

令和6年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[無機化学]

1 原子及び化合物に関する以下の問いに答えよ。

【40点】

(1) 次の化合物の化学式を記せ。また、H、O以外の元素の酸化数を記せ。

- (a) 亜硝酸 (b) 過塩素酸
(c) リン酸 (d) 次亜塩素酸ナトリウム

(2) 基底状態で次の電子配置をもつ元素を記せ。

- (a) $[\text{He}]2s^1$ (b) $[\text{Ne}]3s^23p^4$ (c) $[\text{Ar}]3d^84s^2$ (d) $[\text{Ar}]3d^{10}4s^1$

(3) 次の分子について、下線を引いた原子の持つ混成軌道の名称を記せ。

- (a) $\underline{\text{B}}\text{Cl}_3$ (b) $\underline{\text{N}}\text{H}_3$ (c) $\underline{\text{N}}\text{H}_4^+$ (d) $\underline{\text{P}}\text{Cl}_5$

(4) 次の分子のルイス構造式を記せ。

- (a) O_2 (b) O_3 (c) CO (d) CO_2

2 結晶構造に関する以下の問いに答えよ。

【30点】

(1) MX型のイオン結晶において、陽イオン、陰イオンをそれぞれ半径 r_C 、半径 r_A の剛体球として考える。一般に陽イオンと陰イオンは、できるだけ多く接する傾向がある。また、同符号のイオンは静電反発するため、陽イオン同士または陰イオン同士は接しない。6配位八面体構造を安定にとれるイオン半径比 r_C/r_A の範囲を有効数字2桁で答えよ。必要に応じて $\sqrt{2}=1.41$ 、 $\sqrt{3}=1.73$ を用いてもよい。

(2) ZnOはイオン半径比からは塩化ナトリウム構造が安定であると考えられるが、実際にはウルツ鉱型構造をとる。この理由を述べよ。

(次頁へ続く)

(3) 結晶の X 線回折において、単位格子全体によって散乱される X 線は単位格子中の原子の散乱 X 線の和で表され、その振幅は $F_{hkl} = \sum_{n=1}^N f_n \{ \exp 2\pi i (hx_n + ky_n + lz_n) \}$ で表される。 F_{hkl} は結晶構造因子として知られている。ここで f_n は単位格子中の n 番目の原子の原子散乱因子、 (x_n, y_n, z_n) は n 番目の原子の分率座標、 N は単位格子中の原子の数、 hkl は格子面のミラー指数、 i は虚数単位である。

(a) 面心立方格子の原子の分率座標を全て記せ。また、面心立方格子でブラッグ反射の起こるミラー指数の条件を求めよ。

(b) NaCl の原子の分率座標を全て記せ。また、NaCl でブラッグ反射の起こるミラー指数の条件を求めよ。

3 酸・塩基に関する以下の問いに答えよ。

【30点】

(1) 酸と塩基に関して、アレニウス、ブレンステッド・ローリー、ルイスの定義をそれぞれ述べよ。

(2) 水溶液中での以下の化学種の酸塩基平衡式を記せ。また、どの化学種がどの化学種の共役酸または共役塩基であるかを記せ。

(a) 酢酸

(b) アンモニア

(3) $0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ アンモニア水溶液の pH を有効数字 2 桁で答えよ。ただし、塩基解離定数を K_b 、アンモニアの $\text{p}K_b$ を 4.8、水のイオン積 K_w を $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2 \cdot \text{dm}^{-6}$ とする。