

分析化学 I - 1 2025 年度 試験問題

(50 点満点)

計算問題での注意事項：

- ・有効数字を考慮し、計算過程も示すこと。答えに単位がある場合は、単位を付すこと。
- ・問 4～6 では、イオン強度の影響は無視できるものとする。また、必要ならば水のイオン積 (K_w) として $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ の値を用いよ。

問 1 1.0 ppm Zn^{2+} 水溶液中の Zn^{2+} のモル濃度を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、Zn の原子量は 65.4、水溶液の密度は 1.0 g/mL であるとする (5 点)。

問 2 $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L Na}_2\text{SO}_4$ 水溶液について、(a) イオン強度、(b) Na^+ の活量係数、(c) SO_4^{2-} の活量係数、(d) 平均活量係数を求めよ。ただし、25 °C におけるデバイーヒュッケル (Debye-Hückel) の極限式 $\log f = -0.509 z_i^2 \mu^{1/2}$ (f : 活量係数, z_i : イオンの電荷, μ : イオン強度) を用いてよい (8 点)。

問 3 化学反応式 $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \cdots \textcircled{1}$, $\text{H}_2\text{S} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{NH}_4^+ \cdots \textcircled{2}$ は、それぞれ水中および液体アンモニア中における硫化水素の電離平衡を表したものである。点線以下の文章中の [1] ～ [12] に入る物質を次の選択肢から選び、それぞれ記号で答えよ (12 点)

選択肢：(a) H_2S , (b) H_2O , (c) HS^- , (d) H_3O^+ , (e) NH_3 , (f) NH_4^+

ブレンステッド-ロウリー (Brønsted-Lowry) の定義では、① の右方向への反応における酸は [1]、塩基は [2] である。また、① の左方向への反応における酸は [3]、塩基は [4] である。ここで、 H_2S と共役の関係にあるのは [5]、 H_2O と共役の関係にあるのは [6] である。

通常、① の平衡は左へ、② の平衡は右へ偏っている。これは、酸の強さの序列が [7] > [8] > [9]、塩基の強さの序列が [10] > [11] > [12] だからである。

問 4 強酸 HA の水溶液について、5 % の誤差が許されるとき、その初濃度 C_a と水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ が等しいとみなせる限界の C_a はいくらか。ただし、空気中の二酸化炭素の溶解はないものとする (5 点)。

問 5 緩衝液は通常、溶媒で希釈しても pH が変化しない。弱酸 HA (初濃度 C_a , 酸解離定数 K_a) とその塩 MA (初濃度 C_b) の混合水溶液 (緩衝液) を例にして、理由を説明せよ (10 点)。

問 6 以下の (1) および (2) への硫酸バリウムの溶解度 (mol/L) を求めよ。ただし、水中での硫酸バリウムの溶解度積を $K_{sp} = 1.1 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$ とする (10 点)。

(1) 水, (2) 0.10 mol/L 硫酸ナトリウム水溶液