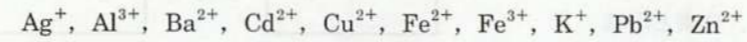


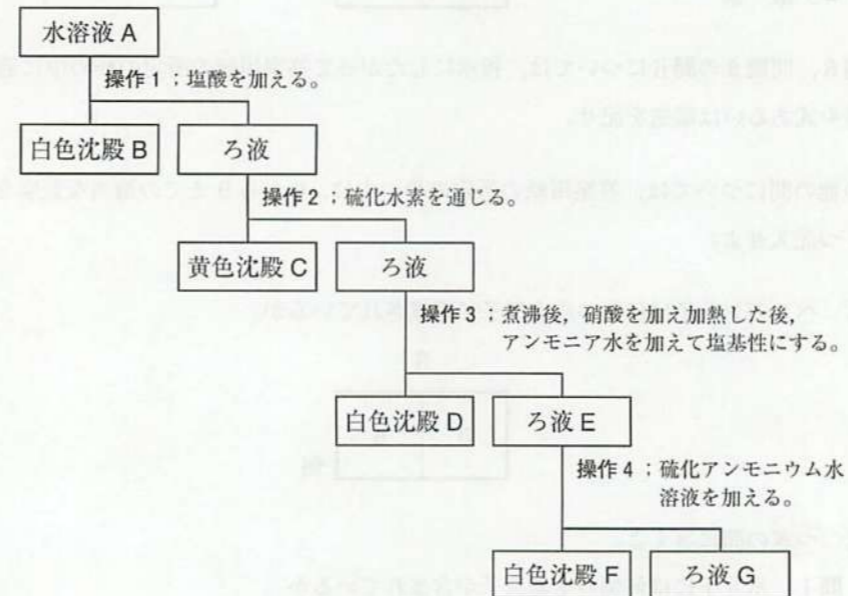
第 I 問 (50 点満点)

問題 1 と問題 2 の問 ii については、1 つまたは 2 つの正解がある。答案用紙の所定の枠の中に、正解の番号を記入せよ。問題 2 の問 i と問題 3 については、所定の枠の中に、0 から 9 までの適当な数字を 1 枠に 1 つ記入せよ。

1 5 種類の金属イオンを含む水溶液 A がある。水溶液 A に含まれる金属イオンは、つぎの 10 種類の金属イオンのうちのいずれかである。



水溶液 A に操作 1～4 を行い、沈殿をろ別したところ、つぎのような結果が得られた。この操作 1～4 に関する下の問に答えよ。ただし、沈殿 B～D および沈殿 F はそれぞれ単一の物質である。



問 つぎの記述のうち、正しいものはどれか。

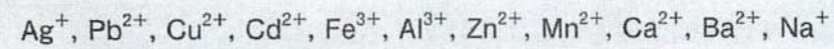
1. 水溶液 A には、 Cu^{2+} および Fe^{2+} のどちらも含まれない。
2. 水溶液 A には、 Cd^{2+} および Fe^{3+} のどちらも含まれない。
3. 沈殿 B を適当な方法で溶解させて水溶液としたのち、その水溶液にクロム酸イオンを加えると、有色の沈殿が生成する。
4. 沈殿 C は硫化物であるが、沈殿 D および沈殿 F は水酸化物である。
5. ろ液 E には配位子の数が 4 で正方形の構造をもつ錯イオンが含まれる。
6. ろ液 G には炎色反応を示す複数のイオンが含まれる。

1

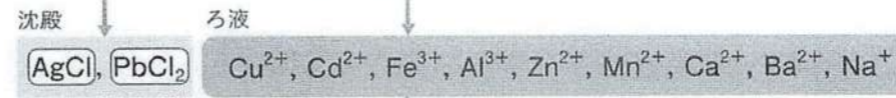
金属イオンの沈殿形成のまとめは大丈夫ですね？

【流れ図（金属イオンの系統分離）】

試料水溶液

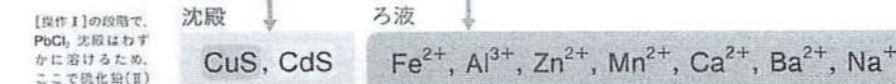


【操作Ⅰ】 分属試薬：HCl(aq)



1 属：塩化物沈殿を形成

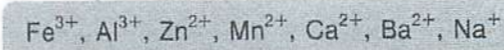
【操作Ⅱ】 分属試薬： H_2S (酸性条件下)



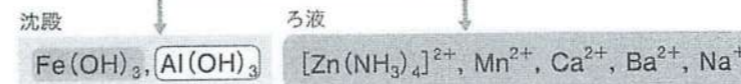
2 属：硫化物沈殿を形成

【操作Ⅰ】の段階で、 PbCl_2 沈殿はわずかに溶けるため、ここで硫化鉛(Ⅱ) PbS が沈殿する可能性もある。

煮沸，酸化剤： HNO_3



【操作Ⅲ】 分属試薬： $\text{NH}_3(\text{aq})$ (+ NH_4Cl)



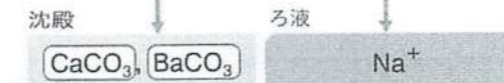
3 属：水酸化物沈殿を形成

【操作Ⅳ】 分属試薬： H_2S (塩基性条件下)



4 属：硫化物沈殿を形成

【操作Ⅴ】 分属試薬： $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3(\text{aq})$



5 属：炭酸塩の沈殿を形成

6 属

【操作Ⅵ】 炎色反応

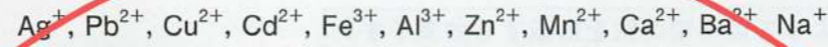
注1：酸化鉛(Ⅱ) PbCl_2 は水に対してそれなりの溶解性をもつため、一部の Pb^{2+} が、沈殿せずに、ろ液中に残ることがある。その場合には、【操作Ⅱ】後に PbS が沈殿する。
 注2：試料水溶液に、 $\text{K}^+, \text{Sr}^{2+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Sn}^{2+}, \text{Hg}_2^{2+}$ などが含まれれば、【操作Ⅰ】後に Hg_2Cl_2 が沈殿し、【操作Ⅱ】後に SnS が沈殿する。【操作Ⅲ】後に $\text{Cr}(\text{OH})_3$ が沈殿し、ろ液中に Co^{2+} と Ni^{2+} のアンミン錯イオンが残り、【操作Ⅳ】後に CoS, NiS が沈殿する。【操作Ⅴ】後には SrCO_3 が沈殿し、ろ液中に K^+ が残る。ちなみに、【操作Ⅱ】では硫黄 S も沈殿する ($2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ + \text{S}$)。

1

金属イオンの沈殿形成のまとめは大丈夫ですね？

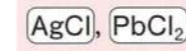
【流れ図（金属イオンの系統分離）】

試料水溶液



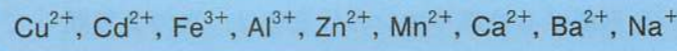
【操作Ⅰ】 分属試薬：HCl(aq)

沈殿



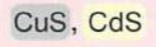
1属：塩化物沈殿を形成

ろ液



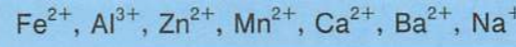
【操作Ⅱ】 分属試薬： H_2S (酸性条件下)

沈殿

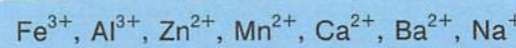


2属：硫化物沈殿を形成

ろ液

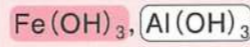


煮沸，酸化剤： HNO_3



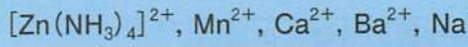
【操作Ⅲ】 分属試薬： $\text{NH}_3\text{(aq)}$ (+ NH_4Cl)

沈殿



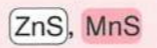
3属：水酸化物沈殿を形成

ろ液



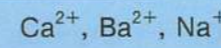
【操作Ⅳ】 分属試薬： H_2S (塩基性条件下)

沈殿



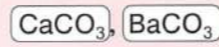
4属：硫化物沈殿を形成

ろ液



【操作Ⅴ】 分属試薬： $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3\text{(aq)}$

沈殿



5属：炭酸塩の沈殿を形成

ろ液



【操作Ⅵ】 炎色反応

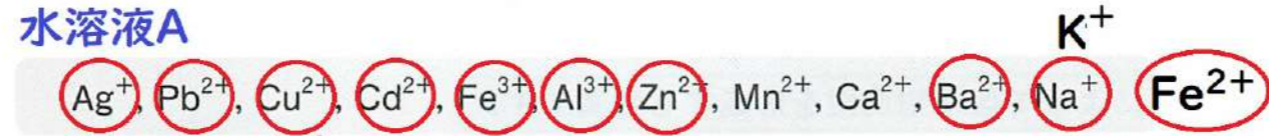
【操作Ⅰ】の段階で、 PbCl_2 沈殿はわずかに溶けるため、ここで硫化鉛(Ⅱ) PbS が沈殿する可能性もある。

注1：酸化鉛(Ⅱ) PbCl_2 は水に対してそれなりの溶解性をもつため、一部の Pb^{2+} が、沈殿せずに、ろ液中に残ることがある。その場合には、【操作Ⅱ】後に PbS が沈殿する。

注2：試料水溶液に、 $\text{K}^+, \text{Sr}^{2+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Sn}^{2+}, \text{Hg}_2^{2+}$ などが含まれれば、【操作Ⅰ】後に Hg_2Cl_2 が沈殿し、【操作Ⅱ】後に SnS が沈殿する。【操作Ⅲ】後に $\text{Cr}(\text{OH})_3$ が沈殿し、ろ液中に Co^{2+} と Ni^{2+} のアンミン錯イオンが残り、【操作Ⅳ】後に CoS, NiS が沈殿する。【操作Ⅴ】後には SrCO_3 が沈殿し、ろ液中に K^+ が残る。と、なみに、【操作Ⅱ】では硫黄 S も沈殿する ($2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ + \text{S}$)。

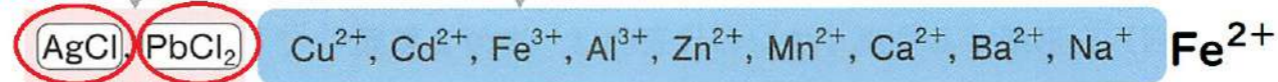
【流れ図 (金属イオンの系統分離)】

水溶液A



【操作 I】 分属試薬: HCl(aq)

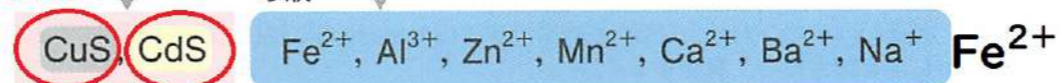
沈殿B



1 属: 塩化物沈殿を形成

【操作 II】 分属試薬: H_2S (酸性条件下)

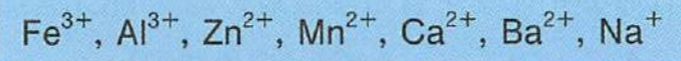
沈殿C



2 属: 硫化物沈殿を形成

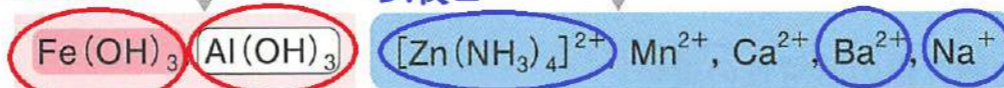
【操作 I】の段階で、 PbCl_2 沈殿はわずかに溶けるため、ここで硫化鉛(II) PbS が沈殿する可能性もある。

煮沸, 酸化剤: HNO_3 この段階で、 Fe^{2+} は Fe^{3+} に変わる。



【操作 III】 分属試薬: NH_3aq (+ NH_4Cl)

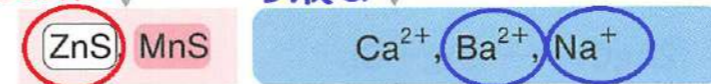
沈殿D



3 属: 水酸化物沈殿を形成

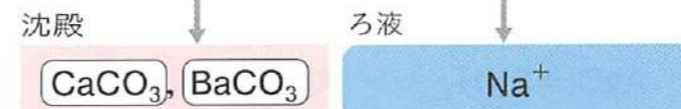
【操作 IV】 分属試薬: H_2S (塩基性条件下)

沈殿F



4 属: 硫化物沈殿を形成

【操作 V】 分属試薬: $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3\text{aq}$



5 属: 炭酸塩の沈殿を形成

6 属

【操作 VI】 炎色反応

1 金属イオンの沈殿形成のまとめは大丈夫ですね？

【解答】 1. 3

【解説】

水溶液 A に 10 種類の金属イオンが全て含まれていたとすると、

沈殿 B : AgCl (白), PbCl_2 (白)

沈殿 C : CdS (黄), CuS (黒) ← しかし、実際には黄色沈殿のみ。

沈殿 D : Al(OH)_3 (白), Fe(OH)_3 (赤褐) ← しかし、実際には白色沈殿のみ。

ろ液 E : $[\text{Zn(NH}_3)_4]^{2+}$, Ba^{2+} , K^+

沈殿 F : ZnS (白)

ろ液 G : Ba^{2+} , K^+

1 金属イオンの沈殿形成のまとめは大丈夫ですね？

【解答】 1, 3

【解説】

水溶液 A に 10 種類の金属イオンが全て含まれていたとすると、

沈殿 B : AgCl (白), PbCl_2 (白)

沈殿 C : CdS (黄), CuS (黒) ← しかし、実際には黄色沈殿のみ。

水溶液 A には銅(II)イオンは含まれない。

沈殿 D : Al(OH)_3 (白), Fe(OH)_3 (赤褐) ← しかし、実際には白色沈殿のみ。

水溶液 A には鉄(II)、鉄(III)イオンは含まれない。

ろ液 E : $[\text{Zn(NH}_3)_4]^{2+}$, Ba^{2+} , K^+

沈殿 F : ZnS (白)

ろ液 G : Ba^{2+} , K^+

1 金属イオンの沈殿形成のまとめは大丈夫ですね？

【解答】 1, 3

【解説】

水溶液 A に 10 種類の金属イオンが全て含まれていたとすると、

沈殿 B : AgCl (白), PbCl_2 (白)

沈殿 C : CdS (黄), CuS (黒) ← しかし、実際には黄色沈殿のみ。

水溶液 A には銅(II)イオンは含まれない。

沈殿 D : $\text{Al}(\text{OH})_3$ (白), $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (赤褐) ← しかし、実際には白色沈殿のみ。

水溶液 A には鉄(II)、鉄(III)イオンは含まれない。

ろ液 E : $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, Ba^{2+} , K^+

沈殿 F : ZnS (白)

ろ液 G : Ba^{2+} , K^+

これと、実験結果より、水溶液 A には Cu^{2+} ,
 Fe^{2+} , Fe^{3+} は含まれていないことがわかり、

次のようにまとめられる。

沈殿 B : AgCl (白), PbCl_2 (白) のいずれか

沈殿 C : CdS (黄)

沈殿 D : $\text{Al}(\text{OH})_3$ (白)

沈殿 F : ZnS (白)

ろ液 G : Ba^{2+} , K^{+} のいずれか

1. (正)
2. (誤) Cd^{2+} は含まれている。
3. (正) Ag_2CrO_4 (赤褐) または PbCrO_4 (黄) が沈殿する。
4. (誤) 沈殿 F は硫化物である。
5. (誤) $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ は正四面体形の錯イオンである。
6. (誤) ろ液 G に含まれると Ba^{2+} , K^{+} のいずれか 1 つである。

沈殿 B : AgCl (白), PbCl_2 (白) のいずれか

『沈殿はそれぞれ単一の物質』

沈殿 C : CdS (黄)

沈殿 D : $\text{Al}(\text{OH})_3$ (白)

沈殿 F : ZnS (白)

ろ液 G : Ba^{2+} , K^{+} のいずれか

『5種類の金属イオン』

これと、実験結果より、水溶液 A には Cu^{2+} ,

Fe^{2+} , Fe^{3+} は含まれていないことがわかり,

次のようにまとめられる。

沈殿 B : AgCl (白), PbCl_2 (白) のいずれか

沈殿 C : CdS (黄)

沈殿 D : $\text{Al}(\text{OH})_3$ (白)

沈殿 F : ZnS (白)

ろ液 G : Ba^{2+} , K^{+} のいずれか

1. (正)

2. (誤) Cd^{2+} は含まれている。

3. (正) Ag_2CrO_4 (赤褐) または PbCrO_4 (黄) が沈殿する。

4. (誤) 沈殿 F は硫化物である。

5. (誤) $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ は正四面体形の錯イオンである。

6. (誤) ろ液 G に含まれると Ba^{2+} , K^{+} のいずれか 1 つである。

すでに明らかである。

1. (正)

2. (誤) Cd^{2+} は含まれている。

3. (正) Ag_2CrO_4 (赤褐) または PbCrO_4 (黄) が沈殿する。

4. (誤) 沈殿 F は硫化物である。

5. (誤) $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ は正四面体形の錯イオンである。

6. (誤) ろ液 G に含まれると Ba^{2+} , K^+ のいずれか 1 つである。

1. (正)
2. (誤) Cd^{2+} は含まれている。
3. (正) Ag_2CrO_4 (赤褐) または PbCrO_4 (黄) が沈殿する。

重要 CrO_4^{2-} による沈殿の形成

Ba^{2+} を含む水溶液にクロム酸イオン CrO_4^{2-} を加えると、クロム酸バリウム BaCrO_4 の黄色沈殿が形成されます。ちなみに、二クロム酸イオン $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ を加えても、水溶液中で $2\text{CrO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 2\text{OH}^-$ または、 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ という平衡が成立するため、 CrO_4^{2-} を加えた場合と同様に、 BaCrO_4 の黄色沈殿が形成されます。

また、鉛(II)イオン Pb^{2+} や銀イオン Ag^+ を含む水溶液に CrO_4^{2-} を加えても、クロム酸鉛(II) PbCrO_4 の黄色沈殿^{*1}やクロム酸銀 Ag_2CrO_4 の暗赤色沈殿が形成されます。

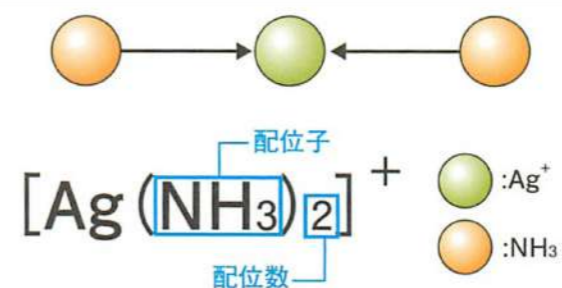
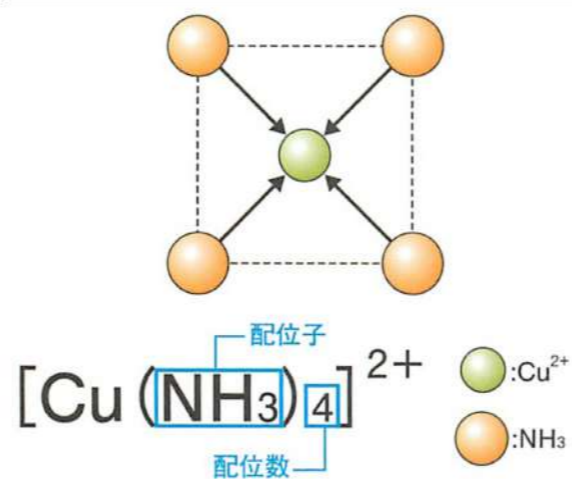
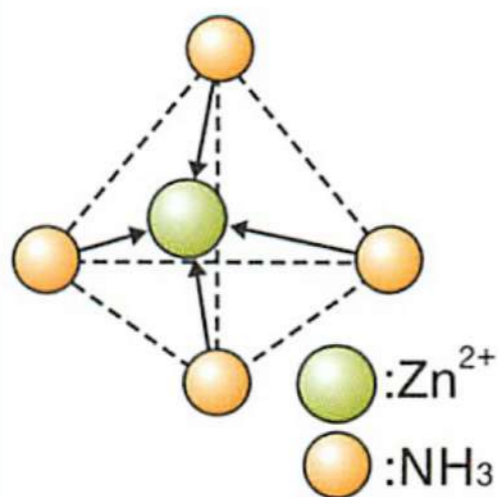
*1 絵の具などに使われる無機顔料のクロムイエローの主成分である。ちなみに、カドミウムイエローは硫化カドミウムなどが主成分である。

CrO_4^{2-} による沈殿の形成

	Ba^{2+}	Pb^{2+}	Ag^+
沈殿の化学式	BaCrO_4	PbCrO_4	Ag_2CrO_4
沈殿の色	黄色		暗赤色

4. (誤) 沈殿 F は硫化物である。
5. (誤) $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ は正四面体形の錯イオンである。
6. (誤) ろ液 G に含まれると Ba^{2+} , K^+ のいずれか1つである。

1. (正)
2. (誤) Cd^{2+} は含まれている。
3. (正) Ag_2CrO_4 (赤褐) または PbCrO_4 (黄) が沈殿する。
4. (誤) 沈殿 F は硫化物である。
5. (誤) $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ は正四面体形の錯イオンである。



6. (誤) ろ液 G に含まれるのは Ba^{2+} , K^+ のいずれか 1 つである。

2 アルゴンは $-269\text{ }^{\circ}\text{C}$ で結晶として存在し、その結晶は単位格子の1辺の長さが 0.53 nm の面心立方格子の構造をとる。下の問に答えよ。ただし、必要があれば、 $\sqrt{2} = 1.4$ 、 $\sqrt{3} = 1.7$ を用いよ。

問 i アルゴン分子を球とみなし、最も近い球どうしが互いに接しているとしたとき、その直径はいくらか。最も適切なものをつぎの1~9から選び、番号で答えよ。

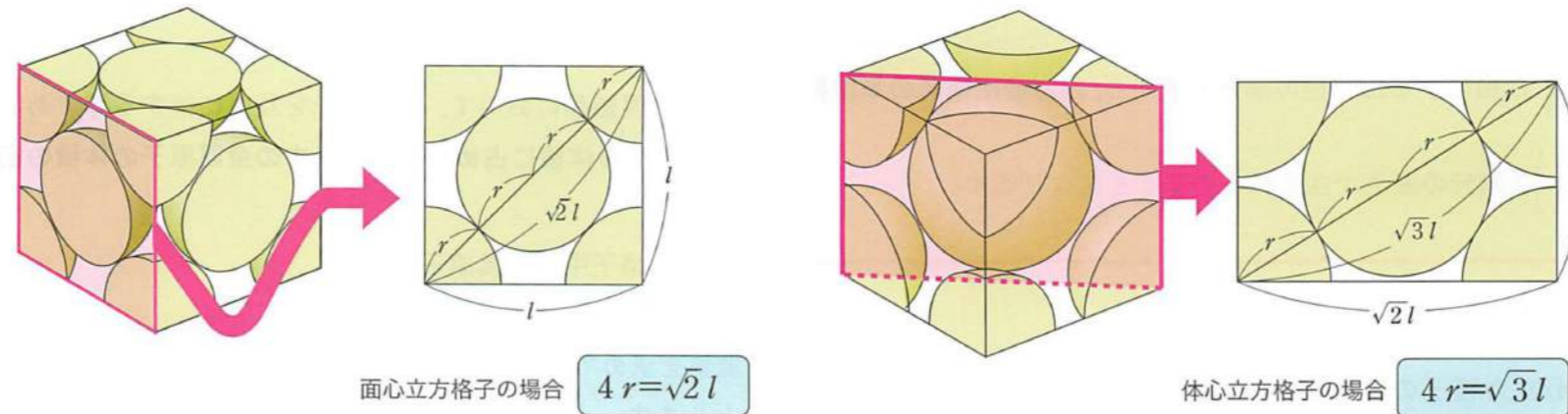
1. 0.14 nm 2. 0.18 nm 3. 0.23 nm 4. 0.27 nm 5. 0.32 nm
6. 0.37 nm 7. 0.41 nm 8. 0.45 nm 9. 0.53 nm

問 ii つぎの記述のうち、誤っているものはどれか。

1. アルゴンのイオン化エネルギーはネオンより小さい。
2. アルゴンは空気より重い。
3. アルゴンはクリプトンより沸点が低い。
4. アルゴンはアンモニアより理想気体に近い。
5. ^{40}Ar の中性子数は18である。
6. 気体のアルゴン分子の運動エネルギーは、ある温度、ある瞬間では、どの分子についても同じである。

問 i アルゴン分子を球とみなし、最も近い球どうしが互いに接しているとしたとき、その直径はいくらか。最も適切なものをつぎの1～9から選び、番号で答えよ。

1. 0.14 nm 2. 0.18 nm 3. 0.23 nm 4. 0.27 nm 5. 0.32 nm
 6. 0.37 nm 7. 0.41 nm 8. 0.45 nm 9. 0.53 nm



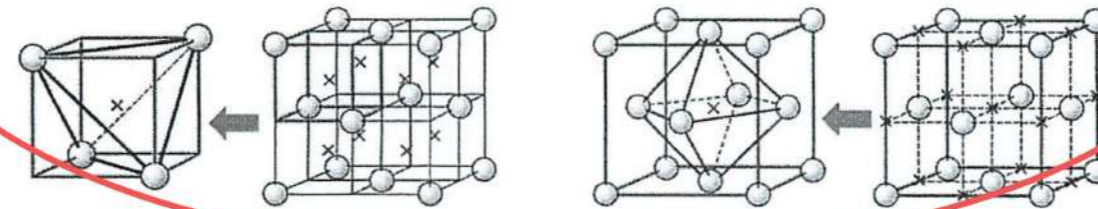
【解説】

問 i アルゴン分子の直径を d とすると、単位格子の面の対角線について、

$$2d = \sqrt{2} \times 0.53 \quad \therefore d = 0.371 \text{ (nm)}$$

参考資料 (余談)

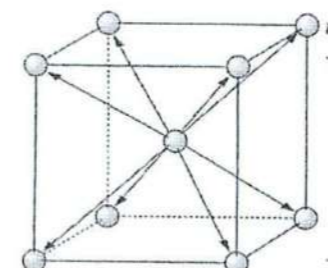
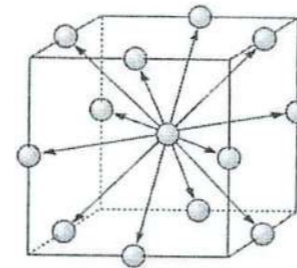
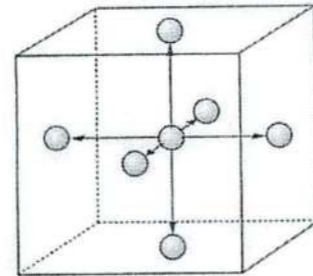
参考 面心立方格子には、正四面体隙間と呼ばれる4個の原子に囲まれた隙間（下左側の2つの図中の×）と正八面体隙間と呼ばれる6個の原子に囲まれた隙間（下右側の2つの図中の×）があります。



最も近いイオンは？

2番目に近いイオンは？

3番目に近いイオンは？



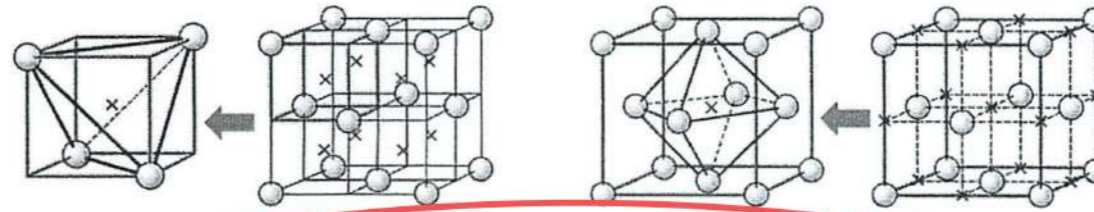
イオン半径の比と配位数から結晶の型を予想すると？

イオン半径の比 (r_+/r_-) の範囲	予想される結晶の型 (配位数)
0.225 以上 ~ 0.414 未満	閃亜鉛鉱 ZnS 型 (4)
0.414 以上 ~ 0.732 未満	塩化ナトリウム NaCl 型 (6)
0.732 以上 ~ 1 未満	塩化セシウム CsCl 型 (8)

ただし、この関係にあてはまらないイオン結晶もある。

参考資料 (余談)

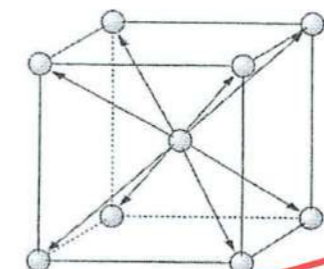
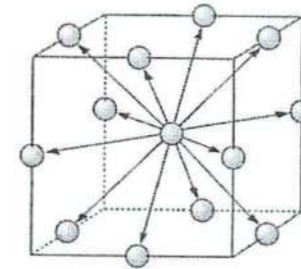
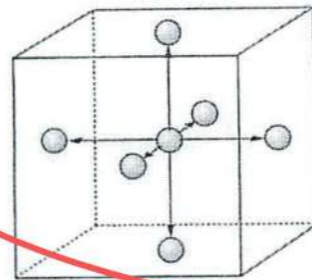
参考 面心立方格子には、正四面体隙間と呼ばれる4個の原子に囲まれた隙間（下左側の2つの図中の×）と正八面体隙間と呼ばれる6個の原子に囲まれた隙間（下右側の2つの図中の×）があります。



最も近いイオンは？

2番目に近いイオンは？

3番目に近いイオンは？



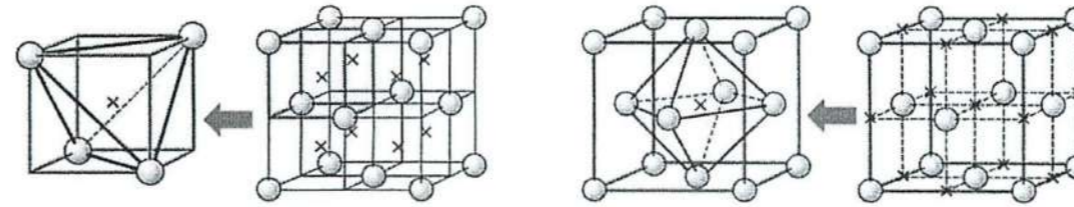
イオン半径の比と配位数から結晶の型を予想すると？

イオン半径の比 (r_+/r_-) の範囲	予想される結晶の型 (配位数)
0.225 以上 ~ 0.414 未満	閃亜鉛鉱 ZnS 型 (4)
0.414 以上 ~ 0.732 未満	塩化ナトリウム NaCl 型 (6)
0.732 以上 ~ 1 未満	塩化セシウム CsCl 型 (8)

ただし、この関係にあてはまらないイオン結晶もある。

参考資料 (余談)

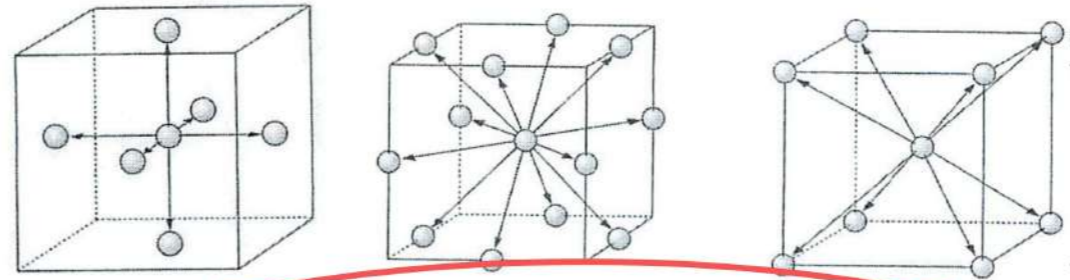
参考 面心立方格子には、正四面体隙間と呼ばれる4個の原子に囲まれた隙間（下左側の2つの図中の×）と正八面体隙間と呼ばれる6個の原子に囲まれた隙間（下右側の2つの図中の×）があります。



最も近いイオンは？

2番目に近いイオンは？

3番目に近いイオンは？



イオン半径の比と配位数から結晶の型を予想すると？

イオン半径の比 (r_+/r_-) の範囲	予想される結晶の型 (配位数)
0.225 以上～0.414 未満	閃亜鉛鉱 ZnS 型 (4)
0.414 以上～0.732 未満	塩化ナトリウム NaCl 型 (6)
0.732 以上～1 未満	塩化セシウム CsCl 型 (8)

ただし、この関係にあてはまらないイオン結晶もある。

問 ii つぎの記述のうち、誤っているものはどれか。

1. アルゴンのイオン化エネルギーはネオンより小さい。
2. アルゴンは空気より重い。
3. アルゴンはクリプトンより沸点が低い。
4. アルゴンはアンモニアより理想気体に近い。
5. ^{40}Ar の中性子数は 18 である。
6. 気体のアルゴン分子の運動エネルギーは、ある温度、ある瞬間では、どの分子についても同じである。

問 ii 1. (正) 同族元素では原子番号が大きいほどイオン化エネルギーは小さい。

(He : 2372 kJ/mol, Ne : 2080 kJ/mol, Ar : 1521 kJ/mol, Kr : 1351 kJ/mol)

2. (正) 同温, 同圧, 同体積では, 気体の質量は気体の分子量に比例し, アルゴン (分子量 40) は空気 (平均分子量約 29) よりも重い。

3. (正) 無極性分子である希ガスの単体は, 分子量が小さいほど沸点が低くなる。

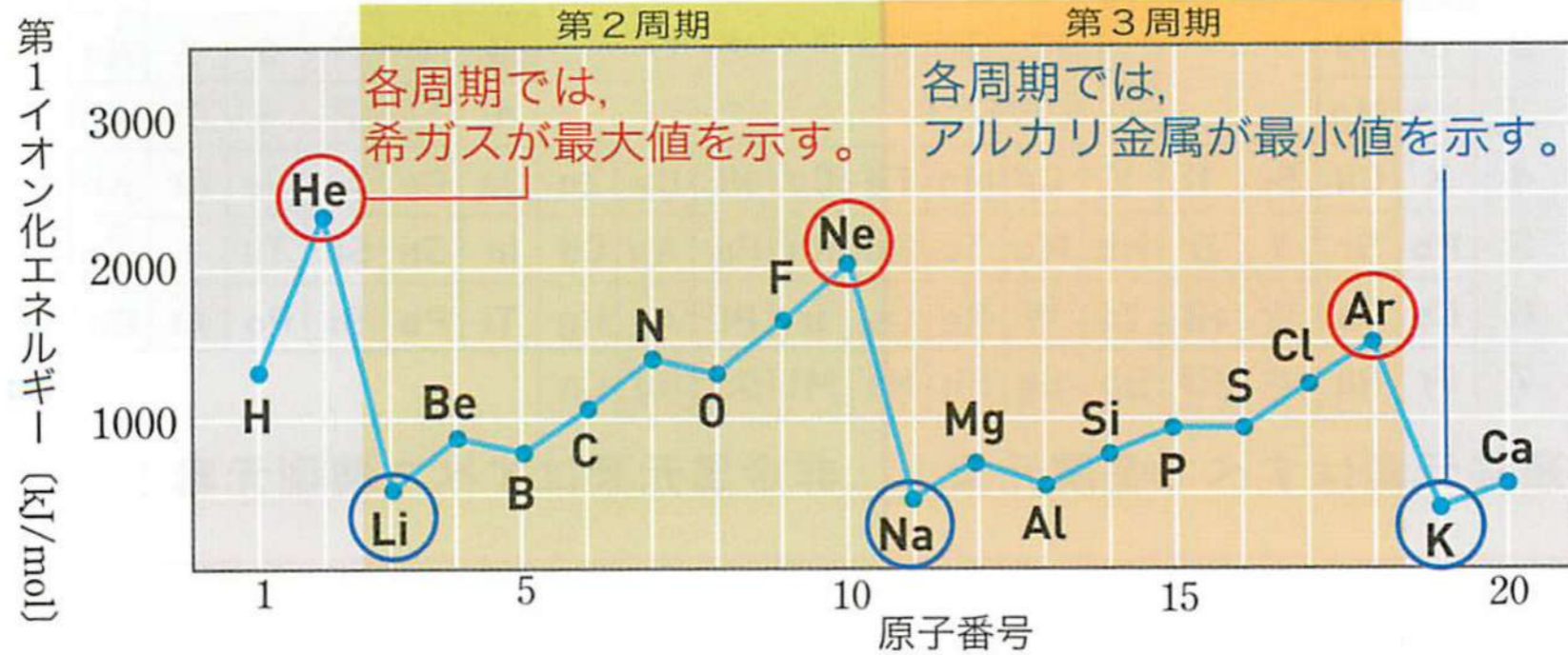
(He : -269°C , Ne : -246°C , Ar : -186°C , Kr : -152°C)

4. (正) 一般に分子間力が小さいほど理想気体に近い。

5. (誤) 中性子数 = 質量数 - 陽子数 (原子番号) = $40 - 18 = 22$ 。

6. (誤) 気体分子の運動エネルギーはバラツキがある (マックスウェル分布)。

1. アルゴンのイオン化エネルギーはネオンより小さい。



問 ii 1. (正) 同族元素では原子番号が大きいほどイオン化エネルギーは小さい。
(He : 2372 kJ/mol, Ne : 2080 kJ/mol, Ar : 1521 kJ/mol, Kr : 1351 kJ/mol)

3. アルゴンはクリプトンより沸点が低い。

ポイント I : 類似した構造をもつ分子では、分子量が大きいほど、ファンデルワールス力が強く働く。すなわち、分子量が大きいほど沸点は高くなる。

例 : フッ素 F_2 (分子量 : 38, 沸点 : $-188^\circ C$)

塩素 Cl_2 (分子量 : 71, 沸点 : $-35^\circ C$)

ポイント II : 同程度の分子量をもつ分子では、極性分子の沸点は無極性分子の沸点に比べて高い。これは、極性分子間には静電的な引力が加わるためである。

例 : フッ素 F_2 (分子量 : 38, 沸点 : $-188^\circ C$)

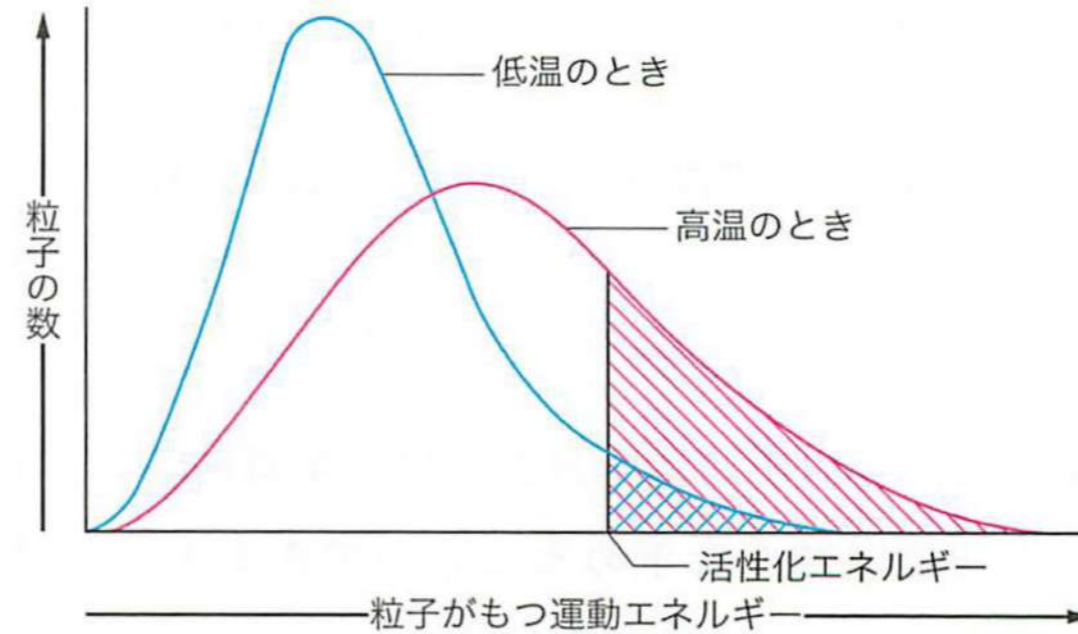
塩化水素 HCl (分子量 : 36.5, 沸点 : $-85^\circ C$)

3. (正) 無極性分子である希ガスの単体は、分子量が小さいほど沸点が低くなる。
(He : $-269^\circ C$, Ne : $-246^\circ C$, Ar : $-186^\circ C$, Kr : $-152^\circ C$)

6. 気体のアルゴン分子の運動エネルギーは、ある温度、ある瞬間では、どの分子についても同じである。

一般に、温度が高くなると、反応速度は大きくなる。

温度が 10 K 上昇すると、反応速度は 2 ~ 3 倍になる！



低温のときに反応することができる粒子
高温のときに反応することができる粒子

6. (誤) 気体分子の運動エネルギーはバラツキがある (マックスウェル分布)。

3 白金板を電極として、 0.20 mol/L の硫酸亜鉛水溶液 500 mL を電気分解した。電解後に一方の電極の質量が 1.3 g 増加していた。また、両極から気体が発生したが、その体積は合計で 0.56 L (標準状態) であった。ただし、発生した気体の電解液への溶解および反応前後の電解液の体積変化は無視できるものとし、亜鉛の原子量は $\text{Zn} = 65$ とする。

問 i この電気分解で、回路を流れた電子の物質量はいくらか。最も適切なものをつぎの 1 ~ 8 から選び、番号で答えよ。

1. 0.020 mol 2. 0.030 mol 3. 0.040 mol 4. 0.050 mol
5. 0.060 mol 6. 0.070 mol 7. 0.080 mol 8. 0.090 mol

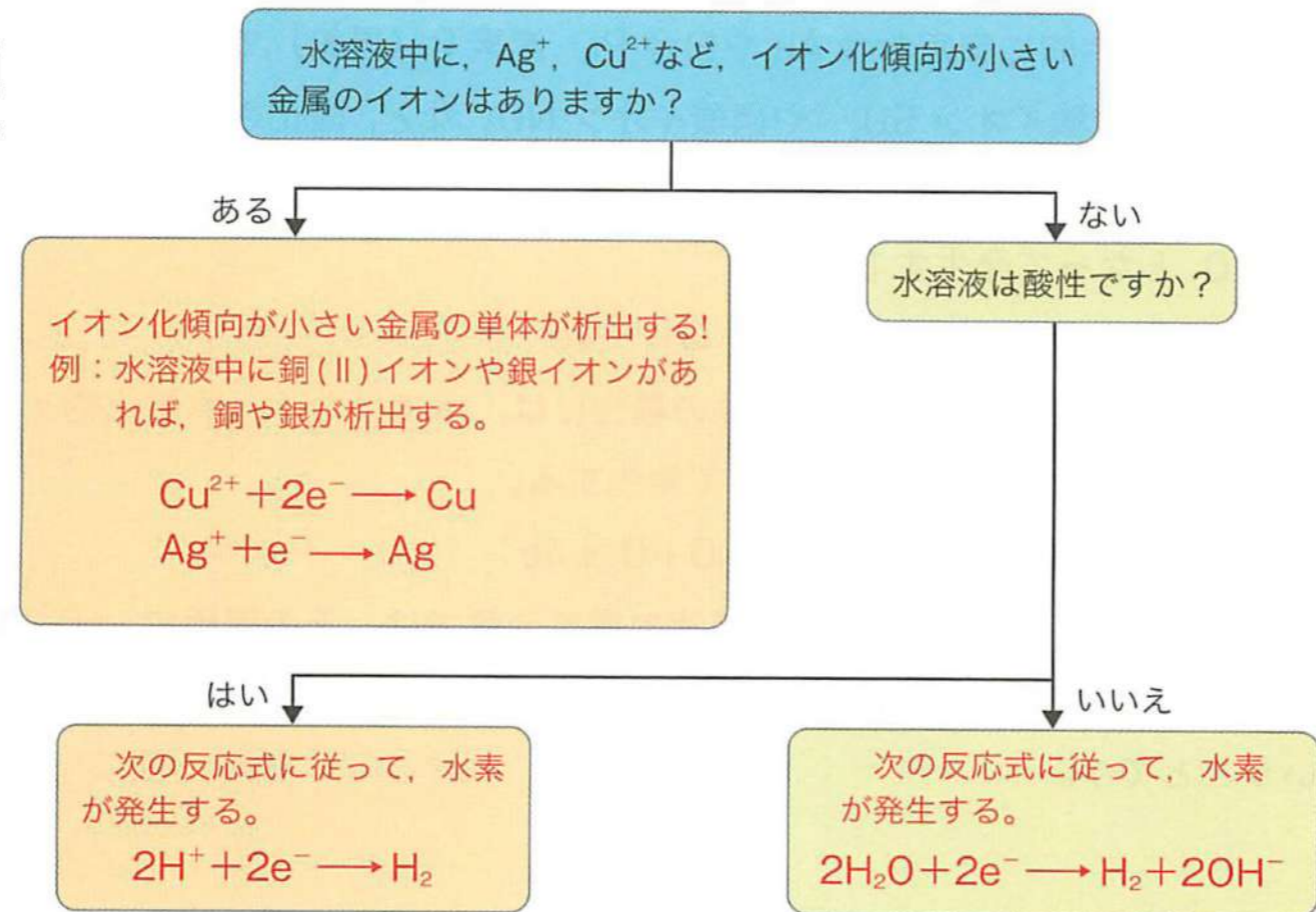
問 ii 電解後の水溶液中の水素イオンのモル濃度は亜鉛イオンのモル濃度の何倍か。解答は小数点以下第 3 位を四捨五入して、下の形式により示せ。ただし、水溶液中で電解質は全て完全に電離しているものとする。

0.

--	--

 倍

一般的な電気分解であれば、次の流れ図でも判断できます。



Zn²⁺、Fe²⁺、Ni²⁺があるとき、各単体の析出と同時にH₂が発生！

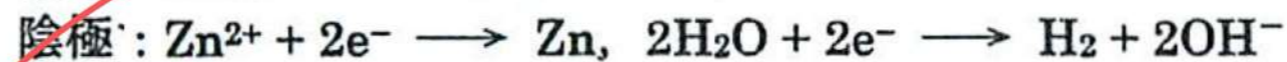
3

ひたすらな計算力の勝負といったところでしょうか。電気分解の化学工業への利用などは、整理ができていますね？

【解答】 問 i 5 問 ii 0.50 倍

【解説】

問 i 両極で起こる変化はそれぞれ、



したがって、回路を電子 x [mol] が流れると、

陽極では $1/4 x$ [mol] の O_2 が発生し、

陰極では Zn と H_2 が合わせて $1/2 x$ [mol] が生成する。

亜鉛の析出に使われた電子は $\frac{1.3}{65} \times 2 = 0.040$ (mol) なので、

陰極では H_2 が $1/2 (x - 0.040)$ [mol] の H_2 が発生する。

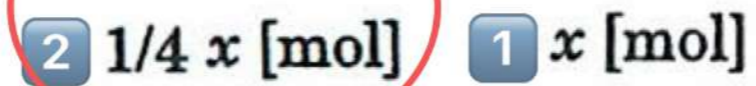
よって、回路を流れた電子の物質量を x [mol] とすると

$$\text{両極で発生した気体(mol)} = \frac{1}{4}x + \frac{1}{2}(x - 0.040) = \frac{0.56}{22.4} \quad \therefore x = 0.060 \text{ (mol)}$$



1 x [mol]





$2 \times$ 合わせて $\frac{1}{2} x \text{ [mol]}$





② $\frac{1}{4}x$ [mol] ① x [mol]

② 合わせて $\frac{1}{2}x$ [mol]



③ $\frac{1.3}{65}$ (mol)





② $\frac{1}{4}x$ [mol] ① x [mol]

② 合わせて $\frac{1}{2}x$ [mol]



③ $\frac{1.3}{65}$ (mol)

④ $\frac{1}{2} \left(x - \frac{1.3}{65} \times 2 \right)$ [mol]

0.040



② $\frac{1}{4}x$ [mol] ① x [mol]

② 合わせて $\frac{1}{2}x$ [mol]



$\frac{1.3}{5}$ (mol)

④ $\frac{1}{2} \left(x - \frac{1.3}{65} \times 2 \right)$ [mol]

0.040

⑤ 両極で発生した気体(mol) = $\frac{1}{4}x + \frac{1}{2}(x - 0.040) = \frac{0.56}{22.4}$

$\therefore x = 0.060$ (mol)

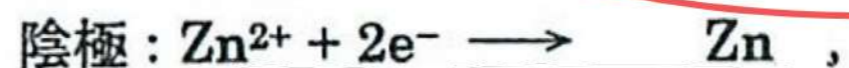
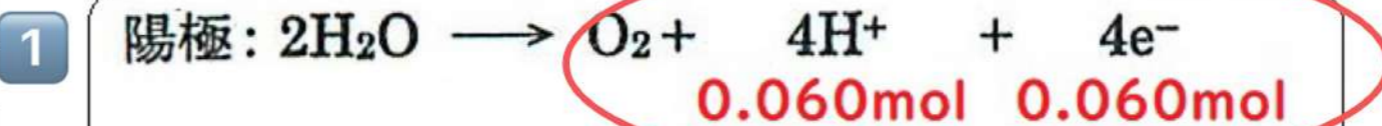
問 ii 電気分解により陽極では 0.060 mol の H^+ が生成し、
陰極では 0.020 mol の OH^- が生成する。
したがって、電気分解後の溶液中に存在する H^+ の物質量は、

$$0.060 - 0.020 = 0.040 \text{ (mol)}$$

溶液中に残った Zn^{2+} は $0.20 \times \frac{500}{1000} - \frac{1.3}{65} = 0.080 \text{ (mol)}$

物質量と濃度は比例するから、求める値は $\frac{0.040}{0.080} = 0.50 \text{ (倍)}$

問 i の結論



電気分解後の溶液中に存在する H^+ の物質量は,

2

溶液中に残った Zn^{2+} は,

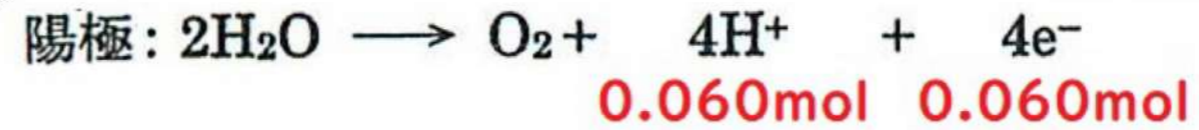
3

物質量と濃度は比例するから、求める値は

4

問 i の結論

1



電気分解後の溶液中に存在する H^+ の物質量は,

2

溶液中に残った Zn^{2+} は,

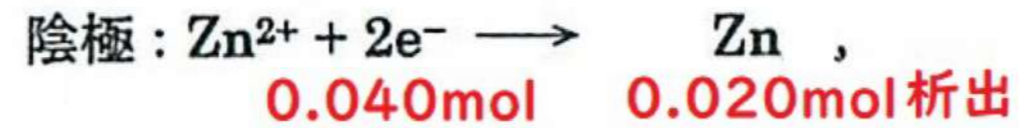
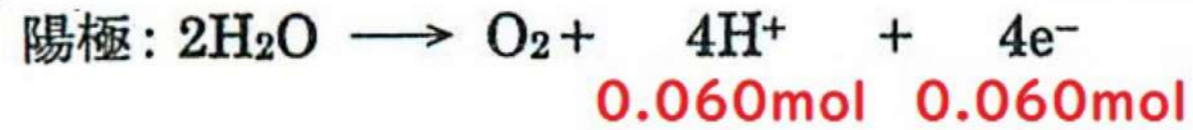
3

物質量と濃度は比例するから、求める値は

4

問 i の結論

1



電気分解後の溶液中に存在する H^+ の物質量は,

2

溶液中に残った Zn^{2+} は,

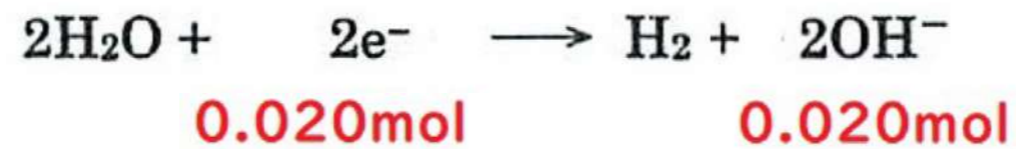
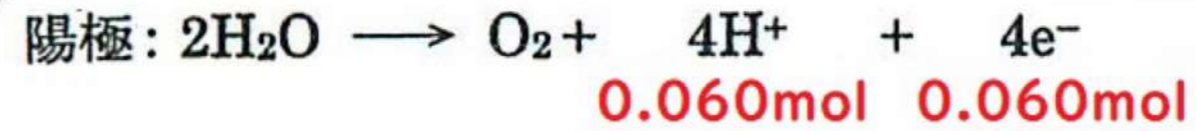
3

物質量と濃度は比例するから、求める値は

4

問 i の結論

1



電気分解後の溶液中に存在する H^+ の物質量は、

2

$$0.060 - 0.020 = 0.040 \text{ (mol)}$$

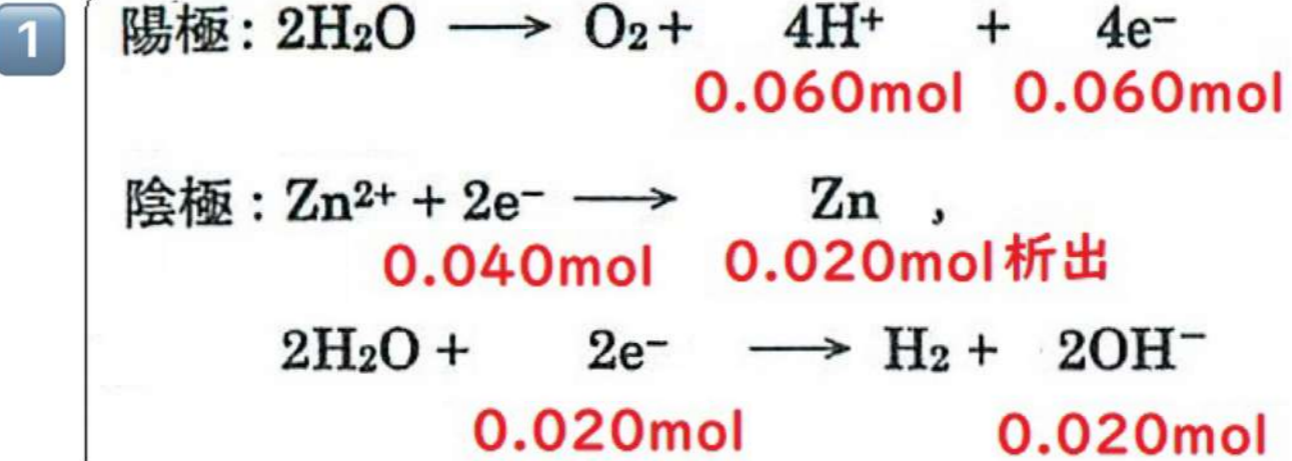
溶液中に残った Zn^{2+} は、

3

物質量と濃度は比例するから、求める値は

4

問 i の結論



電気分解後の溶液中に存在する H^+ の物質量は,

2 $0.060 - 0.020 = 0.040 \text{ (mol)}$

溶液中に残った Zn^{2+} は,

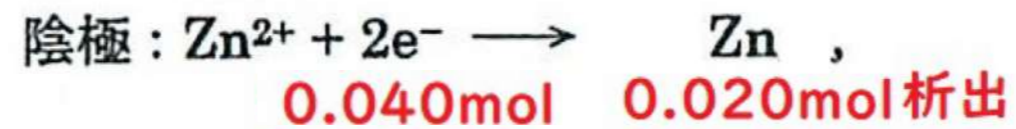
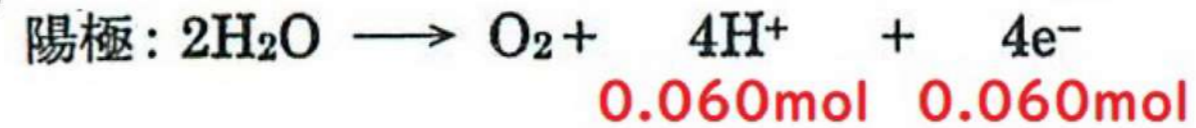
3 $0.20 \times \frac{500}{1000} - 0.020 = 0.080 \text{ (mol)}$

物質量と濃度は比例するから、求める値は

4

問 i の結論

1



電気分解後の溶液中に存在する H^+ の物質量は,

2

$$0.060 - 0.020 = 0.040 \text{ (mol)}$$

溶液中に残った Zn^{2+} は,

3

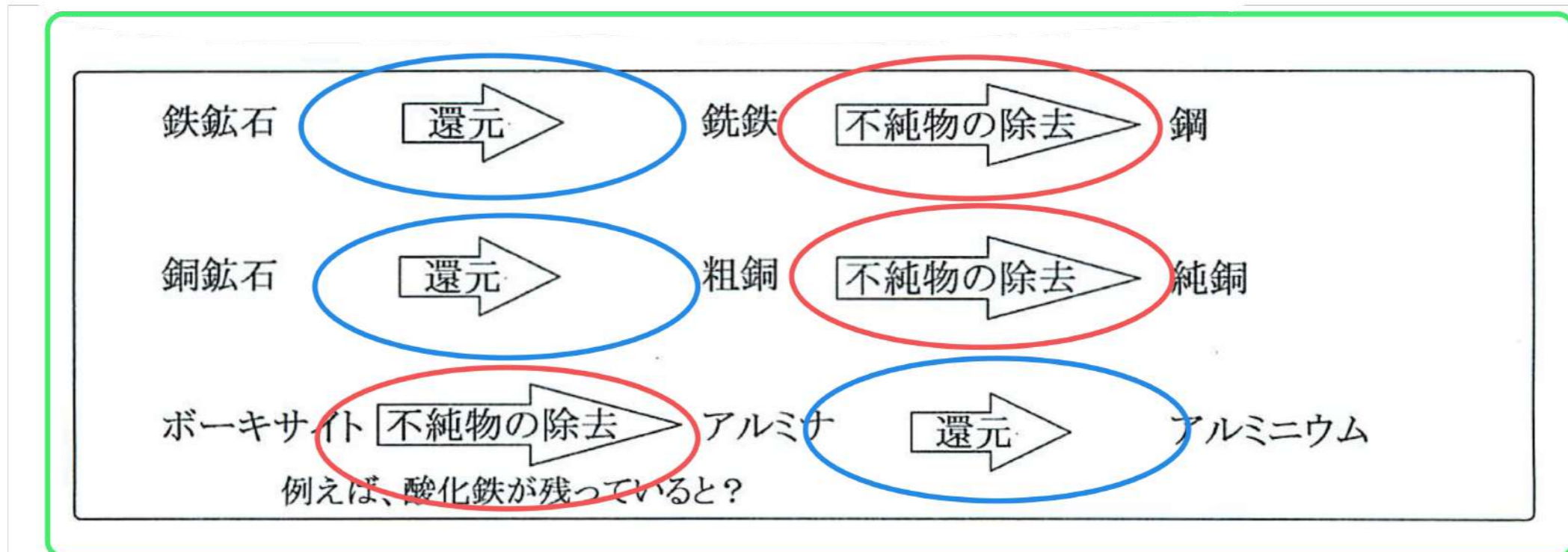
$$0.20 \times \frac{500}{1000} - 0.020 = 0.080 \text{ (mol)}$$

物質と濃度は比例するから、求める値は

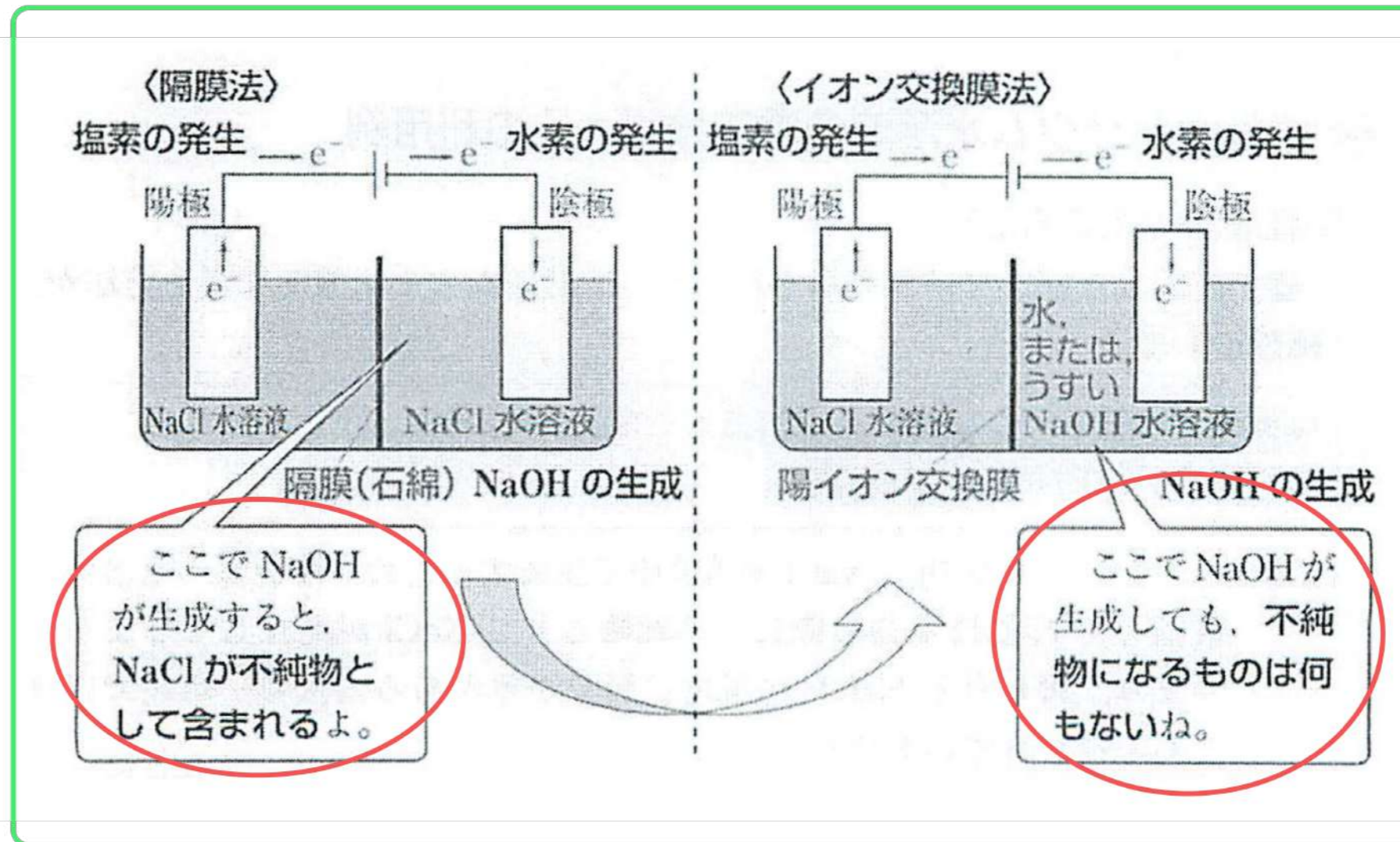
4

$$\frac{0.040}{0.080} = 0.50 \text{ (倍)}$$

参考資料 (余談)



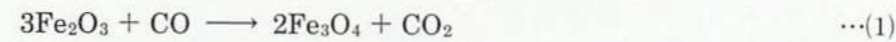
参考資料 (余談)



第Ⅱ問 (50点満点)

問題5の問iについては、1つまたは2つの正解がある。答案用紙の所定の枠の中に、正解の番号を記入せよ。問題4と問題5の問iiについては、所定の枠の中に、0から9までの適当な数字を1枠に1つ記入せよ。問題6については、指示にしたがって所定の枠の中に適切な数値または式を記せ。

4 酸化鉄(Ⅲ)を一酸化炭素で還元するときの反応は、以下の式(1)~(3)のように段階的に進行する。



製錬で用いられる鉄鉱石には、 Fe_2O_3 を主成分とする赤鉄鉱や Fe_3O_4 を主成分とする磁鉄鉱などがある。 Fe_2O_3 と Fe_3O_4 の混合物Xを一酸化炭素で還元したところ純粋な鉄が145.6 kg得られた。また、そのときに発生した二酸化炭素は727℃、 1.00×10^5 Paで298.8 m^3 であった。この混合物Xに含まれる Fe_2O_3 と Fe_3O_4 の物質量の比はいくらか。解答は小数点以下第2位を四捨五入して、下の形式により示せ。ただし、上の式(1)~(3)の反応は完全に起こるものとする。また、各元素の原子量は、O = 16, Fe = 56とし、気体定数は8.3 $\text{Pa} \cdot \text{m}^3 / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。

$\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_3\text{O}_4 = 1 : \square . \square$

4

文章の読解(情報の整理)のみ。要は、正確さと時間の勝負!?

【解答】 $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_3\text{O}_4 = 1 : 1.5$

【解説】

混合物中の Fe_2O_3 と Fe_3O_4 から、鉄が生成する反応は、それぞれ以下のようなになる。



混合物中の Fe_2O_3 と Fe_3O_4 の物質量を, x, y [mol]とすると, と

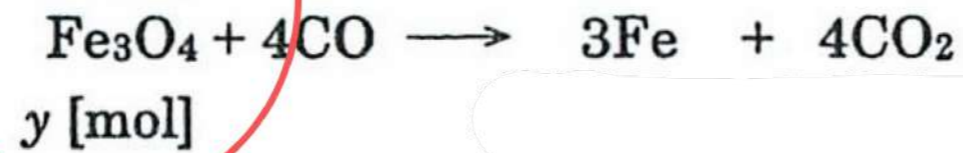
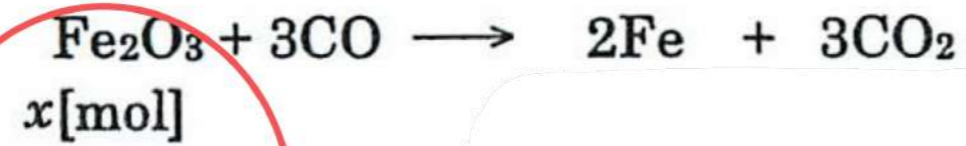
$$\text{鉄の物質量について, } 2x + 3y = \frac{145.6 \times 10^3}{56} \dots\dots \textcircled{1}$$

$$\text{二酸化炭素の物質量について, } 3x + 4y = \frac{1.00 \times 10^5 \times 298.8}{8.3 \times 1000} \dots\dots \textcircled{2} \text{ が成立する。}$$

①, ②式より, $x = 400$ (mol), $y = 600$ (mol)と決まり,

求める比は、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_3\text{O}_4 = 1 : 1.5$

1 反応式と反応量の確認



2 鉄の物質量に関する立式

..... ①

3 二酸化炭素に関する立式

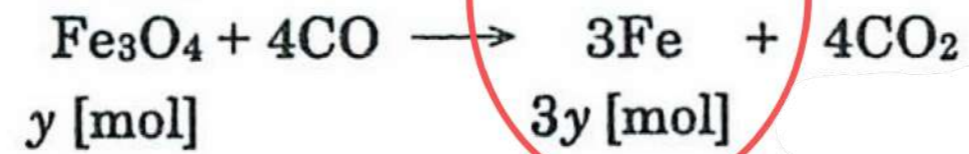
..... ②

①, ②式より, $x = 400$ (mol), $y = 600$ (mol)と決まり,

4 求める比は、

.....

1 反応式と反応量の確認



2 鉄の物質量に関する立式

..... ①

3 二酸化炭素に関する立式

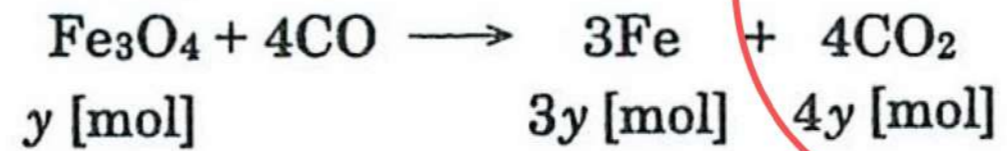
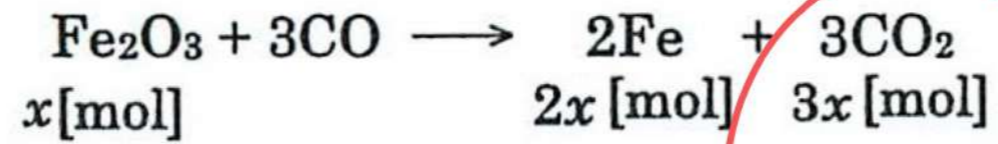
..... ②

①, ②式より, $x = 400$ (mol), $y = 600$ (mol)と決まり,

4 求める比は、

.....

1 反応式と反応量の確認



2 鉄の物質量に関する立式

..... ①

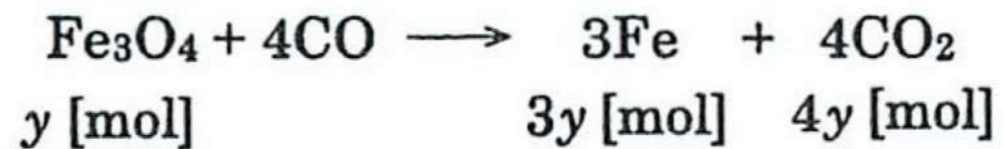
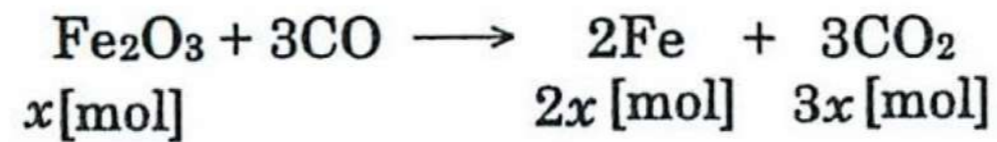
3 二酸化炭素に関する立式

..... ②

①, ②式より, $x = 400$ (mol), $y = 600$ (mol)と決まり,

4 求める比は、

1 反応式と反応量の確認



2 鉄の物質に関する立式

$$2x + 3y = \frac{145.6 \times 10^3}{56} \dots\dots \textcircled{1}$$

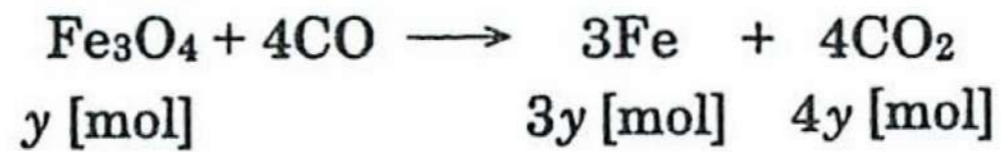
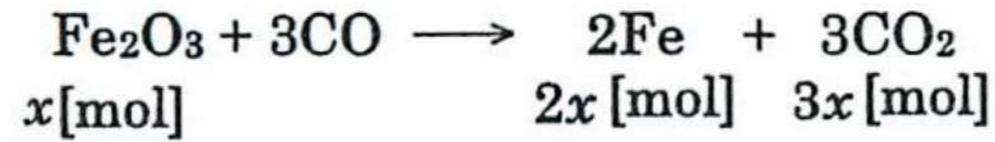
3 二酸化炭素に関する立式

$$\dots\dots \textcircled{2}$$

①, ②式より, $x = 400$ (mol), $y = 600$ (mol)と決まり,

4 求める比は、

1 反応式と反応量の確認



2 鉄の物質量に関する立式

$$2x + 3y = \frac{145.6 \times 10^3}{56} \dots\dots \textcircled{1}$$

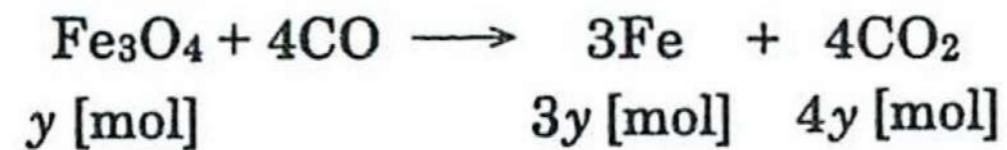
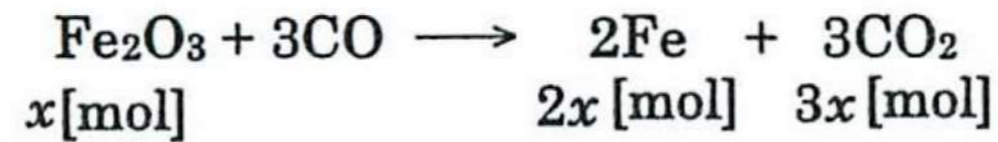
3 二酸化炭素に関する立式

$$3x + 4y = \frac{1.00 \times 10^5 \times 298.8}{8.3 \times 1000} \dots\dots \textcircled{2}$$

①, ②式より, $x = 400$ (mol), $y = 600$ (mol)と決まり,

4 求める比は、

1 反応式と反応量の確認



2 鉄の物質量に関する立式

$$2x + 3y = \frac{145.6 \times 10^3}{56} \dots\dots \textcircled{1}$$

3 二酸化炭素に関する立式

$$3x + 4y = \frac{1.00 \times 10^5 \times 298.8}{8.3 \times 1000} \dots\dots \textcircled{2}$$

①, ②式より, $x = 400$ (mol), $y = 600$ (mol)と決まり,

4 求める比は、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_3\text{O}_4 = 1 : 1.5$

5 緩衝液に関するつぎの文を読み，下の問に答えよ。ただし，[X]は化学種 X のモル濃度を表す。また，ギ酸の電離定数は $2.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ ， $\log_{10} 2.0 = 0.30$ とする。

少量の酸や塩基の添加による pH の変化を抑える働きをもつ水溶液を緩衝液という。弱酸 HA とその塩の混合水溶液中では HA とそのイオン A^- が式(1)の平衡状態にあり，ここに少量の酸を加えると式(2)の反応が，少量の塩基を加えると式(3)の反応がそれぞれ起こり，加えられた H^+ や OH^- を消費するので，pH の変化が抑えられる。



問 i つぎの溶液 1～5 のうち，緩衝液として働かないものはどれか。

1. アンモニア 0.10 mol と塩化アンモニウム 0.10 mol を水に溶かして 1.0 L にした溶液
2. 塩化水素 0.10 mol と酢酸ナトリウム 0.20 mol を水に溶かして 1.0 L にした溶液
3. 酢酸 0.20 mol と炭酸水素ナトリウム 0.10 mol を水に溶かして 1.0 L にした溶液
4. 酢酸 0.10 mol と水酸化ナトリウム 0.10 mol を水に溶かして 1.0 L にした溶液
5. 水酸化ナトリウム 0.40 mol を水に溶かして 1.0 L にしたのち，二酸化炭素 0.30 mol を吸収させた溶液

問 i つぎの溶液 1～5のうち、緩衝液として働かないものはどれか。

1. アンモニア 0.10 mol と塩化アンモニウム 0.10 mol を水に溶かして 1.0 L にした溶液
2. 塩化水素 0.10 mol と酢酸ナトリウム 0.20 mol を水に溶かして 1.0 L にした溶液
3. 酢酸 0.20 mol と炭酸水素ナトリウム 0.10 mol を水に溶かして 1.0 L にした溶液
4. 酢酸 0.10 mol と水酸化ナトリウム 0.10 mol を水に溶かして 1.0 L にした溶液
5. 水酸化ナトリウム 0.40 mol を水に溶かして 1.0 L にしたのち、二酸化炭素 0.30 mol を吸収させた溶液

5

問 i は、「中和の量的な係の計算」と「緩衝液の基本知識」に過ぎませんね。
問 ii も、「緩衝液の計算の基本」と「化学平衡の量的な取扱いの基本」です。
ただ、なんとなく、問 i の 5. が気になっています。

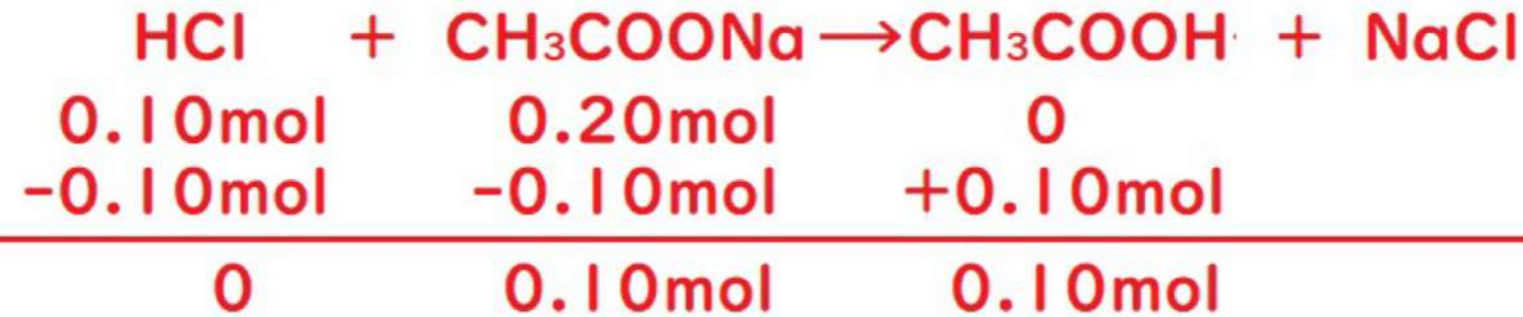
【解答】 問 i 4 問 ii 6

- 【解説】 問 i
1. 弱塩基とその塩の混合水溶液となり緩衝作用を示す。
 2. 反応後、 CH_3COOH 0.10 mol, CH_3COONa 0.10 mol を含む混合水溶液となり緩衝作用を示す。
 3. 反応後、 CH_3COOH 0.10 mol, CH_3COONa 0.10 mol を含む混合水溶液となり緩衝作用を示す。
 4. 反応後、 CH_3COONa 0.10 mol を含む水溶液となり緩衝作用を示さない。
 5. 反応後、 NaHCO_3 0.20 mol, Na_2CO_3 0.10 mol を含む混合水溶液となり緩衝作用を示す。

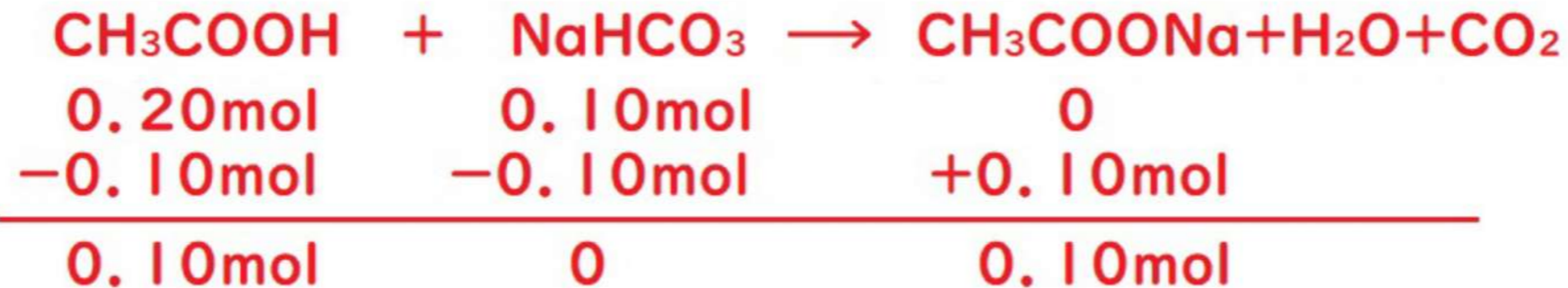
1. 弱塩基とその塩の混合水溶液となり緩衝作用を示す。

$\text{NH}_3, \text{NH}_4\text{Cl}$ の等濃度の混合水溶液。

2. 反応後, CH_3COOH 0.10 mol, CH_3COONa 0.10 mol を含む混合水溶液となり緩衝作用を示す。



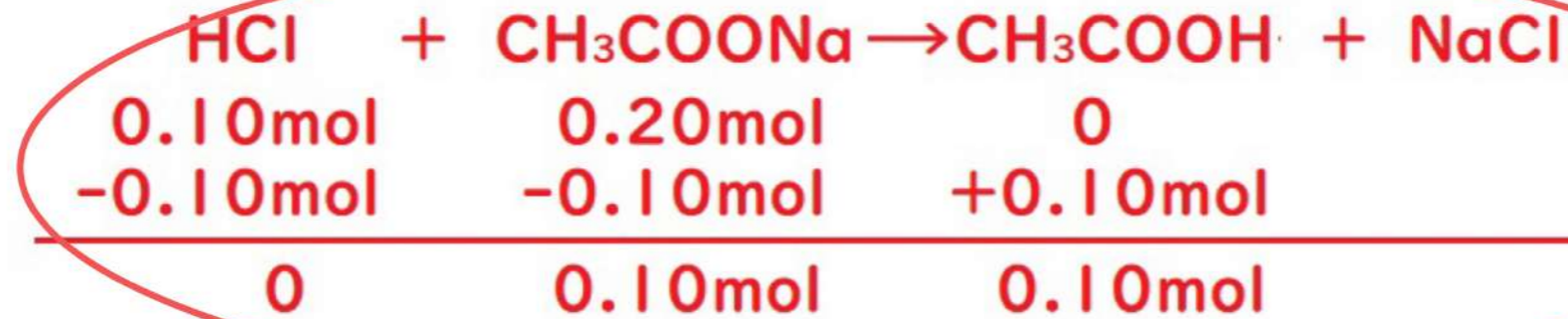
3. 反応後, CH_3COOH 0.10 mol, CH_3COONa 0.10 mol を含む混合水溶液となり緩衝作用を示す。



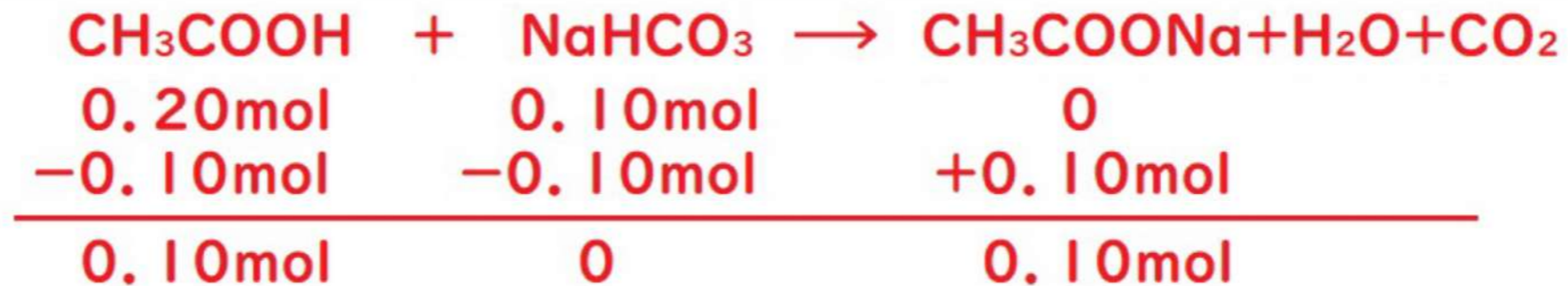
1. 弱塩基とその塩の混合水溶液となり緩衝作用を示す。

NH₃, NH₄Clの等濃度の混合水溶液。

2. 反応後, CH₃COOH 0.10 mol, CH₃COONa 0.10 mol を含む混合水溶液となり緩衝作用を示す。



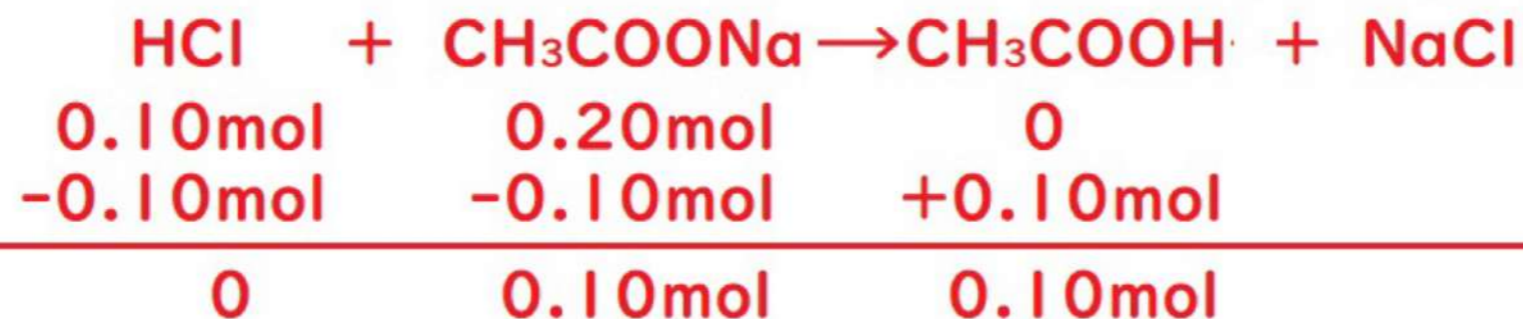
3. 反応後, CH₃COOH 0.10 mol, CH₃COONa 0.10 mol を含む混合水溶液となり緩衝作用を示す。



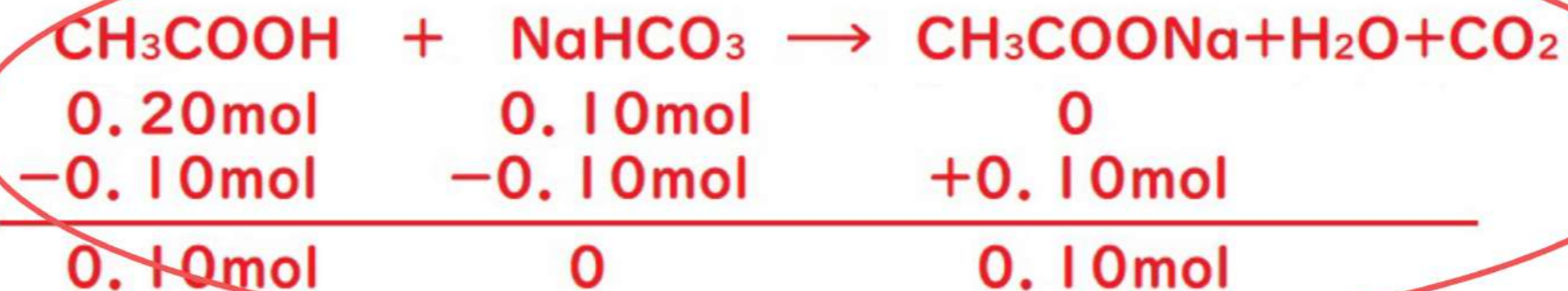
1. 弱塩基とその塩の混合水溶液となり緩衝作用を示す。

$\text{NH}_3, \text{NH}_4\text{Cl}$ の等濃度の混合水溶液。

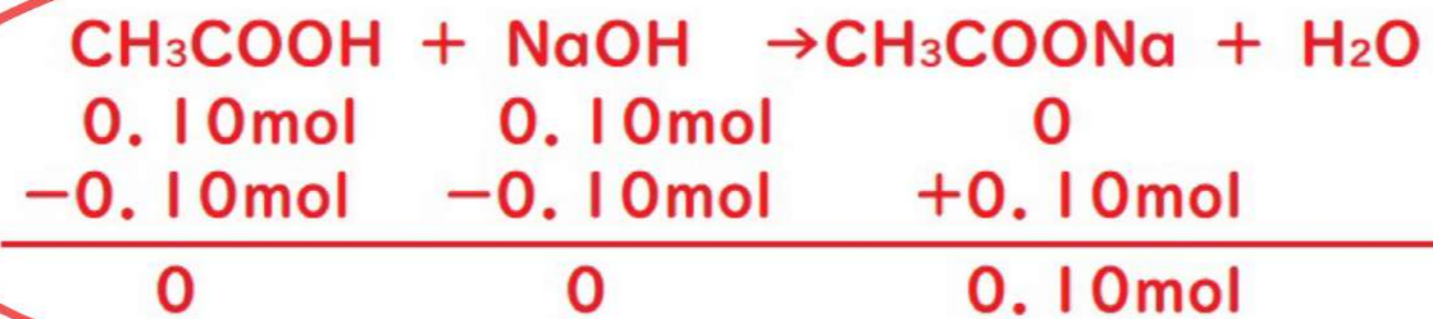
2. 反応後, CH_3COOH 0.10 mol, CH_3COONa 0.10 mol を含む混合水溶液となり緩衝作用を示す。



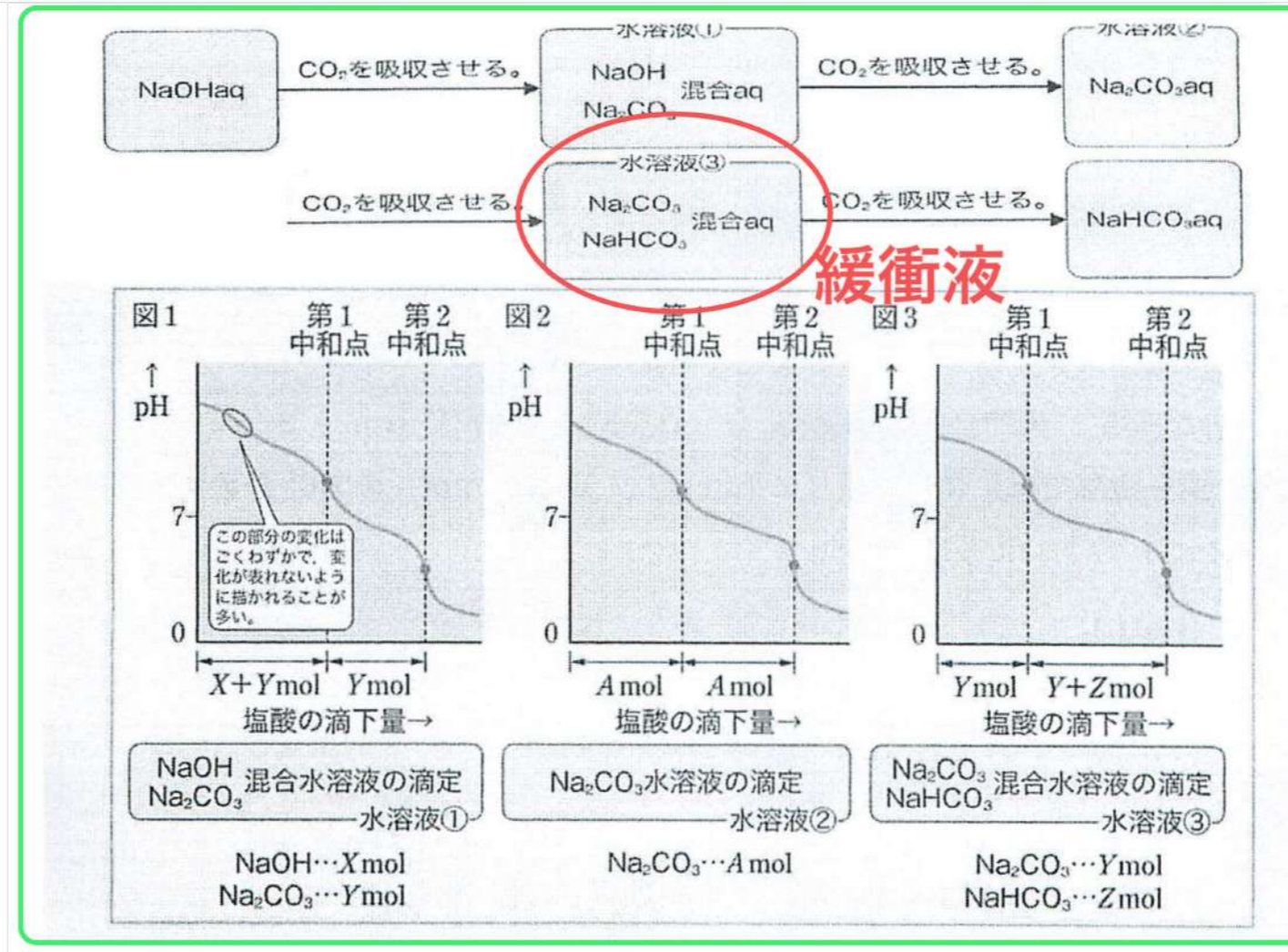
3. 反応後, CH_3COOH 0.10 mol, CH_3COONa 0.10 mol を含む混合水溶液となり緩衝作用を示す。



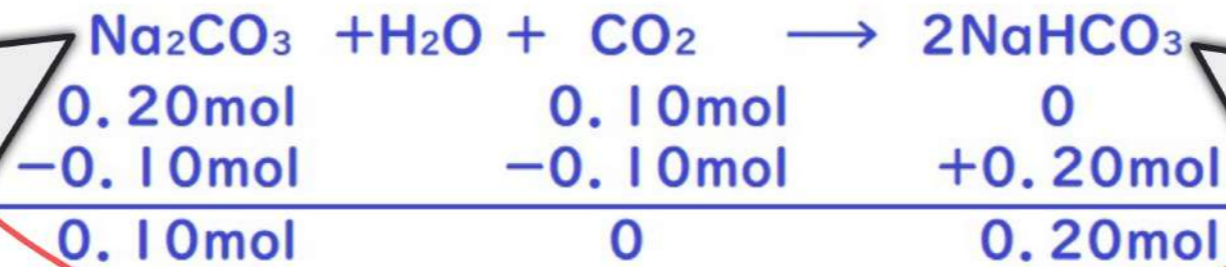
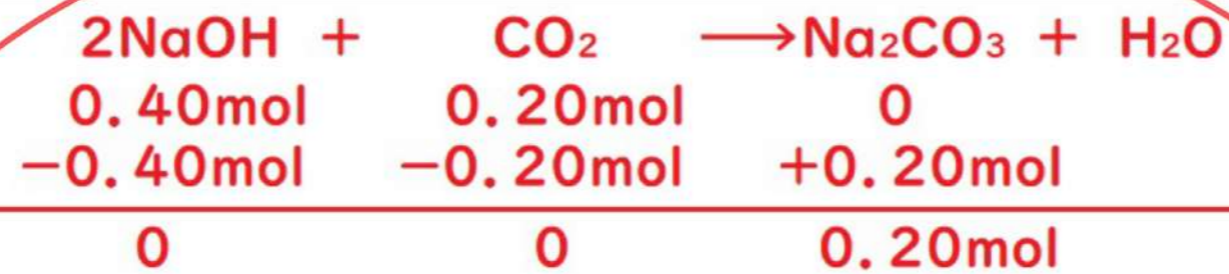
4. 反応後, CH_3COONa 0.10 mol を含む水溶液となり緩衝作用を示さない。



5. 水酸化ナトリウム 0.40 mol を水に溶かして 1.0 L にしたのち、二酸化炭素 0.30 mol を吸収させた溶液



5. 反応後, NaHCO_3 0.20 mol, Na_2CO_3 0.10 mol を含む混合水溶液となり
緩衝作用を示す。



弱酸とNaOHの塩

弱酸

問 ii 緩衝液は、希釈した場合も pH の変化が抑えられる。たとえば、ギ酸 0.20 mol とギ酸ナトリウム 0.20 mol を水に溶かして 1.0 L にした緩衝液(溶液 1)を希釈すると、式(1)の電離平衡が右に移動して、 $[\text{HCOOH}]$ が減少し $[\text{HCOO}^-]$ が増加する。 $[\text{HCOOH}]$ と $[\text{HCOO}^-]$ の比の変化が小さいうちは、pH は変わらないとしてよいが、非常に薄い水溶液にすると、 $[\text{HCOOH}]$ と $[\text{HCOO}^-]$ の比の変化が無視できなくなる。溶液 1 を純水で希釈して pH を 1.0 だけ大きくするためには、体積を何倍にすればよいか。最も適切なものをつぎの 1 ~ 6 から選び、番号で答えよ。

1. 2×10^2 倍

2. 4×10^2 倍

3. 8×10^2 倍

4. 2×10^3 倍

5. 4×10^3 倍

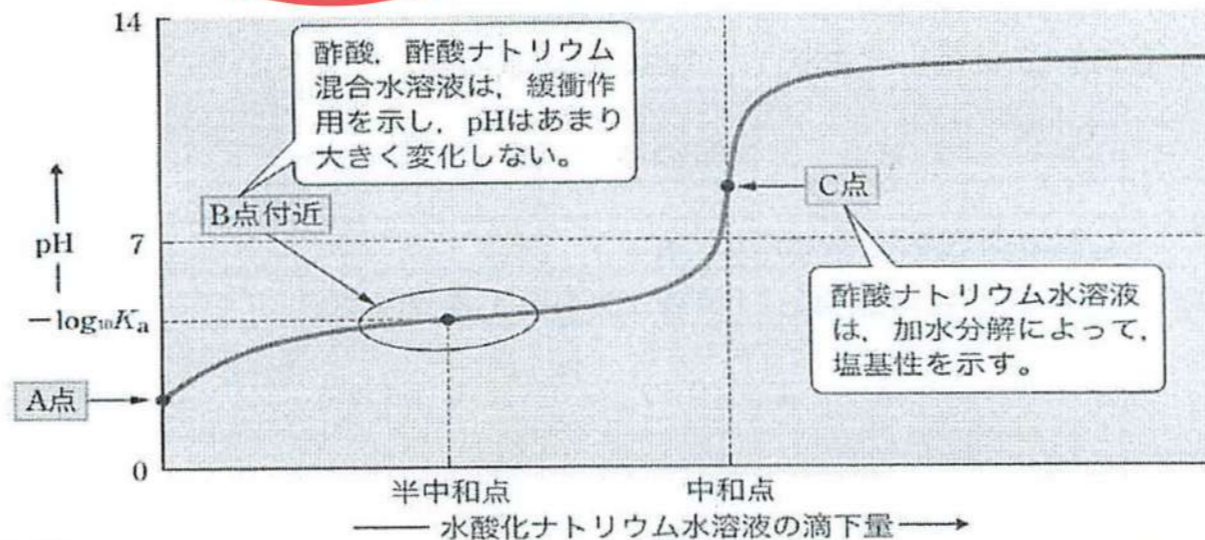
6. 8×10^3 倍

問 ii 希釈前の溶液 1 の水素イオン濃度は, $[H^+] = \frac{0.20}{0.20} \times 2.0 \times 10^{-4} = 2.0 \times 10^{-4} \text{ (mol/L)}$

■ CH₃COOH - NaOH 滴定曲線

B 点付近 : 酢酸, 酢酸ナトリウム混合水溶液

$$[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a$$



A 点 : 酢酸水溶液

$$[H^+] = \sqrt{CK_a}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$$

C 点 : 酢酸ナトリウム水溶液

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_a K_w}{C_s'}}$$

ただし, 水溶液の液性は塩基性。

溶液1を n 倍に希釈したとき、pHが1.0大きくなる、

すなわち、 $[H^+] = 2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

になることを検討する。

もちろん、行うべき手順は

- 1 バランスシート**
- 2 化学平衡の法則**

1 バランスシート

バランスシート	HCOOH	\rightleftharpoons	HCOO ⁻	+	H ⁺
希釈直後	$\frac{0.20}{k}$		$\frac{0.20}{k}$		
変化量	② <input type="text"/>		② <input type="text"/>		① <input type="text"/>
平衡時	<input type="text"/> ③		<input type="text"/> ③		2.0×10^{-5}

2 化学平衡の法則

希釈後はギ酸の電離が無視できなくなるので、

化学平衡の法則

$$K_a = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}^+]}{[\text{HCOOH}]} = \frac{\left(\frac{0.20}{k} + 2.0 \times 10^{-5}\right) \times 2.0 \times 10^{-5}}{\frac{0.20}{k} - 2.0 \times 10^{-5}} = 2.0 \times 10^{-4} \quad \therefore k = 8.1 \times 10^3$$

1 バランスシート

バランスシート	HCOOH	\rightleftharpoons	HCOO ⁻	+	H ⁺
希釈直後	$\frac{0.20}{k}$		$\frac{0.20}{k}$		
変化量	② <input type="text"/>		② <input type="text"/>		① $+ 2.0 \times 10^{-5}$
平衡時	<input type="text"/> ③		<input type="text"/> ③		2.0×10^{-5}

2 化学平衡の法則

希釈後はギ酸の電離が無視できなくなるので、

化学平衡の法則

$$K_a = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}^+]}{[\text{HCOOH}]} = \frac{\left(\frac{0.20}{k} + 2.0 \times 10^{-5}\right) \times 2.0 \times 10^{-5}}{\frac{0.20}{k} - 2.0 \times 10^{-5}} = 2.0 \times 10^{-4} \quad \therefore k = 8.1 \times 10^3$$

1 バランスシート

バランスシート	HCOOH	\rightleftharpoons	HCOO^-	+	H^+
希釈直後	$\frac{0.20}{k}$		$\frac{0.20}{k}$		
変化量	② -2.0×10^{-5}		② $+2.0 \times 10^{-5}$		① $+2.0 \times 10^{-5}$
平衡時	③		③		2.0×10^{-5}

2 化学平衡の法則

希釈後はギ酸の電離が無視できなくなるので、

化学平衡の法則

$$K_a = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}^+]}{[\text{HCOOH}]} = \frac{\left(\frac{0.20}{k} + 2.0 \times 10^{-5}\right) \times 2.0 \times 10^{-5}}{\frac{0.20}{k} - 2.0 \times 10^{-5}} = 2.0 \times 10^{-4} \quad \therefore k = 8.1 \times 10^3$$

1 バランスシート

バランスシート	HCOOH	\rightleftharpoons	HCOO ⁻	+	H ⁺
希釈直後	$\frac{0.20}{k}$		$\frac{0.20}{k}$		
変化量	② -2.0×10^{-5}		② $+2.0 \times 10^{-5}$		① $+2.0 \times 10^{-5}$
平衡時	③ $\frac{0.20}{k} - 2.0 \times 10^{-5}$		③ $\frac{0.20}{k} + 2.0 \times 10^{-5}$		2.0×10^{-5}

2 化学平衡の法則

希釈後はギ酸の電離が無視できなくなるので、

化学平衡の法則

$$K_a = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}^+]}{[\text{HCOOH}]} = \frac{\left(\frac{0.20}{k} + 2.0 \times 10^{-5}\right) \times 2.0 \times 10^{-5}}{\frac{0.20}{k} - 2.0 \times 10^{-5}} = 2.0 \times 10^{-4} \quad \therefore k = 8.1 \times 10^3$$

1 バランスシート

バランスシート	HCOOH	\rightleftharpoons	HCOO ⁻	+	H ⁺
希釈直後	$\frac{0.20}{k}$		$\frac{0.20}{k}$		
変化量	② -2.0×10^{-5}		② $+2.0 \times 10^{-5}$		① $+2.0 \times 10^{-5}$
平衡時	$\frac{0.20}{k} - 2.0 \times 10^{-5}$ ③		$\frac{0.20}{k} + 2.0 \times 10^{-5}$ ③		2.0×10^{-5}

2 化学平衡の法則

希釈後はギ酸の電離が無視できなくなるので、

化学平衡の法則

$$K_a = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}^+]}{[\text{HCOOH}]} = \frac{\left(\frac{0.20}{k} + 2.0 \times 10^{-5}\right) \times 2.0 \times 10^{-5}}{\frac{0.20}{k} - 2.0 \times 10^{-5}} = 2.0 \times 10^{-4} \quad \therefore k = 8.1 \times 10^3$$

1 バランスシート

バランスシート	HCOOH	\rightleftharpoons	HCOO ⁻	+	H ⁺
希釈直後	$\frac{0.20}{k}$		$\frac{0.20}{k}$		
変化量	② -2.0×10^{-5}		② $+2.0 \times 10^{-5}$		① $+2.0 \times 10^{-5}$
平衡時	$\frac{0.20}{k} - 2.0 \times 10^{-5}$ ③		$\frac{0.20}{k} + 2.0 \times 10^{-5}$ ③		2.0×10^{-5}

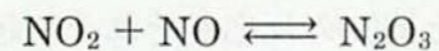
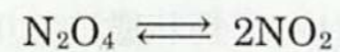
2 化学平衡の法則

希釈後はギ酸の電離が無視できなくなるので、

化学平衡の法則

$$K_a = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}^+]}{[\text{HCOOH}]} = \frac{\left(\frac{0.20}{k} + 2.0 \times 10^{-5}\right) \times 2.0 \times 10^{-5}}{\frac{0.20}{k} - 2.0 \times 10^{-5}} = 2.0 \times 10^{-4} \quad \therefore k = 8.1 \times 10^3$$

6 NO 30 g が入っている容器に N_2O_4 46 g を加えるとすべて蒸発し、全圧 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$ のもとで次の2つの化学平衡が同時に成立した。



このとき N_2O_4 の分圧は $a \times 10^5 \text{ Pa}$ 、 N_2O_3 の分圧は $b \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。

平衡時に、容器中に存在する N_2O_3 の物質質量 x [mol] を求めよ。解答は a 、 b を用いて示せ。

ただし、各元素の原子量は、 $\text{N} = 14$ 、 $\text{O} = 16$ とする。

6 数学重視は、理科の基本の1つは数学だから！！

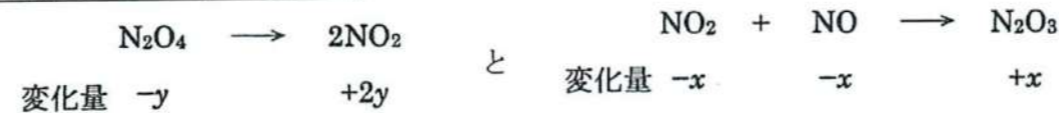
【解答】 $x = \frac{2b}{1+a+b}$ [mol]

【解説】

【バランスシート】

はじめの物質質量 NO(= 30)が $\frac{30}{30} = 1.0$ (mol) , N₂O₄(= 92)が $\frac{46}{92} = 0.50$ (mol)

平衡時に至るまでの変化量



平衡時の物質質量

N ₂ O ₄ 0.50 - y [mol]	NO 1.0 - x [mol]	計 1.5 + y - x [mol]
NO ₂ 2y - x [mol]	N ₂ O ₃ x [mol]	

【化学平衡の法則⇔平衡時の「状態」を示す式】という発想か、
【題材が気体なのでPV=nRTを用いることができる】という発想など。

各分圧について以下の式が成り立つ。

$$\text{N}_2\text{O}_4 \quad 1 \times 10^5 \times \frac{0.50 - y}{1.5 + y - x} = a \times 10^5 \text{ [Pa]} \quad \text{①} \quad \text{N}_2\text{O}_3 \quad 1 \times 10^5 \times \frac{x}{1.5 + y - x} = b \times 10^5 \text{ [Pa]} \quad \text{②}$$

☆ さあ、どうする？ x, yを消さなくちゃ！ 1.5 - y + x が邪魔くさいからまとめちゃえ！

$$\text{①式} + \text{②式から}, \quad \frac{0.50 - y}{1.5 + y - x} + \frac{x}{1.5 + y - x} = a + b$$
$$\frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} = a + b \qquad \frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} =$$

☆ まだ、分母・分子がうるさい！ん？ 左辺に足し算したら？

$$\frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} + 1 = \frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} + \frac{1.5 + y - x}{1.5 + y - x} = \frac{2}{1.5 + y - x} \qquad \frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} = \frac{2}{1.5 + y - x} - 1$$

$$\text{つまり}, \quad \frac{2}{1.5 + y - x} - 1 = a + b \quad \therefore 1.5 + y - x = \frac{2}{1 + a + b} \quad \text{③}$$

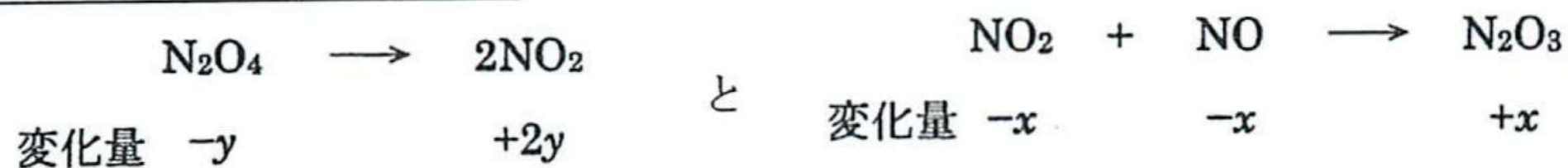
☆ もう一息！！

$$\text{③式を①, ②式に代入して}, \quad x = \frac{2b}{1 + a + b} \text{ [mol]}, \quad y = 0.5 - \frac{2a}{1 + a + b} \text{ [mol]}$$

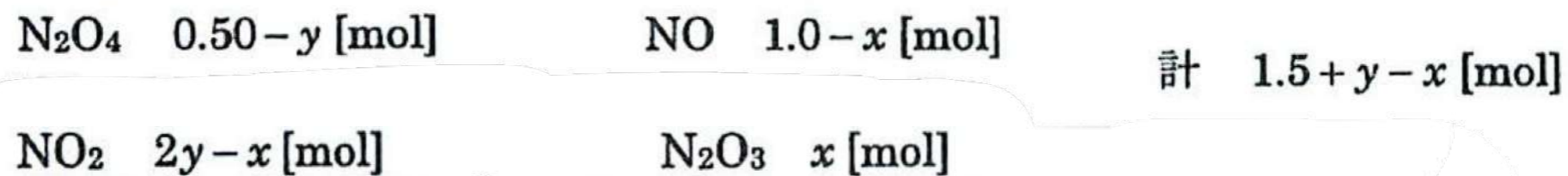
【バランスシート】

はじめの物質質量 NO(= 30)が $\frac{30}{30} = 1.0$ (mol) , N₂O₄(= 92)が $\frac{46}{92} = 0.50$ (mol)

平衡時に至るまでの変化量



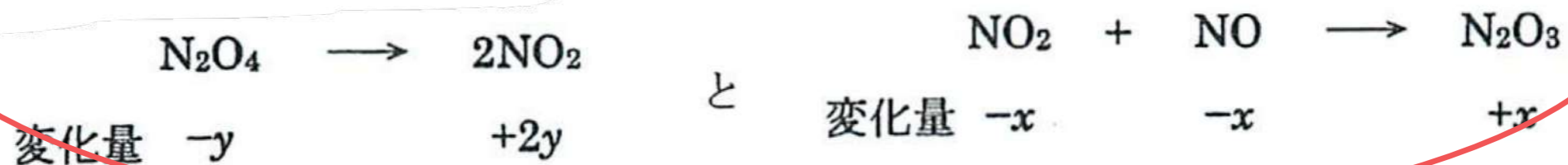
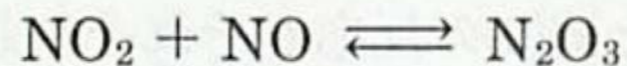
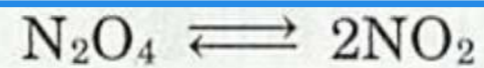
平衡時の物質質量



【バランスシート】

はじめの物質質量 NO(= 30)が $\frac{30}{30} = 1.0$ (mol) , N₂O₄(= 92)が $\frac{46}{92} = 0.50$ (mol)

平衡時に至るまでの変化量



平衡時の物質質量

N₂O₄ 0.50 - y [mol]

NO 1.0 - x [mol]

NO₂ 2y - x [mol]

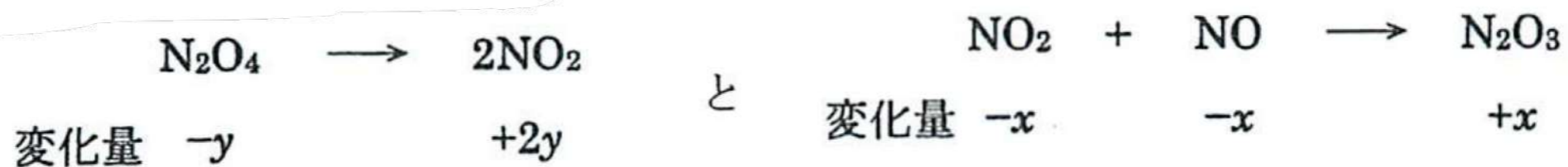
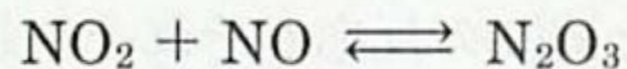
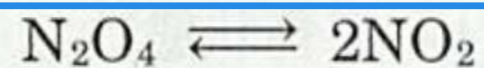
N₂O₃ x [mol]

計 1.5 + y - x [mol]

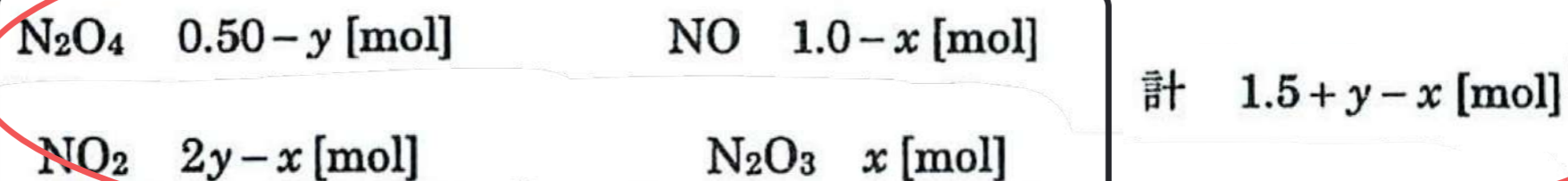
【バランスシート】

はじめの物質質量 NO(= 30)が $\frac{30}{30} = 1.0$ (mol) , N₂O₄(= 92)が $\frac{46}{92} = 0.50$ (mol)

平衡時に至るまでの変化量



平衡時の物質質量



【化学平衡の法則 \rightarrow 平衡時の「状態」を示す式】という発想か、
【題材が気体なので $PV=nRT$ を用いることができる】という発想など。

各分圧について以下の式が成り立つ。

$$\text{N}_2\text{O}_4 \quad 1 \times 10^5 \times \frac{0.50 - y}{1.5 + y - x} = a \times 10^5 \text{ [Pa]} \quad \textcircled{1} \quad \text{N}_2\text{O}_3 \quad 1 \times 10^5 \times \frac{x}{1.5 + y - x} = b \times 10^5 \text{ [Pa]} \quad \textcircled{2}$$

数学重視は、理科の基本の1つは数学だから！！

☆ さあ、どうする？ x, y を消さなくちゃ！ $1.5 - y + x$ が邪魔くさいからまとめちゃえ！

$$\textcircled{1}\text{式} + \textcircled{2}\text{式} \text{ から, } \frac{0.50 - y}{1.5 + y - x} + \frac{x}{1.5 + y - x} = a + b$$

$$\frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} = a + b$$

☆ まだ、分母・分子がうるさい！ん？左辺に足し算したら？

$$\frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} + 1 = \frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} + \frac{1.5 + y - x}{1.5 + y - x} = \frac{2}{1.5 + y - x}$$

$$\frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} = \frac{2}{1.5 + y - x} - 1$$

$$\text{つまり, } \frac{2}{1.5 + y - x} - 1 = a + b \quad \therefore 1.5 + y - x = \frac{2}{1 + a + b} \quad \textcircled{3}$$

☆ もう一息！！

$$\textcircled{3}\text{式を}\textcircled{1}, \textcircled{2}\text{式に代入して, } x = \frac{2b}{1 + a + b} \text{ [mol], } y = 0.5 - \frac{2a}{1 + a + b} \text{ [mol]}$$

【化学平衡の法則⇨平衡時の「状態」を示す式】という発想か、
【題材が気体なので $PV=nRT$ を用いることができる】という発想など。

各分圧について以下の式が成り立つ。

$$\text{N}_2\text{O}_4 \quad 1 \times 10^5 \times \frac{0.50 - y}{1.5 + y - x} = a \times 10^5 \text{ [Pa]} \quad \textcircled{1} \quad \text{N}_2\text{O}_3 \quad 1 \times 10^5 \times \frac{x}{1.5 + y - x} = b \times 10^5 \text{ [Pa]} \quad \textcircled{2}$$

数学重視は、理科の基本の1つは数字だから！！

☆ さあ、どうする？ x, y を消さなくちゃ！ $1.5 - y + x$ が邪魔くさいからまとめちゃえ！

$$\textcircled{1}\text{式} + \textcircled{2}\text{式} \text{ から, } \frac{0.50 - y}{1.5 + y - x} + \frac{x}{1.5 + y - x} = a + b$$

$$\frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} = a + b$$

☆ まだ、分母・分子がうるさい！ん？左辺に足し算したら？

$$\frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} + 1 = \frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} + \frac{1.5 + y - x}{1.5 + y - x} = \frac{2}{1.5 + y - x}$$

$$\frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} = \frac{2}{1.5 + y - x} - 1$$

$$\text{つまり, } \frac{2}{1.5 + y - x} - 1 = a + b \quad \therefore 1.5 + y - x = \frac{2}{1 + a + b} \quad \textcircled{3}$$

☆ もう一息！！

$$\textcircled{3}\text{式を}\textcircled{1}, \textcircled{2}\text{式に代入して, } x = \frac{2b}{1 + a + b} \text{ [mol], } y = 0.5 - \frac{2a}{1 + a + b} \text{ [mol]}$$

【化学平衡の法則⇨平衡時の「状態」を示す式】という発想か、
【題材が気体なので $PV=nRT$ を用いることができる】という発想など。

各分圧について以下の式が成り立つ。

$$\text{N}_2\text{O}_4 \quad 1 \times 10^5 \times \frac{0.50 - y}{1.5 + y - x} = a \times 10^5 \text{ [Pa]} \quad \textcircled{1} \quad \text{N}_2\text{O}_3 \quad 1 \times 10^5 \times \frac{x}{1.5 + y - x} = b \times 10^5 \text{ [Pa]} \quad \textcircled{2}$$

数学重視は、理科の基本の1つは数学だから！！

☆ さあ、どうする？ x, y を消さなくちゃ！ $1.5 - y + x$ が邪魔くさいからまとめちゃえ！

$$\textcircled{1}\text{式} + \textcircled{2}\text{式} \text{ から, } \frac{0.50 - y}{1.5 + y - x} + \frac{x}{1.5 + y - x} = a + b$$

$$\frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} = a + b$$

☆ まだ、分母・分子がうるさい！ん？左辺に足し算したら？

$$\frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} + 1 = \frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} + \frac{1.5 + y - x}{1.5 + y - x} = \frac{2}{1.5 + y - x}$$

$$\frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} = \frac{2}{1.5 + y - x} - 1$$

$$\text{つまり, } \frac{2}{1.5 + y - x} - 1 = a + b \quad \therefore 1.5 + y - x = \frac{2}{1 + a + b} \quad \textcircled{3}$$

☆ もう一息！！

$$\textcircled{3}\text{式を}\textcircled{1}, \textcircled{2}\text{式に代入して, } x = \frac{2b}{1 + a + b} \text{ [mol], } y = 0.5 - \frac{2a}{1 + a + b} \text{ [mol]}$$

【化学平衡の法則⇔平衡時の「状態」を示す式】という発想か、
【題材が気体なので $PV=nRT$ を用いることができる】という発想など。

各分圧について以下の式が成り立つ。

$$\text{N}_2\text{O}_4 \quad 1 \times 10^5 \times \frac{0.50 - y}{1.5 + y - x} = a \times 10^5 \text{ [Pa]} \quad \textcircled{1} \quad \text{N}_2\text{O}_3 \quad 1 \times 10^5 \times \frac{x}{1.5 + y - x} = b \times 10^5 \text{ [Pa]} \quad \textcircled{2}$$

数学重視は、理科の基本の1つは数学だから！！

☆ さあ、どうする？ x, y を消さなくちゃ！ $1.5 - y + x$ が邪魔くさいからまとめちゃえ！

①式+②式から、
$$\frac{0.50 - y}{1.5 + y - x} + \frac{x}{1.5 + y - x} = a + b$$

$$\frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} = a + b$$

☆ まだ、分母・分子がうるさい！ん？左辺に足し算したら？

$$\frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} + 1 = \frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} + \frac{1.5 + y - x}{1.5 + y - x} = \frac{2}{1.5 + y - x}$$

$$\frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} = \frac{2}{1.5 + y - x} - 1$$

つまり、
$$\frac{2}{1.5 + y - x} - 1 = a + b \quad \therefore 1.5 + y - x = \frac{2}{1 + a + b} \quad \textcircled{3}$$

☆ もう一息！！

③式を①, ②式に代入して、
$$x = \frac{2b}{1 + a + b} \text{ [mol]}, \quad y = 0.5 - \frac{2a}{1 + a + b} \text{ [mol]}$$

【化学平衡の法則⇨平衡時の「状態」を示す式】という発想か、
【題材が気体なので $PV=nRT$ を用いることができる】という発想など。

各分圧について以下の式が成り立つ。

$$\text{N}_2\text{O}_4 \quad 1 \times 10^5 \times \frac{0.50 - y}{1.5 + y - x} = a \times 10^5 \text{ [Pa]} \quad \textcircled{1} \quad \text{N}_2\text{O}_3 \quad 1 \times 10^5 \times \frac{x}{1.5 + y - x} = b \times 10^5 \text{ [Pa]} \quad \textcircled{2}$$

数学重視は、理科の基本の1つは数学だから！！

☆ さあ、どうする？ x, y を消さなくちゃ！ $1.5 - y + x$ が邪魔くさいからまとめちゃえ！

$$\textcircled{1}\text{式} + \textcircled{2}\text{式から}, \quad \frac{0.50 - y}{1.5 + y - x} + \frac{x}{1.5 + y - x} = a + b$$

$$\frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} = a + b$$

☆ まだ、分母・分子がうるさい！ん？左辺に足し算したら？

$$\frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} + 1 = \frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} + \frac{1.5 + y - x}{1.5 + y - x} = \frac{2}{1.5 + y - x}$$

$$\frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} = \frac{2}{1.5 + y - x} - 1$$

$$\text{つまり}, \quad \frac{2}{1.5 + y - x} - 1 = a + b \quad \therefore 1.5 + y - x = \frac{2}{1 + a + b} \quad \textcircled{3}$$

☆ もう一息！！

$$\textcircled{3}\text{式を}\textcircled{1}, \textcircled{2}\text{式に代入して}, \quad x = \frac{2b}{1 + a + b} \text{ [mol]}, \quad y = 0.5 - \frac{2a}{1 + a + b} \text{ [mol]}$$

【化学平衡の法則⇨平衡時の「状態」を示す式】という発想か、
【題材が気体なので $PV=nRT$ を用いることができる】という発想など。

各分圧について以下の式が成り立つ。

$$\text{N}_2\text{O}_4 \quad 1 \times 10^5 \times \frac{0.50 - y}{1.5 + y - x} = a \times 10^5 \text{ [Pa]} \quad \textcircled{1} \quad \text{N}_2\text{O}_3 \quad 1 \times 10^5 \times \frac{x}{1.5 + y - x} = b \times 10^5 \text{ [Pa]} \quad \textcircled{2}$$

数学重視は、理科の基本の1つは数学だから！！

☆ さあ、どうする？ x, y を消さなくちゃ！ $1.5 - y + x$ が邪魔くさいからまとめちゃえ！

$$\textcircled{1}\text{式} + \textcircled{2}\text{式} \text{ から, } \frac{0.50 - y}{1.5 + y - x} + \frac{x}{1.5 + y - x} = a + b$$

$$\frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} = a + b$$

☆ まだ、分母・分子がうるさい！ん？左辺に足し算したら？

$$\frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} + 1 = \frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} + \frac{1.5 + y - x}{1.5 + y - x} = \frac{2}{1.5 + y - x}$$

$$\frac{0.50 - y + x}{1.5 + y - x} = \frac{2}{1.5 + y - x} - 1$$

$$\text{つまり, } \frac{2}{1.5 + y - x} - 1 = a + b \quad \therefore 1.5 + y - x = \frac{2}{1 + a + b} \quad \textcircled{3}$$

☆ もう一息！！

$$\textcircled{3}\text{式を}\textcircled{1}, \textcircled{2}\text{式に代入して, } x = \frac{2b}{1 + a + b} \text{ [mol], } y = 0.5 - \frac{2a}{1 + a + b} \text{ [mol]}$$

第Ⅲ問 (50点満点)

問題7, 問題8と問題9の問iについては, 所定の枠の中に, 0から9までの適当な数字を1枠に1つ記入せよ。問題9の問iiについては, 指示にしたがって所定の枠の中に適切な構造を記せ。

7 芳香族化合物に関する下の問に答えよ。

問i 幾何異性体が存在する有機化合物には, 光によって異性化(シス型-トランス型の変換)するものがあり, 記録素子や有機EL材料として注目されている。トランス型の芳香族炭化水素Aは光によって異性化し, より不安定なシス型の異性体Bに変わる。Aは分子量が200以下であることがわかっている。Aを硫酸酸性の過マンガン酸カリウム溶液で酸化すると, ただ一種類の有機化合物Cが得られた。Cはトルエンを硫酸酸性の過マンガン酸カリウム溶液で酸化することによっても得られる。Aに水を付加させると一種類の化合物Dが得られた。Dは不斉炭素原子を1つもった化合物である。Aの分子量を求めよ。解答は有効数字の3桁目を四捨五入して, 下の形式により示せ。ただし, 各元素の原子量はH=1, C=12とする。

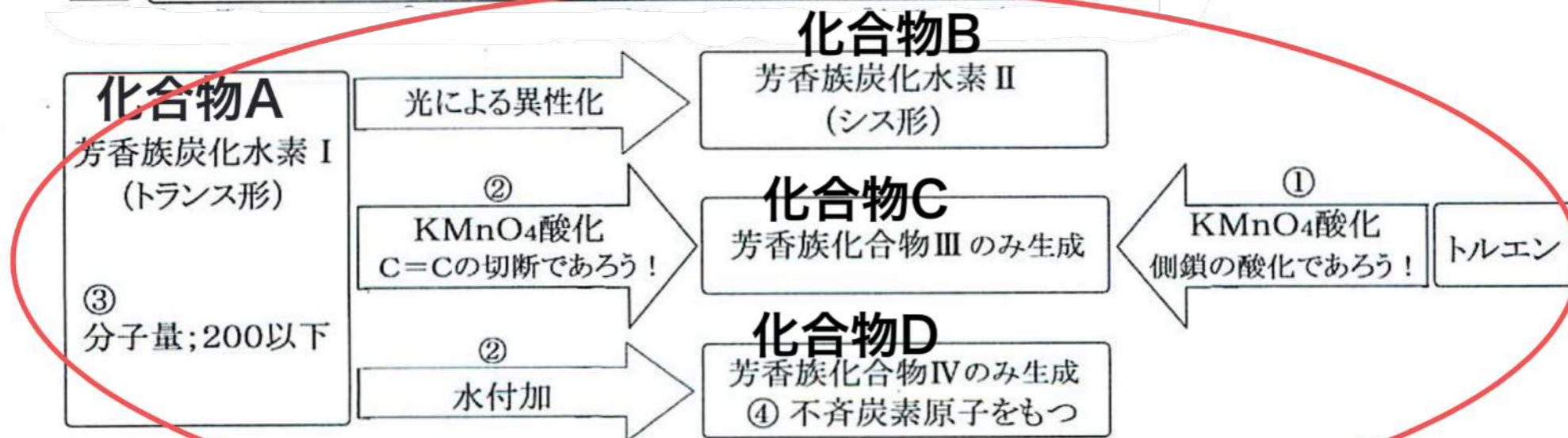
× 10²

7

情報の整理は有機でも極めて重要かと・・・流れ図は特に有効！？

7

情報の整理は有機でも極めて重要かと・・・流れ図は特に有効！？



7 情報の整理は有機でも極めて重要かと・・・流れ図は特に有効！？

付記しておいて下さい。

化合物A
芳香族炭化水素 I
(トランス形)
③
分子量;200以下

光による異性化

②
KMnO₄酸化
C=Cの切断であろう！

②
水付加

化合物B
芳香族炭化水素 II
(シス形)

付記しておいて下さい。

化合物C
芳香族化合物 III のみ生成

付記しておいて下さい。

①
KMnO₄酸化
側鎖の酸化であろう！
トルエン

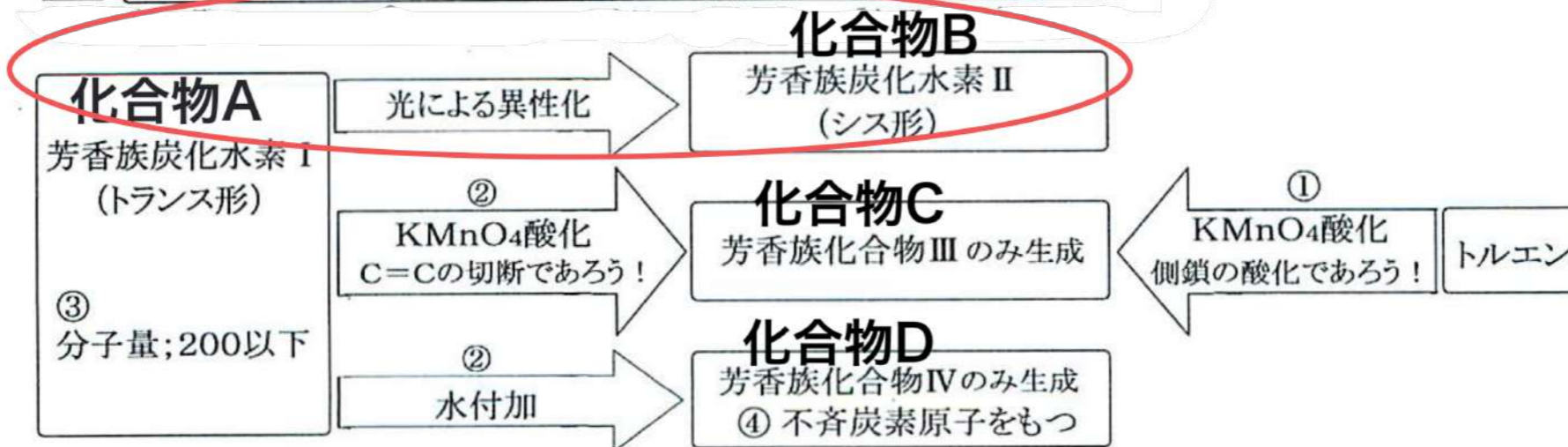
化合物D
芳香族化合物 IV のみ生成
④ 不斉炭素原子をもつ

付記しておいて下さい。

換)するものがあり、記録素子や有機 EL 材料として注目されている。トランス型の芳香族炭化水素 **A** は光によって異性化し、より不安定なシス型の異性体 **B** に変わる。**A** は分子量が 200 以下であることがわかっている。**A** を硫酸酸性の過マンガン酸カリウム溶液で酸化すると、ただ一種類の有機化合物 **C** が得られた。**C** はトルエンを硫酸酸性の過マンガン酸カリウム溶液で酸化することによっても得られる。**A** に水を付加させると一種類の化合物 **D** が得られた。**D** は不斉炭素原子を 1 つもった化合物である。**A** の分

7

情報の整理は有機でも極めて重要かと・・・流れ図は特に有効！？



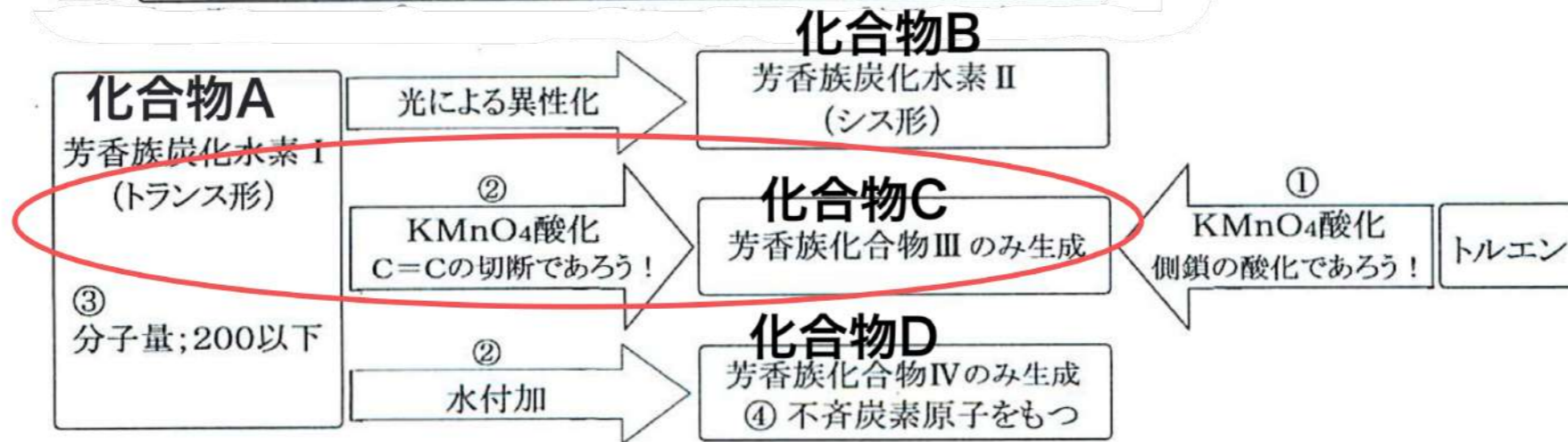
換)するものがあり、記録素子や有機 EL 材料として注目されている。トランス型の芳香族炭化水素 A は光によって異性化し、より不安定なシス型の異性体 B に変わる。A は分子量が 200 以下であることがわかっている。A を硫酸酸性の過マンガン酸カリウム溶液で酸化すると、ただ一種類の有機化合物 C が得られた。C はトルエンを硫酸酸性の過マンガン酸カリウム溶液で酸化することによっても得られる。A に水を付加させると一種類の化合物 D が得られた。D は不斉炭素原子を 1 つもった化合物である。A の分

7 情報の整理は有機でも極めて重要かと...流れ図は特に有効!?



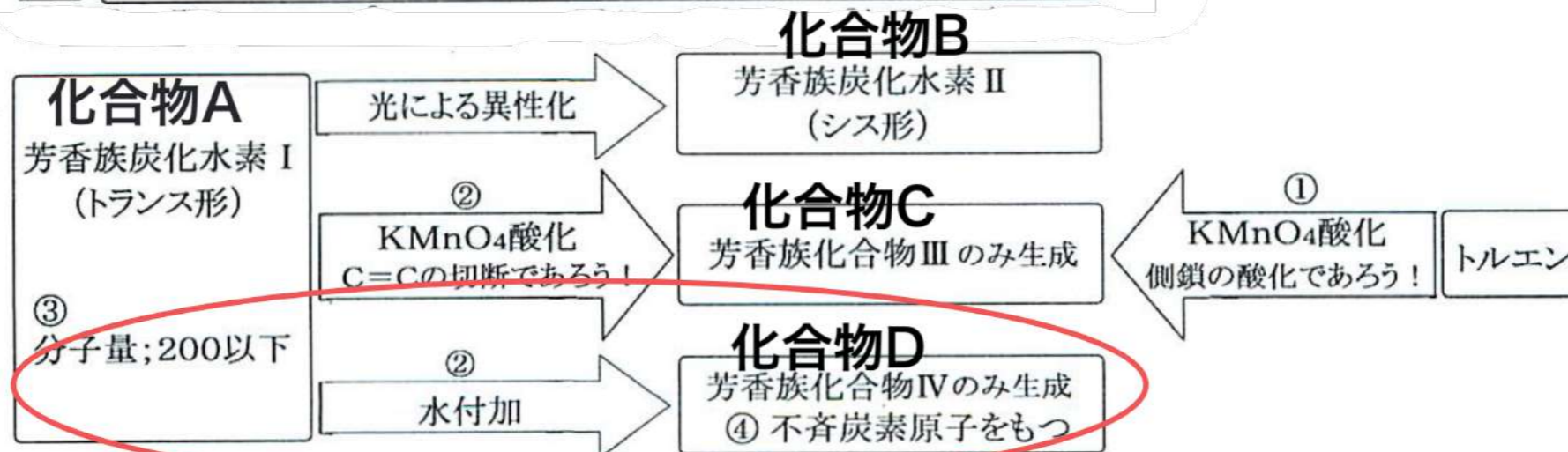
換)するものがあり、記録素子や有機 EL 材料として注目されている。トランス型の芳香族炭化水素 A は光によって異性化し、より不安定なシス型の異性体 B に変わる。A は分子量が 200 以下であることがわかっている。A を硫酸酸性の過マンガン酸カリウム溶液で酸化すると、ただ一種類の有機化合物 C が得られた。C はトルエンを硫酸酸性の過マンガン酸カリウム溶液で酸化することによっても得られる。A に水を付加させると一種類の化合物 D が得られた。D は不斉炭素原子を 1 つもった化合物である。A の分

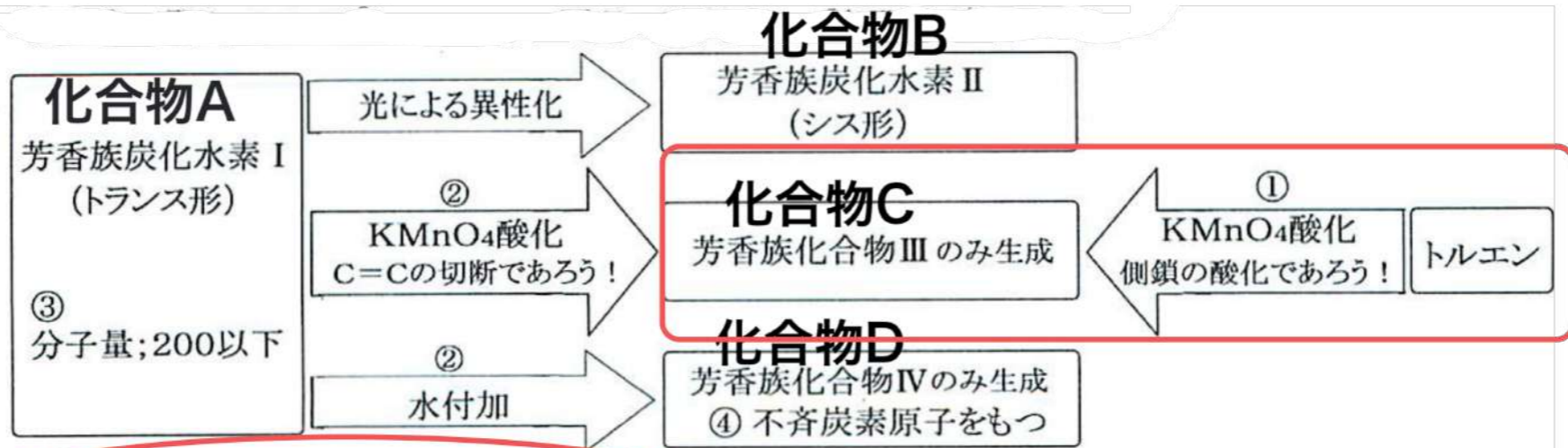
7 情報の整理は有機でも極めて重要かと・・・流れ図は特に有効! ?



換)するものがあり，記録素子や有機 EL 材料として注目されている。トランス型の芳香族炭化水素 A は光によって異性化し，より不安定なシス型の異性体 B に変わる。A は分子量が 200 以下であることがわかっている。A を硫酸酸性の過マンガン酸カリウム溶液で酸化すると，ただ一種類の有機化合物 C が得られた。C はトルエンを硫酸酸性の過マンガン酸カリウム溶液で酸化することによっても得られる。A に水を付加させると一種類の化合物 D が得られた。D は不斉炭素原子を 1 つもった化合物である。A の分

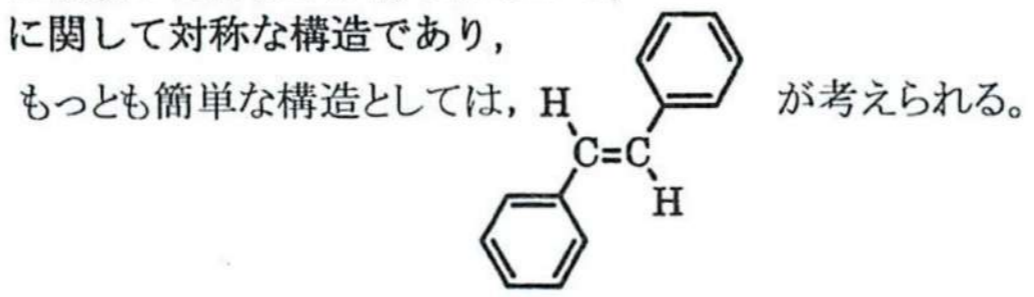
7 情報の整理は有機でも極めて重要かと・・・流れ図は特に有効！？





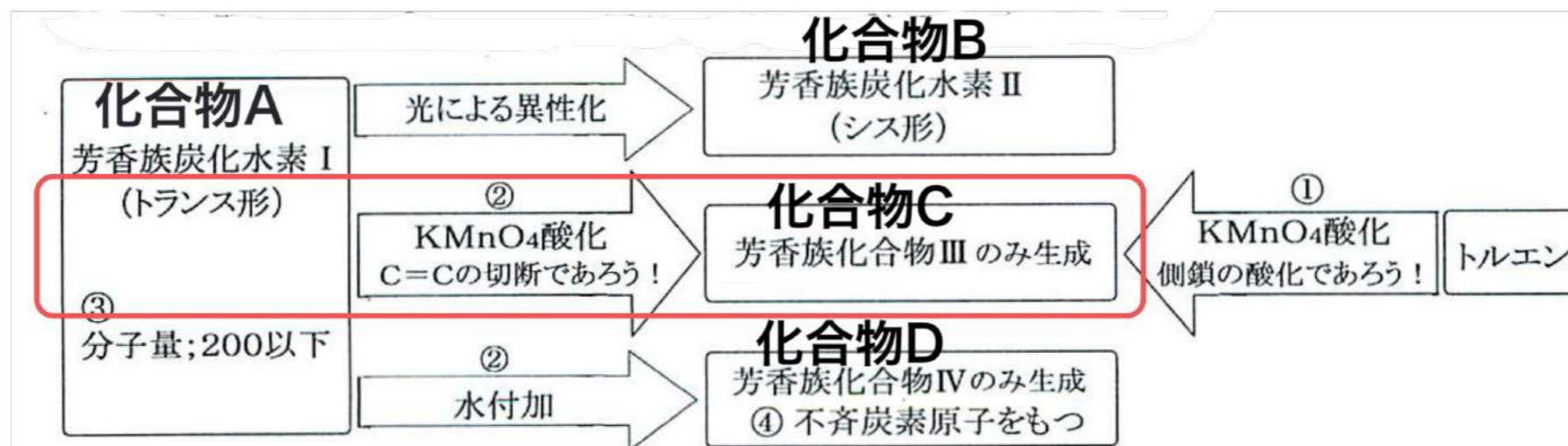
① 有機化合物Ⅲは、安息香酸とわかる。

② 芳香族炭化水素 I を過マンガン酸カリウム水溶液で酸化するとⅢのみが得られ、I に水を付加すると 1 種類の化合物Ⅳが得られるので、I (Ⅱ) の構造は C=C に関して対称な構造であり、



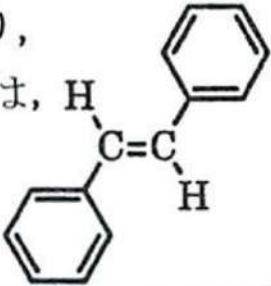
③ この化合物の分子量は180であり、対称性を保ちつつ炭素原子が増えた構造を考えると、そのような構造の分子量は200を超える。化合物 I の分子量は200以下なので、上記の化合物が化合物 I である(分子量=180)と決まる。

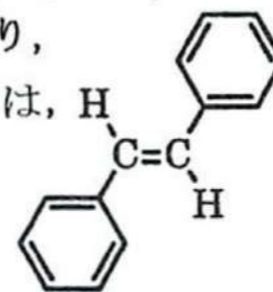
④ この考察は、Ⅳが不斉炭素原子を1つだけもつことと矛盾しない。



① 有機化合物 III は、安息香酸とわかる。

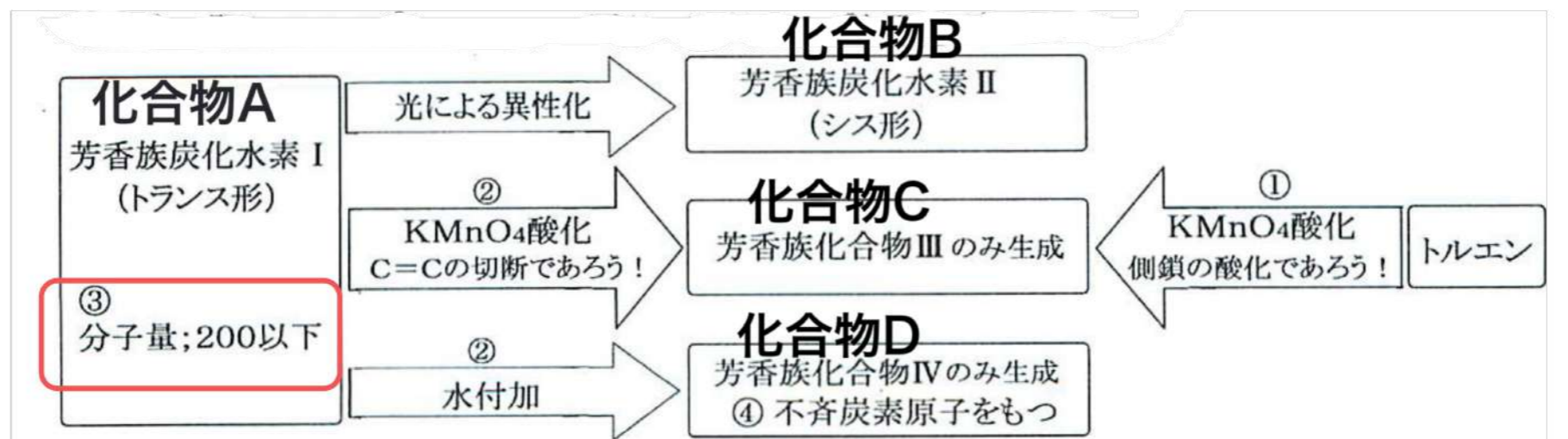
② 芳香族炭化水素 I を過マンガン酸カリウム水溶液で酸化すると III のみを得られ、I に水を付加すると 1 種類の化合物 IV が得られるので、I (II) の構造は C=C に関して対称な構造であり、

もっとも簡単な構造としては、 が考えられる。

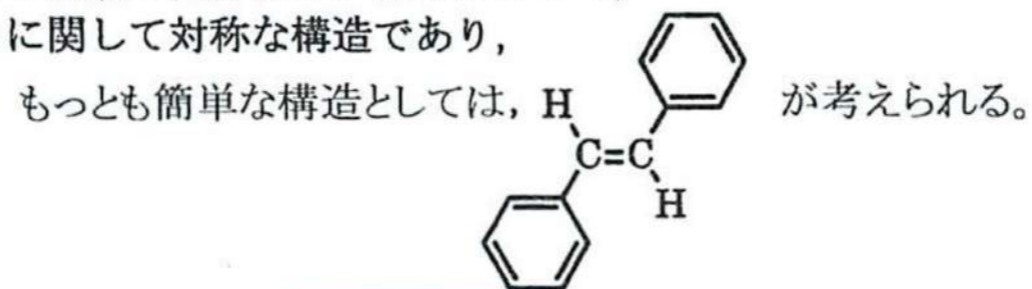


③ この化合物の分子量は180であり、対称性を保ちつつ炭素原子が増えた構造を考えると、そのような構造の分子量は200を超える。化合物 I の分子量は200以下なので、上記の化合物が化合物 I である(分子量=180)と決まる。

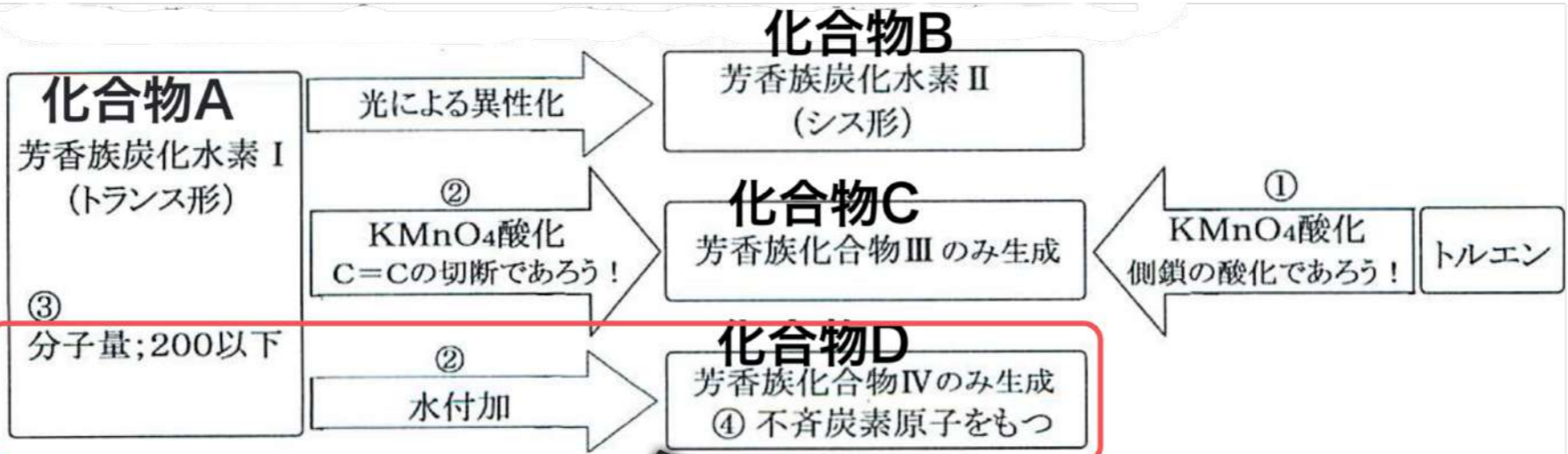
④ この考察は、IV が不斉炭素原子を1つだけもつことと矛盾しない。



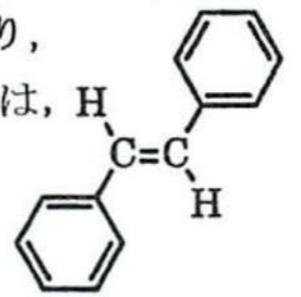
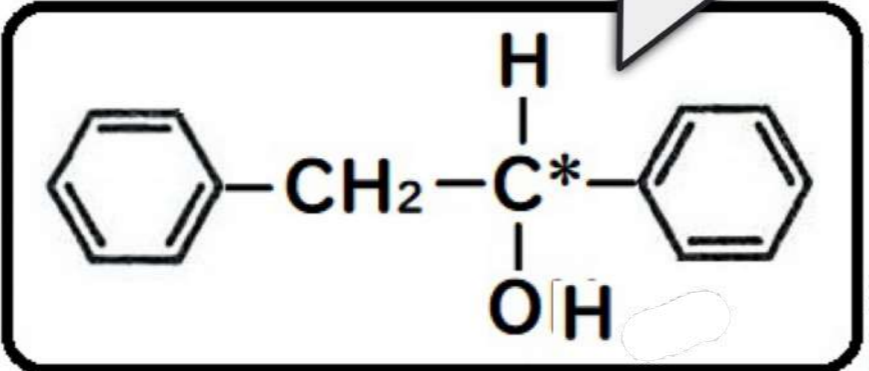
- ① 有機化合物 III は、安息香酸とわかる。
- ② 芳香族炭化水素 I を過マンガン酸カリウム水溶液で酸化すると III のみを得られ、I に水を付加すると 1 種類の化合物 IV が得られるので、I (II) の構造は C=C に関して対称な構造であり、



- ③ この化合物の分子量は180であり、対称性を保ちつつ炭素原子が増えた構造を考えると、そのような構造の分子量は200を超える。化合物 I の分子量は200以下なので、上記の化合物が化合物 I である(分子量=180)と決まる。
- ④ この考察は、IV が不斉炭素原子を1つだけもつことと矛盾しない。



- ① 有機化合物 III は、安息香酸とわか
- ② 芳香族炭化水素 I を過マンガンカリウム水溶液で酸化すると III のみが得られ、I に水を付加すると 1 種類の化合物 IV が得られるので、I (II) の構造は C=C に関し

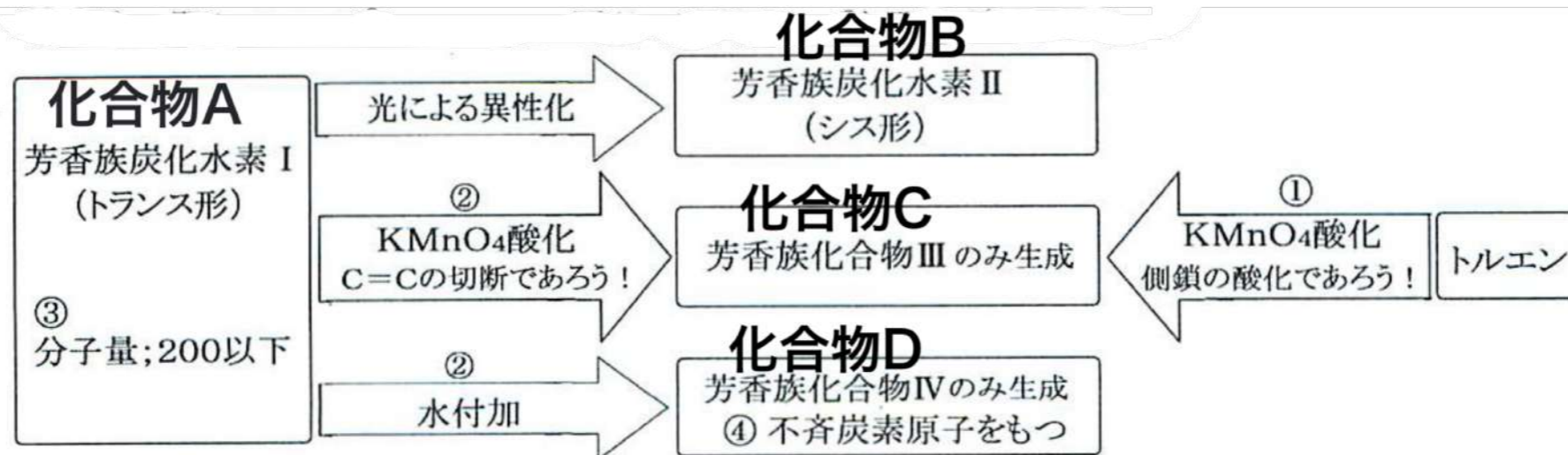


としては、H-C=C-H が考えられる。

性を保ちつつ炭素原子が増えた構造を考えると、化合物 I の分子量は200以下なので、上記の化


合物が化合物 I である(分子量=180)と決まる。

④ この考察は、IV が不斉炭素原子を 1 つだけもつことと矛盾しない。



① 有機化合物 III は、安息香酸とわかる。

② 芳香族炭化水素 I を過マンガン酸カリウム水溶液で酸化すると III のみを得られ、I に水を付加すると 1 種類の化合物 IV が得られるので、I (II) の構造は C=C に関して対称な構造であり、

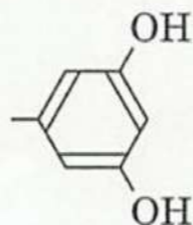
もっとも簡単な構造としては、 が考えられる。

この化合物の分子量は 180

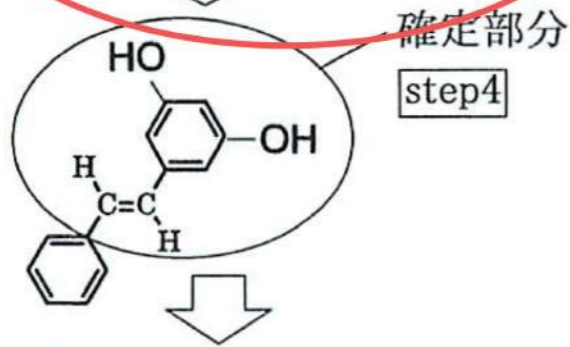
③ この化合物の分子量は 180 であり、対称性を保ちつつ炭素原子が増えた構造を考えると、そのような構造の分子量は 200 を超える。化合物 I の分子量は 200 以下なので、上記の化合物が化合物 I である (分子量 = 180) と決まる。

④ この考察は、IV が不斉炭素原子を 1 つだけもつことと矛盾しない。

問 ii ポリフェノール類は活性酸素種の無害化を行うことが知られており，栄養性抗酸化物質として注目されている。アストリンジェニンとよばれる抗酸化物質は問 i の A にフェノール性ヒドロキシ基がいくつか付いた構造の物質である。このアストリンジェニン 12.2 g は 2.0 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 100 mL と過不足なく反応する。アストリンジェニンは以下に示す部分構造を含むことがわかっている。以上の条件から，アストリンジェニンについて考えられる構造は何種類あるか。ただし，単結合は自由に回転できるものとし，各元素の原子量は $H = 1$ ， $C = 12$ ， $O = 16$ とする。

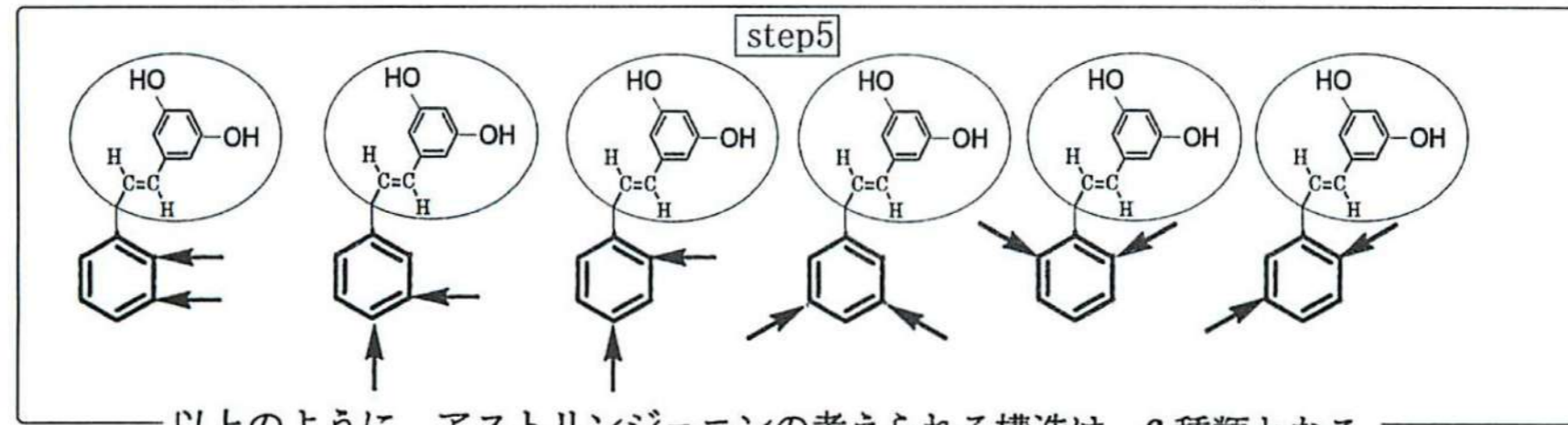


問 ii 【解説】 化合物A

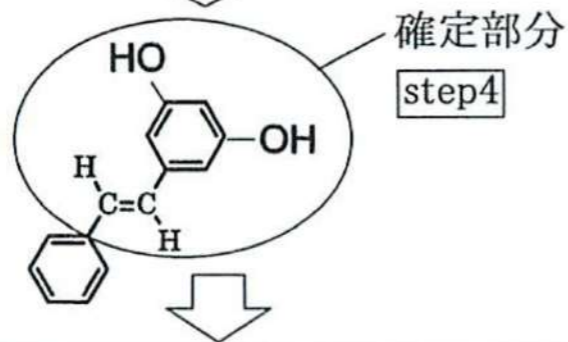
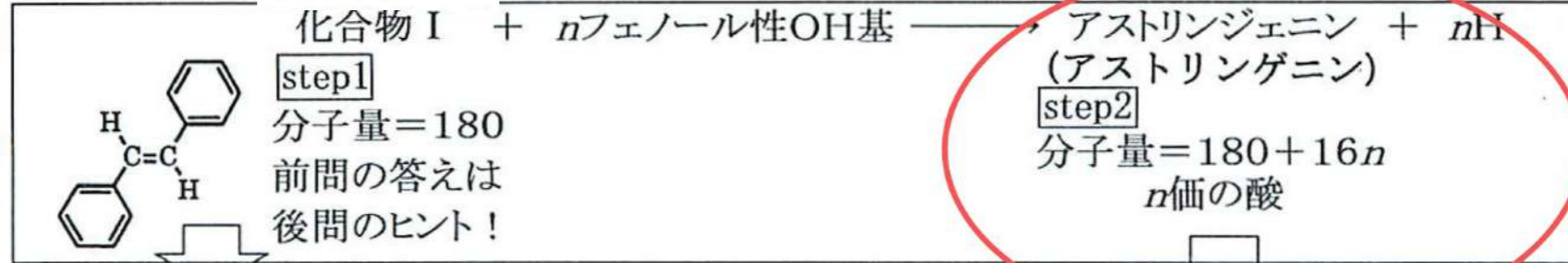


step3

$$\frac{12.2}{180+16n} \times n = 2.0 \times \frac{100}{1000} \times 1 \quad \therefore n = 4$$

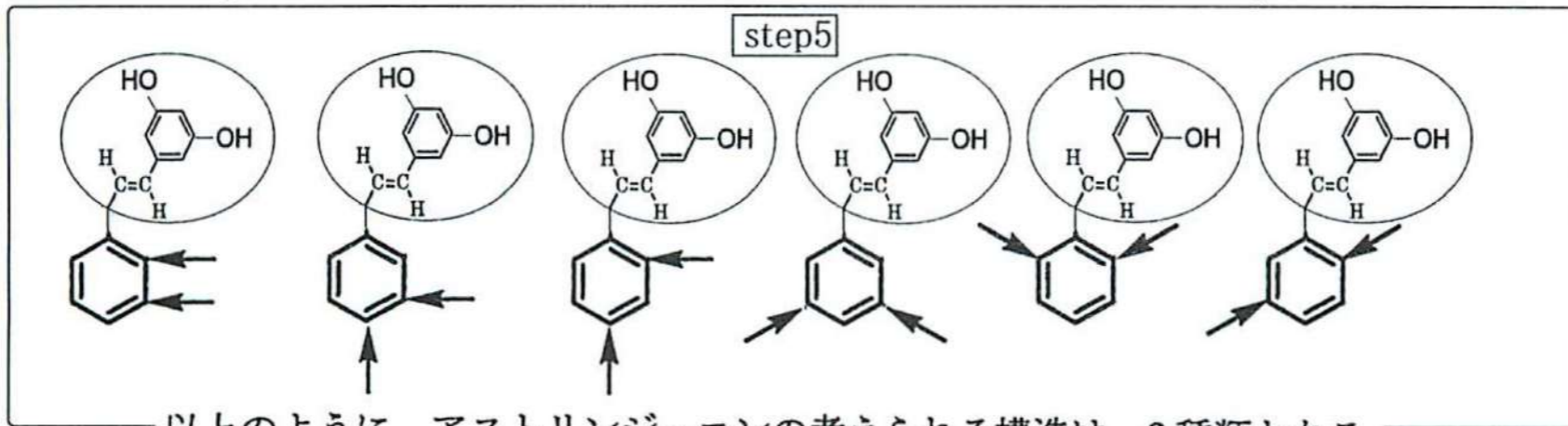


問 ii 【解説】 化合物A



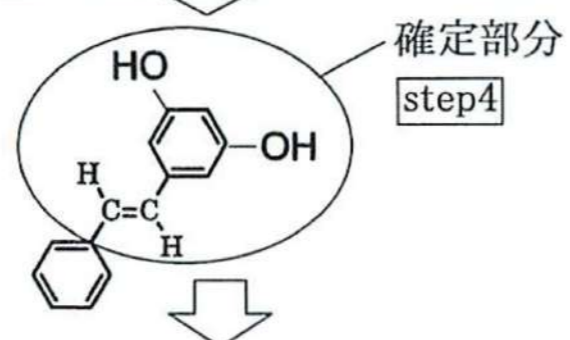
step3

$$\frac{12.2}{180+16n} \times n = 2.0 \times \frac{100}{1000} \times 1 \quad \therefore n = 4$$



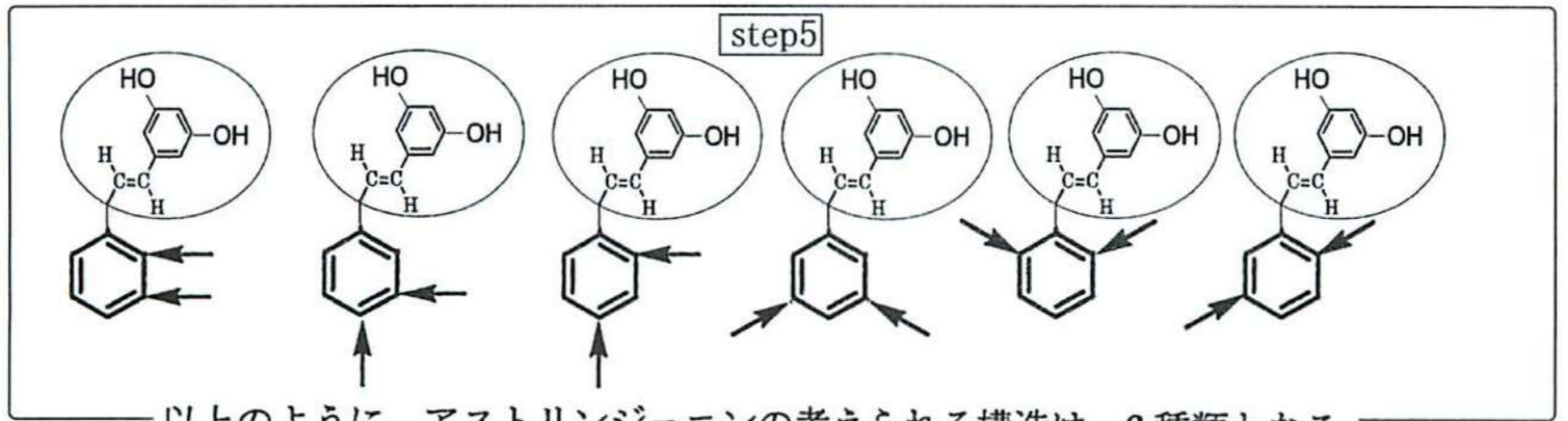
以上のように、アストリンジェニンの考えられる構造は、6種類となる。

問 ii 【解説】 化合物A



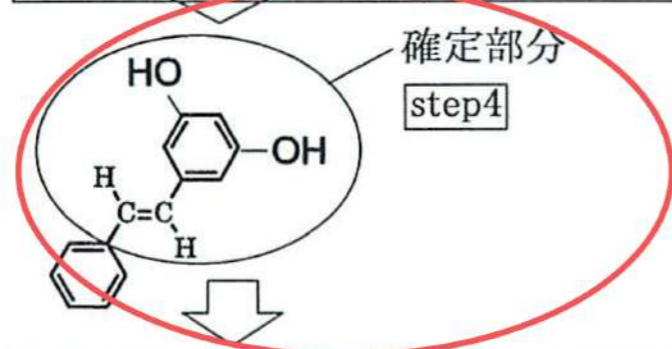
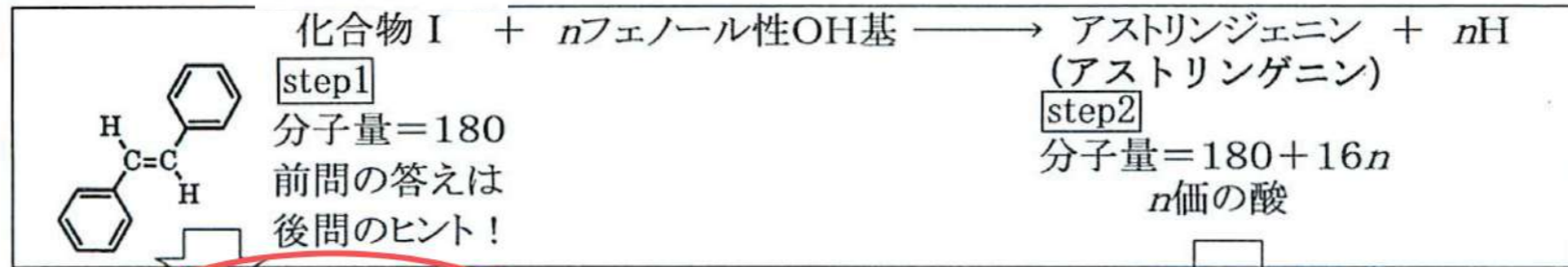
step3

$$\frac{12.2}{180 + 16n} \times n = 2.0 \times \frac{100}{1000} \times 1 \quad \therefore n = 4$$



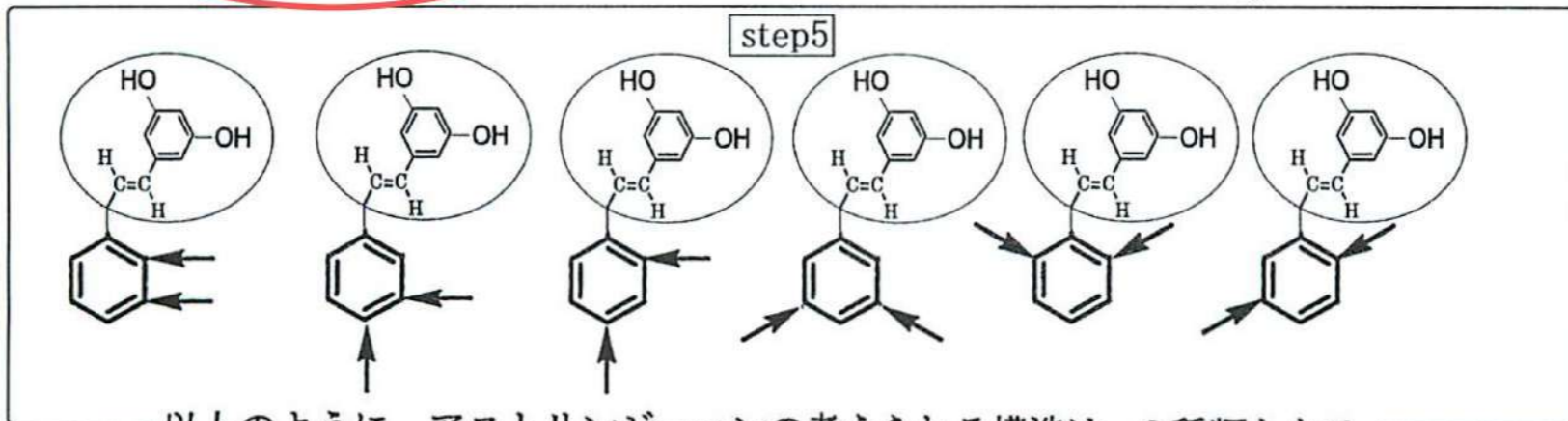
以上のように、アストリンジェニンの考えられる構造は、6種類となる。

問 ii 【解説】 化合物A



step3

$$\frac{12.2}{180+16n} \times n = 2.0 \times \frac{100}{1000} \times 1 \quad \therefore n = 4$$



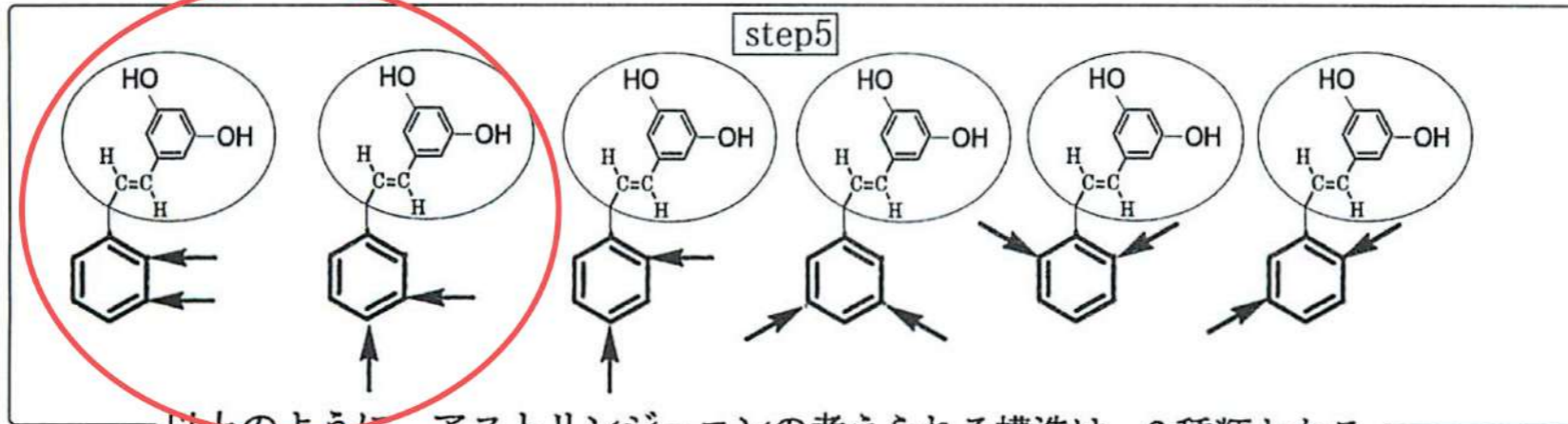
— 以上のように、アストリンジェニンの考えられる構造は、6種類となる。 —

問 ii 【解説】 化合物A



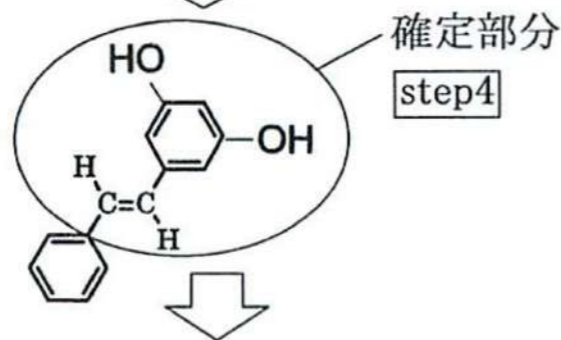
step3

$$\frac{12.2}{180+16n} \times n = 2.0 \times \frac{100}{1000} \times 1 \quad \therefore n = 4$$



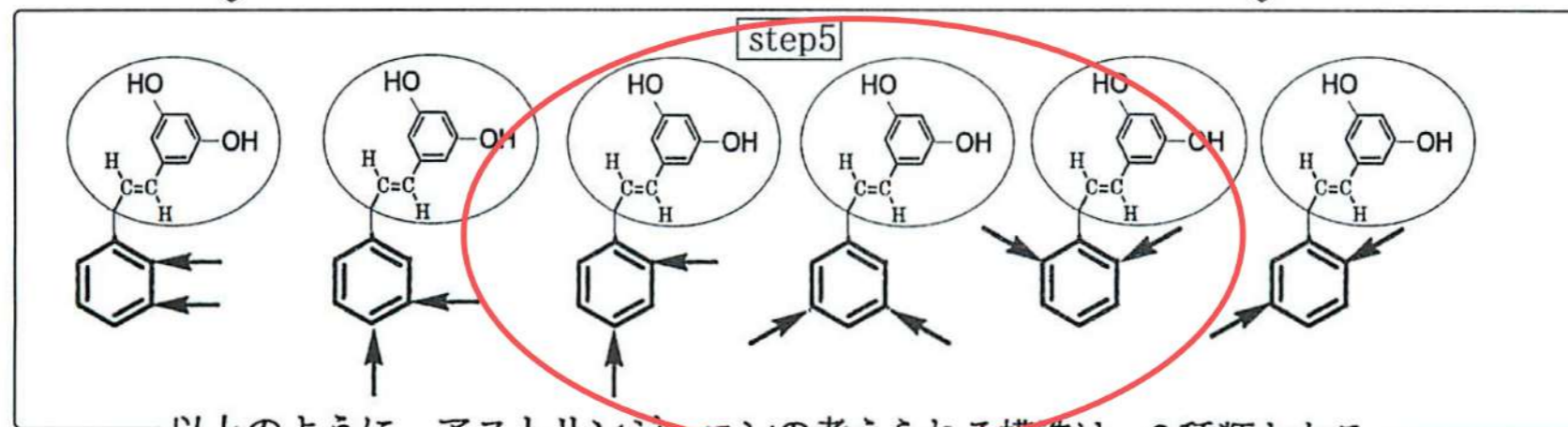
以上のように、アストリンジェニンの考えられる構造は、6種類となる。

問 ii 【解説】 化合物A



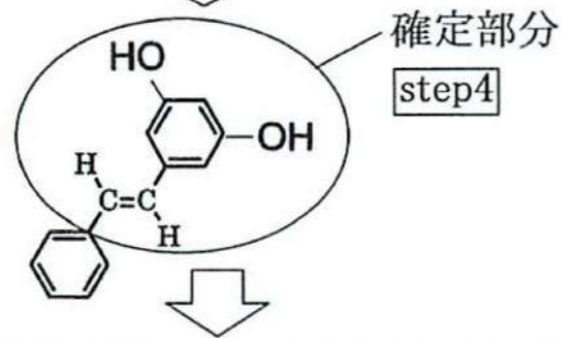
step3

$$\frac{12.2}{180+16n} \times n = 2.0 \times \frac{100}{1000} \times 1 \quad \therefore n = 4$$



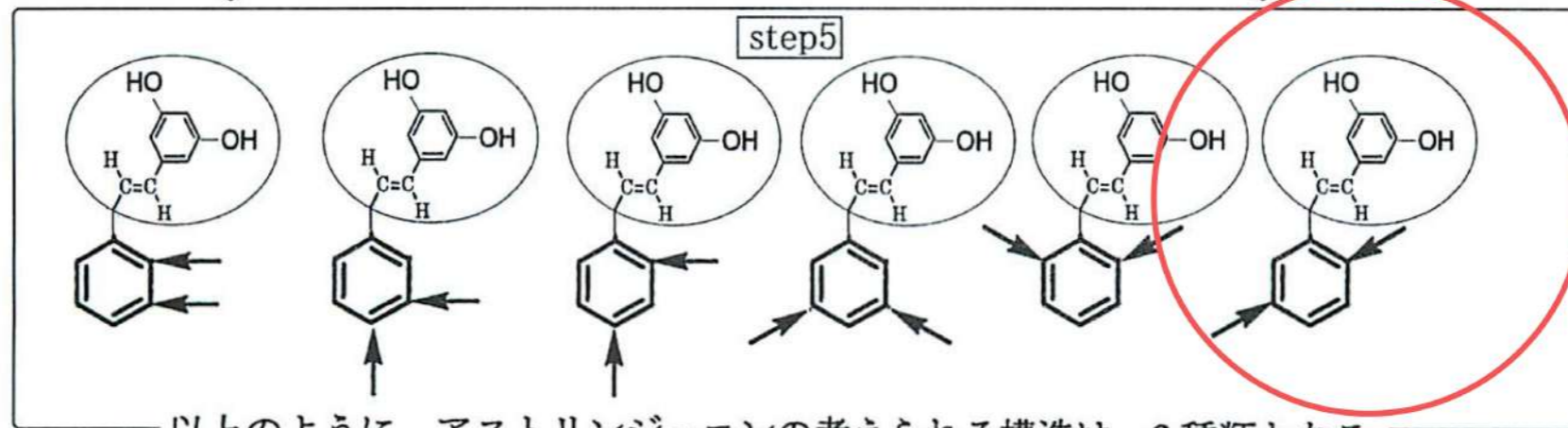
以上のように、アストリンジェニンの考えられる構造は、6種類となる。

問 ii 【解説】 化合物A



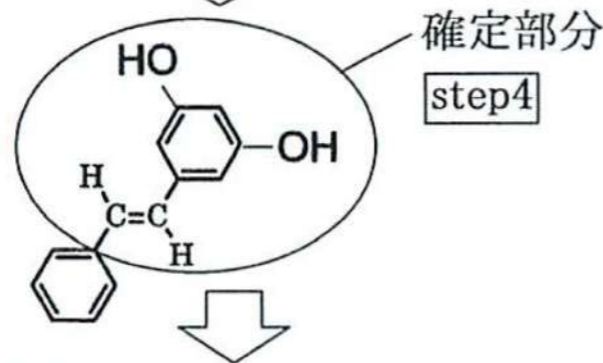
step3

$$\frac{12.2}{180 + 16n} \times n = 2.0 \times \frac{100}{1000} \times 1 \quad \therefore n = 4$$



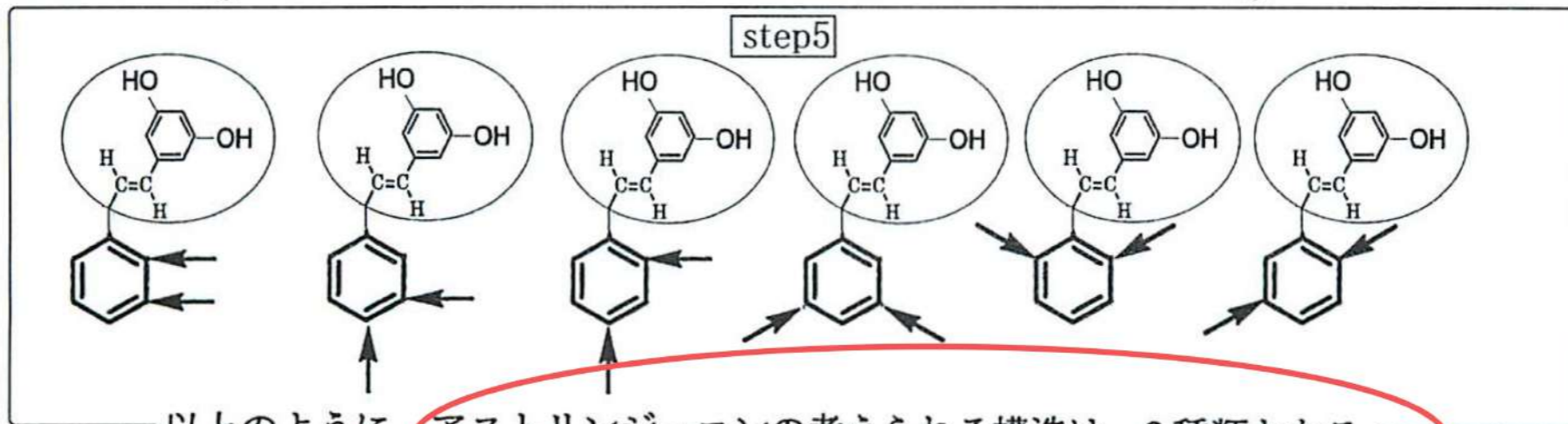
以上のように、アストリンジェニンの考えられる構造は、6種類となる。

問 ii 【解説】 化合物A



step3

$$\frac{12.2}{180+16n} \times n = 2.0 \times \frac{100}{1000} \times 1 \quad \therefore n = 4$$



以上のように、アストリンジェニンの考えられる構造は、6種類となる。

8 天然有機化合物 A～E およびそれらの構成物質である有機化合物 a～e に関するつぎの記述ア～オを読み、下の問に答えよ。

ア. 生物の主要な構成成分のひとつである A は、約 20 種類の a がアミド結合で多数結びついた構造をもつ。

イ. 生物の遺伝情報を保持する B は、リン酸、五炭糖、有機塩基からなる b がリン酸エステル結合で多数結びついた構造をもつ。

ウ. 植物のエネルギー貯蔵物質のひとつである C は、c がグリコシド結合で多数結びついた構造をもつ。

エ. 植物細胞の細胞壁の主成分である D は、c と同じ分子式 $C_6H_{12}O_6$ をもつ d がグリコシド結合で多数結びついた構造をもつ。

オ. ヒトの三大栄養素のひとつである E は、グリセリンに 3 個の e がエステル結合で結びついた構造をもつ。

問 つぎの記述のうち、正しいものはどれか。

1. A～E は、すべて天然高分子化合物に分類される。
2. A と B の立体構造には水素結合が関与している。
3. C と D はらせん状の立体構造をもつ。
4. E は、酵素インベルターゼによって加水分解される。
5. a～e のなかに、加水分解される構造をもつものはない。
6. c と d は、水溶液中では主に鎖状構造として存在するため、いずれも還元性を示す。

【解答】

2

【解説】

アより，Aはタンパク質，aは α -アミノ酸である。

イより，Bはデオキシリボ核酸（DNA），bはデオキシリボースをもつヌクレオチドである。

ウより，Cはデンプン，cは α -グルコースである。

エより，Dはセルロース，dは β -グルコースである。

オより，Eは油脂，eは高級脂肪酸である。

1. (誤) Eは高分子ではない。
2. (正)
3. (誤) Cはらせん構造をもつが，Dは直線状の高分子である。
4. (誤) Eはリパーゼによって加水分解される。
5. (誤) aのアスパラギンやグルタミンおよびbは加水分解される構造をもつ。
6. (誤) グルコースは，水溶液中では主に β -グルコースの状態が存在し，鎖状構造として存在している割合はごくわずかである。

【解説】

アより、Aはタンパク質、aは α -アミノ酸である。

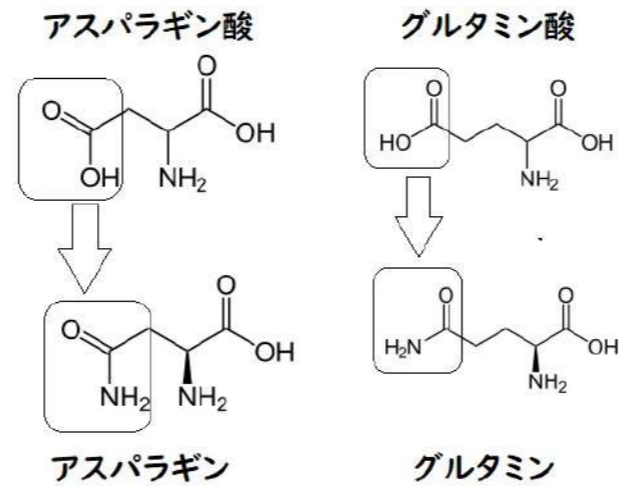
イより、Bはデオキシリボ核酸 (DNA)、bはデオキシリボースをもつヌクレオチドである。

ウより、Cはデンプン、cは α -グルコースである。

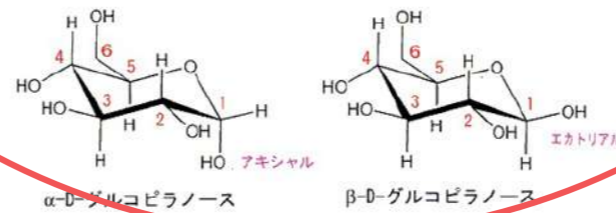
エより、Dはセルロース、dは β -グルコースである。

オより、Eは油脂、eは高級脂肪酸である。

1. (誤) Eは高分子ではない。
2. (正)
3. (誤) Cはらせん構造をもつが、Dは直線状の高分子である。
4. (誤) Eはリパーゼによって加水分解される。
5. (誤) aのアスパラギンやグルタミンおよびbは加水分解される構造をもつ。

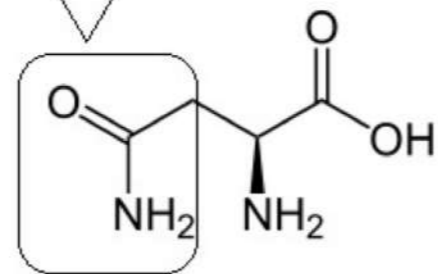
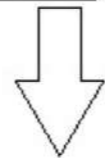
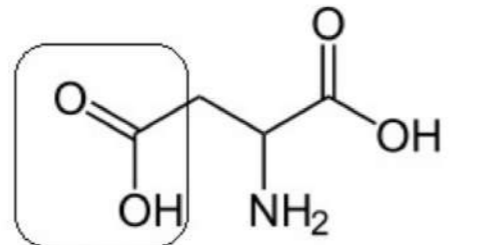


6. (誤) グルコースは、水溶液中では主に β -グルコースの状態が存在し、鎖状構造として存在している割合はごくわずかである。



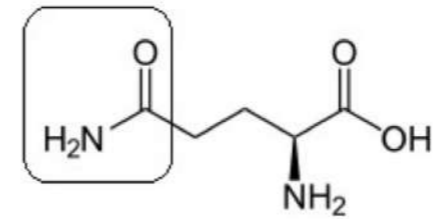
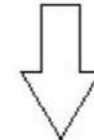
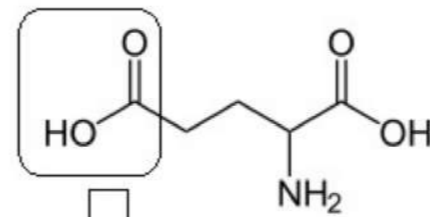
5. (誤) aのアスパラギンやグルタミンおよびbは加水分解される構造をもつ。

アスパラギン酸



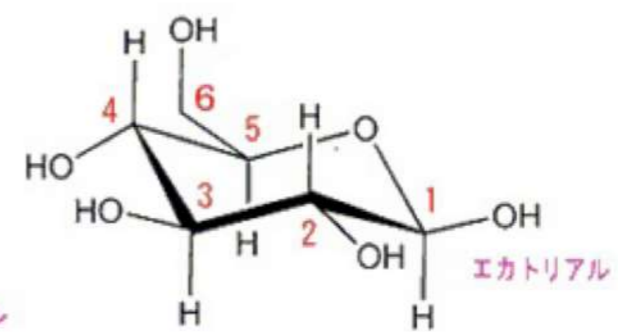
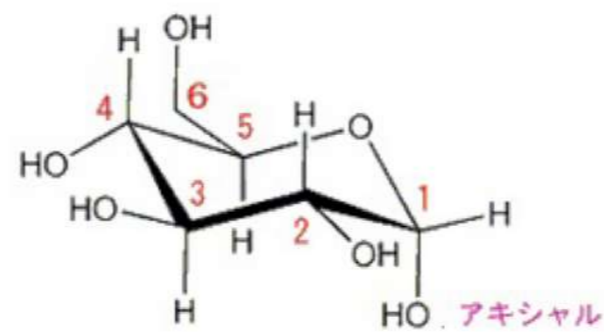
アスパラギン

グルタミン酸



グルタミン

6. (誤) グルコースは、水溶液中では主に β -グルコースの状態が存在し、鎖状構造として存在している割合はごくわずかである。



9 有機化合物 A~D に関するつぎの記述ア~オを読み、下の間に答えよ。

ア. A は分子式 $C_{13}H_{14}N_2O_4$ をもち、アミド結合とエステル結合を含む中性の分子である。

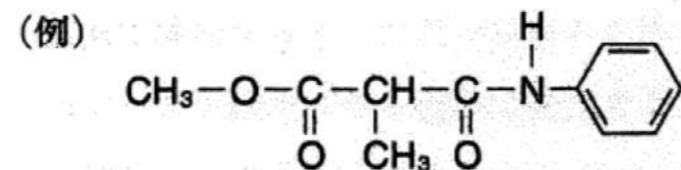
イ. A をおだやかに加水分解すると、B, C, D が得られる。

ウ. B は炭素数 6 の芳香族化合物であり、B の水溶液に塩化鉄(Ⅲ)の水溶液を加えると、紫色に呈色する。

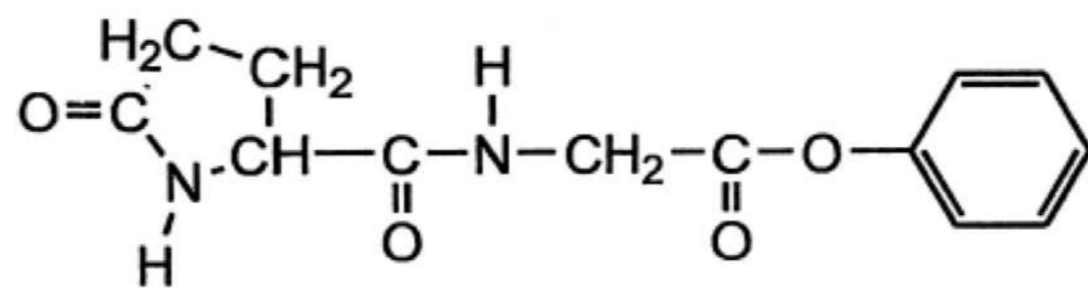
エ. C は不斉炭素原子を含まない天然の α -アミノ酸である。

オ. D は不斉炭素原子を 1 つ含み、五員環構造をもつ。D をさらに加水分解すると、等電点 3.2 の天然の α -アミノ酸が得られる。

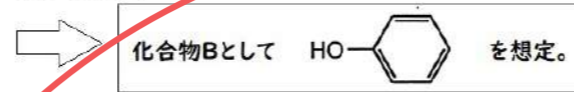
問 化合物 A の構造式を例にならって示せ。ただし、光学異性体は考慮しなくてよい。



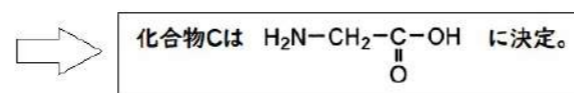
【解答】



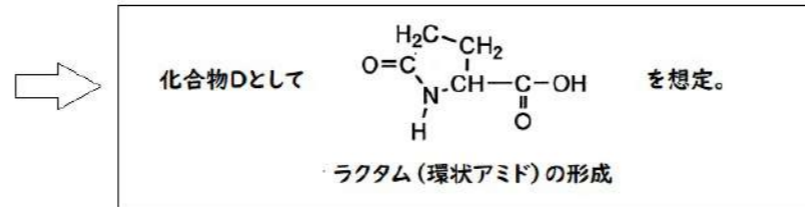
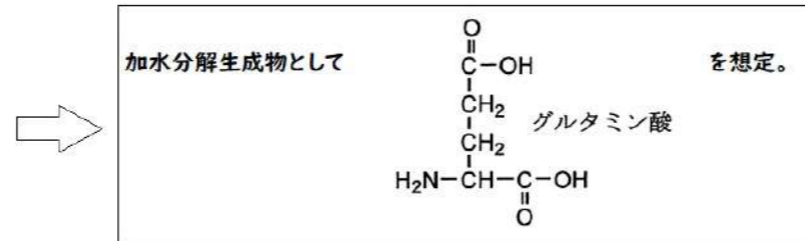
ウ. Bは炭素数6の芳香族化合物であり、Bの水溶液に塩化鉄(Ⅲ)の水溶液を加えると、紫色に呈色する。



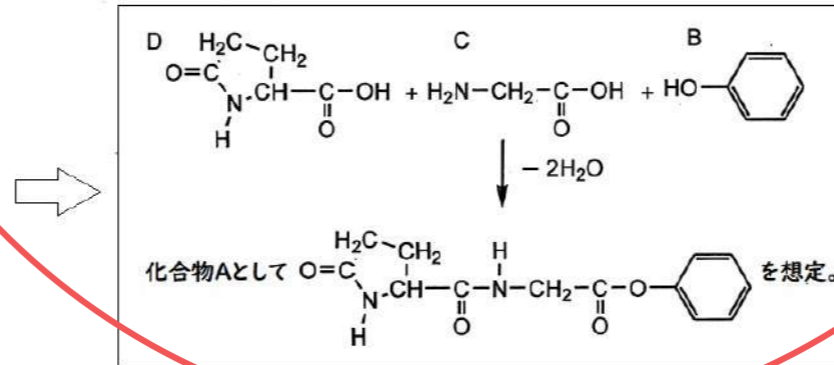
エ. Cは不斉炭素原子を含まない天然のα-アミノ酸である。



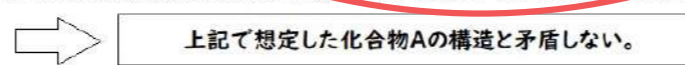
オ. Dは不斉炭素原子を1つ含み、五員環構造をもつ。Dをさらに加水分解すると、等電点3.2の天然のα-アミノ酸が得られる。



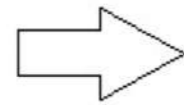
イ. Aをおだやかに加水分解すると、B、C、Dが得られる。



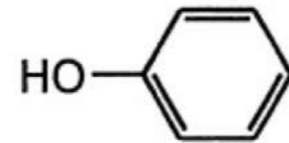
ア. Aは分子式 $C_{13}H_{14}N_2O_4$ をもち、アミド結合とエステル結合を含む中性の分子である。



ウ. Bは炭素数6の芳香族化合物であり, Bの水溶液に塩化鉄(Ⅲ)の水溶液を加えると, 紫色に呈色する。

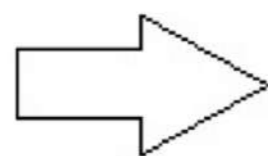


化合物Bとして



を想定。

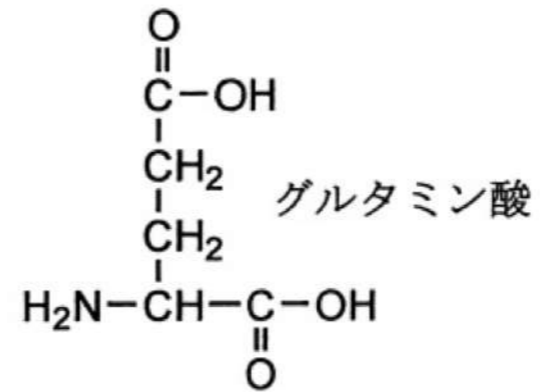
エ. Cは不斉炭素原子を含まない天然の α -アミノ酸である。



化合物Cは $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{OH}$ に決定。

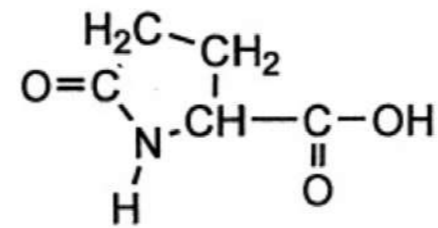
オ. Dは不斉炭素原子を1つ含み、五員環構造をもつ。Dをさらに加水分解すると、等電点3.2の天然の α -アミノ酸が得られる。

加水分解生成物として



を想定。

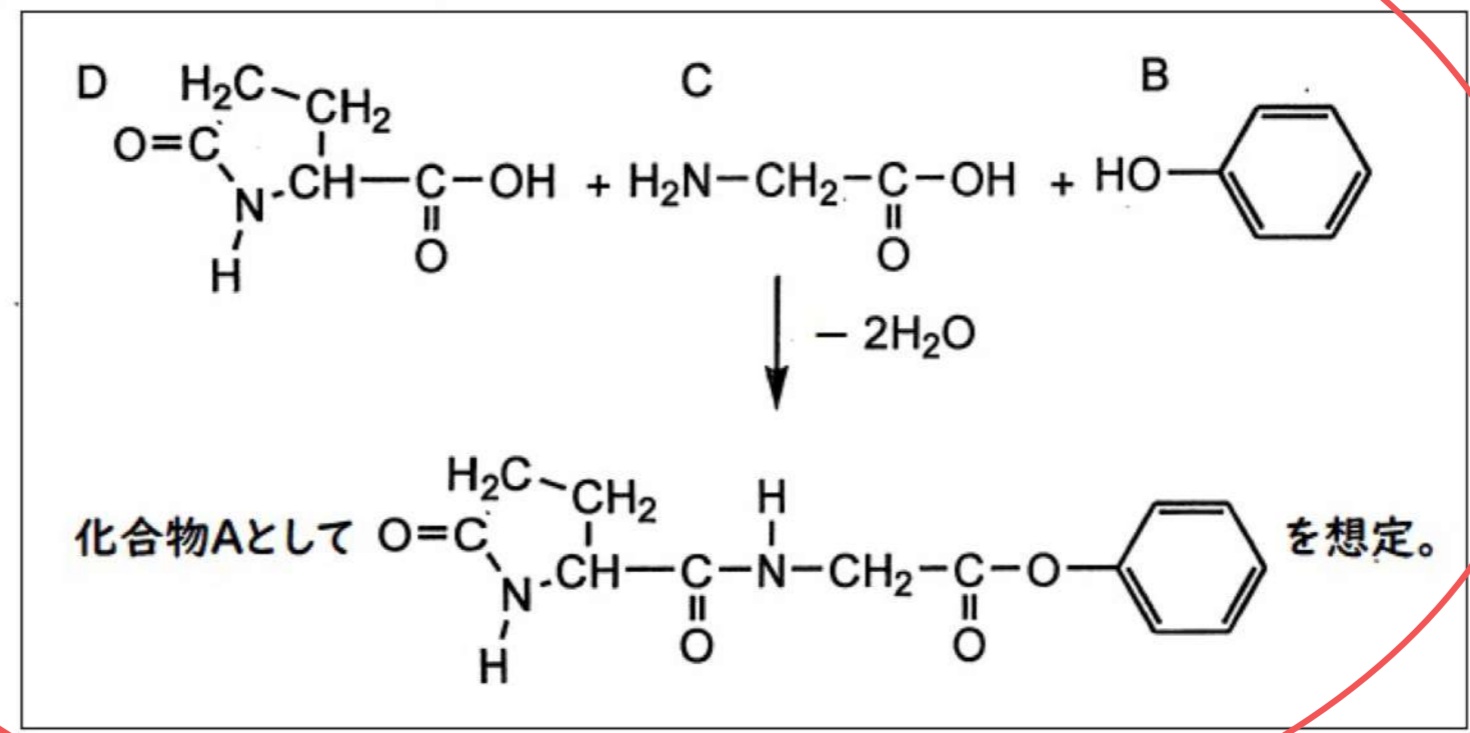
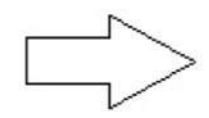
化合物Dとして



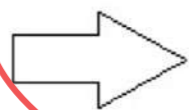
を想定。

ラクタム(環状アミド)の形成

イ. Aをおだやかに加水分解すると、B、C、Dが得られる。



ア. Aは分子式 $C_{13}H_{14}N_2O_4$ をもち、アミド結合とエステル結合を含む中性の分子である。



上記で想定した化合物Aの構造と矛盾しない。

お疲れ様でした。

