

分析化学 I - 1 2024 年度 試験問題

(50 点満点)

計算問題での注意事項：

- ・設問中の平衡定数は濃度を mol/L で表したときの濃度平衡定数で、希薄溶液の仮定 (活量係数=1) が成り立つものとする。
- ・必要ならば水のイオン積として $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ (mol/L)}^2$ の値を用いよ。
- ・有効数字を考慮し計算過程も示すこと。答えには単位を付すこと (単位がある場合)。

問 1 ．ある分析を 4 回繰り返した結果、次の測定値 (単位なし) が得られた。以下の問いに答えよ (6 点)。

2.9, 3.3, 3.4, 3.2

- (1) 変動係数 (%) の値を求めよ。
- (2) 真の値が 3.1 であるとき、かたよりの値を求めよ。

問 2 次の水溶液の濃度を ppm で示せ。ただし、溶液の密度を 1.0 g/mL とする。原子量は O = 16.0, Na=23.0, Cl=35.5, K=39.1, Cr=52.0 である。(6 点)

- (1) 0.1 % の NaCl 水溶液
- (2) $1.52 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ の K_2CrO_4 水溶液

問 3 比重 (d) に関する次の問いに答えよ。なお、水の密度は 4 °C で 0.999972 g/mL, 20 °C で 0.998203 g/mL である (6 点)。

- (1) d_4^{20} と d_{20}^{20} の関係を式で表せ。
- (2) 20°C で同じ比重ビンを用いて液体 A と水の質量を測定したところ、それぞれ 5.3125 g と 2.0431 g であった (ビンの質量は含まない)。液体 A の d_4^{20} を求めよ。

問 4 $\text{HF} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{F}^-$ の平衡について、正反応 (ア) および逆反応 (イ) での Brønsted-Lowry の酸 (A) と塩基 (B) をそれぞれ化学式で示せ。また、HF と共役対の関係にある物質 (C) を化学式で示せ。(6 点)

問 5 NH_3 の水溶液について、次の問いに答えよ (16 点)。

- (1) 質量作用の法則、物質収支の法則、電荷均衡の法則の式をそれぞれ解答欄 A, B, C に書け。ただし、 NH_3 の初濃度を C_b 、 NH_3 の塩基解離定数を K_b の記号で表すこと。
- (2) K_b の値を求めよ。ただし、 NH_4^+ の酸解離定数を $K_a = 5.0 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$ とする。
- (3) $C_b = 0.10 \text{ mol/L}$ のときの水素イオン濃度を求めよ。
- (4) NH_3 は水中では弱塩基であるが、酢酸中では強塩基である。この理由を説明せよ。

問 6 $1.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ の Zn^{2+} を含む酸性水溶液がある。気圧 1 atm の条件でこの溶液に H_2S を飽和させたとき、水素イオン濃度が 0.10 mol/L であった。このとき、Zn 全体のうち何%が ZnS として沈殿するかを求めよ。ただし、 ZnS の溶解度積を $1.5 \times 10^{-24} \text{ (mol/L)}^2$ 、 H_2S の 1 段目の酸解離定数を $1.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ 、2 段目の酸解離定数を $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$ 、 H_2S の分圧 1 atm のときの水溶液中の $[\text{H}_2\text{S}]$ (非解離の H_2S の濃度) を 0.10 mol/L とする (10 点)。