

令和 8 年度 (2026 年度) 大学院工学府修士課程外国人留学生特別選抜試験 (化学工学専攻)
International Master's Programs of Chemical Engineering in the Graduate School of Engineering,
Kyushu University (Academic Year from April, 2026)

科目 / Subject : 化学熱力学 / Chemical thermodynamics (1 枚 / 1 sheet)

1. (30 点 / 30 points)

以下の問いに答えなさい。気体定数は $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。 / Answer the following questions. The gas constant is $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

(1.1) 窒素 2.00 mol を系とする。298 K で 1.00 bar にあるこの系の窒素ガス (完全気体) が, (i) 等温可逆膨張によって, (ii) $p_{\text{ex}} = 0$ に対する等温非可逆膨張 (自由膨張) によって, (iii) 断熱可逆膨張によって, 2 倍の体積となる際の系のエントロピー変化, 外界のエントロピー変化, その合計のエントロピー変化を計算せよ。 / The system consists of 2.00 mol nitrogen gas (assumed to behave as an ideal gas). Initially, the system is at 298 K and 1.00 bar. Calculate the entropy change of the system, the entropy change of the surroundings, and the total entropy change for each process, when nitrogen gas is allowed to expand from its initial volume to 2-fold under the following processes: (i) an isothermal reversible expansion, (ii) an isothermal irreversible expansion against $p_{\text{ex}} = 0$ (free expansion), and (iii) an adiabatic reversible expansion.

(1.2) 1.00 dm³ のオクタン (液体) にかかる圧力が, 一定温度で 100 kPa から 10,000 kPa まで増えるとき, ギブズエネルギー変化とモルギブズエネルギー変化を求めよ。オクタンのモル質量および質量密度は, それぞれ 114 g mol⁻¹ および 0.703 g cm⁻³ とする。 / Calculate the change in the Gibbs energy and the change in the molar Gibbs energy when the pressure applied to 1.00 dm³ of liquid octane is increased from 100 kPa to 10,000 kPa at constant temperature. Here, assume that the molecular weight and mass density of liquid octane are 114 g mol⁻¹ and 0.703 g cm⁻³, respectively.

2. (20 点 / 20 points)

以下の問いに答えなさい。 / Answer the following questions.

(2.1) 純物質 A と B は液体である。ここで, 80 g の A と 40 g の B を混合した場合, 得られる溶液の密度を求めよ。なお, この組成における A および B の部分モル体積はそれぞれ 20 cm³ mol⁻¹ および 60 cm³ mol⁻¹ である。また, A および B のモル質量はそれぞれ 50 g mol⁻¹ および 20 g mol⁻¹ である。 / Pure substances A and B are liquids. When 80 g of A and 40 g of B are mixed, determine the density of the resulting solution. The partial molar volumes of A and B at this composition are 20 cm³ mol⁻¹ and 60 cm³ mol⁻¹, respectively. The molar masses of A and B are 50 g mol⁻¹ and 20 g mol⁻¹, respectively.

(2.2) 25 g の化合物 C を 2.0 kg の溶媒 D に溶解させたところ, 溶媒 D の凝固点は 0.2 K 低下した。化合物 C のモル質量を求めよ。ここで, 溶媒 D の凝固点は 280 K, 凝固点降下定数は 4.0 K kg mol⁻¹ である。 / When 25 g of compound C is dissolved in 2.0 kg of solvent D, the freezing point of solvent D decreases by 0.2 K. Determine the molar mass of compound C. Here, freezing point of solvent D is 280 K, and its freezing-point constant is 4.0 K kg mol⁻¹.