

第1問

I

ア a ファンデルワールス b 二 c 180 d 分子量

イ 昇華する温度: $-79\text{ }^\circ\text{C}$ 液体が生成する最低の圧力: $5.1 \times 10^5\text{ Pa}$

ウ 1.3 g

エ すべて昇華する温度: $-7.0 \times 10\text{ }^\circ\text{C}$ $0\text{ }^\circ\text{C}$ の圧力: $2.8 \times 10^5\text{ Pa}$ オ 水の蒸気圧は無視してよいので、容器内の圧力は二酸化炭素の圧力に等しい。これを $p\text{ [Pa]}$ とすると、

$$\text{水に溶けた } \text{CO}_2 : 0.080 \times \frac{p}{1.0 \times 10^5} \times 0.25 = 2.00p \times 10^{-7} \text{ (mol)} \quad \dots \textcircled{1}$$

$$\text{気体の } \text{CO}_2 : \frac{p \times 0.75}{8.3 \times 10^3 \times 273} = 3.30p \times 10^{-7} \text{ (mol)} \quad \dots \textcircled{2}$$

全 CO_2 について、

$$2.00p \times 10^{-7} + 3.30p \times 10^{-7} = \frac{2.7}{44} \quad \therefore p = 1.15 \times 10^5 \text{ (Pa)}$$

水に溶けた CO_2 の物質量は、式①より、 $2.00 \times 1.15 \times 10^5 \times 10^{-7} = 2.30 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$ (答) 水に溶け込んだ $\text{CO}_2 : 2.3 \times 10^{-2} \text{ mol}$ 容器内の圧力: $1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$

II (※ キ ~ コ の pH の値は、有効数字 2 桁を小数第 1 位までと解釈して求めた。)

カ e $\frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$ f $\sqrt{cK_a}$ キ $[\text{H}^+] = \sqrt{0.10 \times 2.7 \times 10^{-5}} = 2.7^{\frac{1}{2}} \times 10^{-3} \text{ (mol} \cdot \text{L}^{-1})$ より、 $\text{pH} = 3 - \frac{1}{2} \log_{10} 2.7 = 2.78$

(答) 2.8

ク A 中の $\text{CH}_3\text{COOH} : 0.10 \times \frac{1000}{1000} = 0.10 \text{ (mol)}$, B 中の $\text{NaOH} : 0.10 \times \frac{500}{1000} = 0.050 \text{ (mol)}$ より, C は $\text{CH}_3\text{COOH} : 0.050 \text{ mol}$, $\text{CH}_3\text{COONa} : 0.050 \text{ mol}$ の混合溶液で, $[\text{CH}_3\text{COOH}] \rightleftharpoons [\text{CH}_3\text{COO}^-]$ としてよく,
 $[\text{H}^+] = K_a = 2.7 \times 10^{-5} \text{ (mol} \cdot \text{L}^{-1})$ より, $\text{pH} = 5 - \log_{10} 2.7 = 4.57$

(答) 4.6

ケ 加えた NaOH は $1.0 \times \frac{10}{1000} = 0.010 \text{ (mol)}$ で, $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ の反応が起こるので, 反応後は, $\text{CH}_3\text{COOH} : 0.040 \text{ mol}$, $\text{CH}_3\text{COONa} : 0.060 \text{ mol}$ の混合溶液となっている。よって,
 $[\text{CH}_3\text{COOH}] : [\text{CH}_3\text{COO}^-] \rightleftharpoons 2 : 3$ としてよく,

$$[\text{H}^+] = 2.7 \times 10^{-5} \times \frac{2}{3} \text{ (mol} \cdot \text{L}^{-1}) \text{ より, } \text{pH} = 4.57 - \log_{10} 2 + \log_{10} 3 = 4.75$$

(答) 4.8 (用いる対数によっては 4.7)

コ 酢酸と水酸化ナトリウムが過不足なく反応するので, はじめの酢酸と同物質量の酢酸ナトリウムが生じる。

体積が 2.00 L となるので, クから, CH_3COONa のモル濃度 $C_s = \frac{0.10}{2.00} = 0.050 \text{ (mol} \cdot \text{L}^{-1})$ となり,

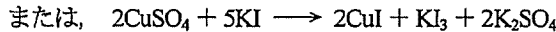
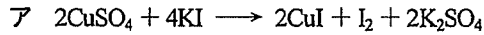
$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_a K_w}{C_s}} = \sqrt{\frac{2.7 \times 10^{-5} \times 1.0 \times 10^{-14}}{0.050}} = 2.7^{\frac{1}{2}} \times 2.0^{\frac{1}{2}} \times 10^{-9} \text{ (mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$\text{pH} = 9 - \frac{1}{2} (\log_{10} 2.7 + \log_{10} 2) = 8.63$$

(答) 8.6

第2問

I



イ CuO

ウ 物質: 酸化銅(II) と 酸化銅(I)

理由: 図2-1より, 酸化銅(II)から酸化銅(I)への変化が完結していないから。

エ 硝酸が酸化剤としてはたらき, 酸化銅(II) を正しく定量できないから。

オ $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ の $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 水溶液 9.0 mL は I_2 $\frac{0.115}{127 \times 2}$ mol に相当するから, 求める I_2 の物質量は,

$$\frac{0.115}{127 \times 2} \times \frac{24.0}{9.0} = 1.21 \times 10^{-3} \text{ (mol)}$$

(答) $1.2 \times 10^{-3} \text{ mol}$ カ CuO 2 mol から I_2 1 mol が生成するので, A 0.30 g 中の CuO は $1.21 \times 10^{-3} \times 2 = 2.42 \times 10^{-3}$ (mol)だから, A 0.30 g 中の Cu_2O の物質量は,

$$\frac{0.30 - 79.5 \times 2.42 \times 10^{-3}}{143.0} = 7.55 \times 10^{-4} \text{ (mol)}$$

したがって, 求める Cu の含有率は,

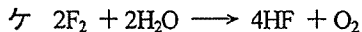
$$\frac{63.5 \times (2.42 \times 10^{-3} + 7.55 \times 10^{-4} \times 2)}{0.30} \times 100 = 8.31 \times 10 \text{ (\%)}$$

(答) $8.3 \times 10 \%$

II

キ F_2 , O_2 , I_2 , S(注) S の酸化力については, 問題文だけでは判断できないが, 反応: $\text{H}_2\text{S} + \text{I}_2 \longrightarrow 2\text{HI} + \text{S}$ から判断した。

ク 分子間に水素結合が形成されているから。



精製装置: フラスコから出てくる気体を, まず, 塩化水素を除去するために洗気びんに入れた水に通し, 次いで, 水蒸気を除去するために洗気びんに入れた濃硫酸に通す。

捕集装置: 下方置換で捕集する。

サ この直鎖炭化水素 1 分子中の二重結合の数を x 個とすると, 分子式は $\text{C}_{20}\text{H}_{42-2x}$, 分子量は $282.0 - 2x$ と表されるから, 付加した Br_2 の物質量について,

$$\frac{10.0}{282.0 - 2x} \times x = \frac{33.3 - 10.0}{79.9 \times 2} \quad \text{よって, } x = 4$$

(答) 4

シ 購入したエタノール 10.0 mL 中の H_2O の物質量は, 120 秒間に生成した I_2 の物質量に等しいから,

$$\frac{0.100 \times 120}{9.65 \times 10^4} \times \frac{1}{2} = 6.22 \times 10^{-5} \text{ (mol)}$$

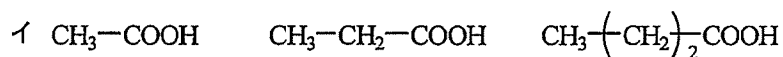
したがって, 求める含水率は,

$$\frac{18.0 \times 6.22 \times 10^{-5}}{0.789 \times 10.0} \times 100 = 1.41 \times 10^{-2} \text{ (\%)}$$

(答) $1.4 \times 10^{-2} \%$

第3問

I

ウ 問題のアルケン 1 mol が過マンガン酸イオンに与える電子は 6 mol であるから、必要な過マンガン酸カリウムの量を x mol とすると、

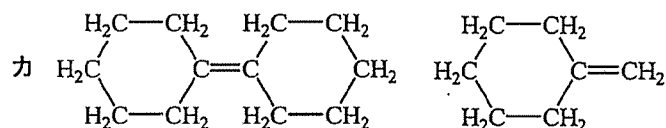
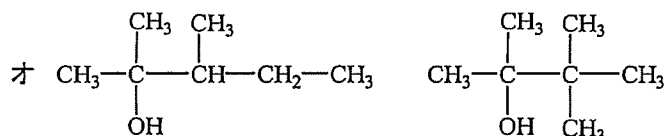
$$5 \times (1 - 0.250)x + 3 \times 0.250x = 6 \times \frac{27.3}{182} \quad \therefore x = 0.200 \text{ (mol)}$$

よって、その質量は、

$$158 \times 0.200 = 31.6 \text{ (g)}$$

(答) 32 g

エ 反応液に水酸化ナトリウム水溶液とエーテルを加えて分液し、エーテル層からエーテルを蒸発させてケトンを得る。水層に塩酸を加えて酸性にしたのち、エーテルを加えて分液し、エーテル層からエーテルを蒸発させてカルボン酸を得る。



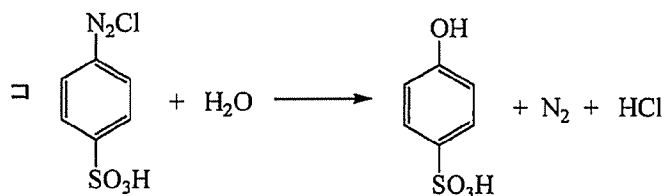
II

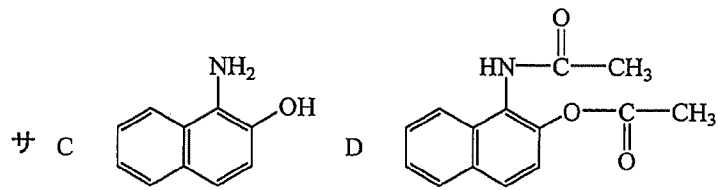
キ シス形

理由 トランス形と異なり、シス形では結合の極性が打ち消し合わないから。

ク 6通り

ケ 69 %

* SO_3H 部分は SO_3Na としても可。



シ (1) (4)