

令和7年度入学 工学研究院物質工学研究系 応用化学コース
大学院入学試験問題 (物理化学)

【解答例】

問題 1 :

問 1-1

$$dS = (C/T) dT \text{ より}$$

$$\Delta S = 1 \cdot (10 \cdot \ln(400/300) + 0.1(400-300)) = 12.9 \text{ J K}^{-1}$$

問 1-2

$$\Delta S = \int \frac{dq}{T} = \frac{q}{T} = \frac{n\Delta H}{T}$$

$$\Delta S = (1 \cdot 40.0 \cdot 10^3) / 400 = 100 \text{ J K}^{-1}$$

問 1-3

$$\Delta S = \Delta S(\text{問 1-1}) + \Delta S(\text{問 1-2})$$

$$\Delta S = 12.9 + 100 = 112.9 \text{ J K}^{-1}$$

問題 2 :

問 2-1

題意からラウールの法則より

$$p = p_B^* + p_B^* x_A$$

問 2-2

ドルトンの法則とラウールの法則より

$$p = 2 p_B^* / (2 - y_A)$$

問 2-3

問 2-1 の解答より $p = 1.5 p_B^*$ 、問 2-2 の解答に代入して

$$0.67$$

問 2-4

$$1.4 = 1 - x_A, x_A = 0.4 \quad 1.4 \cdot (2 - y_A) = 2, y_A = 4/7 \quad 0.1 / (4/7 - 0.4) = 7/12 \quad 2 \cdot 7/12 = 1.17$$

$$1.17 \text{ mol}$$

問題 3 :

問 3-1

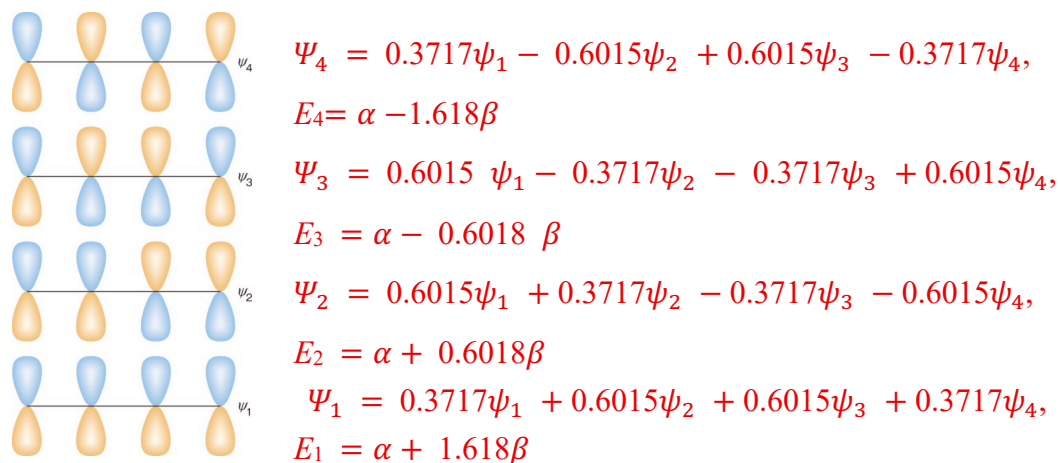
$$\lambda = \frac{8ma^2c}{5h} \text{ より、} \lambda = 220 \text{ nm}$$

問 3-2

ヒュッケル近似より永年方程式を示すこと。

エネルギー固有値は、 $E = \alpha + 1.618\beta, \alpha + 0.618\beta, \alpha - 0.618\beta, \alpha - 1.618\beta$ となる。

核エネルギーにおけるブタジエンの π 軌道の図は下に示す通り。それぞれのエネルギー固有値は以下に示すとおりである。



問 3-3

1,3-ブタジエンの非局在化エネルギーは 0.472β

問 3-4

1,3-ブタジエンの結合次数 : $N(1-2)=N(3-4)=0.8942, N(2-3)=0.4473$

問題 4 :

問 4-1 図略

問 4-2

$$0 = (2\pi r L N_A)|_r - (2\pi r L N_A)|_{r+\Delta r} + k_0(2\pi r L)\Delta r$$

$\Delta r \rightarrow 0$ の極限を取れば式(1)を得る

問 4-3

$$\text{式(1)を解けば } N_A = \frac{k_0}{2}r + \frac{C_1}{r}$$

N_A は $r = 0$ で有限の値をとるから $C_1 = 0$ でなければならない

問4-4

Fickの法則から $N_A = -C_t D_{AB} \frac{dx_A}{dr}$

式(2)と連立して解けば $x_A = -\frac{k_0}{4C_t D_{AB}} r^2 + C$

与えられた境界条件より式(3)を得る

問4-5

$$x_A - x_{A0} = 0.15$$

問題 5 :

問 5-1

伝導伝熱（熱伝導）：固体の中を温度勾配にしたがって熱が移動する．媒体を必要とする．ステーキ

対流伝熱：液体・気体の流れを伴って熱が移動する．媒体を必要とする．しゃぶしゃぶ

放射伝熱：物体から放射される電磁波（赤外線）によって熱が移動する．媒体を必要としない．炭火焼き

問 5-2

$$E = \varepsilon \sigma T^4 = 0.8 \times 5.67 \times 10^{-8} \times (673)^4 = 9305 = 9310 \text{ W/m}^2$$

問 5-3

Reynolds 数(レイノルズ数)

$$Re = \frac{\rho u d}{\mu} = \frac{1000 \times 0.12 \times 0.12}{10^{-3}} = 14400 = 1.44 \times 10^4$$

$Re > 4000$ より大きいので、乱流である．

問 5-4

$$\frac{\pi d^3}{6} \rho_A g = \frac{\pi d^3}{6} \rho_B g + 3\pi d \mu_B u_\infty \quad (1)$$

$$u_\infty = \frac{d^2 g}{18 \mu_B} (\rho_A - \rho_B) = \frac{9.81 \times (8400 - 1000)}{18 \times 10^{-3}} d^2 = 4.033 \times 10^6 d^2$$

$$Re = \frac{\rho_B u_\infty d}{\mu_B} < 1 \quad (2)$$

$$\frac{\rho_B d}{\mu_B} \cdot \frac{d^2 g}{18 \mu_B} (\rho_A - \rho_B) < 1$$

$$d^3 < \frac{18 \mu_B^2}{\rho_B g (\rho_A - \rho_B)} = \frac{18 \times (1.0 \times 10^{-3})^2}{1000 \times 9.81 \times (8400 - 1000)} = 2.479 \times 10^{-13}$$

$$d < 6.282 \times 10^{-5} \text{ m}$$

粒子の直径を $6.29 \times 10^{-5} \text{ m}$ 未満に設定すれば良い．