

編入学・学士入学（第3年次）試験

2026年度 大阪公立大学

<工学部 化学工学科>

専 門 科 目 問 題
(化学工学・物理化学)

解答時間 150 分

注 意 事 項

1. 問題冊子は、監督者が「解答始め」の指示をするまで開かないこと。
2. 問題冊子は全部で16ページである。脱落のあった場合には申し出ること。
3. 解答用紙（6枚）は別に配付する。不足のある場合には申し出ること。
4. すべての解答用紙の所定欄に、受験番号を丁寧に記入すること。
5. 問題は全部で6題ある。全ての問題に解答し、解答をそれぞれ別々の解答用紙に記入すること。
6. 解答以外のことを書いたときは、該当箇所の解答を無効とすることがある。
7. 問題冊子の余白は下書きに使用してもよい。
8. 解答終了後、配付された解答用紙はすべて提出すること。問題冊子は持ち帰ること。
9. 本試験問題の一部あるいは全部について、いかなる方法においても複写・複製など、著作権法上で規定された権利を侵害する行為を行うことは禁じられています。

2026年度 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（化学工学）

【1】図1-1に示すように、密度 ρ [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$], 粘度一定の非圧縮性 Newton 流体が液槽から管路を通して定常的に流出する。管路は内径が異なる上下2段の円管で、水面に対して鉛直方向に配置されている。上段の細い円管の内径は d_1 [m], 下段の太い円管の内径は d_2 [m]である ($d_1 < d_2$)。液槽の液面（断面A）から液槽底面までの距離は h [m]である。液槽の液面の面積は円管の断面積に比べて十分に大きく、下段の太い円管の出口（断面B）から水槽液面までの高さ H [m]は変わらないものとする。また、流れ方向に垂直な断面内の速度分布は一様であり、液槽と管路内の摩擦などによるエネルギー損失は無視できるものとする。重力加速度は g [$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$], 大気圧は P_{air} [Pa]として、以下の問いに答えなさい。なお、与えられていない記号を用いるときには定義してから使用しなさい。

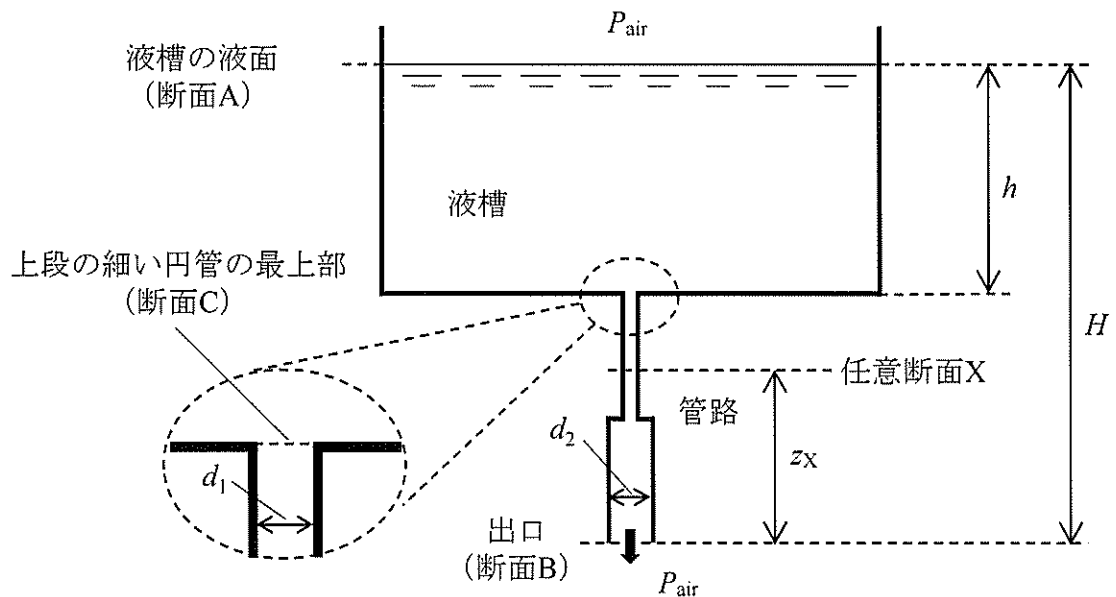


図 1-1 流体が流出する液槽と管路の模式図

2026年度 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（化学工学）

- (1) 下段の太い円管の出口（断面 B）から管路内の任意断面 X までの高さを z_X [m] とする。断面 A と任意断面 X について機械的エネルギー収支式を示しなさい。また、断面 X における圧力と流体の流速はそれぞれ P_X [Pa], u_X [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$] とする。
- (2) 下段の太い円管の出口の流速 u_B [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$] を H , g を用いて、体積流量 V [$\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$] を H , g , d_2 を用いて示しなさい。
- (3) 上段の細い円管内の流速 u_1 [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$] を H , g , d_1 , d_2 を用いて示しなさい。
- (4) 上段の細い円管の最上部（断面 C）の圧力 P_C [Pa] が式(1-1)となることを示しなさい。

$$P_C = P_{\text{air}} + \rho g \left\{ h - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 H \right\} \quad (1-1)$$

2026年度 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（化学工学）

【2】伝導伝熱に関する Fourier の法則は、式(2-1)で表される。

$$q = -kA \frac{dT}{dx} \quad (2-1)$$

ただし、 q [W]は伝熱速度、 k [W・m⁻¹・K⁻¹]は ア、 A [m²]は熱の移動方向に垂直な面の面積、 T [K]は温度、 x [m]は熱の移動方向の距離であり、伝熱は定常状態であるとする。以下の問いに答えなさい。

- (1) 空欄 ア にあてはまる適切な語句を答えなさい。また、銅、水、窒素を k の値が小さい順に答えなさい。
- (2) 図 2-1 で示す平板内では、 x 方向への伝導伝熱のみが起こる。 q は式(2-2)で表されることを示しなさい。

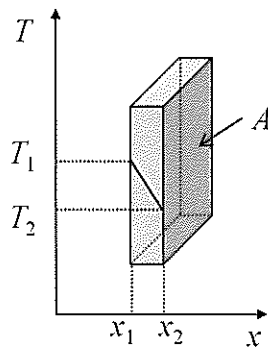


図 2-1 平板内での伝導伝熱

$$q = \frac{T_1 - T_2}{(x_2 - x_1)/(kA)} \quad (x_1 \leq x \leq x_2) \quad (2-2)$$

ただし、 T_1 [K]と T_2 [K] ($T_1 > T_2$) はそれぞれ x_1 [m]と x_2 [m] ($x_2 > x_1$) における温度であり、一定に保たれている。

- (3) 図 2-2 で示す円筒内では、円筒中心からの半径 r 方向への伝導伝熱のみが起こる。 q は式(2-3)で表されることを示しなさい。

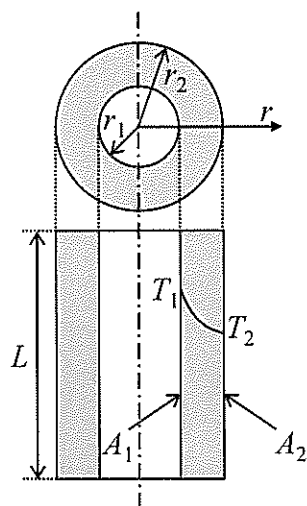


図 2-2 円筒内での伝導伝熱

$$q = \frac{T_1 - T_2}{(r_2 - r_1)/(kA_{lm})} \quad (r_1 \leq r \leq r_2) \quad (2-3)$$

ただし、 L [m]は円筒の長さ、 r_1 [m]と r_2 [m] ($r_2 > r_1$) はそれぞれ円筒内半径と円筒外半径である。また、 T_1 [K]と T_2 [K] ($T_1 > T_2$) はそれぞれ円筒内表面と円筒外表面の温度であり、一定に保たれている。 A_1 [m²]と A_2 [m²] ($A_1 > A_2$) はそれぞれ円筒内面積と円筒外面積であり、 A_{lm} [m²]は式(2-4)で表される。

$$A_{lm} = \frac{A_2 - A_1}{\ln(A_2/A_1)} \quad (2-4)$$

2026年度 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（化学工学）

【3】定容回分反応器において、式(3-1)の量論式で表す液相不可逆反応を一定温度で行う。この反応の反応速度は、成分 A について 1 次である。反応器内の A の濃度は C_A [$\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$], A の反応速度は r_A [$\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$], 反応速度定数は k [s^{-1}] として、以下の問いに答えなさい。



- (1) r_A を C_A , k を用いて示しなさい。
- (2) C の反応速度を r_C [$\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$] とする。 r_A と r_C の関係を示しなさい。
- (3) 反応器内の A の初濃度を C_{A0} [$\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$] とする。 C_A と反応時間 t [s] の関係が式(3-2)となることを示しなさい。

$$t = \frac{1}{k} \ln \frac{C_{A0}}{C_A} \quad (3-2)$$

- (4) 298 K において、A の半減期は 2.00×10^4 s である。反応速度定数 k [s^{-1}] を求めなさい。ただし、 $\ln 2 = 0.693$ とする。

2026年度 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（化学工学）

（余 白）

2026年度 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（化学工学）

（余 白）

2026年度 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（化学工学）

（余 白）

2026年度 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（物理化学）

【4】式(4-1)に示す反応について以下の問いに答えなさい。なお、式(4-1)中の(g)は気体を表す。



標準状態（298 K, 1.01×10^5 Pa）における各物質の定圧モル熱容量 C_p 、標準生成エンタルピー ΔH_f° 、標準エントロピー S° を表 4-1 に示す。各物質は理想気体であり、 C_p は温度に依存しないものとする。

表 4-1 各物質の C_p , ΔH_f° , S°

	C_p [$\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$]	ΔH_f° [$\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$]	S° [$\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$]
$\text{N}_2(\text{g})$	29.1	0	192
$\text{O}_2(\text{g})$	29.4	0	205
$\text{NO}(\text{g})$	29.8	90.3	211

- (1) この反応の標準状態における反応熱とエントロピー変化を求めなさい。
- (2) この反応の標準状態における Gibbs 自由エネルギー変化を求めなさい。
- (3) この反応は標準状態で自発的に進行するかどうか、理由とともに説明しなさい。
- (4) この反応の 698 K, 1.01×10^5 Pa における反応熱を求めなさい。

2026年度 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（物理化学）

（余 白）

2026年度 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（物理化学）

【5】閉鎖系における1 molの単原子理想気体の断熱変化について、以下の問いに答えなさい。ただし、 U は内部エネルギー、 Q は熱量、 W は仕事、 P は圧力、 V は体積、 T は温度、 R は気体定数であり、定圧モル熱容量 C_p と定積モル熱容量 $C_v (=3R/2)$ の比を $\gamma (=C_p/C_v)$ とする。また、仕事は膨張仕事のみであり、系内の気体になされた仕事を正とする。

- (1) 仕事が膨張仕事のみするとき、 $dW = -PdV$ が成り立つ。熱力学第一法則（ $dU = dQ + dW$ ）を用いて、理想気体では式(5-1)が成り立つことを示しなさい。

$$C_v dT = -\frac{RT}{V} dV \quad (5-1)$$

- (2) 式(5-1)を用いて、 $TV^{\gamma-1}$ が一定となることを示しなさい。
- (3) 気体を状態1 (P_1, T_1) から状態2 (P_2, T_2) へ可逆的に断熱膨張させた。断熱変化では PV^{γ} が一定であることと(2)の結果を用いて、状態2の温度 T_2 が式(5-2)となることを示しなさい。

$$T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \quad (5-2)$$

- (4) 気体を状態1 (P_1, T_1) から状態2 (P_2, T_2) へ可逆的に断熱膨張させた。気体の内部エネルギー変化 ΔU を R, T_1, P_1, P_2, γ を用いて表しなさい。
- (5) 気体を状態1 (P_1, T_1) から状態2 (P_2, T_2) へ可逆的に断熱膨張させた。気体のエンタルピー変化 ΔH を R, T_1, P_1, P_2, γ を用いて表しなさい。

2026年度 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（物理化学）

（余 白）

2026年度 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（物理化学）

【6】ある温度，圧力における純物質 A の圧力－温度状態図を図 6-1 に示す。純物質 A を $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ の下で 260 K から加熱すると 273 K で固体から液体へ相転移（融解）し，さらに 373 K で液体から気体へ相転移（蒸発）する。以下の問いに答えなさい。

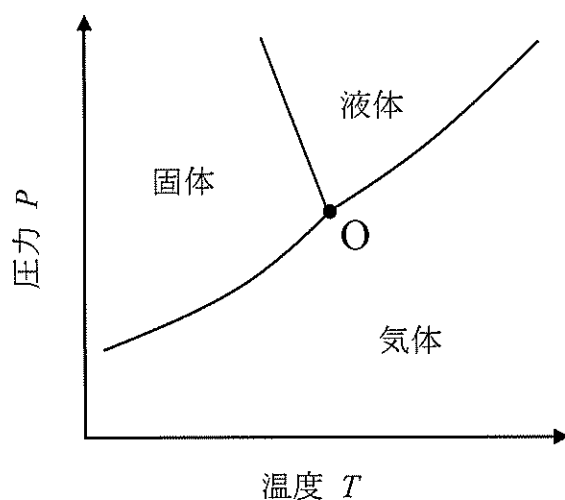


図 6-1 純物質 A の圧力－温度状態図

- (1) 図 6-1 の O 点において，共存する相の数を示しなさい。

2026年度 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（物理化学）

- (2) 単成分系の液体とその気体が平衡にあるとき Clausius-Clapeyron の式(6-1)が成り立つ。

$$\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta H_{\text{vap}}}{T\Delta V} \quad (6-1)$$

ただし、 P [Pa]は圧力、 T [K]は温度、 ΔH_{vap} [kJ·mol⁻¹]は蒸発モルエンタルピー、 ΔV は相転移（蒸発）に伴う体積変化である。物質 A を理想気体とし、 1.01×10^5 Pa において液体の体積は気体の体積に比べて小さく無視できるとすると、式(6-1)は式(6-2)と書き表せる。

$$\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta H_{\text{vap}}P}{RT^2} \quad (6-2)$$

ただし、 R は気体定数である。また、温度 T_1 における蒸気圧を P_1 、温度 T_2 における蒸気圧を P_2 、 ΔH_{vap} が温度により変化しないとする。式(6-2)から式(6-3)を導出しなさい。

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = -\frac{\Delta H_{\text{vap}}}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \quad (6-3)$$

- (3) (2)において、物質 A の温度と蒸気圧は 300 K で 4.00×10^3 Pa、320 K で 12.0×10^3 Pa であった。式(6-3)を用いて物質 A の ΔH_{vap} を求めなさい。ただし、気体定数 R は $8.31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $\ln 3 = 1.10$ とする。

2026年度 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（物理化学）

（余 白）

2026年度 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（物理化学）

（余 白）