

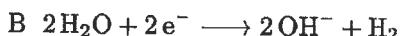
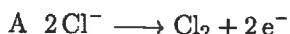
2024 年 東北大学前期日程試験【化学】解答例

[1]

問 1 イオンによって電流が流れるから。(16字)

問 2 ア 塩素 イ ナトリウムイオン ウ 水酸化物イオン

問 3



問 4 1.5

$$\frac{200 \times 2.0 \times 3600}{9.65 \times 10^4} \times 40.0 = 1492 \text{ g} \text{ より } 1.5 \text{ kg}$$

問 5 (1) ア c イ a ウ c (2) ア c イ a ウ c

問 6 1.75×10^3

TiH₂ 1 mol (49.9 g) の体積は $\frac{49.9}{3.90} \text{ cm}^3$ 。この TiH₂ に含まれる水素は 1 mol すなわち標準状態で 22.4 L であるから、求める比は、

$$\frac{22.4 \times 1000}{49.9} = 1750 \dots \text{ より } 1.75 \times 10^3 \text{ 倍}$$

問 7 エ ホールピペット, b オ コニカルピーカー, a カ ピュレット, b

問 8 0.750

乳酸のモル濃度を $c [\text{mol/L}]$ とすると、 $c \times \frac{10.0}{1000} = 0.100 \times \frac{10.0}{1000}$ より、 $c = 0.100 \text{ mol/L}$ 。

従って、シュウ酸 0.10 mol すなわち 9.0 g が、水溶液 1000 mL すなわち 1200 g 中に溶けているのであるから、 $\frac{9.0}{1200} \times 100 = 0.75$ より 0.750 %

問 9

(1) 2.0×10^{-2}

最初にあった水酸化ナトリウムと乳酸は、いずれも $0.100 \text{ mol/L} \times \frac{10.0}{1000} = 1.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$ で、これに等しい乳酸ナトリウムが中和点で存在する。一方、溶液の体積は、 $10 + 10 + 30 = 50 \text{ mL}$ であるから、求めるモル濃度は、

$$\frac{1.00 \times 10^{-3}}{\frac{50}{1000}} = 2.0 \times 10^{-2} \text{ より, } 2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

(2) $\frac{Ch^2}{1-h}$

以下、簡単のために乳酸を HA で表す。加水分解の平衡定数は、 $K = \frac{[\text{HA}][\text{OH}^-]}{[\text{A}^-][\text{H}_2\text{O}]}$ 、これから $K_h = \frac{[\text{HA}][\text{OH}^-]}{[\text{A}^-]}$ が得られる。

平衡状態 $\text{A}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA} + \text{OH}^-$ において $[\text{A}^-] = C(1 - h)$, $[\text{HA}] = [\text{OH}^-] = Ch$ であるから、 $K_h = \frac{(Ch)^2}{C(1 - h)}$ より、 $K_h = \frac{Ch^2}{1 - h}$

(3) 8.2

$1 - h \doteq 1$ とすると $h = \sqrt{\frac{K_h}{C}}$ を得る。さらに、(2) の結果に対して $[\text{OH}^-] = Ch$ および $K_h = \frac{K_w}{K_a}$ を使うと、 $[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_w C}{K_a}}$ が得られる。これから pOH を求めると、
 $\text{pH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log \sqrt{\frac{K_a}{K_w C}} = 5.85$ となり、 $\text{pH} + \text{pOH} = 14$ であるから、 $\text{pH} = 8.15$

注意：pH における有効数字の扱いについて

問9(3)では「pHを有効数字2桁で書け」とあるが、このことについて、いくつかの予備校の解答例において以下のような記述が見られた。

- pHの有効数字は小数点以下の数値を考えるので、有効数字2桁では8.15(が正答)になる。
- pHの場合、通常、整数部分は有効数字に含めないので、8.15も正答となる。

しかし、現行の化学と化学基礎の検定教科書(数研出版、実教出版の教科書を参照)においてはそのような記述はない。また、化学の専門家の世界でも、そのような慣習はない。逆に教科書において、 $[\text{H}^+] = 4.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の場合には $\text{pH} = -\log_{10}(4.0 \times 10^{-2}) = 2 - 2\log_{10}2.0 = 1.40$ から $\text{pH} = 1.4$ としていて、水素イオン濃度の有効桁数をそのまま pH の有効桁数とした問題などが例示されている。このことから、本問のように、問題文で有効数字2桁と指示されているときは、素直にそれに従って、8.2に四捨五入してよい。

2024 年 東北大学前期日程試験【化学】解答例

2

問 1 (b), (d)

問 2 (a), (d)

問 3



(4) (1)

問 4 (a), (d), (e)

問 5 (1) 4

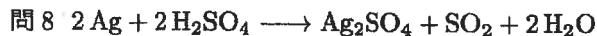
(2) 5.0

$3.4 \times 10^{-1} \text{ nm}^3 = 3.4 \times 10^{-22} \text{ cm}^3$ と変換しておく。単位格子 1 つで考えると,

$$\text{密度} = \frac{\frac{6.0 \times 10^{23}}{4} \times 254}{3.4 \times 10^{-22}} = 4.980 \text{ より, } 5.0 \text{ g/cm}^3$$

問 6 ア ジュラルミン イ 負極 ウ 正極 エ 両性元素

問 7 (b), (e)



問 10 (c), (e)

問 11 (以下の式において、全ての濃度の積に単位を記すときわめて煩雑になるので、単位を省略したところがある。本番でもそうしたいときがあると思われるが、その際には断り書きを入れるとよい。)

(1) $2x - 22$

(2) 2.1×10^{-20}

最初に、(1) の結果に $x = 3$ を代入して $[\text{S}^{2-}] = 1.2 \times 10^{-16} \text{ mol/L}$ を求めておく。

A CdS の沈殿平衡が成立しているとすると、 $[\text{Cd}^{2+}][\text{S}^{2-}] = 2.1 \times 10^{-20}$ であるから、 $[\text{Cd}^{2+}] = 1.8 \times 10^{-4}$ 。溶かした Cd^{2+} の濃度はこれより大きいので飽和になっている。よって $2.1 \times 10^{-20} (\text{mol/L})^2$

B 1.2×10^{-21}

ZnS についても沈殿平衡が成立しているとすると、 $[\text{Zn}^{2+}] = 1.1 \times 10^{-2}$ となるが、溶かした Zn^{2+} の濃度 $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ はこれより小さいので、飽和していない。そこでイオン濃度の積を求めて、 $[\text{Zn}^{2+}][\text{S}^{2-}] = 1.0 \times 10^{-5} \times 1.2 \times 10^{-16}$ より $1.2 \times 10^{-21} (\text{mol/L})^2$

(3) (c), (d)

CdS は ZnS より小さな pH で沈殿するので、CdS が沈殿する pH の範囲と ZnS が溶けている pH の範囲の共通部分をとればよい。

CdS の沈殿条件 : $[\text{Cd}^{2+}][\text{S}^{2-}] > K_{\text{sp}}(\text{CdS})$ より、 $1.0 \times 10^{-3} \times 1.2 \times 10^{2x-22} < 2.1 \times 10^{-21}$

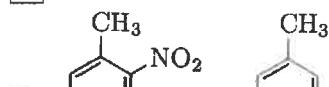
この不等式は $x = 3$ 以上で成立し $x = 2$ 以下では成立しない。

ZnS の溶解条件 : $[Zn^{2+}][S^{2-}] < K_{sp}(ZnS)$ より、同様に導くと、この条件は $x = 4$ 以下で成立し、 $x = 5$ 以上では成立しない。

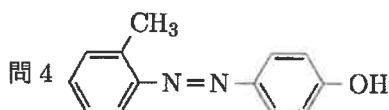
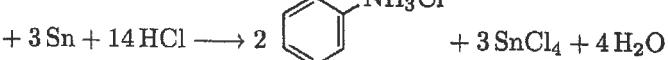
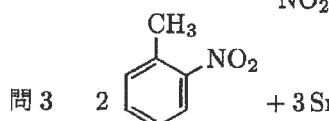
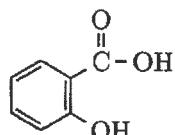
従って、両方の条件を満たすのは pH 3.0 と pH 4.0 となり、正解は (c), (d)

2024年 東北大學前期日程試験【化学】解答例

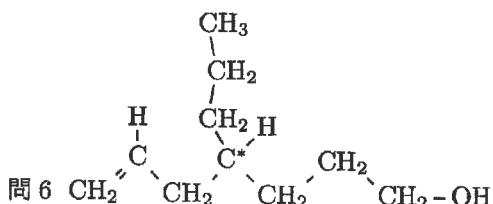
3



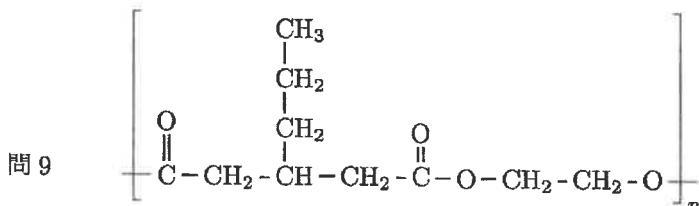
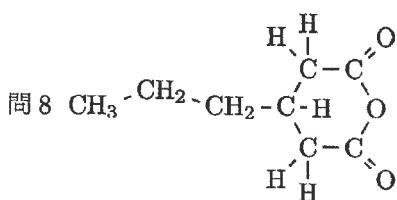
問 2



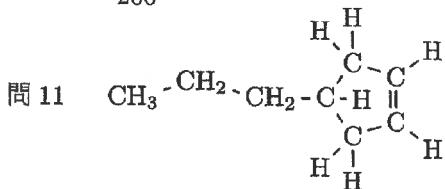
問 5 C: $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}$ J: $\text{C}_{10}\text{H}_{18}$



問 7 $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}_4$



問 10 $\frac{2.4 \times 10^4}{200}$ より, 2.4×10^2



問 12