

解答例

問題1

問1 反応物 システイン 生成物 セリン

問2  $6.2 \times 10^{-18}$  mol/L

問3  $[S^{2-}] = K_1 \cdot K_2 \cdot [H_2S] / [H^+]^2$  であるが、pH7.4 では  $[H_2S]$  と  $[HS^-]$  の比率を考慮する必要がある。この条件では、 $[HS^-]$  は  $[S^{2-}]$  よりもずっと大きいので第2段の電離は考慮しないで第1段の電離の式を用いると

$$[H^+] [HS^-] / [H_2S] = 9.6 \times 10^{-8}$$

$$[HS^-] / [H_2S] = 2.4 \quad \text{つまり } 2.4 / (2.4 + 1.0) = 0.71 \quad 71\% \text{ が電離している。}$$

$[HS^-] + [H_2S]$  は  $5.0 \times 10^{-5}$  mol/L である。

$[H_2S]$  はこのうちの29%にあたるので、 $1.45 \times 10^{-5}$  mol/L になる。

$$[S^{2-}] = K_1 \cdot K_2 \cdot [H_2S] / [H^+]^2 \quad \text{なので、} (1.2 \times 10^{-21}) (1.45 \times 10^{-5}) / (4.0 \times 10^{-8})^2 \\ = 1.1 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$$

問4 反応液 A

問2より、A については  $[S^{2-}] = 6.2 \times 10^{-18}$  mol/L なので、

A と①  $Zn^{2+}$  溶液の混合で濃度積は

$$(6.2 \times 10^{-18} \text{ mol/L} \times 1/2) (1.0 \times 10^{-6} \times 1/2) = 1.55 \times 10^{-24}$$

溶解度積より小さい値なので、沈澱は生じない。

反応液 B

問3より、反応液 B については  $[S^{2-}] = 1.1 \times 10^{-11}$  mol/L なので、

B と①  $Zn^{2+}$  溶液の混合で濃度積は

$$(1.1 \times 10^{-11} \text{ mol/L} \times 1/2) (1.0 \times 10^{-6} \times 1/2) = 2.75 \times 10^{-18}$$

溶解度積より大きい値なので、沈澱が生じる。

問5  $Zn^{2+}$  溶液  $10^{-6}$  mol/L なので、反応液 C として、 $2.2 \times 10^{-12} \times 4$  の  $[S^{2-}]$  まで沈澱が生じない。

$$[S^{2-}] = K_1 \cdot K_2 \cdot [H_2S] / [H^+]^2 \quad \text{なので、} [H_2S] = (8.8 \times 10^{-12}) (10^{-7})^2 / (1.2 \times 10^{-21})$$

$$[H^+] [HS^-] / [H_2S] = 9.6 \times 10^{-8} \quad \text{なので、pH7.0 では} [HS^-] / [H_2S] = 0.96 \quad \text{である。}$$

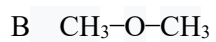
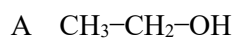
つまり、発生させた  $H_2S$  の49%が電離している（電離していない  $H_2S$  は51%）。

反応液 C の  $[HS^-] + [H_2S]$  としては  $(8.8 \times 10^{-12}) (10^{-7})^2 / (1.2 \times 10^{-21}) (0.51)$  mol/L

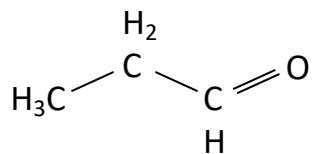
液量は1 mL で、 $H_2S$  と等モルのシステイン（分子量121.1）が消費されるので、

$$\{(8.8 \times 10^{-12}) (10^{-7})^2 / (1.2 \times 10^{-21}) (0.51)\} \times 121.1 \times 10^{-3} \approx 1.7 \times 10^{-5} \text{ g}$$

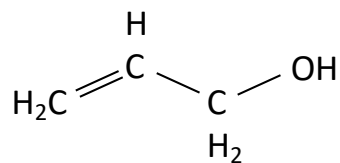
問題 2



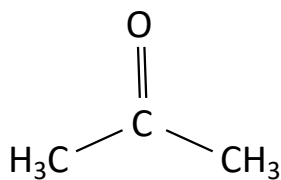
C



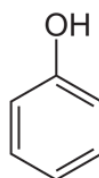
D



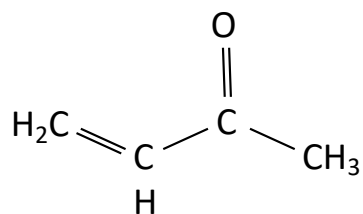
E



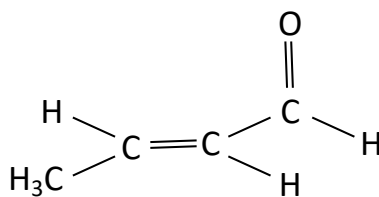
F



G



H



問題 3

問 1 問 1 平均分子量 =  $(M_1N_1+M_2N_2+M_3N_3)/(N_1+N_2+N_3)$

問 2 平均分子量 =  $0.2 \times 1,000 + 0.5 \times 10,000 + 0.3 \times 100,000 = 3.5 \times 10^4$

問 3

$$\Pi V = nRT$$

ただし、 $V$  は溶液の体積(L)、 $n$  は高分子化合物の物質量、 $R$  は気体定数  $8.31 \times 10^3$  Pa · L/(mol · K)、 $T$  は絶対温度(K)である。

$$\Pi \times \frac{103}{1000} = \frac{3}{100000} \times 8.31 \times 10^3 \times 300$$

よって、 $\Pi = 726.1$  Pa

純水と溶液を半透膜で隔てたときに生じる液面差を  $x$  (cm) とすると、この溶液の示す圧力は、浸透圧  $\Pi$  (Pa) に等しい。溶液柱が示す圧力は、液面差  $\times$  溶液の密度に比例する。76.0 cm の水銀柱が示す圧力は  $1.013 \times 10^5$  Pa でそれに相当するのは  $13.6 \times 76.0$  g/cm<sup>2</sup> である。したがって、浸透圧は液面差の溶液柱が示す圧力は

$$76.0 \times 13.6 : 1.013 \times 10^5 = x : \Pi$$

$$x = \frac{13.6 \times 76.0 \times \Pi}{1.013 \times 10^5} = 7.4 \text{ cm}$$

問 4 幅広い分子量分布をもつ高分子化合物の分子量に対して半透膜の選択を誤ると、次のような現象が起きる。透過性の高い半透膜であれば低分子成分が通過する恐れがある。一方、透過性の低い半透膜であれば、平衡までに時間を要する。したがって、適切な半透膜の選択が重要になる。