

化学問題 I

(a)

問 1

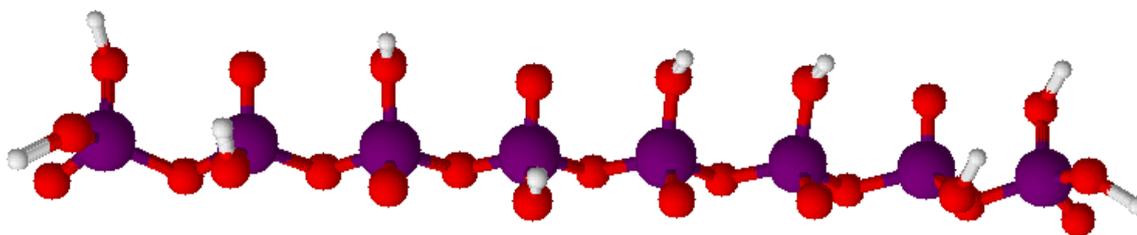
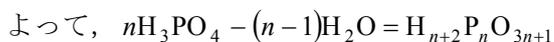
凝固 潮解

問 2



解説

n 分子のリン酸が並ぶとリン酸分子間の数は $n-1$ だから、
脱水縮合により $n-1$ 分子の H_2O が生じる。



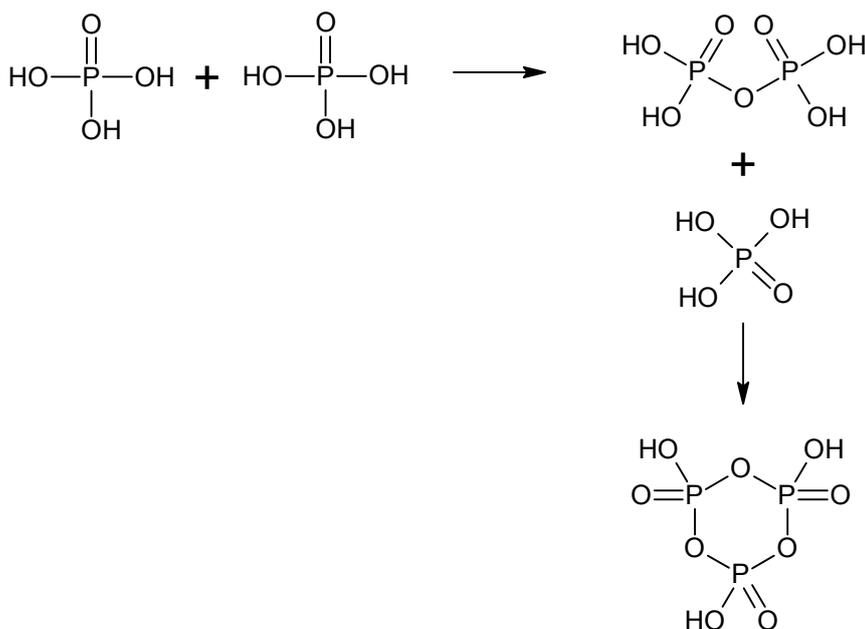
問 3

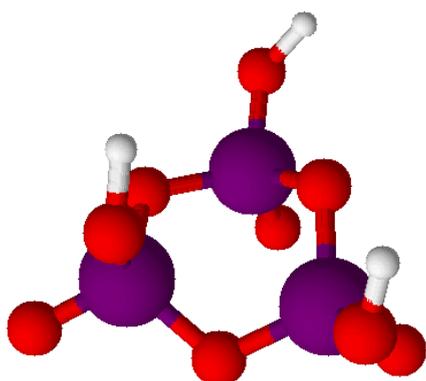
(i) $\text{H}_3\text{P}_3\text{O}_9$ (ii) P_4O_{10}

解説

(i)

三員環が生成する場合で、特定の 2 分子間で脱水縮合による結合が 1 つだけできることに注意すると、 $3\text{H}_3\text{PO}_4 - 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{P}_3\text{O}_9$





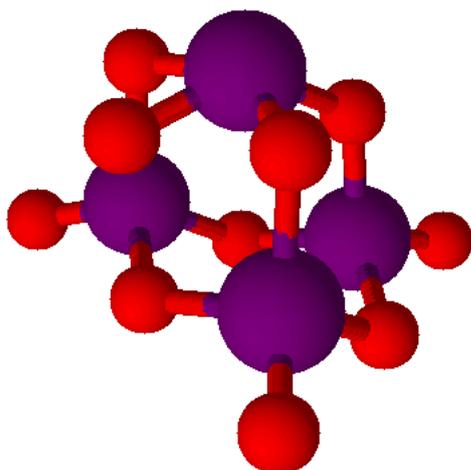
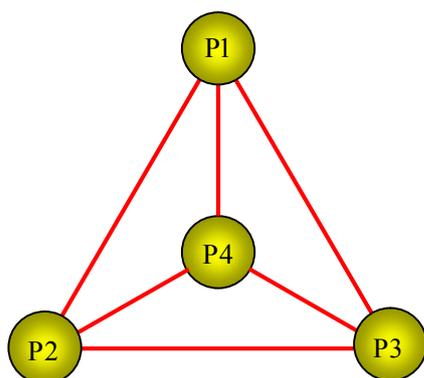
(ii)

リン酸1分子あたり最大3分子のリン酸と脱水縮合できるから、4分子のリン酸をP1, P2, P3, P4とすると、下図のようになる。

よって、脱水縮合による結合が6つできる結果、 $6\text{H}_2\text{O}$ が脱水される。ゆえに、求める分子式は $4\text{H}_3\text{PO}_4 - 6\text{H}_2\text{O} = \text{P}_4\text{O}_{10}$

補足：教科書知識で解く

十酸化四リンが生成する場合だから、 P_4O_{10}



(b)

問4

ウ 酸 エ 塩基 オ 5

問5

I $x + \frac{y}{2}$

II $\frac{y}{2}$

問6

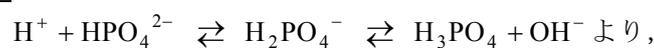
A $\frac{K_w}{K_1}$ B $\frac{K_w}{K_2}$ C $\frac{K_3}{K_2}$ D $10K_2K_w$

解説

A

$$K_4 = \frac{[\text{H}_3\text{PO}_4][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} \cdot \frac{[\text{H}^+]}{[\text{H}^+]} = \frac{[\text{H}_3\text{PO}_4]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-][\text{H}^+]} \cdot [\text{H}^+][\text{OH}^-] = \frac{1}{K_1} \cdot K_w = \frac{K_w}{K_1}$$

ウ



$$K_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} = \frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}, \quad K_4 = \frac{[\text{H}_3\text{PO}_4][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} = \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}$$

これと $K_4 = \frac{K_w}{K_1} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{7.5 \times 10^{-3}} = \frac{1.0}{7.5} \times 10^{-11} < K_2$ より, $[\text{OH}^-] < [\text{H}^+]$

よって, 酸性を示す。

B

A と同様にして, $K_5 = \frac{K_w}{K_2}$

エ

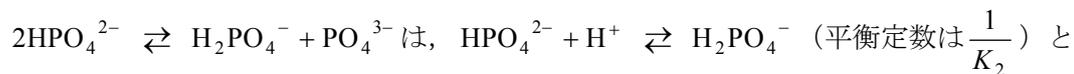
ウ と同様にして, $K_5 = \frac{K_w}{K_2} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{6.2 \times 10^{-8}} = \frac{1.0}{6.2} \times 10^{-6} > K_3$ より, $[\text{OH}^-] > [\text{H}^+]$

よって, 塩基性を示す。

C

$$K_2 = \frac{[\text{HPO}_4^{2-}][\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}, \quad K_3 = \frac{[\text{PO}_4^{3-}][\text{H}^+]}{[\text{HPO}_4^{2-}]} \text{ より, } \frac{1}{K_2} \cdot K_3 = \frac{[\text{H}_2\text{PO}_4^-][\text{PO}_4^{3-}]}{[\text{HPO}_4^{2-}]^2} = K_6$$

あるいは,



$$K_6 = \frac{1}{K_2} \cdot K_3 = \frac{K_3}{K_2}$$

オ

エ より, (5)の平衡定数の方が十分に大きい。

イ

H_2PO_4^- の濃度変化は, (5)において $+x \text{ mol/L}$, (6)式において $+\frac{y}{2} \text{ mol/L}$

これと電離前の H_2PO_4^- の濃度が 0 であることから, $[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = x + \frac{y}{2} \text{ mol/L}$

ロ

PO_4^{3-} の濃度変化は, (6)式より, $+\frac{y}{2} \text{ mol/L}$

これと電離前の PO_4^{3-} の濃度が 0 であることから, $[\text{PO}_4^{3-}] = \frac{y}{2} \text{ mol/L}$

補足

$$\Delta[\text{HPO}_4^{2-}] = -(x+y) \text{ より, } [\text{HPO}_4^{2-}] = 0.10 - (x+y)$$

ク

OH^- の濃度変化は, (5)式より, $+x \text{ mol/L}$

これと電離前の OH^- の濃度が 0 であることから, $[\text{OH}^-] = x \text{ mol/L}$

$$\therefore [\text{H}^+] = \frac{K_w}{x} \quad \dots \textcircled{1}$$

したがって, 次の手順で解けばよい。

平衡定数の式から, y を消去することにより, x の方程式をつくる。

↓

x の方程式を解く。

↓

①に代入し, $[\text{H}^+]$ を求める。

では,

$$K_5 = \frac{\left(x + \frac{y}{2}\right) \cdot x}{0.10}, \quad K_5 = \frac{K_w}{K_2} \text{ より, } \frac{\left(x + \frac{y}{2}\right) \cdot x}{0.10} = \frac{K_w}{K_2} \quad \therefore x \left(x + \frac{y}{2}\right) = \frac{K_w}{10K_2} \quad \dots \textcircled{2}$$

$$K_6 = \frac{\left(x + \frac{y}{2}\right) \cdot \frac{y}{2}}{(0.10)^2}, \quad K_6 = \frac{K_3}{K_2} \text{ より, } \frac{\left(x + \frac{y}{2}\right) \cdot \frac{y}{2}}{(0.10)^2} = \frac{K_3}{K_2} \quad \therefore \frac{y}{2} \left(x + \frac{y}{2}\right) = \frac{K_3}{100K_2} \quad \dots \textcircled{3}$$

$$\frac{\textcircled{3}}{\textcircled{2}} \text{ より, } \frac{y}{2x} = \frac{K_3}{10K_w} \quad \therefore \frac{y}{2} = \frac{K_3}{10K_w} x \quad \dots \textcircled{5}$$

$$\textcircled{5} \text{ を } \textcircled{2} \text{ に代入すると, } x \left(x + \frac{K_3}{10K_w} x\right) = \frac{K_w}{10K_2} \quad \therefore x = K_w \sqrt{\frac{1}{10K_2K_w + K_2K_3}}$$

$$\text{これを } \textcircled{1} \text{ に代入することにより, } [\text{H}^+] = \sqrt{K_2K_3 + 10K_2K_w}$$

問7

(i) $6.2 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$

解説

H_2PO_4^- (NaH_2PO_4) 水溶液の電離平衡は, $\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$

これに HPO_4^{2-} (Na_2HPO_4) 水溶液を加えると, 溶液中の HPO_4^{2-} 濃度が高くなり, 平衡が左に移動する。つまり, $\text{H}_2\text{PO}_4^- \leftarrow \text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$ の反応が起こる。

これと上の電離平衡定数 K_2 が十分小さいことから, H_2PO_4^- は NaH_2PO_4 の電離前の状態に戻ったとしてよい。したがって, H_2PO_4^- の物質量は加えた NaH_2PO_4 の物質量と, HPO_4^{2-} の物質量は加えた Na_2HPO_4 の物質量と等しいとしてよい。

すると, 条件より, $[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = [\text{HPO}_4^{2-}] \quad \therefore K_2 = [\text{H}^+] \quad \text{ゆえに, } [\text{H}^+] = 6.2 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$

(ii)

加えた塩酸の体積について

加えた 0.10 mol/L の塩酸の体積を $x \text{ mL}$ とすると,

H^+ を $0.10 \times x \times 10^{-3} \text{ mol}$ 加えたことになり,

加えた H^+ と HPO_4^{2-} が反応して H_2PO_4^- を生成する。

よって,

HPO_4^{2-} の物質量は $0.10 \times x \times 10^{-3} \text{ mol}$ 減少し,

H_2PO_4^- の物質量は $0.10 \times x \times 10^{-3} \text{ mol}$ 増加する。

また, H^+ を加える前の HPO_4^{2-} と H_2PO_4^- の物質量は,

いずれも $0.10 \text{ mol/L} \times \frac{10}{1000} \text{ L} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ である。

したがって, H^+ を加えた後の HPO_4^{2-} と H_2PO_4^- の物質量は,

それぞれ $1.0 \times 10^{-3} - 0.10 \times x \times 10^{-3} \text{ mol}$, $1.0 \times 10^{-3} + 0.10 \times x \times 10^{-3}$

煩雑さを避ける目的で, 溶液の体積 $\frac{20+x}{1000} \text{ [L]}$ を V とおくと,

$$[\text{HPO}_4^{2-}] = \frac{1.0 - 0.10 \times x}{V} \times 10^{-3} \text{ mol/L}, \quad [\text{H}_2\text{PO}_4^-] = \frac{1.0 + 0.10 \times x}{V} \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

また, pH7.0 より, $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$

これと $K_2 = 6.2 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$ より,

$$\frac{\left(\frac{1.0 - 0.10 \times x}{V} \times 10^{-3} \right) \times 1.0 \times 10^{-7}}{\frac{1.0 + 0.10 \times x}{V} \times 10^{-3}} = 6.2 \times 10^{-8} \quad \therefore x = 2.34$$

ゆえに, 加えた塩酸の体積は, 2.3mL . . . (答)

$$\frac{\Delta[\text{H}^+]}{\Delta[\text{Cl}^-]} \text{ について}$$

$$\Delta[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-7} - 6.2 \times 10^{-8} = 0.38 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$$

$$\Delta[\text{Cl}^-] = \Delta[\text{HCl}] = \frac{0.10 \text{ mol/L} \times \frac{2.34}{1000} \text{ L}}{\frac{20 + 2.34}{1000} \text{ L}} = \frac{0.234}{22.34} \text{ mol/L}$$

$$\text{よって, } \frac{\Delta[\text{H}^+]}{\Delta[\text{Cl}^-]} = \frac{0.38 \times 10^{-7}}{\frac{0.234}{22.34}} \approx 3.62 \times 10^{-6}$$

$$\text{ゆえに, } \frac{\Delta[\text{H}^+]}{\Delta[\text{Cl}^-]} = 3.6 \times 10^{-6} \quad \dots \text{ (答)}$$

補足

$\Delta[\text{Cl}^-]$ は HCl を緩衝液に加えても同体積の水に加えても同じである。

また, 同体積の水に HCl を加えた場合の $[\text{H}^+]$ の変化は $\Delta[\text{Cl}^-]$ と等しい。

したがって,

$$\frac{\Delta[\text{H}^+]}{\Delta[\text{Cl}^-]} \text{ は } \frac{\text{緩衝液の} [\text{H}^+] \text{ の変化}}{\text{緩衝液の代わりに同体積の水を使った場合の} [\text{H}^+] \text{ の変化}} \text{ を表す。}$$

つまり, 緩衝液の緩衝作用の強さ (緩衝能) を表す。

化学問題 II

問1

0.60mol/L

解説

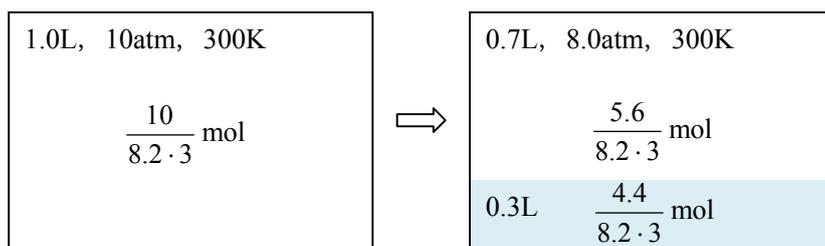
$$(1)より, 物質 A (プロピレン) の総物質量 = \frac{10 \cdot 1.0}{0.082 \cdot 300} = \frac{10}{8.2 \cdot 3.00} \text{ mol}$$

$$(2)より, 気相中の物質 A (プロピレン) の物質量 = \frac{8.0 \cdot 0.70}{0.082 \cdot 300} = \frac{5.6}{8.2 \cdot 3.00} \text{ mol}$$

よって, 溶媒 B 中の物質 A (プロピレン) のモル濃度は,

$$\frac{\frac{10 - 5.6}{8.2 \cdot 3.00} \text{ mol}}{0.300 \text{ L}} = \frac{4.4}{8.2 \cdot 3.00 \cdot 0.300} \approx 0.596 \text{ mol/L}$$

ゆえに, 0.60 mol/L

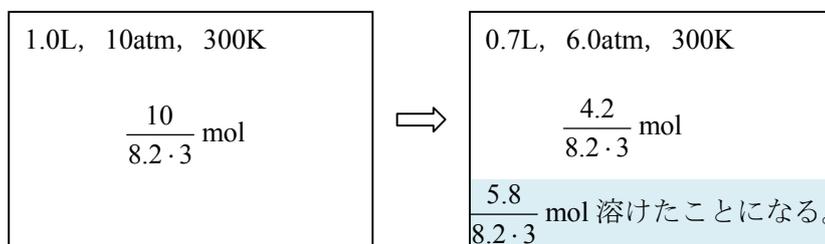


問2

反応開始から1時間の間に溶媒に溶けたプロピレンの物質量

「プロピレンの総物質量－1時間後の気相中のプロピレンの物質量」より,

$$\frac{10 \cdot 1.0}{0.082 \cdot 300} - \frac{6.0 \cdot 0.70}{0.082 \cdot 300} = \frac{5.8}{8.2 \cdot 3} \text{ mol} \quad \dots \textcircled{1}$$



この溶けた $\frac{5.8}{8.2 \cdot 3} \text{ mol}$ のプロピレンの一部が付加重合反応し, ポリプロピレンになる。

反応開始 1 時間後の溶媒中に存在するプロピレンの物質質量

温度 300K の下、プロピレンの圧力が 8.0atm のとき、

0.30L の溶媒 B に溶けるプロピレンの物質質量は、問 1 の解説より、 $\frac{4.4}{8.2 \cdot 3}$ mol である。

| | |
|--------------------|-------------------------------|
| 0.7L, 8.0atm, 300K | |
| | $\frac{5.6}{8.2 \cdot 3}$ mol |
| 0.3L | $\frac{4.4}{8.2 \cdot 3}$ mol |

したがって、その圧力が 6.0atm のとき、溶媒中に存在するプロピレンの物質質量は、

ヘンリーの法則により、 $\frac{4.4}{8.2 \cdot 3}$ mol \times $\frac{6.0\text{atm}}{8.0\text{atm}} = \frac{3.3}{8.2 \cdot 3}$ mol \dots ②

生成したポリプロピレンの質量

プロピレンの減少量は、①−②より、 $\frac{2.5}{8.2 \cdot 3}$ mol であり、

これは重合反応したプロピレンの物質質量を意味する。

また、付加重合反応だから、重合したプロピレンの質量＝生成したポリプロピレンの質量

よって、求める質量は、 $\frac{2.5}{8.2 \cdot 3}$ mol \times 42g/mol \approx 4.26g より、4.3g

補足 1

実験 2 では以下のことが繰り返される。

気相中のプロピレンがヘンリーの法則に従い溶媒 B に溶解し、容器内の圧力が下がる。

↓

溶媒中のプロピレンはポリプロピレンに変化するので、その濃度が減少する。

↓

気相中のプロピレンがヘンリーの法則に従い溶媒 B に溶解し、
容器内の圧力がさらに下がる。

補足 2

ポリプロピレンの浸透圧が反応時間に依らず一定ということは、

ポリプロピレンの物質質量が反応時間に依らず一定ということである。

つまり、反応開始後の時間 t におけるポリプロピレンの平均分子量と質量を

それぞれ $M(t)$, $w(t)$ とすると、 $\frac{w(t)}{M(t)}$ = 一定、すなわち $M(t)$ と $w(t)$ は比例の関係にある。

したがって、ポリプロピレンの質量が a 倍になると、その平均分子量も a 倍になる。

問 3

$$0.17 [\text{h}^{-1}]$$

解説

反応開始から 1 時間の間に減少したプロピレンの物質量は、問 2 より、 $\frac{2.5}{8.2 \cdot 3} \text{ mol}$

$$\text{これと容器の体積} = 1.0 \text{ L より、 } v = \frac{2.5}{8.2 \cdot 3} \text{ mol}/(\text{h} \cdot \text{L}) \quad \dots \textcircled{1}$$

一方、「[A]として反応開始時の値を用いよ」とあるから、

$$\text{問 1 より、 } [A] = \frac{4.4}{8.2 \cdot 3 \cdot 0.3} \text{ mol/L} \quad \dots \textcircled{2}$$

$$\text{よって、 } \textcircled{1}, \textcircled{2} \text{ および } v = k[A] \text{ より、 } k = \frac{v}{[A]} = \frac{2.5 \cdot 0.300}{4.4} \approx 0.170 \approx 0.17 \text{ h}^{-1}$$

問 4

$$(i) 5.3 \times 10^2 \text{ g} \quad (ii) 5.3 \times 10^4$$

解説

実験 3 では以下のことが繰り返される。

気相中のプロピレンが 10atm の下、ヘンリーの法則に従い、溶媒 B に溶解する。

↓

溶媒中のプロピレンはポリプロピレンに変化するので、その濃度が減少する。

↓

気相中のプロピレンが 10atm の下、ヘンリーの法則に従い、溶媒 B に溶解する。

(i)

圧力が 8.0atm のときのプロピレンの溶解濃度は、問 1 より、0.596mol/L だから、

$$\text{圧力が } 10 \text{ atm のときの溶解濃度は、ヘンリーの法則により、 } 0.596 \cdot \frac{10}{8.0} = \frac{5.96}{8.0} \text{ mol/L}$$

これと圧力が常に 10atm に保たれることから、この濃度は常に保たれる。

よって、容器 1L あたりのプロピレンの減少速度の大きさ v は、

$$v = k[A] = \frac{0.170 \cdot 5.96}{8.0} \text{ mol}/(\text{h} \cdot \text{L}) \text{ となり、これは重合反応の速さでもある。}$$

したがって、体積 10L の容器中で 10 時間反応後、生成したポリプロピレンの質量は、

$$\frac{0.170 \cdot 5.96}{8.0} \text{ mol}/(\text{h} \cdot \text{L}) \times 10 \text{ L} \times 10 \text{ h} \times 42 \text{ g/mol} = 5.31 \times 10^2 \text{ g} \quad \therefore 5.3 \times 10^2 \text{ g}$$

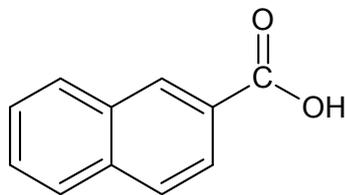
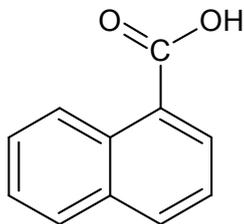
(ii)

$$0.082 = \frac{5.3 \times 10^2}{3.0} \cdot 0.082 \cdot 300 \text{ より、 } M = 5.3 \times 10^4$$

化学問題 III

(a)

問 1

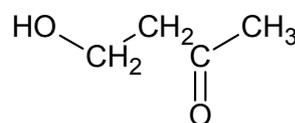
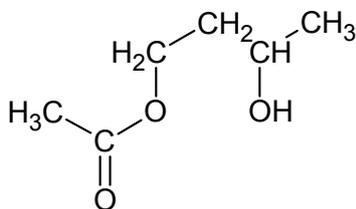
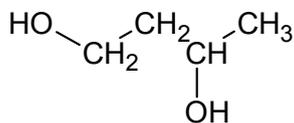


問 2

C

G

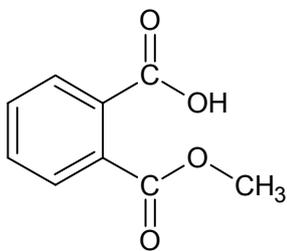
I



問 3

1

問 4

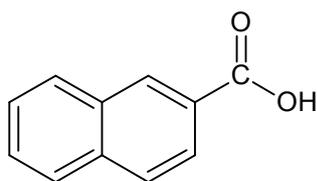
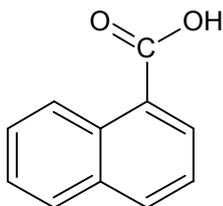


解説

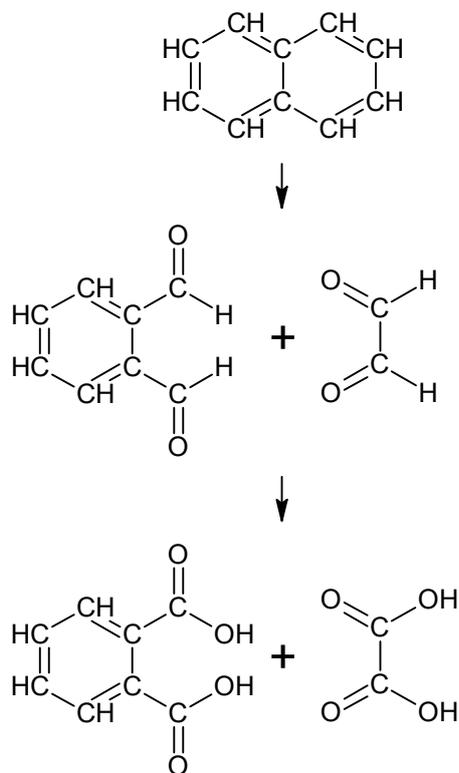
化合物 B について

化合物 E は明らかにフタル酸であり，酸化するとフタル酸が生成する昇華性の芳香族
 と言え，ナフタレンだから，化合物 D はナフタレン（分子式 $C_{10}H_8$ ）である。

よって，化合物 B の考えられる構造式は，



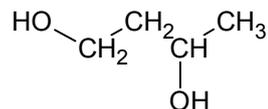
補足：ナフタレンの酸化



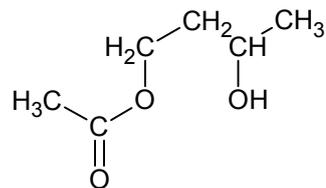
化合物 C, G, H, I について

A ($C_{26}H_{22}O_4$) + $2H_2O$ \rightarrow 2B ($C_{11}H_8O_2$) + C とすると、
 化合物 C の分子式は、 $C_{26}H_{22}O_4 + 2H_2O - 2C_{11}H_8O_2 = C_4H_{10}O_2$ となり、
 組成式 C_2H_5O を満たす。

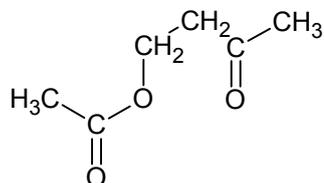
よって、化合物 C の分子式は $C_4H_{10}O_2$ (不飽和度 0) であり、
 C は、アセチル化されることから第一級アルコール部位をもち、
 また、I がヨードホルム反応陽性であることから第二級アルコール部位ももつ。
 さらに、C は不斉炭素原子を 1 つもつことから、
 次の構造式で表されるジオールである。



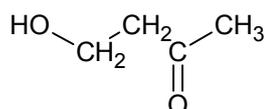
これをアセチル化したのが化合物 G だから、その構造式は、



化合物 G を酸化したのが化合物 H だから、
その構造式は、



化合物 H を加水分解すると脱アセチル化され、酢酸と化合物 I が生成する。
よって、化合物 I の構造式は、



1mol の化合物 C から発生する水素の物質質量

1 価アルコールと過剰のナトリウムとの反応式

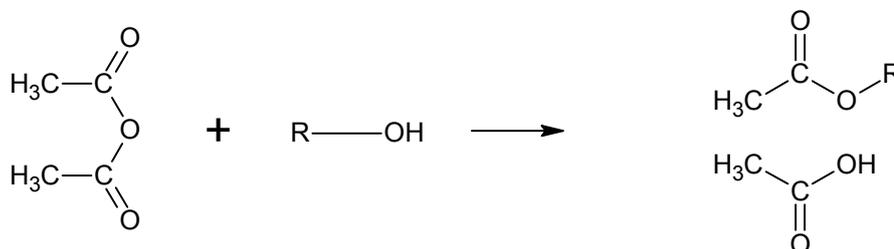


1mol の 1 価アルコールが反応すると水素が 0.5mol 発生する。

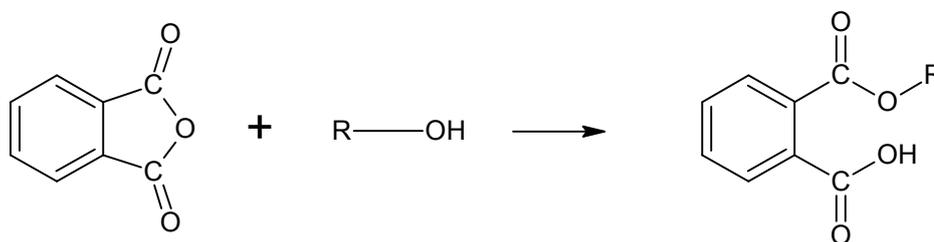
化合物 C はジオールだから、1mol の化合物 C から発生する水素の物質質量は 1mol

問 4

1mol のアルコールと 1mol の無水酢酸の反応



よって、1mol の無水フタル酸と 1mol の無水酢酸の反応は



(b)

問 5

 イ $2k_o$ ウ $2k_m$ エ 800

解説

 イ

解法 1

$$0.398 = \frac{k_p}{2010k} \text{ より, } \frac{k_p}{k} = 799.9 \quad \therefore \frac{k_p}{k} = 800$$

解法 2

$$\frac{k_o}{k} = 600, \frac{k_m}{k} = 5, 2010k = 2k_o + 2k_m + k_p \text{ より,}$$

$$\begin{aligned} 2010k &= 2k_o + 2k_m + k_p \\ &= 1200k + 10k + k_p \end{aligned}$$

$$\text{よって, } \frac{k_p}{k} = 800$$

問 6

$$K > J > L$$

解説

$$J: \frac{k_o}{k} \cdot \frac{k_o}{k}, K: \frac{k_o}{k} \cdot \frac{k_p}{k}, L: \frac{k_m}{k} \cdot \frac{k_m}{k}, \frac{k_p}{k} > \frac{k_o}{k} > \frac{k_m}{k} \text{ より, } K > J > L$$

問 7

m -キシレン分子全体としての反応速度定数を k' , 各位置番号の反応速度定数を

$$k_2, k_4, k_5, k_6 \text{ とすると, } k' = k_2 + k_4 + k_5 + k_6$$

また, 4位と6位は等価だから, $k_4 = k_6$

$$\text{よって, } k' = k_2 + 2k_4 + k_5$$

ベンゼンの分子全体の反応速度定数は $6k$ だから,

$$\begin{aligned} \frac{k'}{6k} &= \frac{k_2 + 2k_4 + k_5}{6k} \\ &= \frac{1}{6} \cdot \left(\frac{k_2}{k} + 2 \cdot \frac{k_4}{k} + \frac{k_5}{k} \right) \\ &= \frac{1}{6} \left\{ \left(\frac{k_o}{k} \right)^2 + 2 \cdot \frac{k_o}{k} \cdot \frac{k_p}{k} + \left(\frac{k_m}{k} \right)^2 \right\} \\ &= \frac{600^2 + 2 \cdot 600 \cdot 800 + 5^2}{6} \\ &\approx 2.20 \times 10^5 \end{aligned}$$

よって, 2.2×10^5 倍

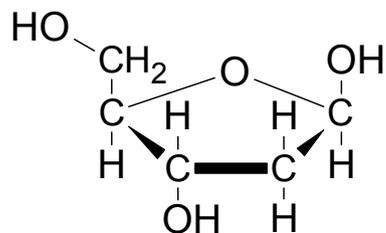
化学問題 IV

(a)

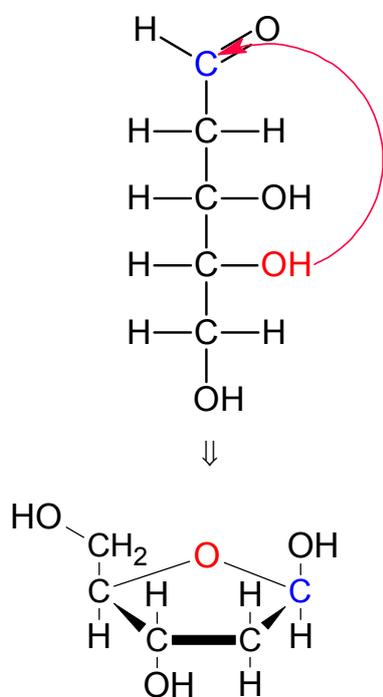
問 1

ア 水素 イ 窒素 ウ 水素 エ 負 オ 正 カ 極性 キ 酸素 ク 炭素

問 2



解説



(b)

問 3

選択肢

(う)

理由

化合物 B (セリン) は, pH が十分小さいとき $\text{NH}_3^+ - \text{CH}(\text{CH}_2\text{OH}) - \text{COOH}$ の構造をとる。

これを水酸化ナトリウム水溶液で滴定していくと,

まずカルボキシ基が中和反応し $\text{NH}_3^+ - \text{CH}(\text{CH}_2\text{OH}) - \text{COO}^-$ となり,

続いて $-\text{NH}_3^+$ で中和が中和反応し $\text{NH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_2\text{OH}) - \text{COO}^-$ となる。

したがって, 滴定曲線の中和点は 2 つ存在する。

これと図 5 より, カルボキシ基は酸性領域に半中和点をもつことから, 選択肢は (う)

問 4

(う) (お)

解説

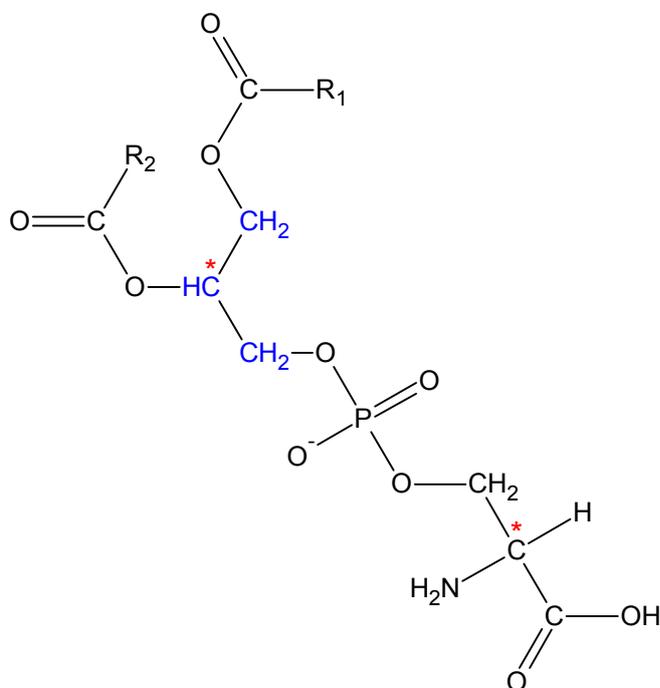
(あ)

油脂の定義

グリセリンの 3 つのヒドロキシ基がそれぞれ高級脂肪酸とエステル結合した化合物

(い)

不斉炭素原子は 2 個存在する。



(え)

炭素原子間二重結合は空気中の酸素により酸化されやすい。

問 5

(i)

302

(ii)

 $C_{20}H_{30}O_2$

解説

脂肪酸 D の分子量を M とする。

グリセリン脂質は、グリセリン (分子量 92)、炭素数 14 の飽和脂肪酸 (分子量 228)、脂肪酸 D (分子量 M)、 NaH_2PO_4 (式量 120)、化合物 B (分子量 105) が 4 ヶ所で脱水縮合した化合物だから、その分子量は、 $92 + 228 + M + 120 + 105 - 4 \times 18$ より、 $M + 473$

よって、 $\frac{M}{M + 473} = \frac{6.04}{15.5}$ より、脂肪酸 D の分子量 $M = 302$

一方、脂肪酸 D を水素付加した飽和脂肪酸を脂肪酸 E とすると、

脂肪酸 E の分子量は 312 だから、脂肪酸 D の分子量は脂肪酸 E より 10 小さい。

つまり、脂肪酸 D の H の数は脂肪酸 E のそれより 10 少ない。

そこで、脂肪酸 E (不飽和度 1) の分子式を $C_nH_{2n}O_2$ とすると、 $14n + 32 = 312$ より、 $n = 20$

よって、脂肪酸 E の分子式は $C_{20}H_{40}O_2$

ゆえに、脂肪酸 D の分子式は $C_{20}H_{30}O_2$

補足

脂肪酸 E と D の分子量の差から、脂肪酸 D の不飽和度が 6 であることがわかる。

よって、脂肪酸 D の分子式を $C_nH_mO_2$ とすると、 $\frac{2n+2-m}{2} = 6$ より、 $m = 2n - 10$

これより、脂肪酸 D は分子式 $C_nH_{2n-10}O_2$ で表され、その分子量が 302 であるから、

$14n - 10 + 32 = 302$ より、 $n = 20$

ゆえに、脂肪酸 D の分子式は $C_{20}H_{30}O_2$