

2027年度 大阪公立大学 編入学・学士入学(第3年次)試験
工学部 化学工学科 専門科目 問題(化学工学・物理化学)
「出題の意図・解答例」

【1】

化学工学の流動の分野における流れのエネルギー収支に関連する問題である。管径の異なる2つの水平円管を接続した系において、異径2断面間で流れのエネルギー収支を考えることにより、圧力差、流速、体積流量などを求める。

- (1) 2断面間の流速の関係を、体積流量一定より与えられた文字を用いて示す。

$$u_2 = u_1 (A_1/A_2)$$

- (2) U字管内の力の釣り合いを考え、圧力差を与えられた文字を用いて示す。

$$P_1 - P_2 = (\rho_0 - \rho)gH$$

- (3) 2断面間のエネルギー収支式を Bernoulli の法則を使って示す。

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{u_1^2}{2} = \frac{P_2}{\rho} + \frac{u_2^2}{2}$$

- (4) 2断面間のエネルギー収支式を整理し、流速が与えられた式となることを示す。

$$u_2 = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho[1 - (\frac{D_2}{D_1})^4]}}$$

- (5) 流速を与える式に諸数値を代入し、円管の断面積を使って体積流量を与えられた文字を用いて示す。

$$1.6D_1^2 [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$$

【2】

化学工学の伝熱の分野における平板の伝導伝熱に関連する問題である。基礎的知識と Fourier の法則から微分方程式を導出し、これを解くことによって伝熱抵抗および伝熱速度を求める。

- (1) 解答の選択肢は「う」

- (2) 平板の座標系において Fourier の法則から微分方程式を導出し、解くことによって伝熱速度が与えられた式となることを示す。

- (3) 伝熱速度を与える式に諸数値を代入して熱損失を求める。

$$q_{\text{loss}} = 2.0 \times 10^2 \text{ W} \quad \text{有効数字 2 桁}$$

- (4) 直列接続された2層平板内の伝熱抵抗を求め、温度差から熱損失を求める。

$$R_{\text{total}} = 6.0 \times 10^{-1} \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}, q_{\text{total}} = 2.0 \times 10^2 \text{ W} \quad \text{有効数字 2 桁}$$

【3】

化学工学の反応工学の分野における反応速度に関連する問題である。理想流れの槽型反応器における反応速度に関する基礎知識を使って、転化率と反応時間および空間時間の関係を導出する。

- (1) 一次反応の反応速度は、反応速度定数と反応成分濃度の積で表現できることを利用して導出する。

$$r_A = -kC_{A0}(1 - x_A)$$

- (2) 回分反応器の設計方程式に反応速度式を代入し、微分方程式を解いて与えられた式を導出する。
- (3) 連続槽型反応器の設計方程式に反応速度式を代入し、微分方程式を解いて与えられた式を導出する。
- (4) 原料に生成物が含まれることに注意して、原料の消費量から転化率を計算する。

$$x_A = 0.50 \quad \text{有効数字 2 桁}$$

- (5) 原料に生成物が含まれることに注意し、式(3-4)を利用して原料の消費量から空間率を計算する。

$$\tau = 1.0 \times 10^3 \text{ s} \quad \text{有効数字 2 桁}$$

【4】

物理化学における状態量に関連する問題である。反応式のエンタルピー変化、エントロピー変化、Gibbs 自由エネルギー変化を計算し、反応の自発性を判定する。

- (1) エンタルピー変化 $-92.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、エントロピー変化 $10.0 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 有効数字 3 桁

Gibbs 自由エネルギー変化が負のため、自発的に進行する。

- (2) エンタルピー変化 9.39 kJ 有効数字 3 桁
- (3) エントロピー変化 $-20.3 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1}$ 有効数字 3 桁
- (4) エントロピー変化 $8.25 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 有効数字 3 桁

【5】

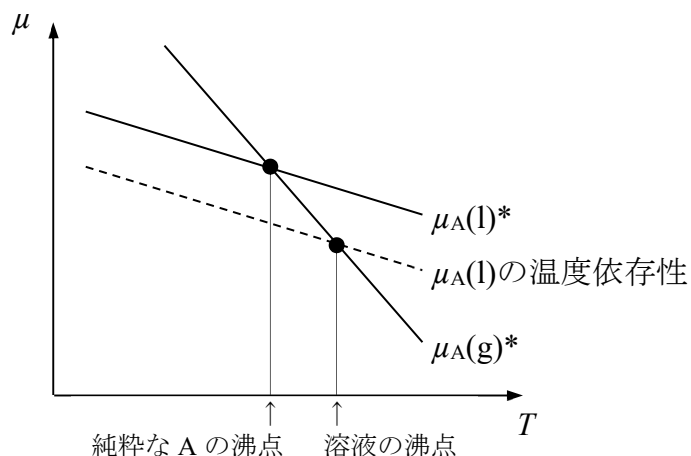
物理化学における熱化学に関連する問題である。理想気体の Carnot サイクルにおける熱と仕事、および断熱変化における体積等を求める。

- (1) 効率の定義より求める。
300 K 有効数字 3 桁
- (2) 等温膨張過程における仕事から熱を求める。
11.5 kJ 有効数字 3 桁
- (3) 効率の定義より仕事を求める。
5.73 kJ 有効数字 3 桁
- (4) Poisson の式と理想気体の状態方程式を用いて D における体積を求める。
 $5.00 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ 有効数字 3 桁

【6】

物理化学における理想溶液での相平衡と化学平衡に関連する問題である。純物質と溶液の化学ポテンシャルを考え、これらの応用的要素として束一的性質の一つである沸点上昇を求める。

- (1) $0 < x_A < 1$ のため、式(6-1)より $\mu_A(l) < \mu_A(l)^*$
- (2)



- (3) 気液平衡状態における、溶液と純粋な A の気相の化学ポテンシャル、および蒸発の Gibbs エネルギー変化を考えることで、与えられた式を示す。
- (4) 純粋な A では $x_A = 1$ となることに注意し、溶液および純粋な A の沸点について、式(6-2)および式(6-3)から与えられた式を示す。
- (5) 式(6-4)および示された近似から与えられた式を示す。