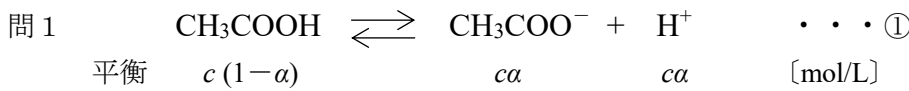


第 1 問



$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{c\alpha \cdot c\alpha}{c(1-\alpha)} = \frac{c\alpha^2}{1-\alpha} \quad \dots \textcircled{2}$$

$1-\alpha \doteq 1$  より,  $K_a = c\alpha^2$

$$\therefore \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{c}} \quad \dots \textcircled{3}$$

$$[\text{H}^+] = c\alpha = \sqrt{cK_a} \quad \dots \textcircled{4}$$

$$\therefore \text{pH} = -\log_{10} \sqrt{cK_a} \quad \dots \textcircled{5}$$

式③より, 濃度  $c$  が低くなると電離度  $\alpha$  は大きくなるため, 式①の平衡は右に移動する。

酢酸水溶液に酢酸ナトリウムを加えると, 式⑥のように完全に電離する。



そのため, 式①の平衡は左に移動する。

$c$  [mol/L] の酢酸水溶液に酢酸ナトリウムの結晶を  $c_s$  [mol/L] になるように加えて溶かしたとき, 溶液の体積変化はないものとする,

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = c \text{ [mol/L]}, \quad [\text{CH}_3\text{COO}^-] = c_s \text{ [mol/L]}$$

$$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = K_a \times \frac{c}{c_s}$$

$$\therefore \text{pH} = -\log_{10} K_a + \log_{10} \frac{c_s}{c} \quad \dots \textcircled{7}$$

(1) ア  $c(1-\alpha)$     イ  $c\alpha$     ウ  $c\alpha$     エ  $\frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$     オ  $\sqrt{\frac{K_a}{c}}$     カ  $\sqrt{cK_a}$

キ  $-\log_{10} \sqrt{cK_a}$     ク  $\log_{10} \frac{c_s}{c}$

(2) あ b    い d    う e    え g

(3) 式⑦に  $c = 0.20$ ,  $c_s = 0.30$ ,  $K_a = 2.7 \times 10^{-5}$  を代入すると,

$$\text{pH} = -\log_{10}(2.7 \times 10^{-5}) + \log_{10} \frac{0.30}{0.20} \doteq \underline{4.7(4.8)}$$

問2 (1) 1気圧の空気に含まれる酸素の分圧は0.20気圧なので、ヘンリーの法則より、  
溶けている酸素の質量は、

$$\frac{3.1 \times 10^{-2} \times 10^{-3}}{22.4} \times 32 \times 0.20 \times 10^3 \cong \underline{8.9 \times 10^{-3} \text{ [g]}}$$

また、窒素の分圧は0.80気圧なので、ヘンリーの法則より、溶けている窒素の質量は、

$$\frac{1.6 \times 10^{-2} \times 10^{-3}}{22.4} \times 28 \times 0.80 \times 10^3 = \underline{1.6 \times 10^{-2} \text{ [g]}}$$

(2) 溶解平衡に達したときの酸素の圧力を  $P$  [Pa]、水に溶けていない酸素を  $n_1$  [mol] とすると、  
状態方程式より、

$$P \times 0.1 = n_1 \times 8.31 \times 10^3 \times (20 + 273) \quad \therefore n_1 \cong 4.10 \times 10^{-8} P \text{ [mol]}$$

水に溶けている酸素を  $n_2$  [mol] とすると、

$$n_2 = \frac{3.1 \times 10^{-2} \times 10^{-3}}{22.4} \times \frac{P}{1.013 \times 10^5} \times 10^3 \cong 1.36 \times 10^{-8} P \text{ [mol]}$$

容器内の酸素の総物質量は  $5.0 \times 10^{-2}$  mol なので、

$$4.10 \times 10^{-8} P + 1.36 \times 10^{-8} P = 5.0 \times 10^{-2} \quad \therefore P \cong \underline{9.1 \times 10^5 \text{ [Pa]}}$$

よって、水に溶けている酸素の物質量は、

$$1.36 \times 10^{-8} \times 9.14 \times 10^5 \cong \underline{1.2 \times 10^{-2} \text{ [mol]}}$$

第2問

問1 (1) ア CO イ CO<sub>2</sub> ウ C エ O<sub>2</sub> A 3 B 3

(2) 鉄鉱石中の二酸化ケイ素をケイ酸カルシウムとして取り除くため。

(3) 反応熱 = 生成物の生成熱の総和 - 反応物の生成熱の総和より,

$$3 \times 394 - (824 + 3 \times 111) = \underline{25} \text{ [kJ/mol]}$$

(4) Ni, Cr

問2 (1) 同素体

(2) A 2 B 4

(3) 鉄原子の半径  $R$  を用いると,  $\alpha$ -Fe の単位格子の一边は  $\frac{4R}{\sqrt{3}}$ ,  $\gamma$ -Fe の単位格子の一边は  $\frac{4R}{\sqrt{2}}$

単位格子内の鉄原子の数は  $\alpha$ -Fe が 2 個,  $\gamma$ -Fe が 4 個なので, 鉄原子 1 個の質量を  $w$  [g] とすると,

$$\frac{\gamma\text{-Fe の密度}}{\alpha\text{-Fe の密度}} = \frac{\frac{4w}{\left(\frac{4R}{\sqrt{2}}\right)^3}}{\frac{2w}{\left(\frac{4R}{\sqrt{3}}\right)^3}} = \frac{4\sqrt{6}}{9}$$

よって,  $\gamma$ -Fe の密度は,

$$7.9 \times \frac{4\sqrt{6}}{9} = 7.9 \times \frac{4 \times 1.41 \times 1.73}{9} \approx \underline{8.6} \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

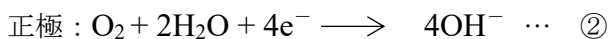
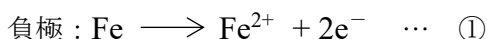
(4)  $\gamma$ -Fe の隙間の大きさは,

$$\frac{2\sqrt{2}R - 2R}{2} = (\sqrt{2} - 1)R = \underline{0.41R}$$

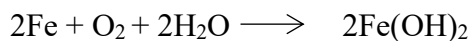
(5) c

問3

(1) 放電時には次の反応が起こるので, 正極は空気側である。



①×2+②より, 放電時の電池全体の反応式は,



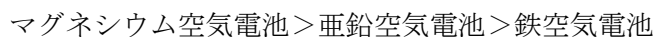
(2) 放電時に流れた電子は,

$$\frac{1.0 \times 10^{-2} \times 67 \times 60^2}{9.65 \times 10^4} \approx \underline{0.0249} \text{ [mol]}$$

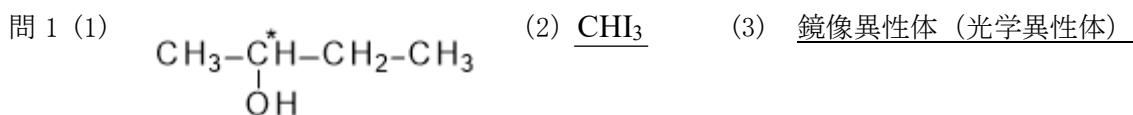
このとき空気中から取り込まれた酸素の質量は,

$$0.0249 \times \frac{1}{4} \times 32 \approx \underline{0.20} \text{ [g]}$$

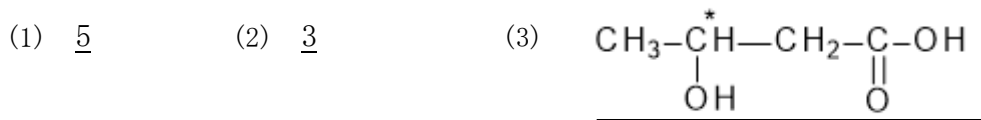
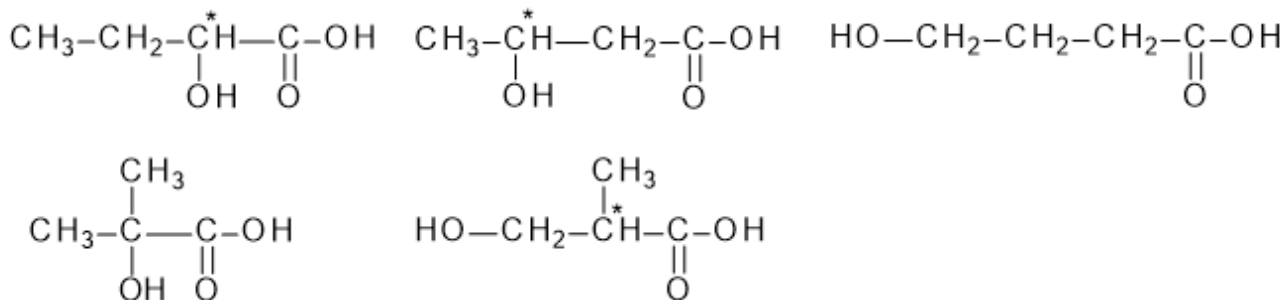
(4) イオン化傾向はマグネシウム > 亜鉛 > 鉄なので, 起電力の大きさは,



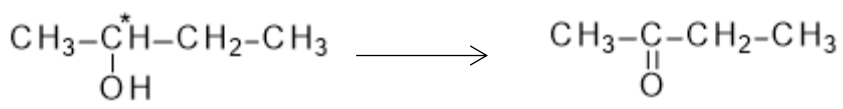
第 3 問



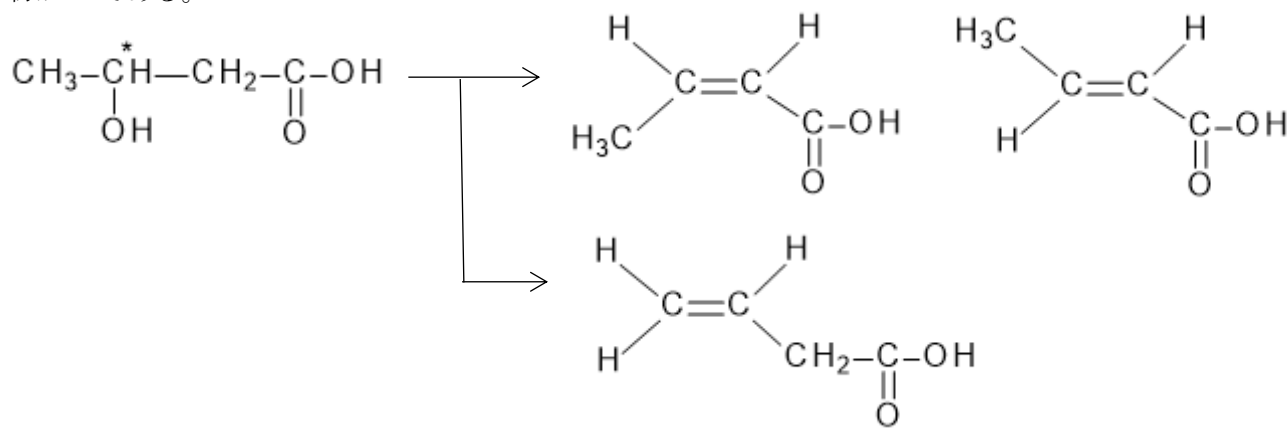
問 2  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_3$  で表されるヒドロキシ酸は次の 5 種類であり, そのうち 3 種類は不斉炭素原子をもつ。



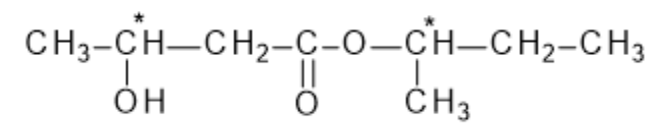
問 3 B は第二級アルコールであり, 酸化によりケトン D を生成する。



問 4 C の分子内脱水により, 3 種類の化合物が生成するが, このうちシス-トランス異性体の関係にない化合物が G である。

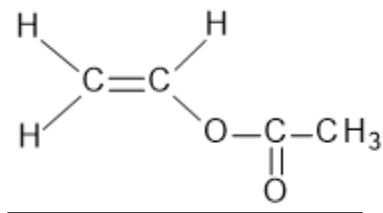


問 5 A は B と C が縮合した構造をもつエステルである。

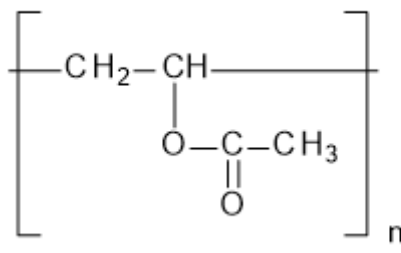


第 4 問

問 1 (1) 酢酸ビニル

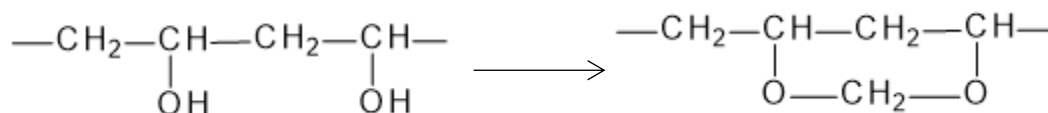


ポリ酢酸ビニル



(2) a, d

(3)



ポリビニルアルコール 88 g 中のヒドロキシ基が全てアセタール化されると C 1 mol (=12g) 増加するので、  
 ポリビニルアルコール 100 g 中のヒドロキシ基が全てアセタール化される時の質量増加は、

$$12 \times \frac{100}{88} = \frac{150}{11} \text{ [g]}$$

よって、5.30g 増加した時のアセタール化されたヒドロキシ基の割合は、

$$\frac{5.30}{\frac{150}{11}} \times 100 \approx \underline{38.9 \text{ [%]}}$$

(4) アセタール化で 5.30g 増加したときに反応したホルムアルデヒドの質量は、

$$\frac{5.30}{12} \times 30 = 13.25 \text{ [g]}$$

よって、必要な 37%ホルムアルデヒド水溶液の質量は、

$$13.25 \times \frac{100}{37} \approx \underline{35.8 \text{ [g]}}$$

問 2

(1) あ 触媒    い 基質特異性    う 変性    え 失活

(2) a, c

(3)  $2^4 = \underline{16}$  [倍]