

令和5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A
------	----------------------------	------	-----

※問1・2は著作権の関係上、掲載しません。

問3. 逐次1次反応  $A \xrightarrow{k} R \xrightarrow{k} S$  を考える。ただし、 $k$  は反応速度定数 ( $k \neq 0$ )、 $A$  の初濃度を  $C_{A0}$ 、 $R$  と  $S$  の初濃度を  $C_{R0} = C_{S0} = 0$  とする。

- (1) 中間体Rの濃度  $C_R$  と時間  $t$  の関係を表す式を求めよ。
- (2) 中間体Rの濃度が最大となる時間  $t_{\max}$  およびそのときのRの濃度  $C_{R,\max}$  を表す式を求めよ。

問4. 以下の問に答えよ。

(1) 水素原子の波動関数  $\Psi_{nlm}(r, \theta, \phi)$  (以降、単に  $\Psi_{nlm}$  と示す) の最初の数例は

$$\Psi_{100} = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{1}{a_0}\right)^{3/2} \exp\left(-\frac{r}{a_0}\right)$$

$$\Psi_{200} = \frac{1}{4\sqrt{2\pi}} \left(\frac{1}{a_0}\right)^{3/2} \left(2 - \frac{r}{a_0}\right) \exp\left(-\frac{r}{2a_0}\right), \quad \Psi_{210} = \frac{1}{4\sqrt{2\pi}} \left(\frac{1}{a_0}\right)^{3/2} \left(\frac{r}{a_0}\right) \left[\exp\left(-\frac{r}{2a_0}\right)\right] \cos \theta$$

で表される。ただし、 $a_0$  はボーア半径である。

- 1)  $n, l, m$  はそれぞれ何量子数と呼ばれるか答えよ。
- 2)  $\Psi_{100}, \Psi_{200}, \Psi_{210}$  は習慣的に何軌道関数と呼ばれるか数字とアルファベットで答えよ。
- 3) 波動関数  $\Psi_{100}$  で表される電子の原子核の位置での確率密度を求めよ。

(2)  $n$  で規定される軌道に入り得る電子の最大数を求めよ。導出過程も書くこと。

令和 5 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. 金属の結晶構造について以下の問に答えよ。

(1) 金属単体の場合、六方最密構造 (hcp)、体心立方構造 (bcc)、面心立方構造 (fcc) を取るものが多い。原子を剛体球とみなし、それぞれの構造での配位数と、球によって占められる全体積の割合 (空間充填率) を求めよ。空間充填率は小数点以下 2 桁まで算出し、その算出する方法も示せ。

(2) 金は面心立方構造を示し、その格子定数は  $0.408 \text{ nm}$  である。原子量を  $196.97$  とすると、金の結晶の密度 ( $\text{g cm}^{-3}$ ) を有効数字 3 桁まで求めよ。

ただし、アボガドロ定数は  $6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  とする。

問 2. 半導体などの固体の電子構造に関する以下の問に答えよ。

(1) 半導体には n 型半導体と p 型半導体がある。それぞれの主な伝導キャリアは何か。この n 型半導体と p 型半導体を接合した場合、どのような機能が発現すると考えられるか、1 つ例示せよ。

(2) ある半導体の価電子帯から伝導帯に電子を光吸収によって励起するには波長  $\lambda = 360 \text{ nm}$  より短波長の光を必要とした。この半導体のバンドギャップ (eV) を有効数字 3 桁で求めよ。ただし光の速さは  $3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ 、プランク定数  $6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$ 、電気素量  $1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$  とする。

(3) 超伝導を示す金属について、その電気抵抗 ( $\Omega$ ) と温度 (K) の関係を模式的に描き、臨界温度  $T_c$  での挙動について説明せよ。

令和5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  $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、Faraday定数  $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$  を用いよ。

問3. 以下の問に答えよ。

25 °Cで比伝導率  $\kappa = 0.0129 \text{ S cm}^{-1}$  の  $0.1 \text{ mol dm}^{-3}$  塩化カリウム水溶液を用いて測定した伝導率測定セルの抵抗が  $187 \Omega$  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  $0.2 \text{ mol dm}^{-3}$  水酸化ナトリウム(NaOH) 水溶液を満たして抵抗を測定したところ  $56.5 \Omega$  であった。この NaOH 水溶液の比伝導率  $\kappa$  とモル伝導率  $\Lambda$  を求めよ。

問4. 以下の問に答えよ。

$\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$  なる反応を行う電池において、この電池反応の 25 °Cにおける標準反応ギブスエネルギー  $\Delta G^\ominus = -212 \text{ kJ mol}^{-1}$  である。  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$  の活量をそれぞれ 0.200 および 0.600 とする。

- (1) この電池の 25 °Cにおける標準起電力を求めよ。
- (2) この電池の電池式と電池反応式、アノード反応、カソード反応を書け。
- (3) 25 °Cにおける起電力を求めよ。