

## 令和 2 年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[無機化学]

1 以下の問いに答えよ。

【30点】

(1) 以下の化合物の名称を記せ。また、下線部の原子の酸化数を記せ。

(a) NaCl      (b) LiCoO<sub>2</sub>      (c) HNO<sub>3</sub>      (d) Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>      (e) NaBH<sub>4</sub>

(2) MX 型のイオン結晶は、岩塩型構造、塩化セシウム型構造、閃亜鉛鉱型構造、ウルツ鉱型構造のいずれかをとることが多い。以下に示す MX 型のイオン結晶の常温常圧条件下における最も安定な構造を答えよ。

(a) GaAs      (b) LiF      (c) NH<sub>4</sub>Br      (d) ZnO      (e) CdS(3) 塩化ナトリウムの単位格子には Na 原子と Cl 原子がそれぞれ四つ存在する。塩化ナトリウムの格子定数を  $a$  (Å)、Na 原子の原子量を  $A_{\text{Na}}$ 、Cl 原子の原子量を  $A_{\text{Cl}}$  とするとき、塩化ナトリウムの密度 ( $\text{g cm}^{-3}$ ) を  $a$ 、 $A_{\text{Na}}$ 、 $A_{\text{Cl}}$  及びアボガドロ数  $N_{\text{A}}$  を用いて表せ。

2 酸・塩基に関する以下の問いに答えよ。

【30点】

(1) pH の定義を水素イオンの活量  $a_{\text{H}^+}$  を用いて表せ。

(2) 圧力が等しいとき、室温における水の自己解離定数と 50 °C における水の自己解離定数の大小関係を記し、その理由を説明せよ。

(3) HCl を  $1.0 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$  含有する水溶液中に存在する水素イオンの濃度を有効数字二桁で求めよ。すべてのイオンの活量係数を 1 とし、水の自己解離定数は  $1.0 \times 10^{-14}$  とする。必要に応じて  $\sqrt{5}=2.24$  の関係を用いてもよい。

3 酸化・還元に関する以下の問いに答えよ。

【40点】

(1) 常温常圧条件下で観測された以下の現象を反応式で表せ。

- (a) 金属アルミニウムと空気を接触させると、その表面に緻密な酸化被膜が生成した。
- (b) 金属リチウムと窒素を接触させると、金属リチウムの表面が褐色になった。
- (c) 硫酸水溶液を電気分解すると、陽極で酸素が発生した。
- (d) 硝酸イオンを含む水溶液を電気分解すると、陰極で硝酸イオンが亜硝酸イオンに還元され、陰極近傍の水溶液の pH が上昇した。

(2) 酸性の硫酸亜鉛水溶液に亜鉛板を浸漬したところ、亜鉛板表面から気体が生成し小さな泡として観察されたが、その後大きな変化は見られなかった。さらに白金板を浸漬して亜鉛板とリード線で接続すると、白金板表面から勢いよく気体が生成した。

- (a) 亜鉛板の表面で生成した気体と白金板の表面で生成した気体は同じ物質である。生成した気体の名称を答えよ。また、気体生成反応を半電池反応式(電子  $e^-$  を含む反応式)で表せ。
- (b) 気体の生成と同時に酸化された物質は亜鉛である。本水溶液中における亜鉛の酸化還元電位  $E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}$  と、生成した気体の酸化還元電位  $E_{\text{gas}}$  との大小関係を示せ。
- (c)  $E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}$  と  $E_{\text{gas}}$  について、pH 依存性の有無とその理由を答えよ。