

科目名 物理化学 (1)

受験番号

氏名

(注意) 必要ならば次の数値を使用すること。

$$R ; 8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.082 \text{ l} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.082 \text{ dm}^3 \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$
$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$$

/ 裏に書く場合にはこの線の下側に！

問 1 物質 A の分子量は 100.0 である。1.00 atm における物質 A の融点は、200 K である。1.00 atm における物質 A の沸点は、400 K であり、その蒸発熱 $\Delta_{\text{vap}}H$ は、40.0 kJ mol⁻¹ である。絶対温度 T が 300 K から 400 K の間の領域で、1.00 atm における物質 A のモル定圧熱容量 C_p は、 $C_p = (10 + 0.1T) \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ で表される。100.0 g の物質 A に対して 1.00 atm の一定の圧力のもとで熱を加えた。

- 問 1-1 物質 A を 300 K から 400 K に温度を増大させたときのエントロピー変化 ΔS はいくらか。
- 問 1-2 400 K の液相の物質 A を、沸点 400 K で沸騰させて 400 K の気相の物質 A にした。このときのエントロピー変化 ΔS はいくらか。
- 問 1-3 300 K の物質 A を 400 K の気相の物質 A にした。このときのエントロピー変化 ΔS はいくらか。

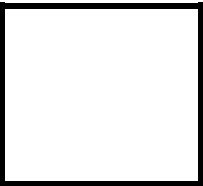
問 2-4 液体 A と液体 B を各 1 mol 含む混合溶液について、温度 T の条件で外圧を減少させて外圧を $1.4p_B^*$ で保持したときの気相の物質量はいくらか。

問 3-4 1,3-ブタジエンの結合次数を求めよ。

科目名 物理化学 (4)

受験番号

氏名



(注意) 必要ならば次の数値を使用すること。

$$R ; 8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.082 \text{ l} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.082 \text{ dm}^3 \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$
$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$$

/ 裏に書く場合にはこの線の下側に！

問 4 成分 A および成分 B のみからなる円柱内で、均一不可逆反応 $B \rightarrow A$ が生じている。半径方向座標を r とすると、固定座標系における成分 A のモル流束 N_A は Fick の法則より $N_A = -D_{AB} (dC_A/dr) + x_A (N_A + N_B)$ で表される。ここで C_A は成分 A のモル濃度、 D_{AB} は成分 B 中の成分 A の拡散係数、 N_B は成分 B のモル流束である。以下の問いに答えよ。ただし (1) 定常状態である、(2) 円柱の長さ L は半径 R に比べて十分に大きく拡散は r 方向のみに生じる、(3) 単位時間、単位体積あたりの成分 A の生成速度は k_0 [$\text{mol}/(\text{m}^3 \cdot \text{s})$] で一定である、(4) Fick の法則が成立、(5) モル流束の間に $N_B = -N_A$ の関係が成り立つ、(6) 全モル濃度 C_t (成分 A と成分 B のモル濃度の和) および拡散係数 D_{AB} はそれぞれ一定である、(7) 円柱表面 ($r = R$) でのモル分率は x_{A0} で一定である、の仮定が成り立つ。

問 4-1 半径 R の円柱を描き、その中に厚み Δr 、内半径 r のシェル (円筒壁) を図示せよ。

問 4-2 成分 A について定常状態におけるシェルバランスをとり、モル流束 N_A に関する次式を導け。



$$0 = -\frac{d(rN_A)}{dr} + rk_0 \quad (1)$$

問 4-3 円柱中心軸 ($r = 0$) でモル流束 N_A が有限の値を取ることに注意して式 (1) を積分し、次式が成り立つことを導け。

$$N_A = \frac{k_0}{2} r \quad (2)$$

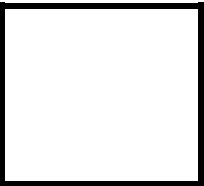
問 4-4 成分 A のモル分率 x_A が次式で与えられることを導け。

$$x_A - x_{A0} = \frac{k_0 R^2}{4C_t D_{AB}} \left\{ 1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right\} \quad (3)$$

問 4-5 円柱中心軸 $r/R = 0$ でモル分率 x_A を測定したところ $x_A - x_{A0} = 0.20$ であった。 $r/R = 0.50$ におけるモル分率と表面におけるモル分率の差 $x_A - x_{A0}$ を有効数字 2 桁で求めよ。

解答

科目名 物理化学 (5) 受験番号 氏名



(注意) 必要ならば次の数値を使用すること。

$R ; 8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.082 \text{ l} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.082 \text{ dm}^3 \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$ / 裏に書く場合にはこの線の下側に！

問 5

- 問 5－1 伝熱の三形態について全ての伝熱形態の名称およびその特徴を記せ。なお、媒体が必要かどうかについても言及すること。
- 問 5－2 ステファン・ボルツマンの法則にしたがって表面温度が400℃の鉄塊の放射エネルギー[W/m²]を求めよ。ただし、鉄塊の灰色射出率は0.800であり、ステファン・ボルツマン定数は $5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$ である。
- 問 5－3 円管(外径0.150 m, 内径0.120 m, 長さ 3.00 m)内をある流体が平均速度0.120 m/s で流れている。流れが十分に発達しているとき、円管内の流動様式を判別する無次元数の名称を記せ。また、その無次元数を求め、流動様式を判別せよ。ただし、無次元数の代表長さには円管の外径・内径・長さのいずれかを用いること。流体の密度を 1000 kg/m³, 粘度を $1.00 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ とする。
- 問 5－4 密度8400 kg/m³の単一の球状粒子を密度1000 kg/m³および粘度 $1.00 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の静止液体中で沈降させたとき、ストークスの法則が成り立つためには、球状粒子の直径を何 m 未満に設定すれば良いか、数値で答えよ。なお、重力加速度 $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ である。ただし、ストークスの法則が成り立つ条件は、代表長さを粒子の直径とする適切な無次元数が 1 より小さいこととする。



解 答