

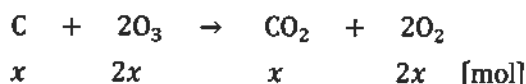
〔Ⅰ〕

問 1 6 問 2 (う) 問 3 (ウ) ハーバー・ボッシュ (エ) 非共有電子対 (オ) 配位 (カ) オストワルト (キ) 下方 (ク) 不動態

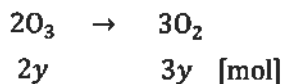
問 4 (i) 同素体 (ii) オゾン : 0 酸素分子 : 0 過酸化水素 : -1

問 5 (i) $C + 2O_3 \rightarrow CO_2 + 2O_2$ (ii) $2O_3 \rightarrow 3O_2$

(iii) オゾンと反応した炭素を x [mol] とすると、(i) の化学反応による各物質の物質質量変化は次の通り。



同様に、酸素へと分解したオゾンを $2y$ [mol] とすると(ii)の化学反応による物質質量変化は次の通り。



活性炭の質量が 0.1020g 減少したこと、容器内部の圧力が $3.00 \times 10^2 \text{ Pa}$ 上昇したことから、

$$12x + 48(2x + 2y) = 0.1020 \quad \cdots \textcircled{1}$$

$$x + 2x + 3y = \frac{3.00 \times 10^2}{1.00 \times 10^5} \quad \cdots \textcircled{2}$$

① ②より、 $x = 5.0 \times 10^{-4}$, $2x + 2y = 2.0 \times 10^{-3}$ (オゾン)

オゾン : 2.0×10^{-3} [mol] 活性炭 : 5.0×10^{-4} [mol]

問 6 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 問 7 $4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$ 問 8 (う)

問 9 化学反応式 : $NH_3 + 2O_2 \rightarrow HNO_3 + H_2O$

必要な酸素の体積 : $1.4 \times 10 \times 10^3 \times \frac{65}{100} \times \frac{1}{63} \times 2 \times 22.4 = 6.47 \times 10^3 \approx 6.5 \times 10^3$ [L]

〔Ⅱ〕

問 1 (i) ア 遷移 (活性化) イ 吸 ウ $k_1[X][Y]^2$ エ $v_1 = v_2$ オ 8 カ 4

(ii) (あ) C (い) A (う) E (iii) (1) 触媒がない時の結果 : (b)、 $E_a = 17$ [kJ/mol] (2) (う)

アレニウスの式 $k_1 = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$ の両辺の自然対数をとると、

$$\log_e k_1 = \log_e A - \frac{E_a}{R} \cdot \frac{1}{T} \quad \cdots \textcircled{1}$$

$1/T$ に対する $\log_e k_1$ のグラフは直線となり、活性化エネルギー E_a が大きいほど直線の傾きは急になる。触媒がない時のほうが活性化エネルギー E_a は大きくなることから、より傾きが急である直線(b)を選べばよい。

$(1/T, \log_e k_1) = (0.002, -4), (0.003, -6)$ を①に代入して、

$$-4 = \log_e A - \frac{E_a}{R} \cdot 0.002 \quad \cdots \textcircled{2}$$

$$-6 = \log_e A - \frac{E_a}{R} \cdot 0.003 \quad \cdots \textcircled{3}$$

②③より、 $E_a = 1.66 \times 10^4 \approx 1.7 \times 10^4$ [J/mol] $\therefore 17$ [kJ/mol]

同様に、 $(1/T, \log_e k_1) = (0.002, -2), (0.003, -3)$ を①に代入して計算すると、 $E_a = 8.3 \times 10^3$ [J/mol]

よって、 $\frac{8.3 \times 10^3}{1.66 \times 10^4} = \frac{1}{2}$ [倍] $\cdots$ (う)

問 2 (i) 酢酸と水酸化ナトリウムは、ともに 1 価の酸・塩基であるので

$$\left(c \times \frac{V_1}{1000} - c \times \frac{V_2}{1000} \right) \times \frac{1000}{V_1 + V_2} = \frac{V_1 - V_2}{V_1 + V_2} c \quad [\text{mol/L}] \quad \cdots (1)$$

酢酸と酢酸ナトリウムの混合溶液では、酢酸ナトリウムの完全電離により酢酸の電離は抑制されている。よって、酢酸イオンは酢酸ナトリウムからの電離によるもののみとみなすことができる。さらに加えた水酸化ナトリ

ウムと同じ物質量の酢酸ナトリウムが生成することから、求める酢酸イオンのモル濃度は、

$$c \times \frac{V_2}{1000} \times \frac{1000}{V_1+V_2} = \frac{V_2}{V_1+V_2} c \quad [\text{mol/L}] \quad \cdots(2)$$

酢酸の電離定数は次の通り。

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

(1)(2)の結果を代入すると、

$$K_a = \frac{\frac{V_2}{V_1+V_2} c \times [\text{H}^+]}{\frac{V_1-V_2}{V_1+V_2} c} \quad \therefore [\text{H}^+] = \frac{V_1-V_2}{V_2} K_a \quad \cdots(3)$$

さらに、両辺の対数をとると、

$$\text{pH} = -\log_{10} \frac{V_1-V_2}{V_2} - \log_{10} K_a \quad \cdots(4)$$

(5) (4)の結果において、 $-\log_{10} \frac{V_1-V_2}{V_2}$ の部分を計算すればよい。pH の増加量は

$$-\log_{10} \frac{10.0-6.0}{6.0} - \left(-\log_{10} \frac{10.0-5.0}{5.0} \right) = -\log_{10} \frac{2}{3} = -\log_{10} 2 + \log_{10} 3 = -0.30 + 0.48 = 0.18$$

(ii) ③の電離平衡における平衡定数 K は $K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_2\text{O}]} \quad \cdots(1)$

$$K_h = K[\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

ここで、 $K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$ より、

$$K_a \times K_h = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = K_w \quad \therefore K_h = \frac{K_w}{K_a} \quad \cdots(2)$$

$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$ において、 $[\text{CH}_3\text{COOH}] \approx [\text{OH}^-]$, $[\text{CH}_3\text{COO}^-] \approx \frac{c}{2}$ を代入して、

$$K_h = \frac{[\text{OH}^-]^2}{\frac{c}{2}} \quad \therefore [\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{cK_h}{2}}$$

さらに、 $K_h = \frac{K_w}{K_a}$ を代入して、 $[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{cK_w}{2K_a}} \quad \cdots(3)$

ここで、 $c = 0.10$, $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$, $K_a = 2.0 \times 10^{-5}$ を代入して、

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{0.10 \times 1.0 \times 10^{-14}}{2 \times 2.0 \times 10^{-5}}} = \frac{1}{2} \times 10^{-5} \quad \therefore \text{pOH} = 5.3$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 8.7 \quad \cdots(4)$$

〔Ⅲ〕

問 1(i) ア 飽和, イ 不飽和, ウ グリセリン

$$(ii) \frac{40.1}{802} \times 3 \times 56.1 = 8.415 \approx 8.42 \text{ [g]}$$

(iii) 油脂 X 中に含まれる二重結合の数 x [個] とすると,

$$\frac{40.1}{802} \times x = \frac{25.4}{254} \quad \therefore x = 2$$

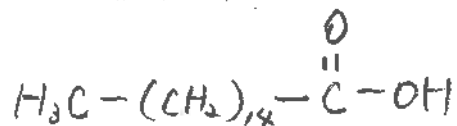
よって, 1mol の油脂 X に対しては水素 2mol が付加することから, 分子量は 4 増加することになる。

$$802 + 4 = 806$$

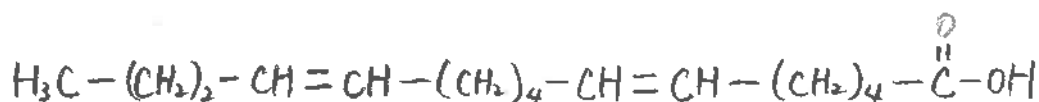
(iv) 油脂 X に水素を付加した後, 加水分解をすると, グリセリンと飽和脂肪酸 B のみが得られたことから, 油脂 X に水素を付加した油脂は $C_3H_5(OCOC_nH_{2n+1})_3$ と表せる。この油脂の分子量が 806 であることから,

$$173 + (14n + 1) \times 3 = 806 \quad \therefore n = 15$$

よって, 脂肪酸 B の構造式は,

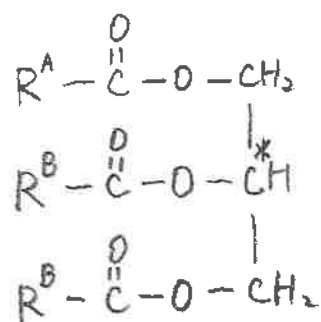


(v) 脂肪酸 A の炭素数は脂肪酸 B の炭素数と同じ 16 であることから, 1mol の脂肪酸 A を酸化すると炭素数 4 の一価カルボン酸が 1mol, 炭素数 6 の二価カルボン酸が 2mol 生成したと考えられる。よって, 脂肪酸 A の構造式は,



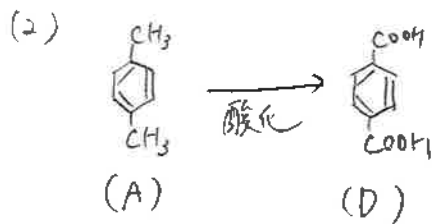
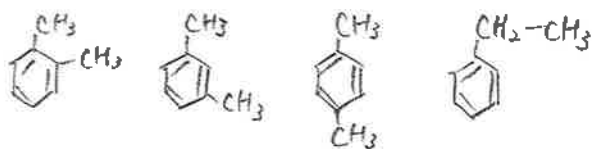
(vi) (iii) より油脂 X 内の二重結合数は 2 個, (v) より脂肪酸 A 内の二重結合数は 2 個であることから, 油脂 X を加水分解すると脂肪酸 A が 1 分子, 脂肪酸 B が 2 分子得られる。

(vii) 油脂 X はグリセリンと 1 分子の脂肪酸 A, および, 2 分子の脂肪酸 B からなるトリエステルであり, さらに, 不斉炭素原子を有することから構造式は次のとおり。



(viii) 油脂 X は炭素間二重結合を 2 つもっており, それぞれにシス・トランスの構造が考えられる。さらに, 不斉炭素原子を 1 つ有することから, 8 種類 ($2 \times 2 \times 2 \times 8$) の立体異性体が考えられる。

[Ⅱ] (i) (1) 分子式 C_8H_{10} で表されるベンゼン誘導体は次の 4 つ。



(4) ⑤)

$$C: 396 \times \frac{12}{44} = 108$$

$$H: 90.0 \times \frac{2}{16} = 10$$

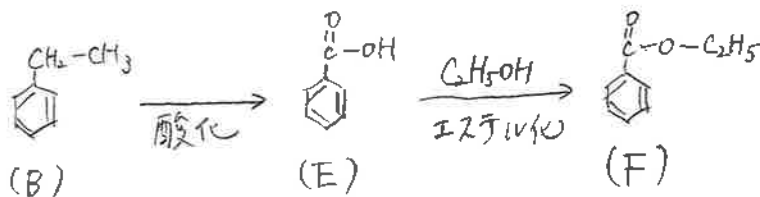
$$O: 150 - (108 + 10) = 32$$

$C_xH_yO_z$ とおくと

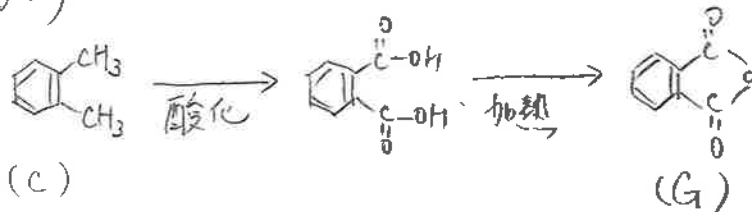
$$x:y:z = \frac{108}{12} : \frac{10}{1} : \frac{32}{16}$$

$$= 9:10:2$$

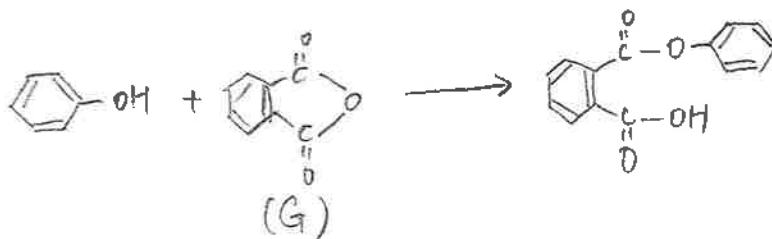
化合物 F の分子量が 150 である分子式は $C_9H_{10}O_2$



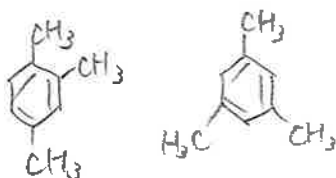
(5) ⑤)



(3)

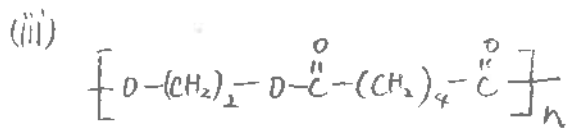
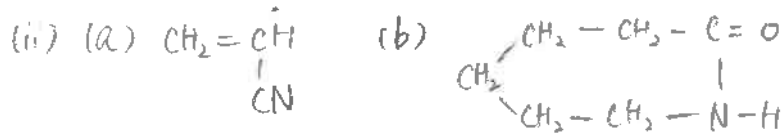


(ii)



[IV]

問1. (i) ア重合, イ付加重合, ウ開環重合, エ縮合重合.



(iv) 平均分子量を M とすると (フントロフの法則より)

$$2.5 \times 10^2 \times \frac{100}{1000} = \frac{0.50}{M} \times 0.3 \times 10^3 \times (273 + 27)$$

$$M = 4.98 \times 10^4 \doteq \underline{\underline{5.0 \times 10^5}}$$

$$\begin{aligned} \text{(V)(i)} \Delta t &= 20 \times \frac{0.50}{1.0 \times 10^2} \times \frac{1000}{100} \\ &= \underline{\underline{1.0 \times 10^{-5} \text{ [K]}}} \end{aligned}$$

(2) 測定に用いる温度計の目盛は 1°C 刻みであり,

その10分の1までしか読み取れないことから (1) の

凝固点降下度と測定可能とはできず, 平均分子量と決定可能とは不可能である.