

平成29年度  
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入 学 試 験 問 題

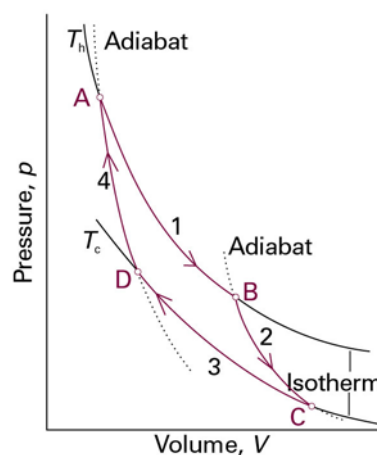
No. 1/3

コース等	グリーンエネルギー変換工学 特別教育プログラム	試験科目	化学 A
------	----------------------------	------	------

必要に応じて、気体定数  $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  を用いて計算せよ。

問1 右図に示す単原子分子気体 1.00 mol を用いたカルノーサイクルがある。次の間に答えよ。

- 1) A (24.0 atm, 800 K) から B (2.40 atm) の状態に等温可逆膨張したときの仕事 ( $w$ )、熱量 ( $q$ )、エントロピー変化 ( $\Delta S$ ) を計算せよ。
- 2) B (2.40 atm) から C の状態 (400 K) に断熱可逆膨張したときの内部エネルギー変化 ( $\Delta U$ )、エンタルピー変化 ( $\Delta H$ )、エントロピー変化 ( $\Delta S$ ) を計算せよ。ただし、 $C_{v,m} = (3/2)R$  である。
- 3) このカルノーサイクルの最大効率 ( $\epsilon$ ) を計算せよ。



問2 空気を構成する  $\text{N}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{Ar}$ 、 $\text{CO}_2$  のモル分率はそれぞれ 0.781、0.210、 $9.34 \times 10^{-3}$ 、 $3.16 \times 10^{-4}$  である。25.0°C、1.00 atm でそれぞれ純粋な成分 (理想) 気体から空気をつくる時、以下の間に答えよ。

- 1) 混合エントロピー ( $\Delta_{\text{mix}}S$ ) を計算せよ。
- 2) 混合ギブズエネルギー ( $\Delta_{\text{mix}}G$ ) を計算せよ。

平成29年度  
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

## 入 学 試 験 問 題

No. 2/3

コース等	グリーンエネルギー変換工学 特別教育プログラム	試験科目	化学 A
------	----------------------------	------	------

問3 以下の問いに答えよ。なお、 $1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  である。

- $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$  の反応が、ある温度で平衡に達し、 $\text{CO}_2$  の分圧が  $5.5 \text{ atm}$ 、全圧が  $30 \text{ atm}$  であるとき、平衡定数  $K_p$  を求めよ。また、温度変化させずに、この系の全圧を上げ、 $\text{CO}_2$  の量が気体の  $30\%$  になるには、全圧  $P$  を何  $\text{atm}$  にすればよいか答えよ。ただし、平衡定数  $K_p$  は温度が変化しないと一定と考えてよい。
- 反応  $\text{A} \rightarrow \text{B}$  について、この反応開始より  $20$  分後に  $\text{A}$  の半分が反応したとすると、 $40$  分後に反応しないで残っている  $\text{A}$  の割合は、次の条件でいくらになるか答えよ。  
① 0次反応 ② 1次反応 ③ 2次反応
- 活性化エネルギーが  $40 \text{ kJ mol}^{-1}$  のとき、 $27^\circ\text{C}$  から温度が  $50^\circ\text{C}$  上昇したときの反応速度は、 $27^\circ\text{C}$  のときの何倍になるか、答えよ。ただし、気体定数は  $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  とする。

平成29年度  
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入 学 試 験 問 題

No 3/3

コース等	グリーンエネルギー変換工学 特別教育プログラム	試験科目	化学 A
------	----------------------------	------	------

問4 右図に示す一次元の井戸の中の粒子（質量 $m$ ）について以下の問いに答えよ。ただし、 $L$ は井戸の幅、 $V$ はポテンシャルエネルギーを示し、井戸の外（ $x < 0$ ,  $x > L$ ）で $V = \infty$ 、井戸の中（ $0 \leq x \leq L$ ）で $V = 0$ とする。

1) 時間に依存しない波動方程式を示せ。ただし、波動関数 $\varphi(x)$ 、粒子のエネルギー固有値 $E$ 、ハミルトニアン $H$ とする。

2) 井戸の外（ $x < 0$ ,  $x > L$ ）に対する波動関数の解を示せ。

3) 井戸の中（ $0 \leq x \leq L$ ）に対する波動関数の解は

$$\varphi(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{n\pi}{L} x$$

で与えられる。ここで $n$ は主量子数である。 $n = 1$ および $n = 2$ の波動関数について粒子の存在確率が最も大きいところを求めよ。

4) 井戸の中（ $0 \leq x \leq L$ ）に対するエネルギーの固有値 $E$  [J]は、

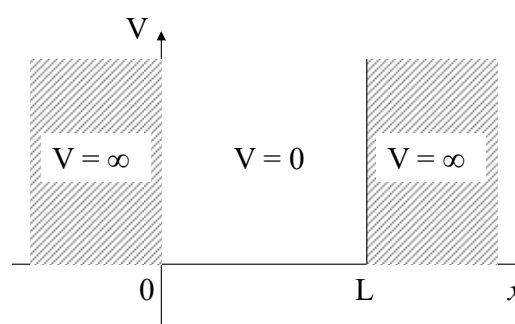
$$E = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$$

で与えられる。1,3-ブタジエンの $\pi$ 電子は、この線状分子の中を線方向に動き回っているが、分子の外には出ることができないので一次元の井戸型ポテンシャル中の電子の運動として記述できる。分子の長さを $5.8 \times 10^{-1}$  nm として、

4-1) 基底状態（ $n = 1$ ）の $\pi$ 電子1個のエネルギー $E_0$  [J]を求めよ。

4-2) 基底状態（ $n = 1$ ）の $\pi$ 電子1個の速度 $v$  [ $\text{m s}^{-1}$ ]を求めよ。

4-3) 1,3-ブタジエンの $\pi$ 電子1個が $n = 2$ の軌道から $n = 3$ の軌道へ励起に必要なエネルギーを求めよ。ただし、 $h = 6.6 \times 10^{-34}$  Js、 $m = 9.1 \times 10^{-31}$  kg として計算すること。



平成29年度  
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

## 入 学 試 験 問 題

No. 1/2

コース等	グリーンエネルギー変換工学 特別教育プログラム	試験科目	化学 B
------	----------------------------	------	------

問1 立方晶系の物質を CuK $\alpha$  X線（波長 154 pm）で粉末 X線回折法により測定したところ、 $2\theta = 38.8^\circ$ 、 $45.0^\circ$ 、 $65.2^\circ$ の回折線が観測された。そのうち  $65.2^\circ$ の回折線が{220}面によることがわかっている。以下の問いに答えよ。

- 1) {220}面の面間隔を求めよ。
- 2) この物質の格子定数  $a$  を求めよ。
- 3)  $38.8^\circ$ と  $45.0^\circ$ の回折線に対応する面指数を求めよ。

問2 以下の問いに答えよ。

- 1) 真性半導体と絶縁体のエネルギーバンド構造を描き、共通点と相違点を述べよ。
- 2) ホウ素を添加したケイ素の単結晶は、n型半導体、p型半導体のいずれであるか。また、その電気伝導の機構を述べよ。

平成29年度  
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

## 入 学 試 験 問 題

No. 2/2

コース等	グリーンエネルギー変換工学 特別教育プログラム	試験科目	化学 B
------	----------------------------	------	------

必要に応じて、気体定数  $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、Faraday定数  $F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$  を用いよ。

問3 25 °Cで比伝導率  $\kappa = 0.012856 \text{ S/cm}$  の  $0.100 \text{ mol dm}^{-3}$  KCl水溶液を用いて測定した伝導率測定セルの抵抗が  $187 \text{ } \Omega$ であった。

- 1) 伝導率測定セルのセル定数を求めよ。
- 2) この伝導率測定セルに  $0.200 \text{ mol dm}^{-3}$  NaOH 水溶液を満たして抵抗を測定したところ  $56.5 \text{ } \Omega$ であった。この NaOH 水溶液の比伝導率  $\kappa$  とモル伝導率  $\Lambda_m$  を求めよ。

問4  $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$  なる反応を行う電池において、この電池反応の 25 °Cにおける標準 Gibbs エネルギー変化は  $-212.3 \text{ kJ mol}^{-1}$  である。

- 1) この電池の電池式、アノード反応、カソード反応を書け。
- 2) この電池の 25 °Cにおける標準起電力を求めよ。
- 3)  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$  の活量をそれぞれ 0.200 および 0.600 とした場合の 25 °Cにおける起電力を求めよ。