない限り温度、圧力、体積、内部エネルギー、エンタルピー、エントロピーをそれぞれ  $T, P, V, U, H, S$  により表す。

問1 内部エネルギーの全微分が  $dU = TdS - PdV$  と書けることより、 $dH$  を  $dP$  と  $dS$  を用いて

表せ。また、それを参考に  $\left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_p = \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_s$  であることを示せ。

問2 理想気体1モルの定容（定積）熱容量  $C_V$  と定圧熱容量  $C_P$  の差を計算せよ。ただし  $C_V$  と  $C_P$  は、それぞれ  $C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V$  と  $C_P = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_P$  と表される。

問3 温度  $T$  において、理想気体1モルの圧力  $P_a$  と圧力  $P_b$  での Gibbs(自由)エネルギーの差  $\Delta G$  を計算せよ。ただし、 $dG = VdP - SdT$  であることに注意せよ。

問4 固定された多孔性膜により隔てられたそれぞれの体積が可変の容器（1と2と呼ぶ）にかかる圧力を  $P_1$  と  $P_2$  とする。最初に容器1にあった体積  $V_1$  の気体が、多孔性膜をゆっくりと全て通過して、最初に体積が0であった容器2の体積が  $V_2$  となった。この1と2をあわせた容器全体は外界から熱的に孤立している。このときに気体になされた正味の仕事を求めよ。またこの過程が断熱的であることに注意して、内部エネルギーの変化  $\Delta U$  を  $P_1$  や  $V_1$  などを用いて表せ。（この結果は、上記の膨張が等エンタルピー過程であることを意味している。）

問題2 ある状態の粒子が区間  $x=0$  から  $a$  の範囲で、規格化された波動関数

$$\psi = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{2\pi x}{a} \quad (1)$$

をもつ。以下の問 1~3 に答えよ。

問 1 この粒子が次の区間に存在する確率はいくらか。

(a)  $x=0$  から  $0.02a$  まで (b)  $x=0.24a$  から  $0.26a$  まで (c)  $x=0.48a$  から  $0.50a$  まで。

以上の結果からの類推により、この確率を区間  $x=0 \sim a$  に対するグラフに示せ (定性的でよい)。

問 2 波動関数(1)が以下の式を満たすとき、エネルギー固有値を求めよ。

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} \psi = E\psi \quad (2)$$

また、波動関数が  $\psi = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{3\pi x}{a}$  で表されるとき、エネルギー固有値を求めよ。

問 3 粒子が電子の場合、問 2 で得たエネルギー差に相当する電磁波の波長が赤外領域 (波長  $10 \mu\text{m}$ ) になる  $a$  の値を求めよ。ただし  $c=3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ ,  $h=6.6 \times 10^{-34} \text{ J s}$ ,  $m=9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$  とする。