

令和8年度 長崎大学大学院総合生産科学研究科

博士前期課程 総合生産科学専攻 一般入試

共生システム科学コース (化学・物質科学分野) 専門科目 A

## 物理化学

この分野の問題を選択する場合は左の枠内に○を付け、選択しない場合は×を付けること。

受験番号 \_\_\_\_\_

※用紙の2枚目以降には決して受験番号を記入しないこと。

---

この線の下には受験者は何も記入しないこと。

整理番号 \_\_\_\_\_

## 物理化学 (1/2)

- 解答は問題が記載された指定用紙の解答欄に必ず記入すること。異なる問題の解答欄に記入した場合は、採点されないので注意すること。紙面が不足する場合は、指定用紙の裏面を利用せよ。
- 解答は途中の計算過程がわかるように記述すること。必要があれば、次の数値および単位の関係式を用いよ。  
気体定数  $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ , ボルツマン定数  $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$ , アボガドロ定数  $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$   
 $1.00 \text{ bar} = 1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ ,  $1 \text{ J} = 1 \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-2} = 1 \text{ Pa m}^3$
- 特に指定がない限り、気体は完全気体 (理想気体) として取り扱うこと。

問 1. 体積を任意に調節できる密閉容器内を 300 K において 1.00 bar, 1.00 L の完全気体 (理想気体) で満たし, 300 K の温度一定条件で体積が 10.0 L になるまで可逆膨張させた。以下の間に答えよ。

- 1) 密閉容器中の気体のモル数を求めよ。
- 2) 気体になされた仕事  $w$  を求めよ。
- 3) 気体に加えられた熱量  $q$ , およびエントロピー変化  $\Delta S$  を, それぞれ求めよ。

問 2. 以下の間に答えよ。

- 1) 平均の速さ  $\bar{c}$  で並進運動している気体分子 1 個の衝突頻度  $z$  は,  $z = 2^{1/2} \sigma \bar{c} (N/V)$  である。  $\sigma, N, V$  は, それぞれ分子の衝突断面積, 分子数, 体積である。同種分子間での衝突密度  $Z_{AA}$ , および平均自由行程  $\lambda$  について, 気体の圧力  $p$  と関係づける式をそれぞれ示せ。
- 2) 二次反応  $A \rightarrow P$  の反応速度式は,  $d[A] / dt = -k[A]^2$  で表される。  $A$  は反応基質,  $P$  は生成物,  $[A]$  は  $A$  の濃度,  $t$  は反応時間,  $k$  は反応速度定数である。この反応の積分形反応速度式, および半減期を, それぞれ示せ。なお,  $A$  の初濃度を  $[A]_0$  とする。
- 3) 反応温度を変化させて反応速度定数  $k$  を求めたところ, 400 K で  $k = 7.9 \times 10^7 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ , 500 K で  $k = 3.2 \times 10^8 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$  であった。この反応の活性化エネルギー  $E_a$  を求めよ。ただし,  $E_a$  は温度によらず一定とせよ。

問 1, 2 の解答欄

## 物理化学 (2/2)

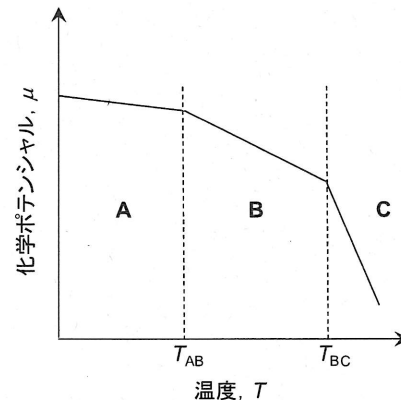
- 解答は問題が記載された指定用紙の解答欄に必ず記入すること。異なる問題の解答欄に記入した場合は、採点されないので注意すること。紙面が不足する場合は、指定用紙の裏面を利用せよ。
- 解答は途中の計算過程がわかるように記述すること。必要があれば、次の数値および単位の関係式を用いよ。  
気体定数  $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ , ボルツマン定数  $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$ , アボガドロ定数  $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$   
 $1.00 \text{ bar} = 1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ ,  $1 \text{ J} = 1 \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-2} = 1 \text{ Pa m}^3$
- 特に指定がない限り、気体は完全気体 (理想気体) として取り扱うこと。

問3. ある化学平衡反応について、300 K における標準反応 Gibbs エネルギー  $\Delta G_r^\circ$  および標準反応エンタルピー  $\Delta H_r^\circ$  が、それぞれ  $-50.0 \text{ kJ mol}^{-1}$  および  $10.0 \text{ kJ mol}^{-1}$  であった。以下の間に答えよ。

- 1) 300 K における熱力学的平衡定数  $K$  を求めよ。
- 2) 300 K における標準反応エントロピー  $-\Delta S_r^\circ$  を求めよ。
- 3) 上記反応について、1.00 bar 条件下のある温度で化学平衡にしたところ、熱力学的平衡定数  $K$  が 300 K のときの2倍の値になった。そのときの温度を求めよ。ただし、 $\Delta H_r^\circ$  は温度に依らず一定として計算せよ。

問4. 右図は、閉鎖系で圧力一定条件における純物質の固相、液相、気相の化学ポテンシャル  $\mu$  と温度  $T$  の関係を示す概念図である。以下の間に答えよ。

- 1)  $T_{AB}$  および  $T_{BC}$  に相当する相転移温度は何と呼ばれるか、それぞれ答えよ。
- 2)  $dG = V dp - S dT$  ( $G, S, V, p, T$  は、それぞれ Gibbs エネルギー、エントロピー、体積、圧力、温度) をもとに、 $\mu$  の  $T$  に対する勾配が A, B, C の相間で異なる理由を述べよ。
- 3) 圧力を上げると一般的に  $T_{AB}$  は上昇する。その理由について、 $\mu$  と  $T$  の関係をもとに述べよ。必要に応じて、作図しても構わない。



問3, 4の解答欄