

III-1 酸塩基、電離平衡-1

【解答】問i 2,3 問ii 15 mL 問iii 1.0

【解説】問i

1. アンモニア水と塩酸の中和滴定では指示薬はフェノールフタレインが適当である。

1.(誤) アンモニアと塩酸の中和滴定の中和点は酸性なので、指示薬は変色域
が酸性の指示薬が適当。

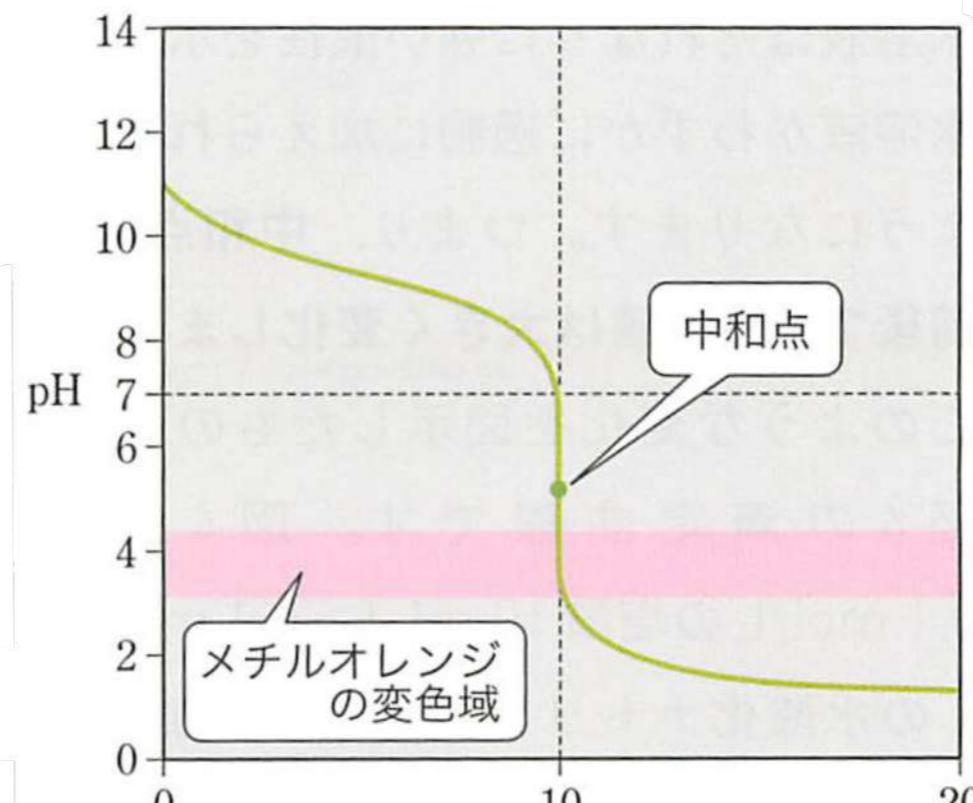


図3 HCl水溶液の滴下量(mL)

III-1 酸塩基、電離平衡-1

【解答】問i 2,3 問ii 15mL 問iii 1.0

【解説】問i

1. アンモニア水と塩酸の中和滴定では指示薬はフェノールフタレンが適当である。

1.(誤) アンモニアと塩酸の中和滴定の中和点は酸性なので、指示薬は変色域が酸性の指示薬が適当。

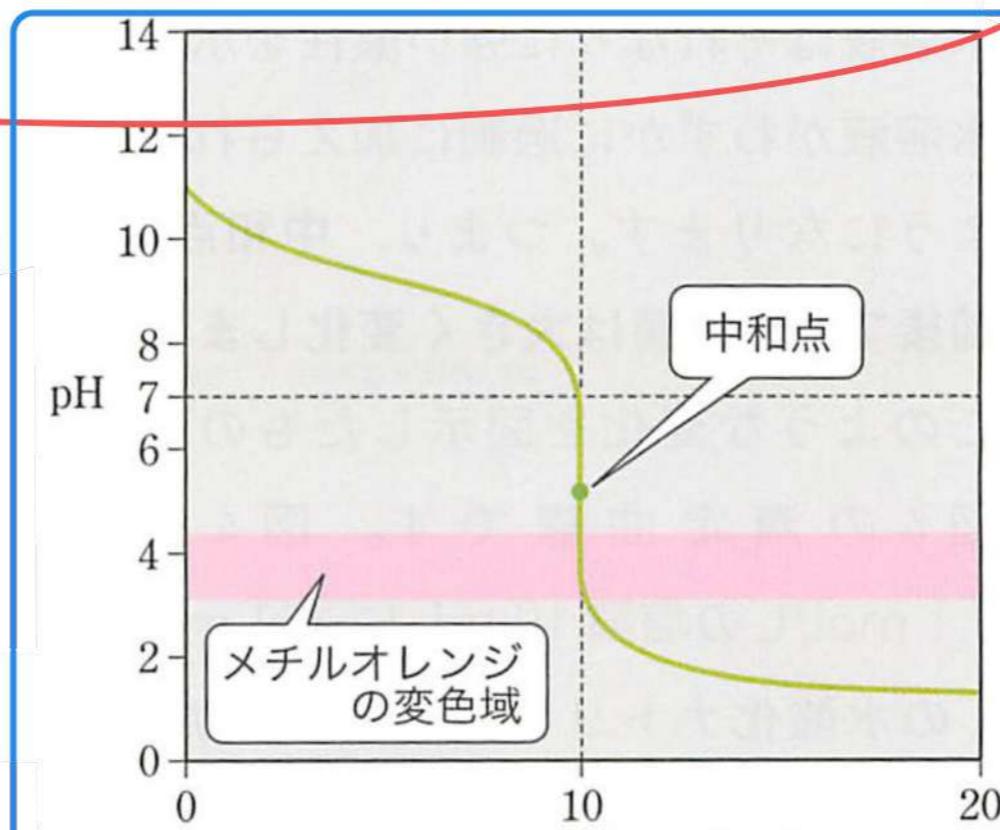


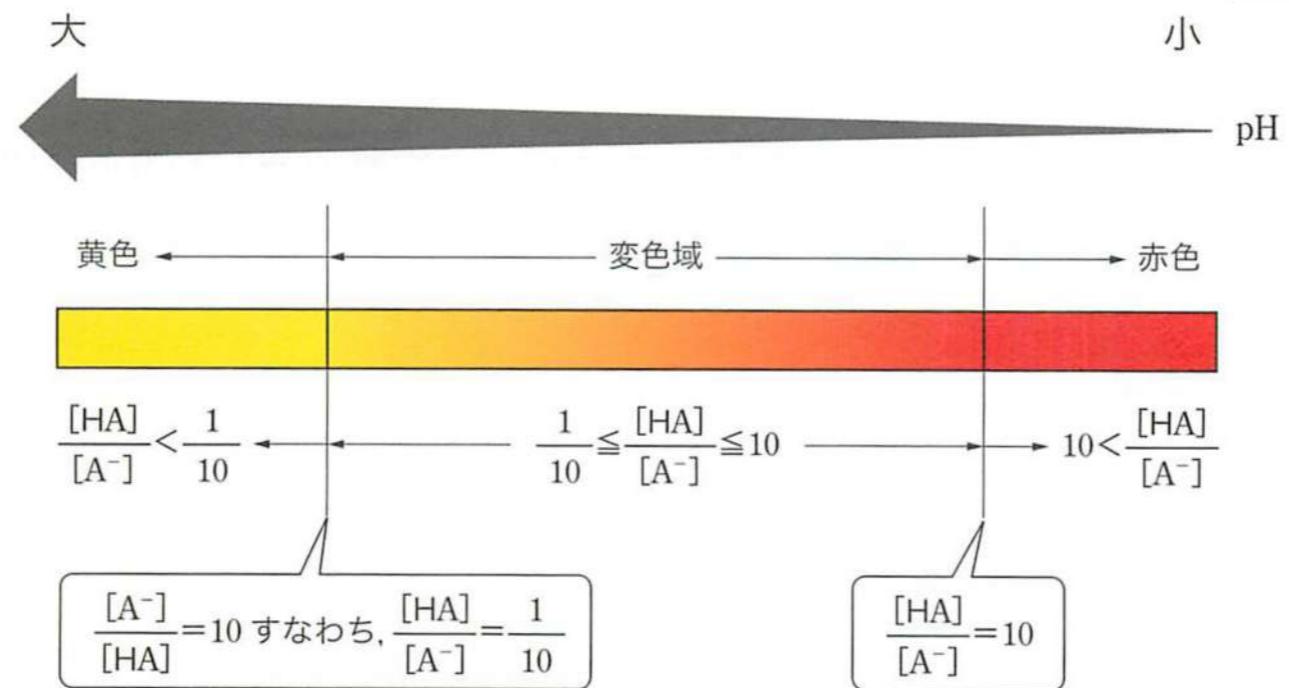
図3 HCl水溶液の滴下量(mL)

変色域のしくみ

酸性が強くなる (pH が小さくなる) と, $[HA]$ が増大し,
平衡が左側に移動し。
 $[A^-]$ が減少して, 水溶液の色は徐々に赤味が増します。やがて, $\frac{[HA]}{[A^-]}$ があ
る程度の大きさ (ここでは, 10 とする) になると, 赤色だけが見えるようにな
〔HA〕が〔A⁻〕の10倍になると。
ります。逆に, 塩基性が強くなる (pH が大きくなる) と, $[HA]$ が減少し,
平衡が右側に移動して。
 $[A^-]$ が増大して, 水溶液の色は徐々に黄味が増します。やがて, $\frac{[A^-]}{[HA]}$ があ
る程度の大きさ (ここでは, 10 とする) になると, 黄色だけが見えるようにな
〔A⁻〕が〔HA〕の10倍になると。
ります。

生徒 『そうか, $\frac{[HA]}{[A^-]} > 10$ なら赤色, $\frac{[A^-]}{[HA]} > 10$ なら黄色ということは, 変色
域は $\frac{1}{10} \leq \frac{[HA]}{[A^-]} \leq 10$ の範囲 (次ページの図参照) ですね』

先生 『その通りだ』



変色域の計算

①式の電離定数を K_a とおくと、次式が成立します。

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \quad \text{よって} \quad \frac{[H^+]}{K_a} = \frac{[HA]}{[A^-]}$$

変色域が $\frac{1}{10} \leq \frac{[HA]}{[A^-]} \leq 10$ の範囲であることから、変色域の $[H^+]$ は、

$$\frac{1}{10} \leq \frac{[H^+]}{K_a} \leq 10 \quad \therefore \quad \frac{K_a}{10} \leq [H^+] \leq 10K_a$$

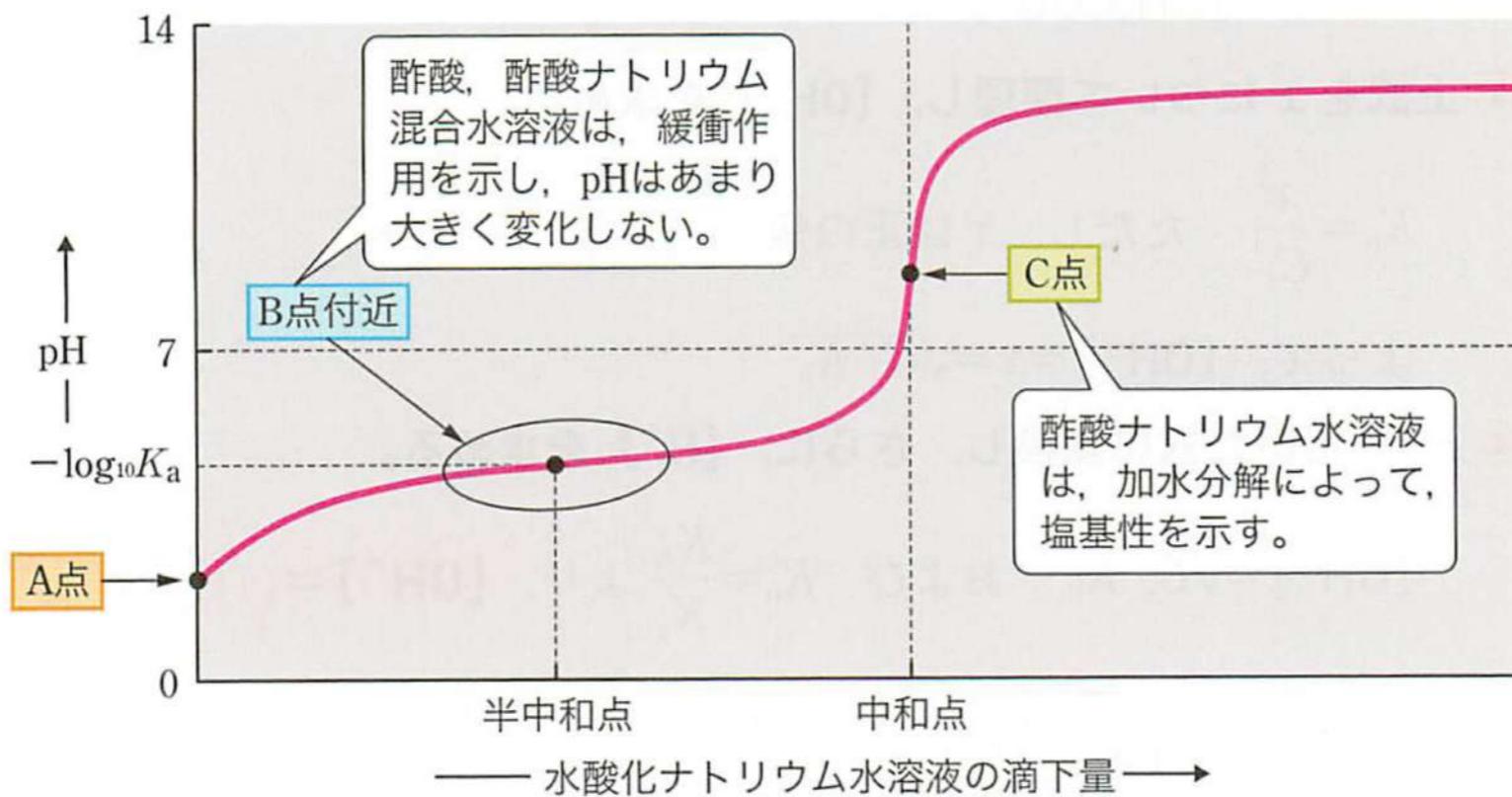
の範囲にあることが分かります。より具体的には、変色域の pH は、

$$-\log_{10}(10K_a) \leq -\log_{10}[H^+] (= \text{pH}) \leq -\log_{10}\left(\frac{K_a}{10}\right) \quad \dots\dots \textcircled{2}$$

の範囲にあります。

2. 0.1 mol/L の酢酸 50 mL と 0.05 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 50 mL の混合
溶液に、少量の酸や塩基を加えても、その pH はあまり変化しない。

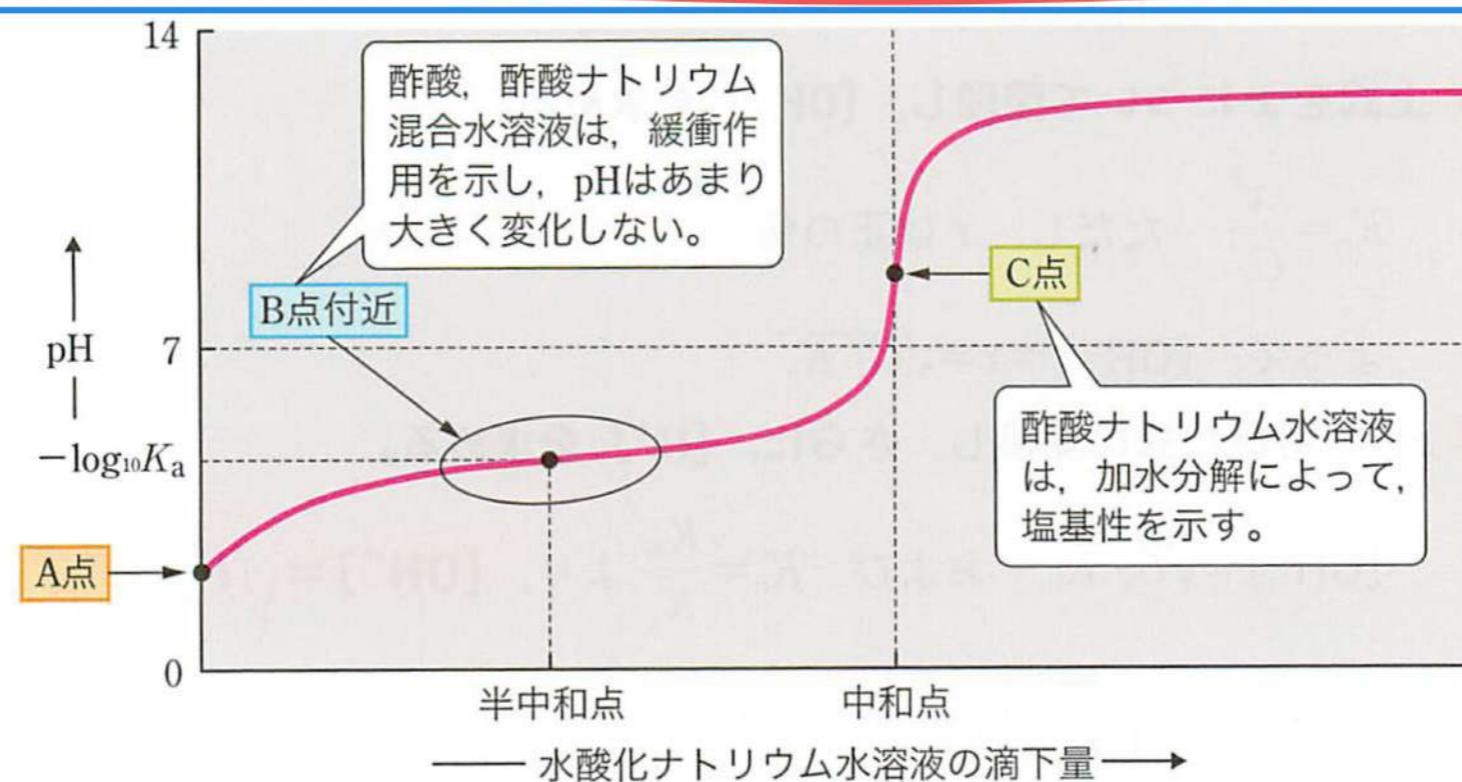
2.(正) 混合液は酢酸と酢酸ナトリウムを物質量比 1 : 1 で含む水溶液となり、
この水溶液は緩衝作用を示す。

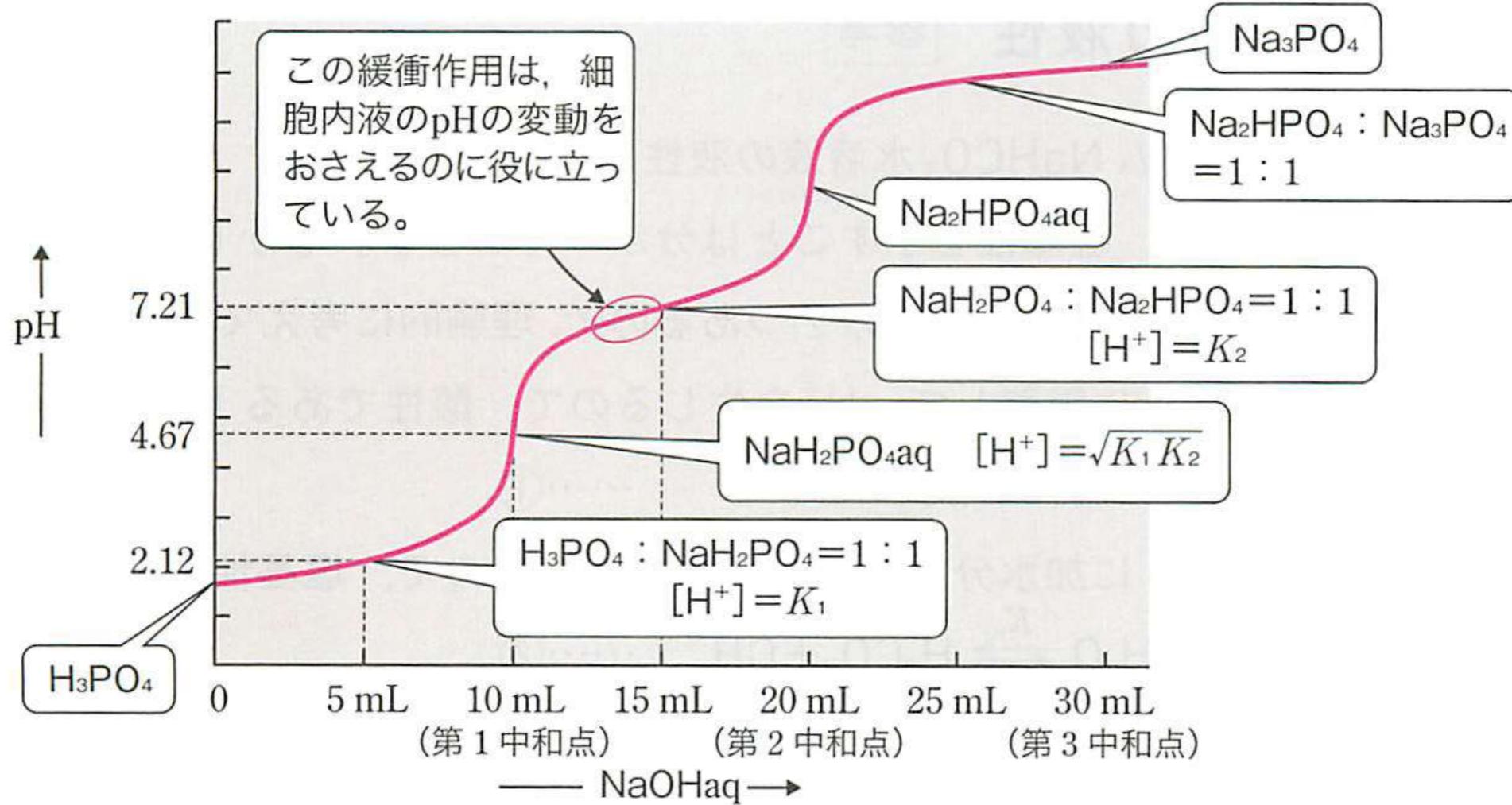


2. 0.1 mol/L の酢酸 50 mL と 0.05 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 50 mL の混合

溶液に、少量の酸や塩基を加えても、その pH はあまり変化しない。

2.(正) 混合液は酢酸と酢酸ナトリウムを物質量比 1 : 1 で含む水溶液となり、この水溶液は緩衝作用を示す。





3. ある量の 0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を中和するために必要な酸の体積は、0.1 mol/L の 1 値の強酸を用いても、0.1 mol/L の 1 値の弱酸(電離度 0.01)を用いても変わらない。

3.(正) 滴定の量関係は、酸、塩基の物質量とその価数で決まる。

酸から生じる H^+ の物質量 = 塩基から生じる OH^- の物質量

または、酸と塩基の反応を水素イオンの授受と考えて、

酸が与える H^+ の物質量 = 塩基が受け取る H^+ の物質量

でもよいですね。これらの関係を酸や塩基の価数を使って表現すると、

$$\frac{\text{酸から生じる } \text{H}^+ \text{ の物質量}}{\text{酸の価数} \times \text{酸の物質量}} = \frac{\text{塩基から生じる } \text{OH}^- \text{ の物質量}}{\text{塩基の価数} \times \text{塩基の物質量}}$$

3. ある量の 0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を中和するために必要な酸の体積は、0.1 mol/L の 1 値の強酸を用いても、0.1 mol/L の 1 値の弱酸(電離度 0.01)を用いても変わらない。

3.(正) 滴定の量関係は、酸、塩基の物質量とその価数で決まる。

酸から生じる H^+ の物質量 = 塩基から生じる OH^- の物質量

または、酸と塩基の反応を水素イオンの授受と考えて、

酸が与える H^+ の物質量 = 塩基が受け取る H^+ の物質量

でもよいですね。これらの関係を酸や塩基の価数を使って表現すると、

$$\frac{\text{酸から生じる } H^+ \text{ の物質量}}{\text{酸の価数} \times \text{酸の物質量}} = \frac{\text{塩基から生じる } OH^- \text{ の物質量}}{\text{塩基の価数} \times \text{塩基の物質量}}$$

NaOH (固体)

NaOH 水溶液をつくる。

NaOH (固体) は潮解性をもち、また、空気中の二酸化炭素とも反応する。よって、質量を正確に量ることが難しく、正確な濃度の水溶液をつくることはできない。水溶液をつくった後、シュウ酸水溶液を用いて標定し、長時間経過しないうちに使用する。

シュウ酸二水和物

① 調製

シュウ酸二水和物 ($\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O$) は空气中で安定である。よって、正確な濃度の水溶液を調製できる。



指示薬として、1, 2滴のフェノールフタレン溶液を加えて滴定する。混合溶液が薄い赤色になり、振り混ぜてもその色が消えなくなったところで滴下を終える。

NaOH (固体)

NaOH 水溶液をつくる。

NaOH (固体) は潮解性をもち、また、空気中の二酸化炭素とも反応する。よって、質量を正確に量ることが難しく、正確な濃度の水溶液をつくることはできない。水溶液をつくった後、シュウ酸水溶液を用いて標定し、長時間経過しないうちに使用する。



シュウ酸二水和物

① 調製

シュウ酸二水和物 ($\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O$) は空气中で安定である。よって、正確な濃度の水溶液を調製できる。

指示薬として、1, 2滴のフェノールフタレン溶液を加えて滴定する。混合溶液が薄い赤色になり、振り混ぜてもその色が消えなくなったところで滴下を終える。

NaOH (固体)

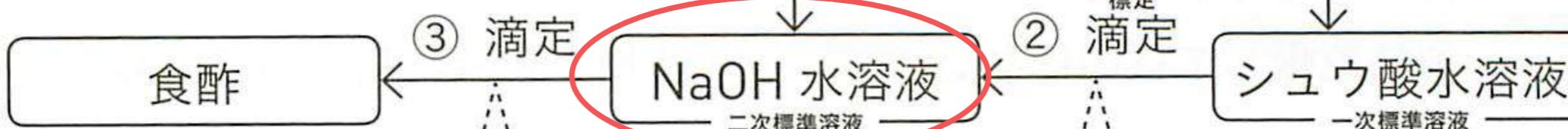
NaOH 水溶液をつくる。

NaOH (固体) は潮解性をもち、また、空気中の二酸化炭素とも反応する。よって、質量を正確に量ることが難しく、正確な濃度の水溶液をつくることはできない。水溶液をつくった後、シュウ酸水溶液を用いて標定し、長時間経過しないうちに使用する。

シュウ酸二水和物

① 調製

シュウ酸二水和物 ($\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O$) は空气中で安定である。よって、正確な濃度の水溶液を調製できる。



指示薬として、1, 2滴のフェノールフタレン溶液を加えて滴定する。混合溶液が薄い赤色になり、振り混ぜてもその色が消えなくなったところで滴下を終える。

NaOH (固体)

NaOH 水溶液をつくる。

NaOH (固体) は潮解性をもち、また、空気中の二酸化炭素とも反応する。よって、質量を正確に量ることが難しく、正確な濃度の水溶液をつくることはできない。水溶液をつくった後、シュウ酸水溶液を用いて標定し、長時間経過しないうちに使用する。



シュウ酸二水和物

① 調製

シュウ酸二水和物 ($\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O$) は空气中で安定である。よって、正確な濃度の水溶液を調製できる。

指示薬として、1, 2滴のフェノールフタレン溶液を加えて滴定する。混合溶液が薄い赤色になり、振り混ぜてもその色が消えなくなったところで滴下を終える。

NaOH (固体)

NaOH 水溶液をつくる。

NaOH (固体) は潮解性をもち、また、空気中の二酸化炭素とも反応する。よって、質量を正確に量ることが難しく、正確な濃度の水溶液をつくることはできない。水溶液をつくった後、シュウ酸水溶液を用いて標定し、長時間経過しないうちに使用する。

シュウ酸二水和物

① 調製

シュウ酸二水和物 ($\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O$) は空气中で安定である。よって、正確な濃度の水溶液を調製できる。



指示薬として、1, 2滴のフェノールフタレン溶液を加えて滴定する。混合溶液が薄い赤色になり、振り混ぜてもその色が消えなくなったところで滴下を終える。

NaOH（固体）

NaOH 水溶液をつくる。

NaOH（固体）は潮解性をもち、また、空気中の二酸化炭素とも反応する。よって、質量を正確に量ることが難しく、正確な濃度の水溶液をつくることはできない。水溶液をつくった後、シュウ酸水溶液を用いて標定し、長時間経過しないうちに使用する。



シュウ酸二水和物

① 調製

シュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は空气中で安定である。よって、正確な濃度の水溶液を調製できる。

指示薬として、1, 2滴のフェノールフタレン溶液を加えて滴定する。混合溶液が薄い赤色になり、振り混ぜてもその色が消えなくなったところで滴下を終える。

4. 炭酸水素ナトリウム水溶液に酢酸を加えても反応しない。

4.(誤) 酢酸は炭酸よりも強い酸であり、以下のように反応する。



4. 炭酸水素ナトリウム水溶液に酢酸を加えても反応しない。

4.(誤) 酢酸は炭酸よりも強い酸であり、以下のように反応する。



	H_3PO_4	H_2PO_4^-
	$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$	$[\text{Fe}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$
	HF	F^-
	CH_3COOH	CH_3COO^-
	$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$	$[\text{Al}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$
	H_2CO_3	HCO_3^-
弱酸	$[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$	$[\text{Cu}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_3]^+$
	$[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$	$[\text{Zn}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_3]^+$
	NH_4^+	NH_3
	H_2S	HS^-
	H_2PO_4^-	HPO_4^{2-}
	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$
	HCO_3^-	CO_3^{2-}
	$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	$[\text{Fe}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5]^+$
	HPO_4^{2-}	PO_4^{3-}
	HS^-	S^{2-}

5. 純水の pH は、温度が上昇すると大きくなる。

5. (誤) 水の電離平衡は中和反応(発熱反応)の逆反応であり吸熱反応となる。

したがって、温度の上昇とともに平衡は電離する方向に移動し、 $[H^+]$ 、 $[OH^-]$ ともに大きくなり、pHは小さくなる。

水素イオン指数 pH って？

$$pH = -\log_{10} [H^+]$$

$\rightarrow [H^+] = 1.0 \times 10^{-x}$ (mol/L) のとき、 $pH = x$

pH は温度の影響を受ける。pH=7 が中性なのは、25°Cのとき！

5. 純水の pH は、温度が上昇すると大きくなる。

5. (誤) 水の電離平衡は中和反応（発熱反応）の逆反応であり吸熱反応となる。
したがって、温度の上昇とともに平衡は電離する方向に移動し、 $[H^+]$ 、
 $[OH^-]$ ともに大きくなり、pH は小さくなる。

水素イオン指数 pH って？

$$pH = -\log_{10} [H^+]$$

$\rightarrow [H^+] = 1.0 \times 10^{-x}$ (mol/L) のとき、 $pH = x$

pH は温度の影響を受ける。pH=7 が中性なのは、25°C のとき！

平衡定数の温度依存性って？



	温度が高くなると	温度が低くなると
$Q > 0$ のとき 発熱反応	K の値は小さくなる	K の値は大きくなる
$Q < 0$ のとき 吸熱反応	K の値は大きくなる	K の値は小さくなる

温度が高くなると、 $Q > 0$ のとき、平衡は左側に→平衡定数は減少！

問 ii ① 化学平衡の法則を用いた計算であることは自明。

電離定数

② 平衡定数が直接には与えられていないので、平衡定数 K_e を求める。

混合前の酢酸のモル濃度を C [mol/L]、電離度を α とすると、

③ 化学平衡の法則を用いて計算する。

混合後の酢酸の濃度を C' [mol/L] として、

④ 求めに応じた解答の形式に直す。

加えた酢酸水溶液の体積 V [mL] は、酢酸の物質量に注目して、

問 ii ① 化学平衡の法則を用いた計算であることは自明。

電離定数

② 平衡定数が直接には与えられていないので、平衡定数 K_e を求める。

混合前の酢酸のモル濃度を C [mol/L]、電離度を α とすると、

③ 化学平衡の法則を用いて計算する。

混合後の酢酸の濃度を C' [mol/L] として、

④ 求めに応じた解答の形式に直す。

加えた酢酸水溶液の体積 V [mL] は、酢酸の物質量に注目して、

基本(次頁で確認)

問 ii ① 化学平衡の法則を用いた計算であることは自明。

② 平衡定数が直接には与えられていないので、平衡定数 K_a を求める。

混合前の酢酸のモル濃度を C [mol/L]、電離度を α とすると、

$$K_a = \frac{C\alpha^2}{1 - \alpha} = \frac{2.25 \times 10^{-8} \times (1.00 \times 10^{-1})^2}{1 - 1.00 \times 10^{-1}} = 2.50 \times 10^{-5} \text{ (mol/L)}$$

③ 化学平衡の法則を用いて計算する。

混合後の酢酸の濃度を C' [mol/L] として、

④ 求めに応じた解答の形式に直す。

加えた酢酸水溶液の体積 V [mL] は、酢酸の物質量に注目して、

step 1 バランスシートを作成する。

		CH_3COOH	\rightleftharpoons	CH_3COO^-	$+ \text{H}^+$
電離前	$C \text{ (mol/L)}$			0	0
電離		$-C\alpha$		$+C\alpha$	$+C\alpha$
平衡時		$C(1-\alpha)$		$C\alpha$	$C\alpha \text{ (mol/L)}$

step 2 バランスシートの結果(平衡時の値)を化学平衡の法則(質量作用の法則)に代入する。さらに、酢酸の電離度は1に比べて十分に小さい($1 \gg \alpha$)と考えて、 $1 - \alpha \approx 1$ とみなす。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{C\alpha \times C\alpha}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} \approx C\alpha^2$$

問 ii ① 化学平衡の法則を用いた計算であることは自明。

② 平衡定数が直接には与えられていないので、平衡定数 K_a を求める。

混合前の酢酸のモル濃度を C [mol/L], 電離度を α とすると,

$$K_a = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} = \frac{2.25 \times 10^{-8} \times (1.00 \times 10^{-1})^2}{1 - 1.00 \times 10^{-1}} = 2.50 \times 10^{-5} \text{ (mol/L)}$$

③ 化学平衡の法則を用いて計算する。

混合後の酢酸の濃度を C' [mol/L] として,

$$2.50 \times 10^{-5} = \frac{C' \times (4.00 \times 10^{-2})^2}{1 - 4.00 \times 10^{-2}} \quad \therefore C' = 1.50 \times 10^{-2} \text{ (mol/L)}$$

④ 求めに応じた解答の形式に直す。

加えた酢酸水溶液の体積 V [mL] は、酢酸の物質量に注目して,

問 ii ① 化学平衡の法則を用いた計算であることは自明。

② 平衡定数が直接には与えられていないので、平衡定数 K_a を求める。

混合前の酢酸のモル濃度を C [mol/L], 電離度を α とすると,

$$K_a = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} = \frac{2.25 \times 10^{-3} \times (1.00 \times 10^{-1})^2}{1 - 1.00 \times 10^{-1}} = 2.50 \times 10^{-5} \text{ (mol/L)}$$

③ 化学平衡の法則を用いて計算する。

混合後の酢酸の濃度を C' [mol/L] として,

$$2.50 \times 10^{-5} = \frac{C' \times (4.00 \times 10^{-2})^2}{1 - 4.00 \times 10^{-2}} \quad \therefore C' = 1.50 \times 10^{-2} \text{ (mol/L)}$$

④ 求めに応じた解答の形式に直す。 不変則(物質収支)

加えた酢酸水溶液の体積 V [mL] は、酢酸の物質量に注目して,

$$2.25 \times 10^{-3} \times \frac{100}{1000} + 1.00 \times 10^{-1} \times \frac{V}{1000} = 1.50 \times 10^{-2} \times \frac{100+V}{1000}$$
$$\therefore V = 15.0 \text{ (mL)}$$

III-1 酸塩基、電離平衡-1

【解答】 問 i 2.3 問 ii 15 mL 問 iii 1.0

【解説】 問 iii ジクロロ酢酸が x [mol] 電離したとすると、
化学平衡の法則は、

$$\therefore x = \boxed{\quad} \text{ (mol)}$$

したがって、 $[H^+] = \boxed{\quad}$ (mol/L)

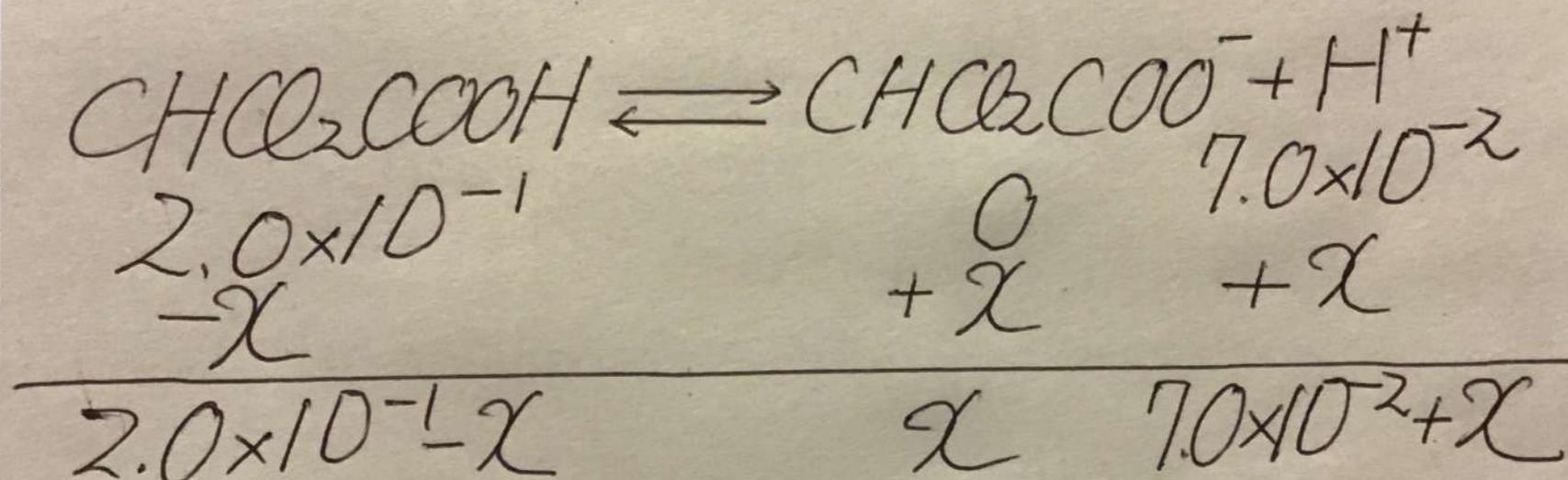
$$\therefore pH = \boxed{\quad}$$

III-1 酸塩基、電離平衡-1

これのみ

【解答】問 i 2, 3 問 ii 15 mL 問 iii 1.0

【解説】問 iii ジクロロ酢酸が x [mol] 電離したとすると、
化学平衡の法則は、



$$K_a = \frac{[\text{CHCl}_2\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CHCl}_2\text{COOH}]} = \frac{x(7.0 \times 10^{-2} + x)}{2 \times 10^{-1} - x} = 1.0 \times 10^{-2}$$

III-1 酸塩基、電離平衡-1

【解答】 問 i 2,3 問 ii 15 mL 問 iii 1.0

【解説】 問 iii ジクロロ酢酸が x [mol] 電離したとすると、

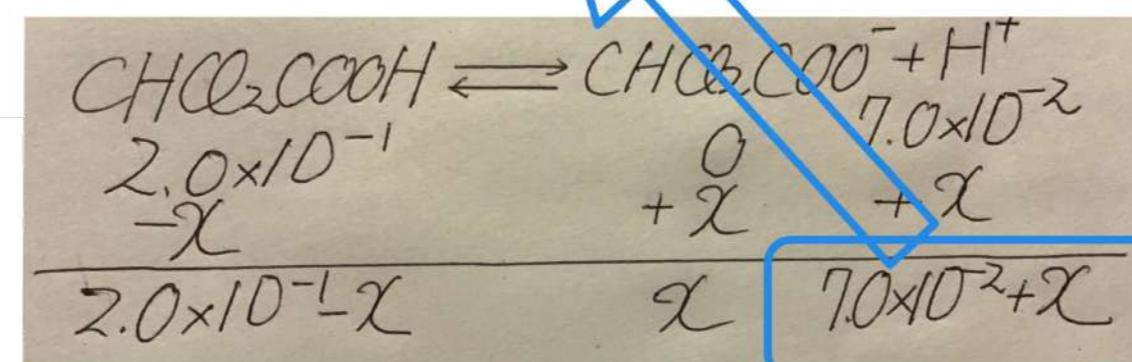
化学平衡の法則は、

$$K_a = \frac{[\text{CHCl}_2\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CHCl}_2\text{COOH}]} = \frac{x(7.0 \times 10^{-2} + x)}{2 \times 10^{-1} - x} = 1.0 \times 10^{-2}$$

$$\therefore x = 2.0 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

したがって、 $[\text{H}^+] = 7.0 \times 10^{-2} + 2.0 \times 10^{-2} = 9.0 \times 10^{-2}$ (mol/L)

$$\therefore \text{pH} = 2 - 0.48 \times 2 = 1.04$$



III-2 電離平衡-2

【解答】問 i 3 問 ii 5 問 iii 8

同じ水素イオン濃度で電離度が大きいということは

同じ水素イオン濃度になる初濃度が小さいということ。

【解説】

というか、図の読み方として自明。

- 問 i ① 同じ pH で 電離度が大きいもの程強い酸である。
- ② 強い酸ほど 電離定数は 。
- ③ 図より、電離度は > > である。
- ④ 電離定数の大きさもこの順となる。

III-2 電離平衡-2

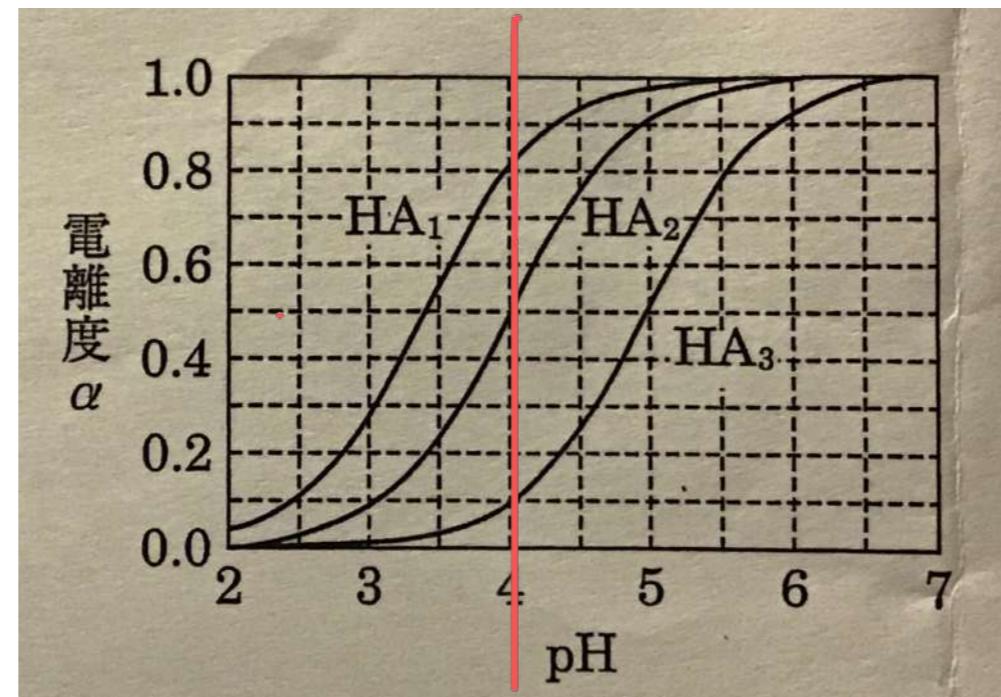
【解答】問i 3 問ii 5 問iii 8

【解説】

- 問i ① 同じpHで 電離度が大きいもの程強い酸である。
- ② 強い酸ほど 電離定数は 大きい。
- ③ 図より、電離度は > > である。
- ④ 電離定数の大きさもこの順となる。

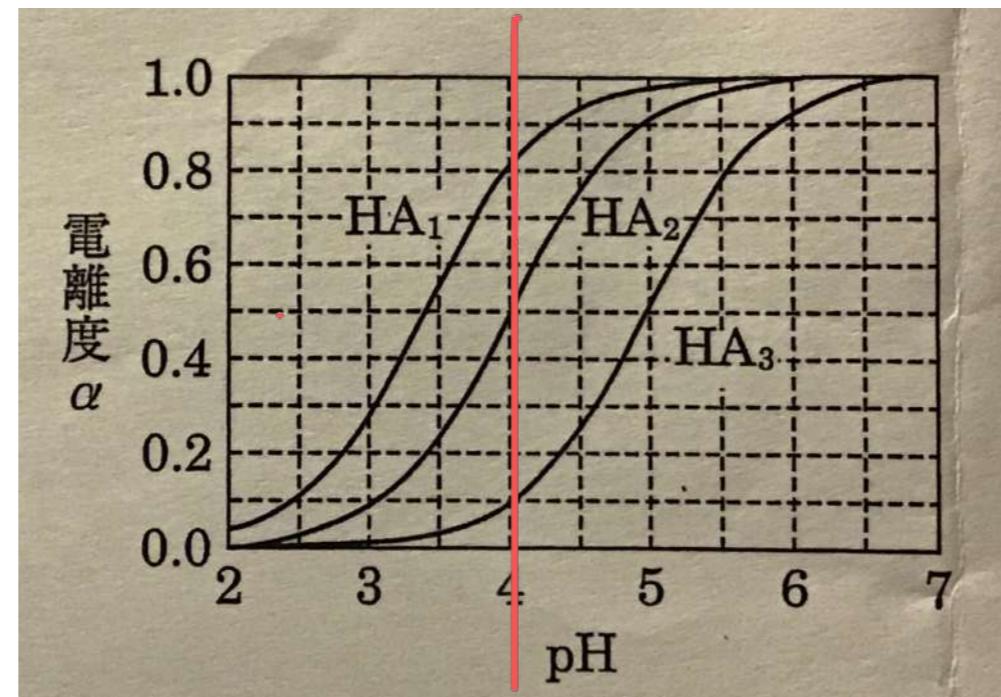
【解説】

- 問i ① 同じpHで 電離度が大きいもの程強い酸である。
- ② 強い酸ほど 電離定数は 大きい。
- ③ 図より、電離度は $\boxed{\text{HA}_1} > \boxed{\text{HA}_2} > \boxed{\text{HA}_3}$ である。
- ④ 電離定数の大きさもこの順となる。



【解説】

- 問i ① 同じpHで 電離度が大きいもの程強い酸である。
- ② 強い酸ほど 電離定数は 大きい。
- ③ 図より、電離度は $\boxed{\text{HA}_1} > \boxed{\text{HA}_2} > \boxed{\text{HA}_3}$ である。
- ④ 電離定数の大きさもこの順となる。



問 ii ① 混合により、 $\text{NaA}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{HA}_2 + \text{NaCl}$ が起こる。

② 混合液は NaA_2 と HA_2 を物質量比で $\boxed{\quad}:\boxed{\quad}$ で含む緩衝液となる。

③ であり、電離度は となる。

④ 図より、このときの pH は とわかる。

弱酸の塩



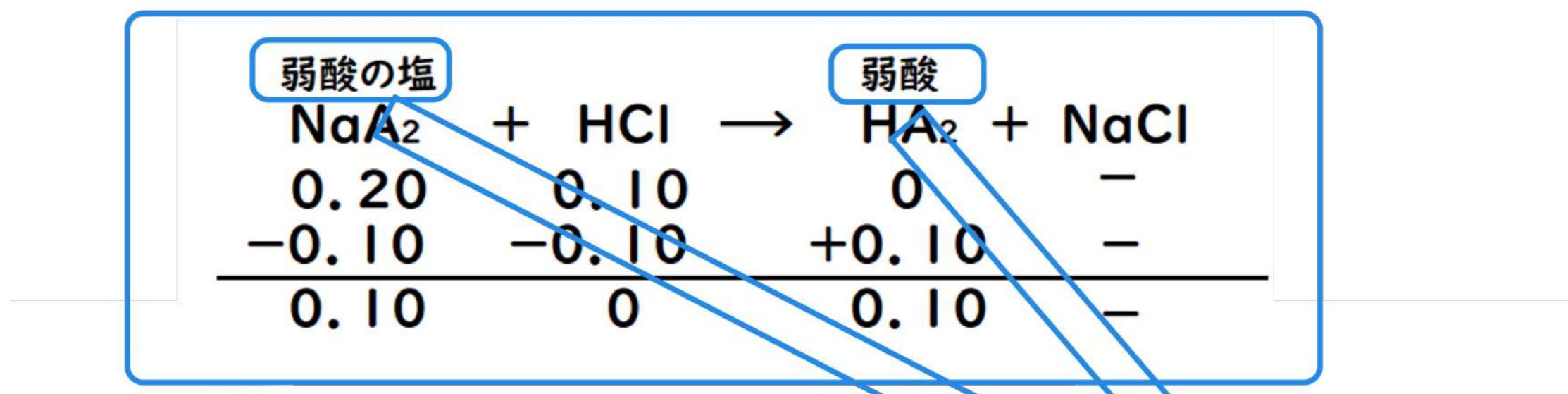
0.20	0.10	0	-
-0.10	-0.10	+0.10	-
0.10	0	0.10	-

問 ii ① 混合により, $\text{NaA}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{HA}_2 + \text{NaCl}$ が起こる。

② 混合液は NaA_2 と HA_2 を物質量比で $1 : 1$ で含む緩衝液となる。

③ [] であり、電離度は [] となる。

④ 図より、このときの pH は [] とわかる。

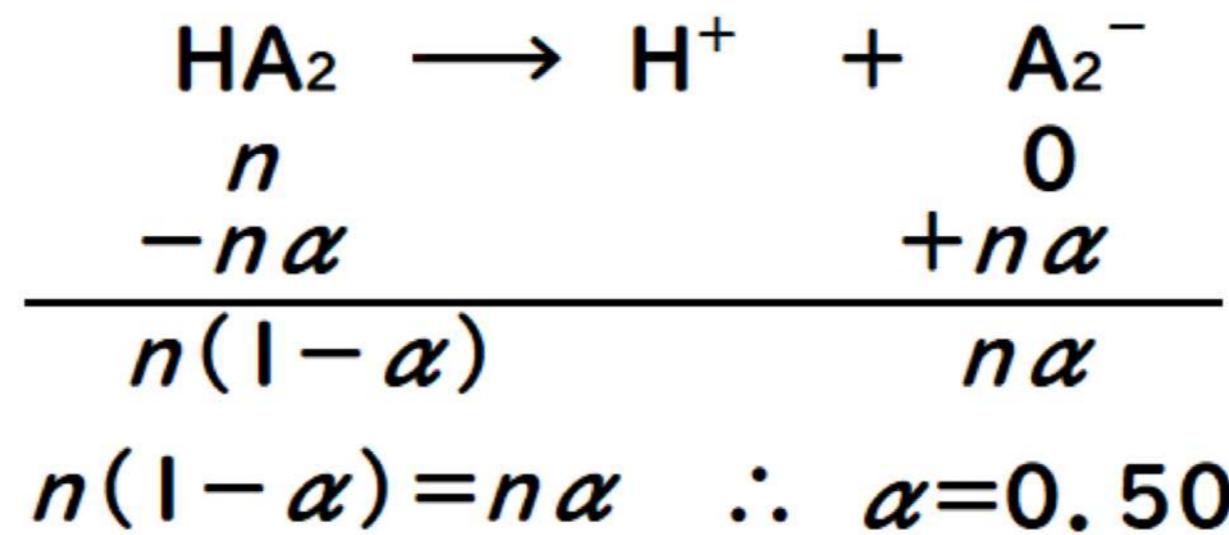


問 ii ① 混合により, $\text{NaA}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{HA}_2 + \text{NaCl}$ が起こる。

② 混合液は NaA_2 と HA_2 を物質量比で $1 : 1$ で含む緩衝液となる。

③ であり、電離度は となる。

④ 図より、このときの pH は とわかる。



問 ii ① 混合により, $\text{NaA}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{HA}_2 + \text{NaCl}$ が起こる。

② 混合液は NaA_2 と HA_2 を物質量比で $1:1$ で含む緩衝液となる。

③ $[\text{A}_2^-] = [\text{HA}_2]$ であり、電離度は 0.50 となる。

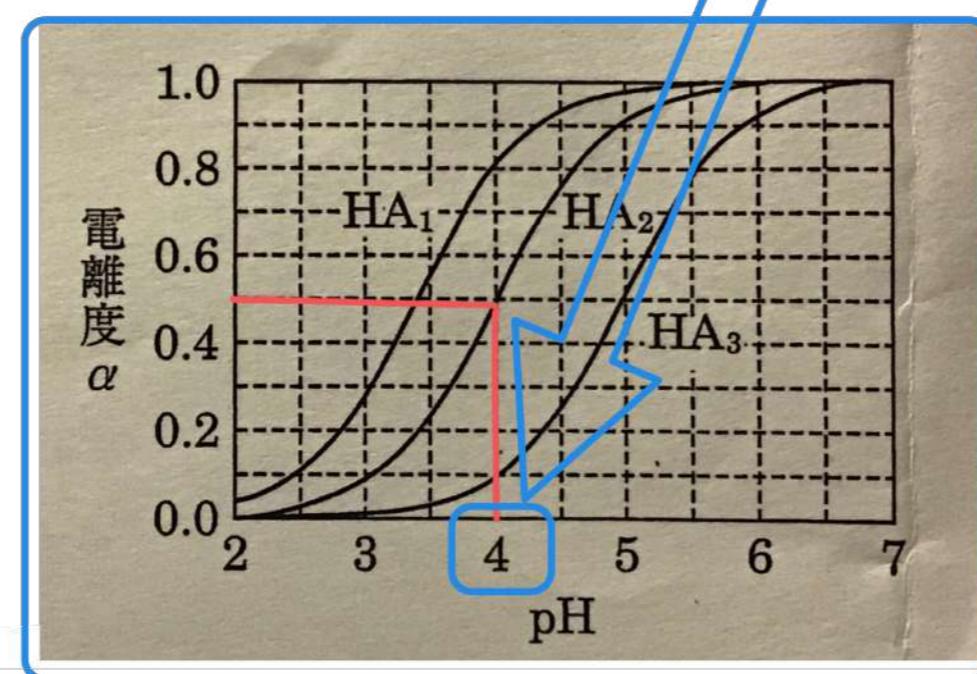
④ 図より、このときの pH は \square とわかる。

問 ii ① 混合により、 $\boxed{\text{NaA}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{HA}_2 + \text{NaCl}}$ が起こる。

② 混合液は NaA_2 と HA_2 を物質量比で $\boxed{1} : \boxed{1}$ で含む緩衝液となる。

③ $\boxed{[\text{A}_2^-] = [\text{HA}_2]}$ であり、電離度は $\boxed{0.50}$ となる。

④ 図より、このときの pH は $\boxed{4.0}$ とわかる。



問 iii

僕なら、この問題単独についての考察ではなく、
前問(緩衝液)との兼ね合いを考える。
ああ、緩衝液に酸を加えたと言っているのだなと。

問 iii

僕なら、この問題単独についての考察ではなく、前問(緩衝液)との兼ね合いを考える。ああ、緩衝液に酸を加えたと言っているのだなと。

問 iii 題意

0.0010mol HA₁
0.20mol NaA₂
0.10mol HCl

問 iii

僕なら、この問題単独についての考察ではなく、前問(緩衝液)との兼ね合いを考える。ああ、緩衝液に酸を加えたと言っているのだなと。

問 iii 題意

0.0010mol HA₁
0.20mol NaA₂
0.10mol HCl

0.0010mol HA₁

問 ii

0.20mol NaA₂
0.10mol HCl

0.10mol NaA₂
0.10mol HA₂

問 iii

僕なら、この問題単独についての考察ではなく、前問(緩衝液)との兼ね合いを考える。ああ、緩衝液に酸を加えたと言っているのだなと。

問 iii 題意

0.0010mol HA₁
0.20mol NaA₂
0.10mol HCl

0.0010mol HA₁

0.20mol NaA₂

0.10mol HCl

問 ii

0.10mol NaA₂

0.10mol HA₂

つまり、本題の意図は、

緩衝液に

少量の酸を加えたということ。

0.10mol NaA₂

0.10mol HA₂

0.0010mol HA₁

緩衝液

$$[\text{NaA}_2] = 0.10 \text{ mol/L}$$

$$[\text{HA}_2] = 0.10 \text{ mol/L}$$

$$[\text{HA}_1] = 0.0010 \text{ mol/L}$$

問 iii ① 緩衝液に少量の弱酸を加えただけなので

$[\text{H}^+]$ の変化は無視してよい。

② 混合液は NaA_2 と HA_2 を物質量比で : で含む緩衝液となる。

③ であり、電離度は となる。

④ 図より、このときの pH は とわかる。問 ii と同様

⑤ 図から HA_1 の電離度は とわかる。

問 iii ① 緩衝液に少量の弱酸を加えただけなので
[H⁺]の変化は無視してよい。

- ② 混合液は NaA₂ と HA₂ を物質量比で : で含む緩衝液となる。
- ③ $[A_2^-] = [HA_2]$ であり、電離度は となる。
- ④ 図より、このときの pH は とわかる。問 ii と同様 _____

- ⑤ 図から HA₁ の電離度は _____ とわかる。

問 iii ① 緩衝液に少量の弱酸を加えただけなので

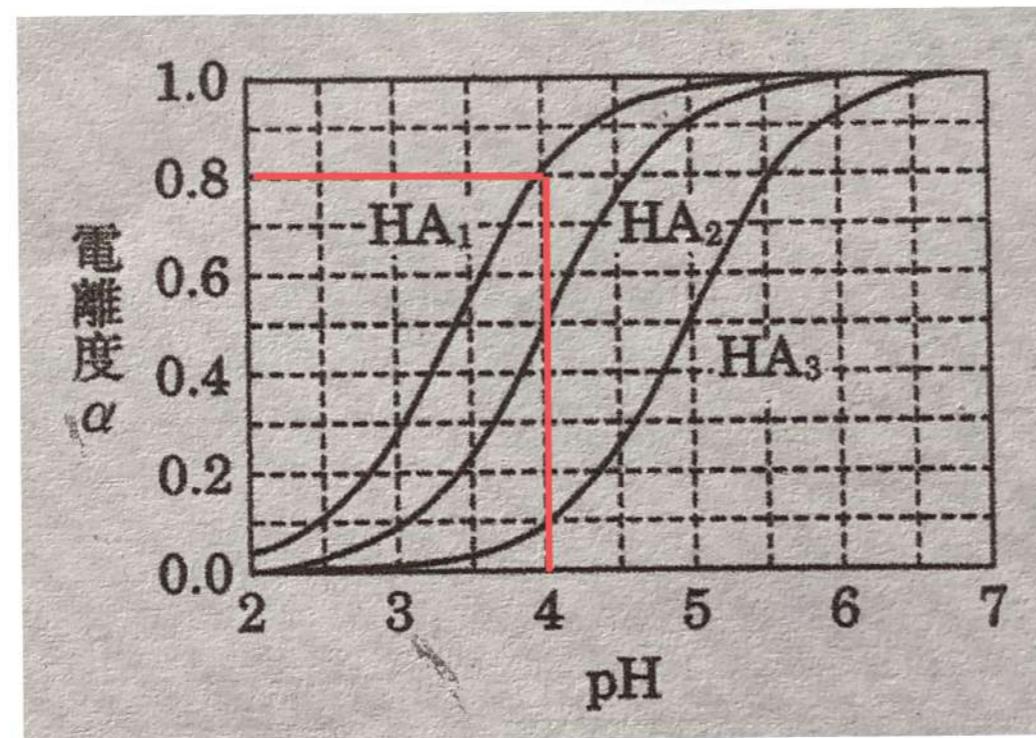
$[H^+]$ の変化は無視してよい。

② 混合液は NaA_2 と HA_2 を物質量比で $1 : 1$ で含む緩衝液となる。

③ $[A_2^-] = [HA_2]$ であり、電離度は 0.50 となる。

④ 図より、このときの pH は 4.0 とわかる。問 ii と同様

⑤ 図から HA_1 の電離度は 0.8 とわかる。



【解説】

混合物中の $\left[\begin{array}{l} \text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} (= 278) \\ \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O} (= 400 + 18n) \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 (= 160) \end{array} \right]$ を x [mol] を y [mol] とする。

実験ア ; Fe^{2+} (還元剤) の酸化還元滴定

実験イ ; 全 Fe の物質量保存

KMnO₄は5価の酸化剤、Fe²⁺は1価の還元剤
(Fe²⁺ → Fe³⁺ + e⁻)

実験ア ; Fe²⁺ (還元剤) の酸化還元滴定

$$5\text{価} \times 0.00200 \times \frac{50.0}{1000} = 1\text{価} \times x \times \frac{10.0}{100}$$

100mL中から10.0mLをとった。 

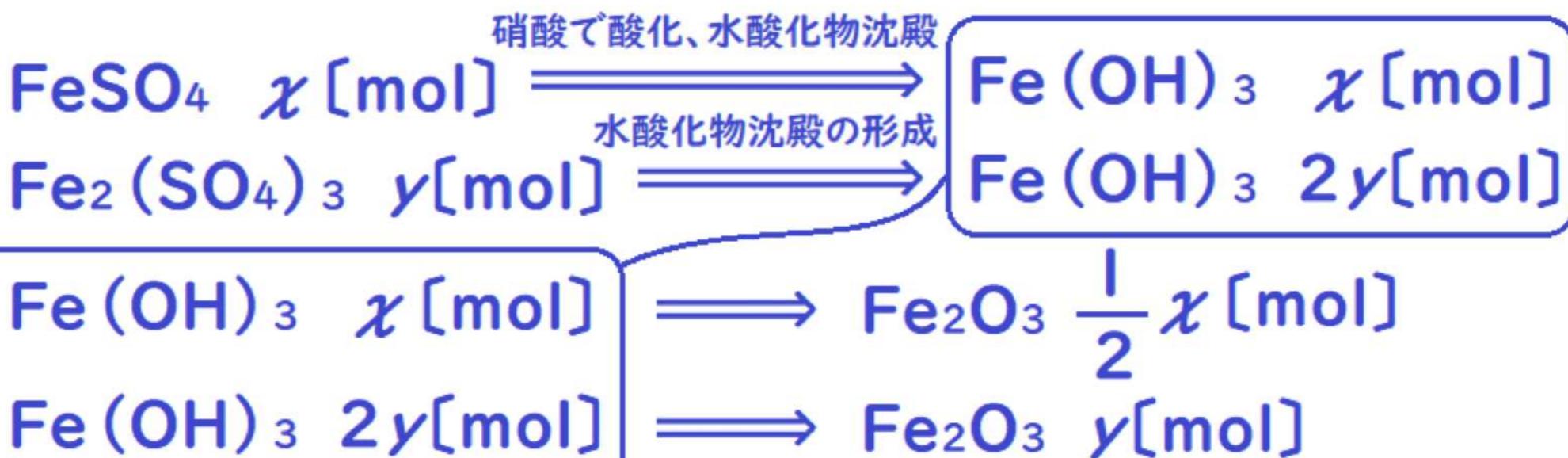
KMnO₄は5価の酸化剤、Fe²⁺は1価の還元剤
(Fe²⁺ → Fe³⁺ + e⁻)

実験ア ; Fe²⁺ (還元剤) の酸化還元滴定

$$5\text{価} \times 0.00200 \times \frac{50.0}{1000} = 1\text{価} \times x \times \frac{10.0}{100}$$

100mL中から10.0mLをとった。 

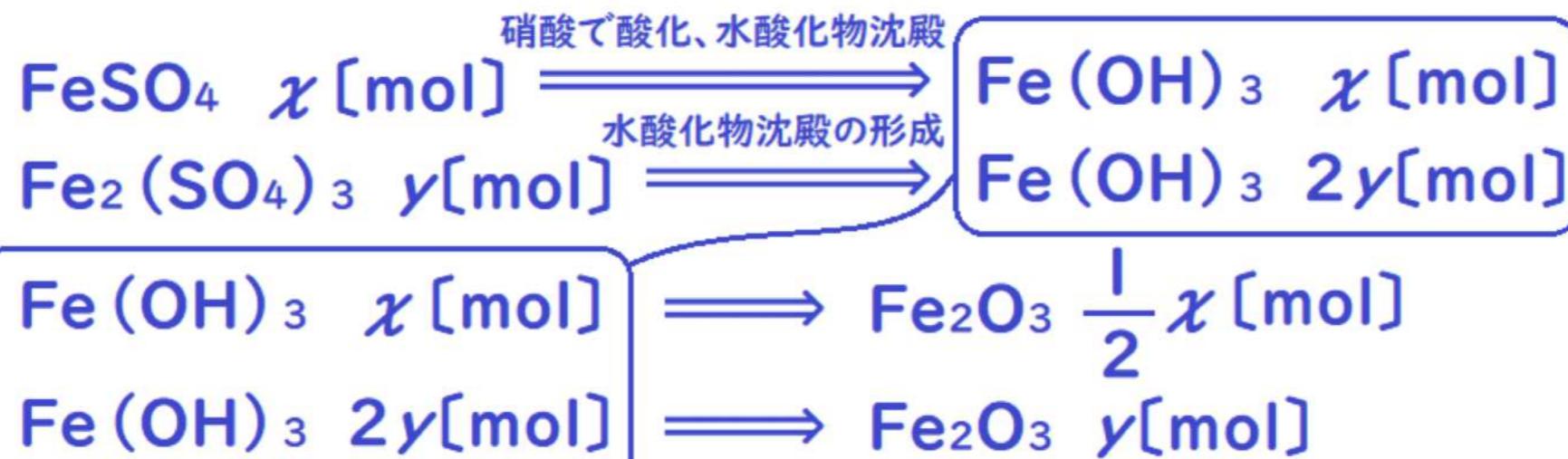
実験ア; $x = 5.00 \times 10^{-3}$ (mol)



実験イ；全Feの物質量保存

$$(\frac{1}{2}x + y) \times \frac{50.0}{100} = \frac{0.680}{160}$$

100mL中から50.0mLをとった。



実験イ；全Feの物質量保存

$$(\frac{1}{2}x + y) \times \frac{50.0}{100} = \frac{0.680}{160}$$

100mL中から50.0mLをとった。

実験ア； $x = 5.00 \times 10^{-3}$ (mol)

実験イ； $y = 6.00 \times 10^{-3}$ (mol)

混合物中の $\left[\begin{array}{l} \text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} (= 278) \\ \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O} (= 400 + 18n) \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 (= 160) \end{array} \right]$ を x [mol] とする。
を y [mol]

実験ア $x = 5.00 \times 10^{-3}$ (mol)

実験イ $y = 6.00 \times 10^{-3}$ (mol)

問 i

混合物の質量に関する立式より、

$$278 \times 5.00 \times 10^{-3} + (400 + 18n) \times 6.00 \times 10^{-3} = 4.11$$

$$\therefore n = 2.96 \div 3$$

混合物中の $\left[\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} (= 278) \right]$ を x [mol] とする。
 $\left[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O} (= 400 + 18n) \right]$ を y [mol]
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 (= 160)$

実験ア $x = 5.00 \times 10^{-3}$ (mol)

実験イ $y = 6.00 \times 10^{-3}$ (mol)

問 ii

ケアレスミスしないようにね！

$$[\text{Fe}^{2+}] : [\text{Fe}^{3+}] = \text{Fe}^{2+} : \text{Fe}^{3+} = 5.00 \times 10^{-3} : (2 \times 6.00 \times 10^{-3}) = 1 : 2.4$$

【解答】問 i 3 問 ii 13 g 問 iii 0.12 mol/L

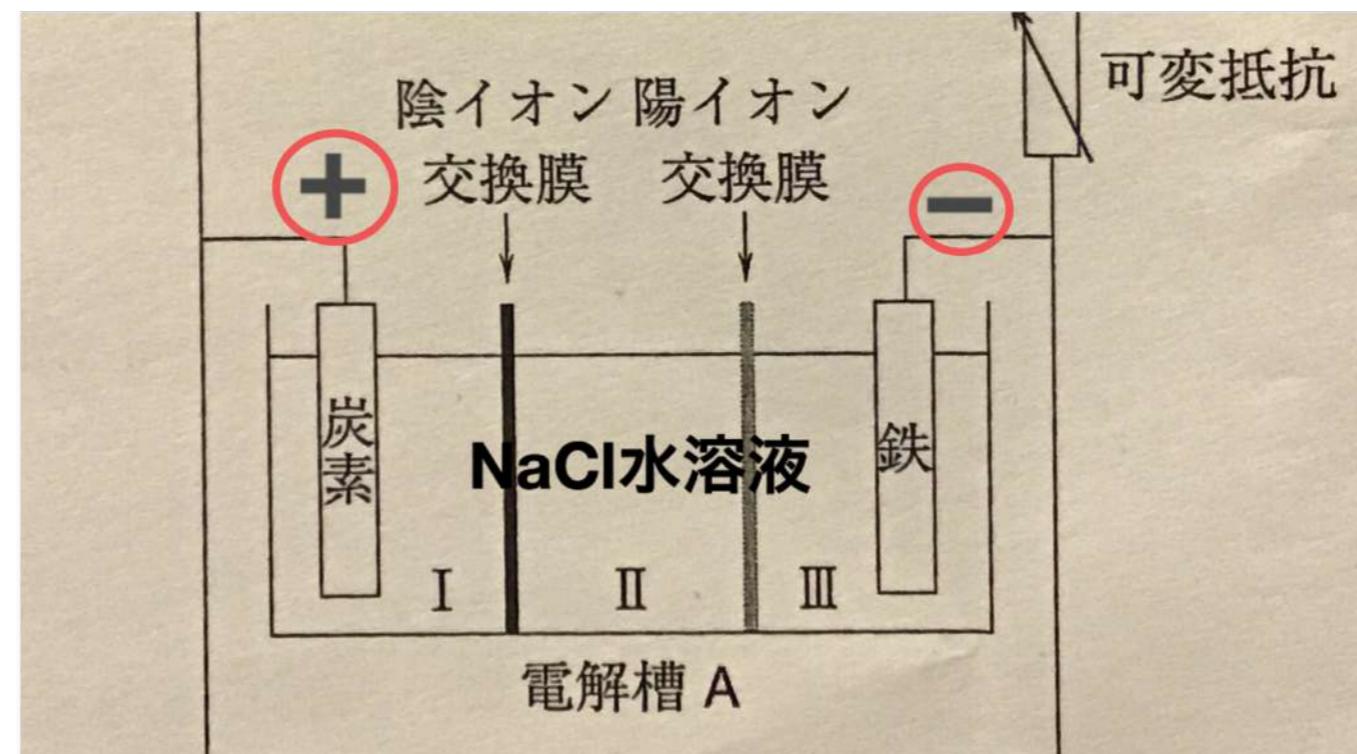
【解説】問 i

電解槽 A での変化は以下の通り。

陽極 (I 室) :



陰極 (III 室) :



【解答】問 i 3 問 ii 13 g 問 iii 0.12 mol/L

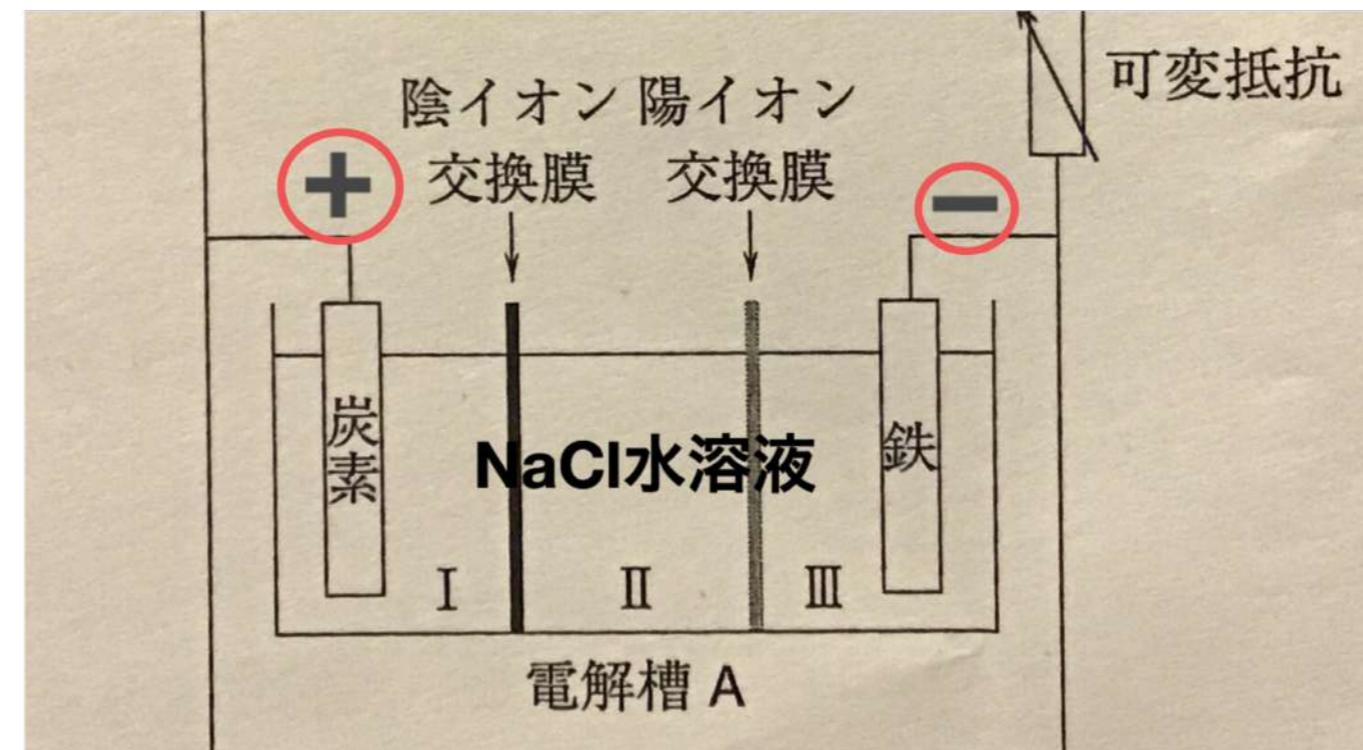
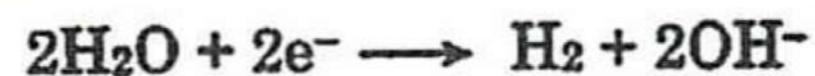
【解説】問 i

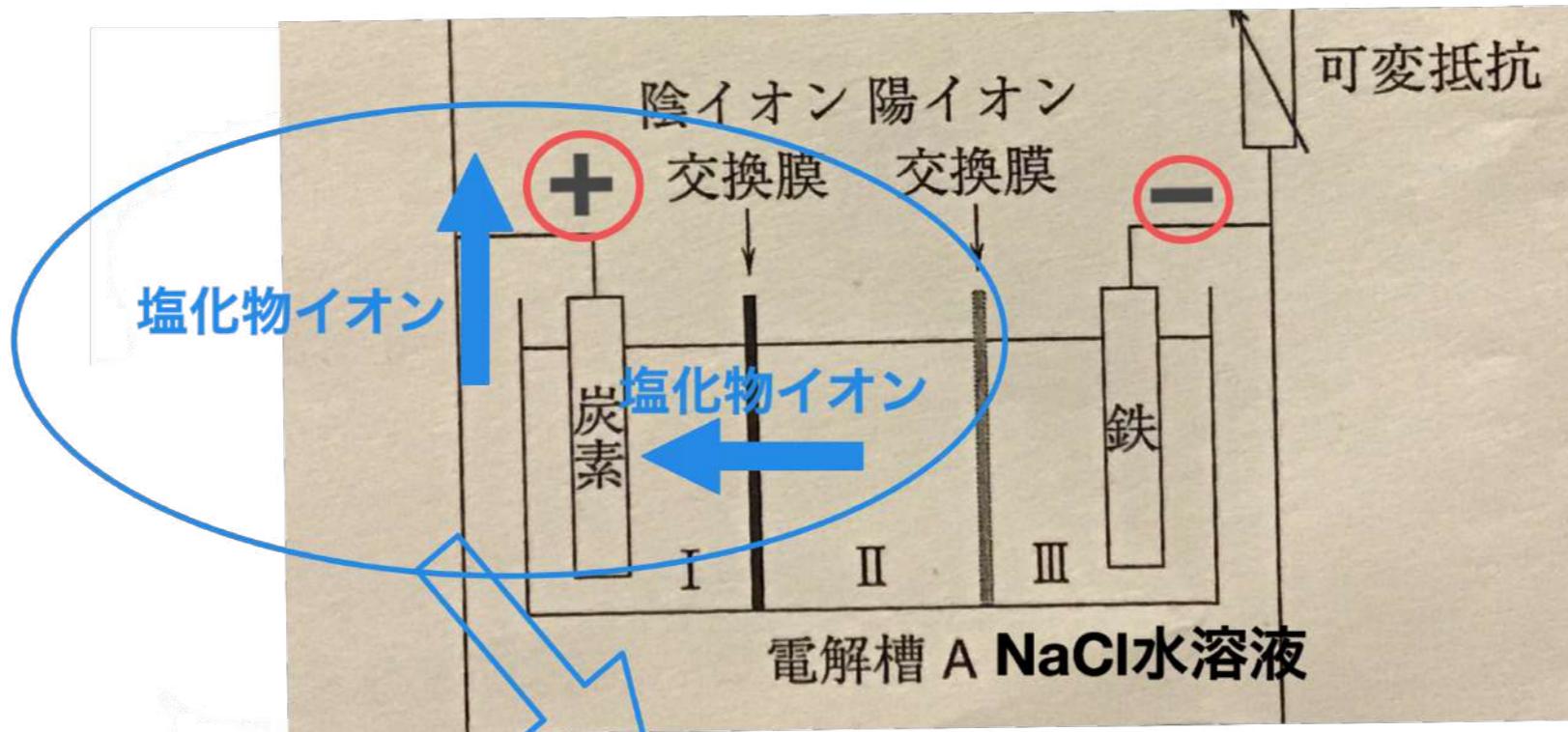
電解槽 A での変化は以下の通り。

陽極 (I 室) :



陰極 (III 室) :





I室

I室では、消費された 塩化物イオン と同量の 塩化物イオン
が、陰イオン交換膜を通ってII室から供給される。

結果、電気分解後にI室ではイオン濃度が 変化しない。

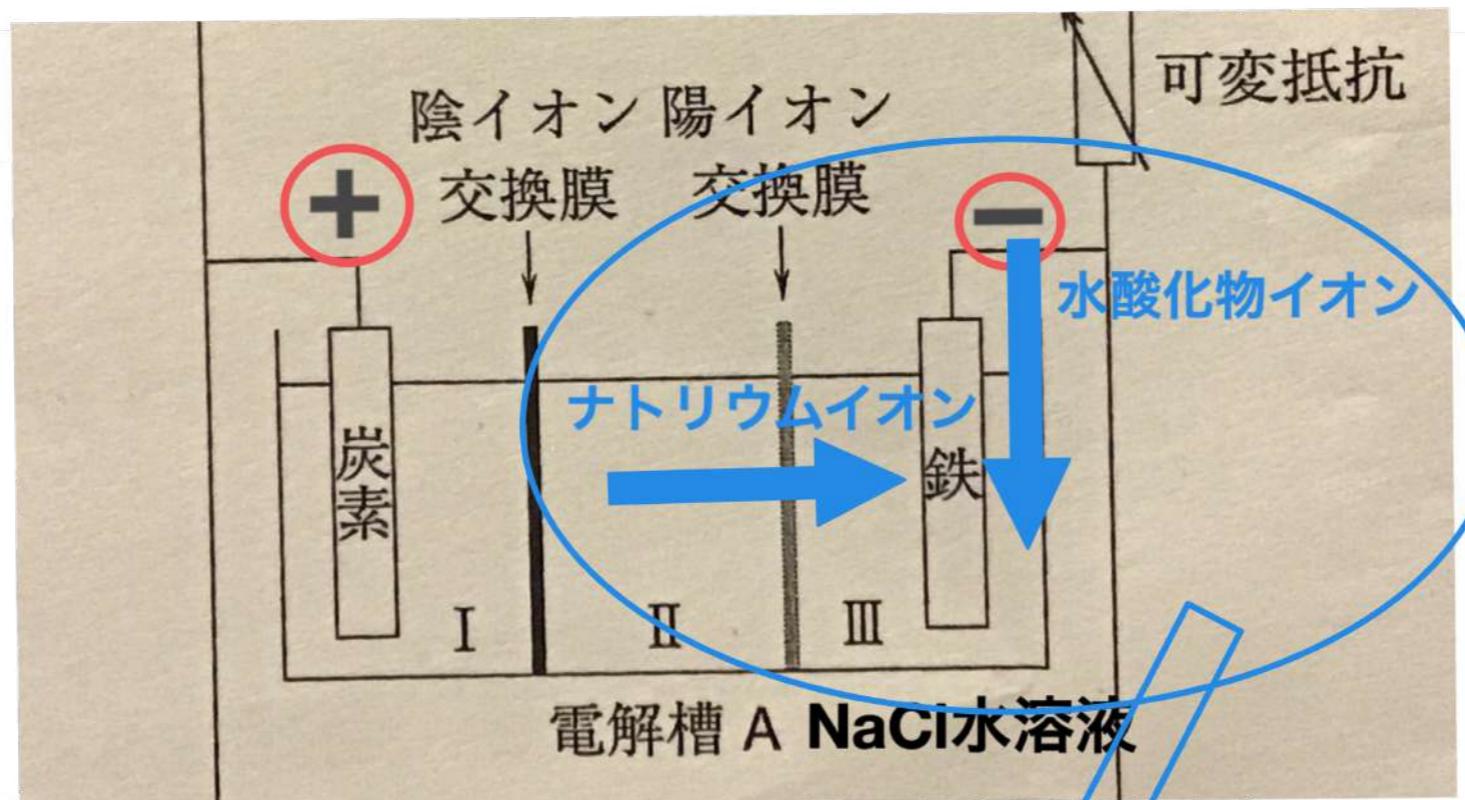
III室

III室では、生じた と同量の が、
陽イオン交換膜を通ってII室から供給される。

結果、電気分解後にIII室ではイオン濃度が 。

II室

結果、電気分解後にII室ではイオン濃度が 。



I 室

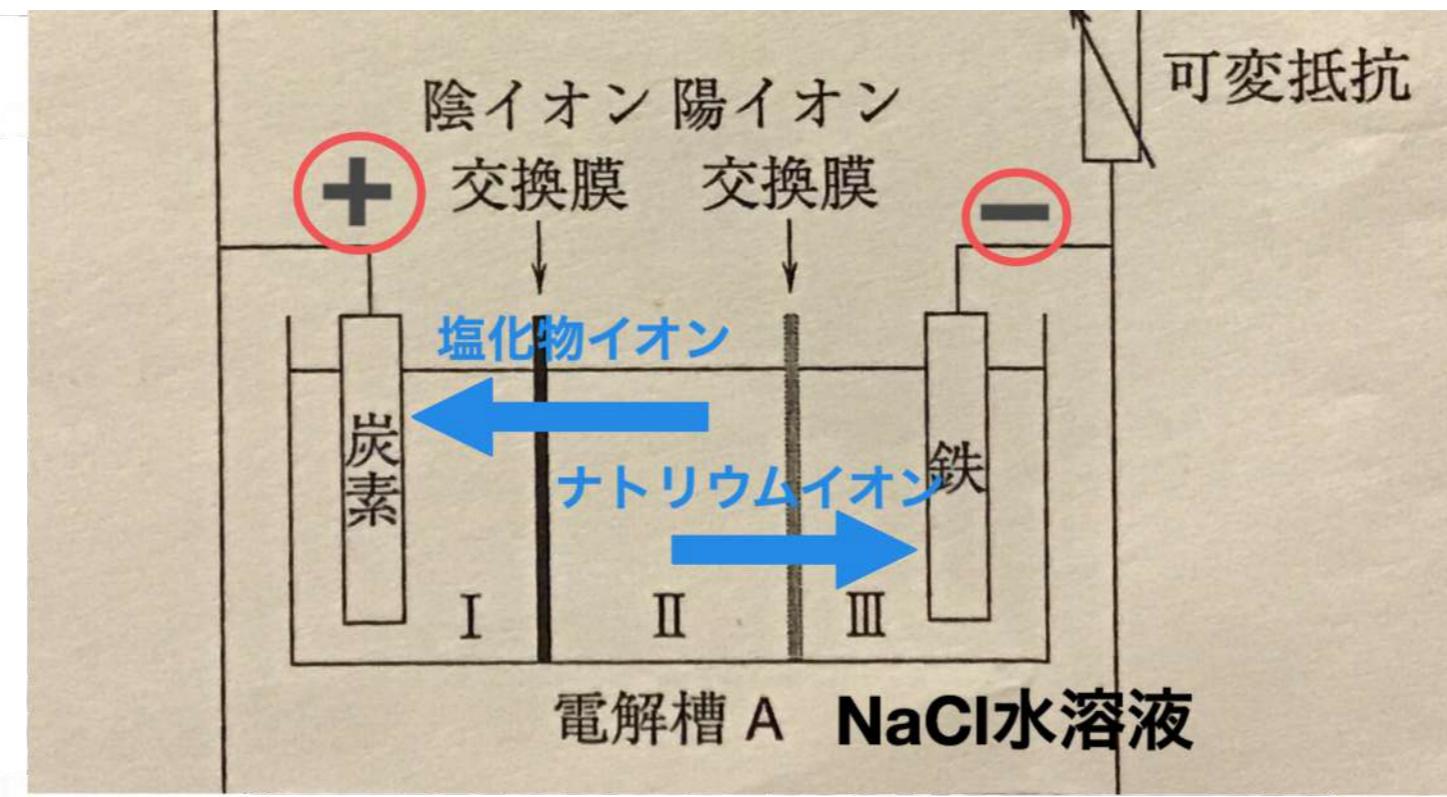
I 室では、消費された 塩化物イオン と同量の 塩化物イオン が、陰イオン交換膜を通って II 室から供給される。結果、電気分解後に I 室ではイオン濃度が 変化しない。

III 室

III 室では、生じた 水酸化物イオン と同量の ナトリウムイオン が、陽イオン交換膜を通って II 室から供給される。結果、電気分解後に III 室ではイオン濃度が 増大する。

II 室

結果、電気分解後に II 室ではイオン濃度が 。



I 室

I 室では、消費された 塩化物イオン と同量の 塩化物イオン
が、陰イオン交換膜を通って II 室から供給される。
結果、電気分解後に I 室ではイオン濃度が 変化しない。

III 室

III 室では、生じた 水酸化物イオン と同量の ナトリウムイオン が、
陽イオン交換膜を通って II 室から供給される。
結果、電気分解後に III 室ではイオン濃度が 増大する。

II 室

結果、電気分解後に II 室ではイオン濃度が 減少する。

電気分解後の電解槽 A の 3 室を、溶液中のイオンの総物質量が大きい順として正しいものはどれか。

1. $I > II > III$

2. $II > III > I$

3. $III > I > II$

4. $I = II > III$

5. $II = III > I$

6. $III = I > II$

【解答】問 i 3

問 ii 13 g 問 iii 0.12 mol/L

I 室

I 室では、消費された 塩化物イオン と同量の 塩化物イオン が、陰イオン交換膜を通って II 室から供給される。

結果、電気分解後に I 室ではイオン濃度が 変化しない。

III 室

III 室では、生じた 水酸化物イオン と同量の ナトリウムイオン が、陽イオン交換膜を通って II 室から供給される。

結果、電気分解後に III 室ではイオン濃度が 増大する。

II 室

結果、電気分解後に II 室ではイオン濃度が 減少する。

III-4 電池、電気分解

【解答】問 i 3 問 ii 13 g 問 iii 0.12 mol/L

問 ii

— 電流計を流れた電子の物質量は、_____

$$\frac{0.500 \times (4 \times 60^2 + 17 \times 60 + 20)}{9.65 \times 10^4} = 8.00 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

— 並列に接続した電池を流れた電子の量は合わせて、_____

— 各電池を流れた電子の量はそれぞれ、_____

— 直列に接続した電池では同じ量の電子が流れる。_____

III-4 電池, 電氣分解

【解答】問i 3 問ii 13 g 問iii 0.12 mol/L

問 ii

電流計を流れた電子の物質量は、

$$\frac{0.500 \times (4 \times 60^2 + 17 \times 60 + 20)}{9.65 \times 10^4} = 8.00 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

並列に接続した電池を流れた電子の量は合 わせて、

$$8.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

各電池を流れた電子の量はそれぞれ、

-直列に接続した電池では同じ量の電子が流れる。

III-4 電池、電気分解

【解答】問i 3 問ii 13 g 問iii 0.12 mol/L

問ii

— 電流計を流れた電子の物質量は、_____

$$\frac{0.500 \times (4 \times 60^2 + 17 \times 60 + 20)}{9.65 \times 10^4} = 8.00 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

— 並列に接続した電池を流れた電子の量は合わせて、_____

$$8.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

— 各電池を流れた電子の量はそれぞれ、_____

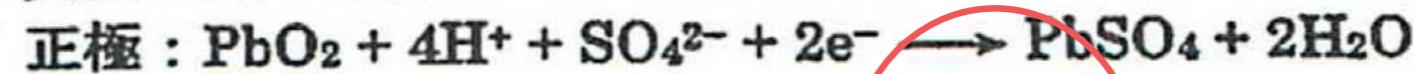
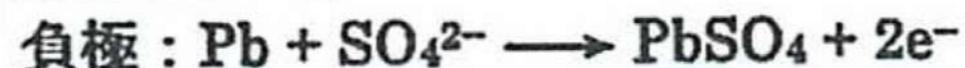
$$4.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

— 直列に接続した電池では同じ量の電子が流れる。_____

各電池を流れた電子の量はそれぞれ、
 $4.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$

直列に接続した電池では同じ量の電子が流れ る。

鉛蓄電池の放電での変化は以下の通り。



電子 1 mol が流れると、
正極では $+32 \text{ g}$ の質量変化
負極では $+48 \text{ g}$

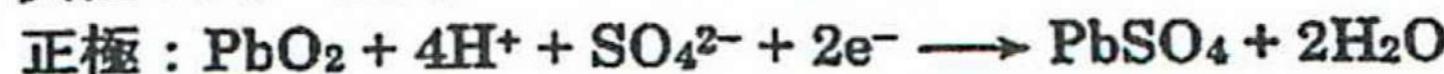
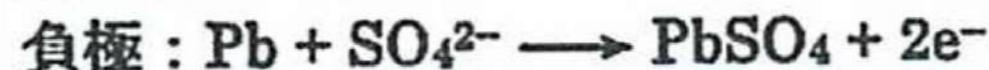
求める値は、

各電池を流れた電子の量はそれぞれ、

$$4.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

直列に接続した電池では同じ量の電子が流れ る。

鉛蓄電池の放電での変化は以下の通り。



電子 1 mol が流れるとき、
正極では $+32 \text{ g}$
負極では $+48 \text{ g}$ の質量変化

求める値は、

$$+(32 + 48) \times 4.00 \times 10^{-2} \times 4 = +12.8 (\text{g})$$

III-4 電池、電気分解

【解答】問 i 3 問 ii 13 g 問 iii 0.12 mol/L

問 ii

電流計を流れた電子の物質量は、

$$\frac{0.500 \times (4 \times 60^2 + 17 \times 60 + 20)}{9.65 \times 10^4} = 8.00 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

並列に接続した電池を流れた電子の量は合わせて、

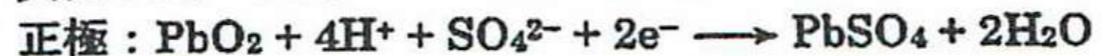
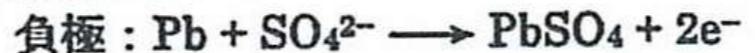
$$8.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

各電池を流れた電子の量はそれぞれ、

$$4.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

直列に接続した電池では同じ量の電子が流れる。

鉛蓄電池の放電での変化は以下の通り。



電子 1 mol が流れると、
正極では $+32 \text{ g}$
負極では $+48 \text{ g}$ の質量変化

求める値は、

$$+(32 + 48) \times 4.00 \times 10^{-2} \times 4 = +12.8 \text{ (g)}$$

記入済み

問 iii

電解槽 A で発生する気体は、電子 1 mol につき、
陽極で塩素 $1/2$ mol, 陰極で 水素 $1/2$ mol, 計 1 mol。

電解槽 A に流れた電子は、――

電解槽 B を流れた電子は、――

求める値(電気分解前の電解槽Bの硫酸銅(II)水溶液のモル濃度)を

求める値を x [mol/L] とすると、

電気分解後の電解槽 B の硫酸銅(II)の濃度は、――

生じたヨウ素の物質量は、――

ヨウ素の滴定に用いたチオ硫酸ナトリウムの物質量は、――

すなわち、次の計算式が成立する。――

問 iii

電解槽 A で発生する気体は、電子 1 mol につき、
陽極で塩素 $1/2$ mol、陰極で 水素 $1/2$ mol、計 1 mol。

電解槽 A に流れた電子は、――

$$\frac{448 \times 10^{-3}}{22.4} \times 1 = 2.00 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

電解槽 B を流れた電子は、――

求める値(電気分解前の電解槽Bの硫酸銅(II)水溶液のモル濃度)を

求める値を x [mol/L] とすると、

電気分解後の電解槽 B の硫酸銅(II)の濃度は、――

生じたヨウ素の物質量は、――

ヨウ素の滴定に用いたチオ硫酸ナトリウムの物質量は、――

すなわち、次の計算式が成立する。――

問 iii

電解槽 A で発生する気体は、電子 1 mol につき、
陽極で塩素 $1/2$ mol、陰極で 水素 $1/2$ mol、計 1 mol。

電解槽 A に流れた電子は、――

$$\frac{448 \times 10^{-3}}{22.4} \times 1 = 2.00 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

電解槽 B を流れた電子は、――

$$8.00 \times 10^{-2} - 2.00 \times 10^{-2} = 6.00 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

求める値(電気分解前の電解槽Bの硫酸銅(II)水溶液のモル濃度)を
求める値を x [mol/L] とすると、

全体を流れた電子の物質量; 8.00×10^{-2} mol

生じたヨウ素の物質量は、――

ヨウ素の滴定に用いたチオ硫酸ナトリウムの物質量は、――

すなわち、次の計算式が成立する。――

問 iii

電解槽 A で発生する気体は、電子 1 mol につき、
陽極で塩素 $1/2$ mol、陰極で 水素 $1/2$ mol、計 1 mol。

電解槽 A に流れた電子は、――

$$\frac{448 \times 10^{-3}}{22.4} \times 1 = 2.00 \times 10^{-2} (\text{mol})$$

電解槽 B を流れた電子は、――

$$8.00 \times 10^{-2} - 2.00 \times 10^{-2} = 6.00 \times 10^{-2} (\text{mol})$$

求める値(電気分解前の電解槽Bの硫酸銅(II)水溶液のモル濃度)を

~~求める値を x [mol/L] とすると、~~

~~電気分解後の電解槽 B の硫酸銅(II)の濃度は、――~~

$$x - \frac{6.00 \times 10^{-2} \times \frac{1}{2}}{3.0} = x - 1.00 \times 10^{-2} [\text{mol/L}]$$

生じたヨウ素の物質量は、――

Cu²⁺+2e⁻→Cu に従って減少。ただし、溶液は3.0 L。

すなわち、次の計算式が成立する。――

問 iii

電解槽 A で発生する気体は、電子 1 mol につき、
陽極で塩素 $1/2$ mol、陰極で 水素 $1/2$ mol、計 1 mol。

電解槽 A に流れた電子は、_____

$$\frac{448 \times 10^{-3}}{22.4} \times 1 = 2.00 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

電解槽 B を流れた電子は、_____

$$8.00 \times 10^{-2} - 2.00 \times 10^{-2} = 6.00 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

求める値(電気分解前の電解槽Bの硫酸銅(II)水溶液のモル濃度)を

求める値を x [mol/L] とすると、

電気分解後の電解槽 B の硫酸銅(II)の濃度は、_____

$$x - \frac{6.00 \times 10^{-2} \times \frac{1}{2}}{3.0} = x - 1.00 \times 10^{-2} \text{ [mol/L]}$$

生じたヨウ素の物質量は、_____

$$\frac{1}{2} \times (x - 1.00 \times 10^{-2}) \times \frac{30.0}{1000}$$

ヨウ素の滴定に用いたチオ硫酸ナトリウムの物質量は、_____

30.0mL に対して操作



問 iii

電解槽 A で発生する気体は、電子 1 mol につき、
陽極で塩素 $1/2$ mol、陰極で 水素 $1/2$ mol、計 1 mol。

電解槽 A に流れた電子は、――

$$\frac{448 \times 10^{-3}}{22.4} \times 1 = 2.00 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

電解槽 B を流れた電子は、――

$$8.00 \times 10^{-2} - 2.00 \times 10^{-2} = 6.00 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

求める値(電気分解前の電解槽Bの硫酸銅(II)水溶液のモル濃度)を

求める値を x [mol/L] とすると、

電気分解後の電解槽 B の硫酸銅(II)の濃度は、――

$$x - \frac{6.00 \times 10^{-2} \times \frac{1}{2}}{3.0} = x - 1.00 \times 10^{-2} \text{ [mol/L]}$$

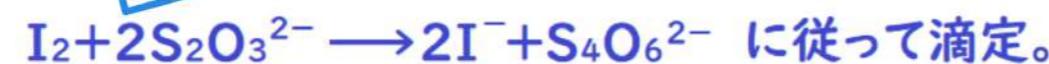
生じたヨウ素の物質量は、――

$$\frac{1}{2} \times (x - 1.00 \times 10^{-2}) \times \frac{30.0}{1000}$$

ヨウ素の滴定に用いたチオ硫酸ナトリウムの物質量は、――

$$(x - 1.00 \times 10^{-2}) \times \frac{30.0}{1000}$$

すなわち、次の計算式が成立する。――



問 iii

電解槽 A で発生する気体は、電子 1 mol につき、
陽極で塩素 $1/2$ mol、陰極で 水素 $1/2$ mol、計 1 mol。

電解槽 A に流れた電子は、

$$\frac{448 \times 10^{-3}}{22.4} \times 1 = 2.00 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

電解槽 B を流れた電子は、

$$8.00 \times 10^{-2} - 2.00 \times 10^{-2} = 6.00 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

求める値(電気分解前の電解槽Bの硫酸銅(II)水溶液のモル濃度)を

求める値を x [mol/L] とすると、

電気分解後の電解槽 B の硫酸銅(II)の濃度は、

$$x - \frac{6.00 \times 10^{-2} \times \frac{1}{2}}{3.0} = x - 1.00 \times 10^{-2} \text{ [mol/L]}$$

生じたヨウ素の物質量は、

$$\frac{1}{2} \times (x - 1.00 \times 10^{-2}) \times \frac{30.0}{1000}$$

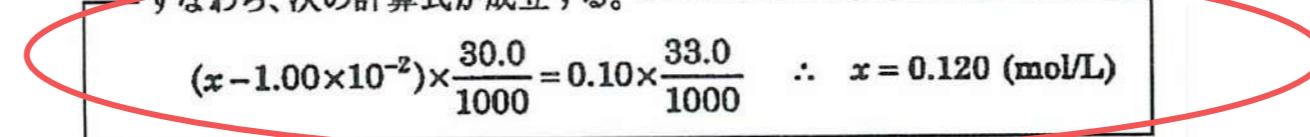
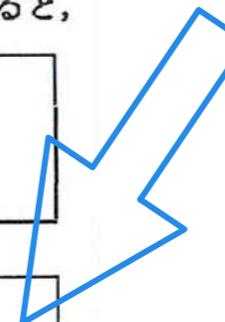
ヨウ素の滴定に用いたチオ硫酸ナトリウムの物質量は、

$$(x - 1.00 \times 10^{-2}) \times \frac{30.0}{1000}$$

すなわち、次の計算式が成立する。

$$(x - 1.00 \times 10^{-2}) \times \frac{30.0}{1000} = 0.10 \times \frac{33.0}{1000} \quad \therefore x = 0.120 \text{ (mol/L)}$$

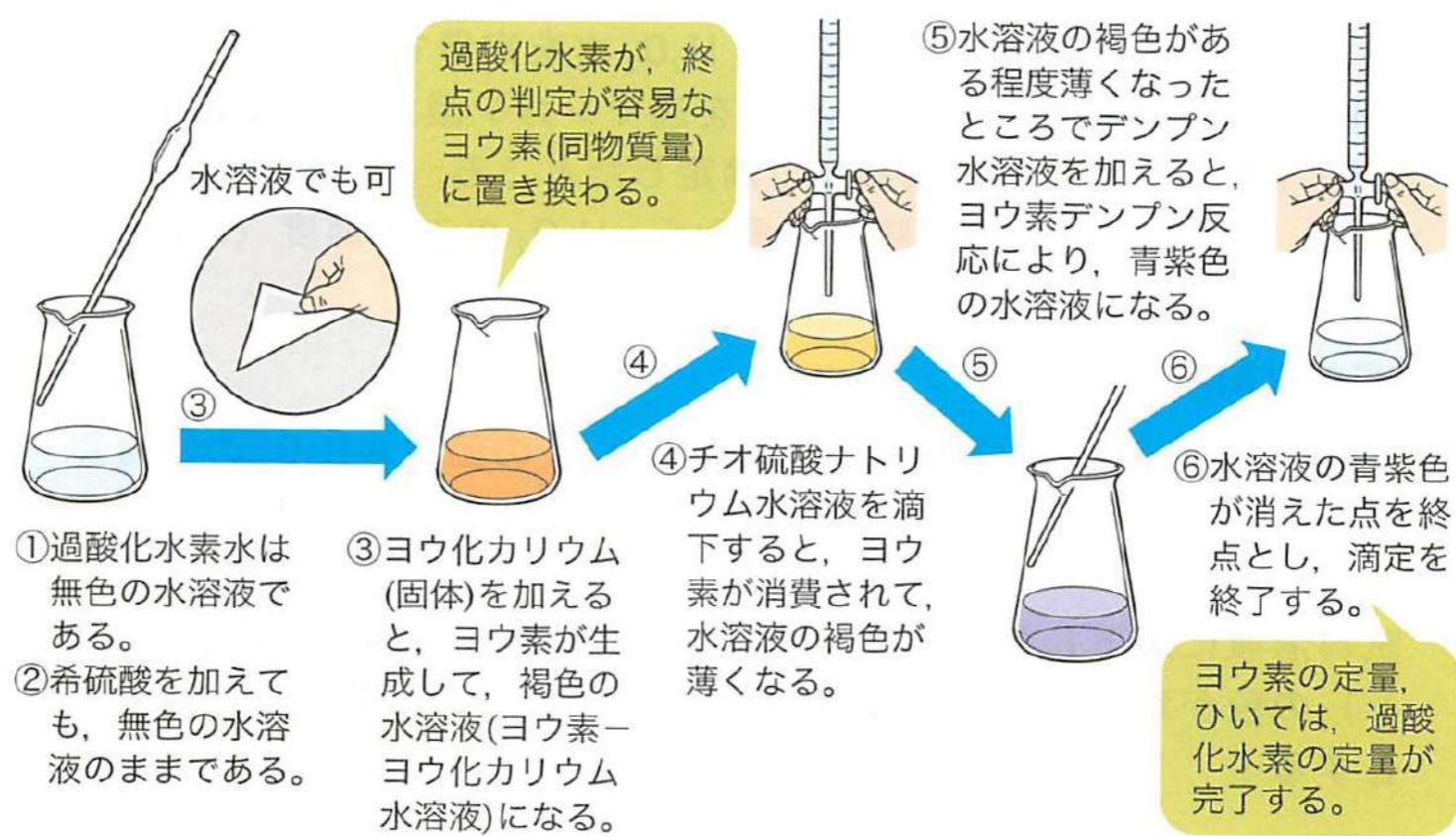
ヨウ素滴定



酸化剤の定量

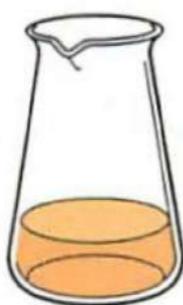


【操作の流れのまとめ】



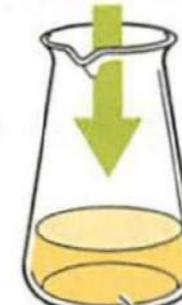
還元剤の定量

①濃度が既知の I_2 溶液を一定体積だけ量り取り、一定量の I_2 を準備する。



②定量したい還元剤を加え、反応させる。

量が未知の
還元剤

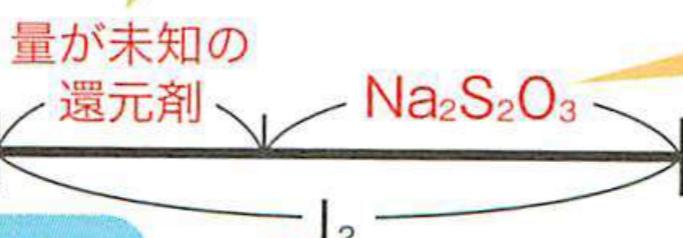


すると、 I_2 の一部が
残存する。

③デンプンを指示薬として、残存している I_2 を $Na_2S_2O_3$ 標準溶液で滴定する。



②定量したい還元剤(H_2S)を加え、反応させる。



①濃度が既知の I_2 溶液を一定体積だけ量り取り、一定量の I_2 を準備する。

③デンプンを指示薬として、残存している I_2 を $Na_2S_2O_3$ 標準溶液で滴定する。ヨウ素デンプン反応の青紫色が消えた点を終点とする。



【補充問題】

III-5 無機化学

【解答】

問 i 5 問 ii 性質 1, 物質の数 5 問 iii 1, 2

【解説】

問 i

1. (誤) 亜鉛は 12 族元素である。
2. (誤) ハロゲン単体のうち、フッ素と塩素が常温常圧で気体として存在する。
3. (誤) ネオンの最外殻は L 殻である。
4. (誤) KMnO_4 中の Mn の酸化数は +VII である。
5. (正) アルカリ金属の単体の融点は、原子番号が小さくなるほど高くなる傾向にある。
6. (誤) アルカリ金属のイオン化エネルギーは、原子番号が小さくなるほど大きくなる傾向にある。

問 ii 各性質にあてはまる物質は以下の通り。

- 1 Cl_2 , $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, P_4O_{10} , SO_2
- 2 (Cl_2 : 濃い水溶液は黄緑色), $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, KMnO_4
- 3 Cl_2 , $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, KMnO_4 ,
(SO_2 : H_2S との反応では酸化剤として働く)

問 iii 1.~5. で発生する気体とあてはまる性質は以下の通り。

1. SO_2 (ア), (ウ), (オ)
2. H_2S (ア), (イ), (ウ)
3. CO_2 (ア)
4. Cl_2 (ア), (オ)
5. NH_3 (エ)

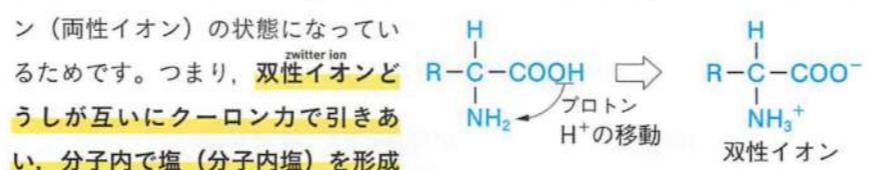


ここから先はPDFがありません。

● α -アミノ酸の状態

結晶中のアミノ酸の状態

アミノ酸の特徴は、多くは無色の結晶で揮発性がないこと、また、一般的な有機化合物に比べて、分子量の割にその融点（または分解点）が高く、一般に、水やエタノール（強い極性をもつ溶媒）に溶けやすく、ベンゼンやジエチルエーテルなどの有機溶媒（無極性または無極性に近い溶媒）には溶けにくいことなどがあげられます。これらは、結晶中のアミノ酸（両性電解質）が、双性イオン（両性イオン）の状態になっています。つまり、**双性イオン**と **うしが互いにクーロン力で引きあい、分子内で塩（分子内塩）を形成**するためです。



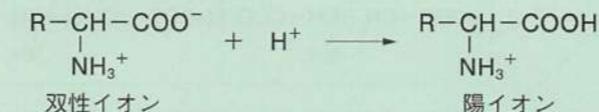
そのため、アミノ酸の結晶はイオン結晶的な性質をもっているのです。

水溶液中のアミノ酸の状態（中性アミノ酸の場合）

双性イオンが、陽イオンや陰イオンと平衡状態になっています。



この平衡においては、水溶液の液性が強い酸性に近づくにつれて、例えば、



のような変化が起こり、陽イオンの割合が増大（①の平衡が左側に移動）します。また、水溶液の液性が強い塩基性に近づくにつれて、例えば、

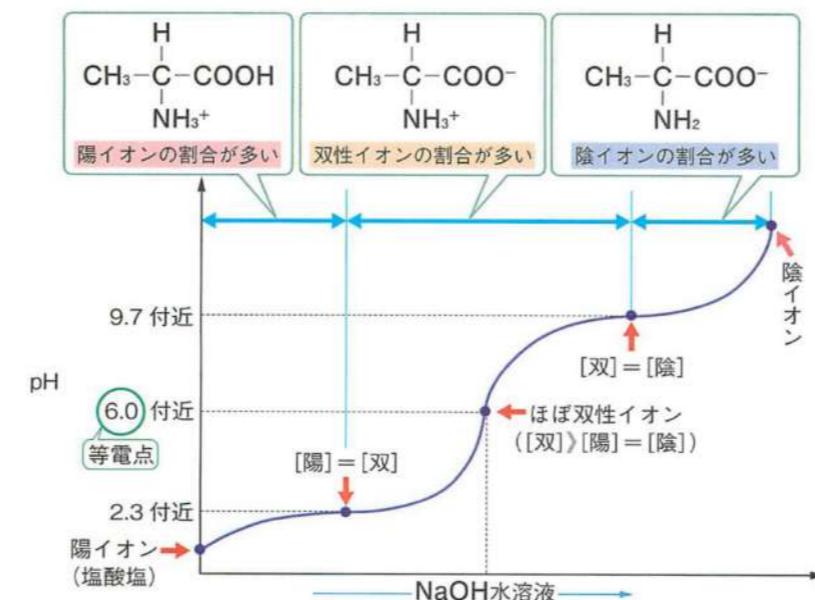
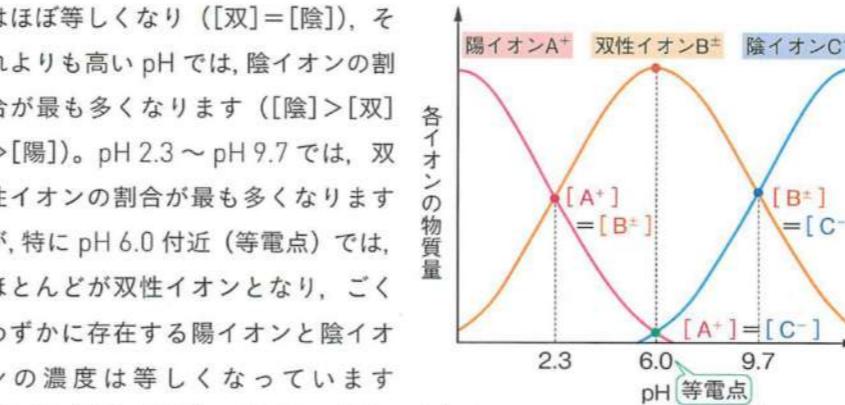


が起こり、陰イオンの割合が増大（①の平衡が右側に移動）します。

水溶液中での各イオンの割合（中性アミノ酸の場合）

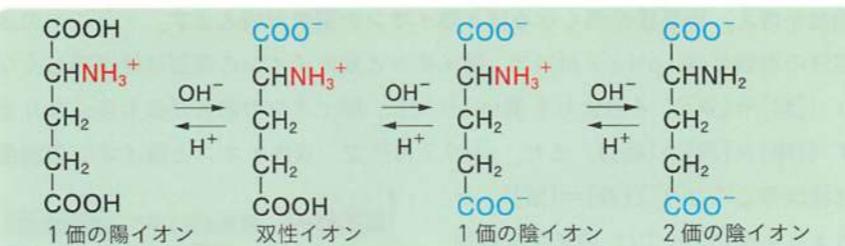
アミノ酸の水溶液においては、前述の通り、酸性が強くなるほど陽イオンの割合が増え、塩基性が強くなるほど陰イオンの割合が増えます。アラニンの水溶液の場合には、pH 2.3付近で、陽イオンと双性イオンの濃度はほぼ等しくなり ($[A^+] = [B^\pm]$)、それよりも低いpHでは、陽イオンの割合が最も多くなります ($[A^+] > [B^\pm] \gg [C^-]$)。また、pH 9.7付近で、双性イオンと陰イオンの濃度はほぼ等しくなり ($[B^\pm] = [C^-]$)、それよりも高いpHでは、陰イオンの割合が最も多くなります ($[C^-] > [B^\pm] \gg [A^+]$)。pH 2.3～pH 9.7では、双性イオンの割合が最も多くなりますが、特にpH 6.0付近（等電点）では、ほとんどが双性イオンとなり、ごくわずかに存在する陽イオンと陰イオンの濃度は等しくなっています ($[B^\pm] \gg [A^+] = [C^-]$)。

次図は、上記の内容を、アラニンの滴定曲線（アラニンの塩酸塩の水溶液に水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を加えていった場合のpH の変化）の概略図上にまとめたものです。



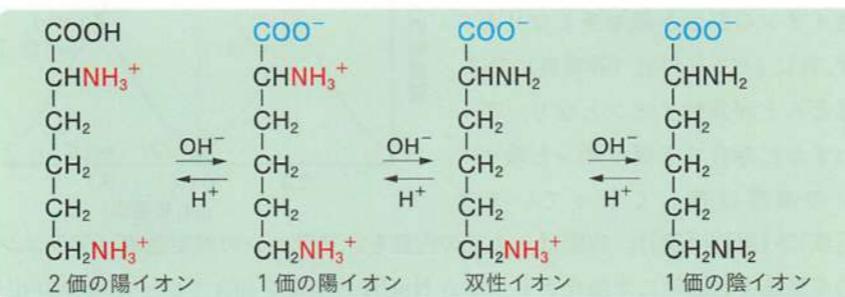
水溶液中でのアミノ酸の状態（酸性アミノ酸の場合）

グルタミン酸の水溶液中では、次のような平衡が成立しています。



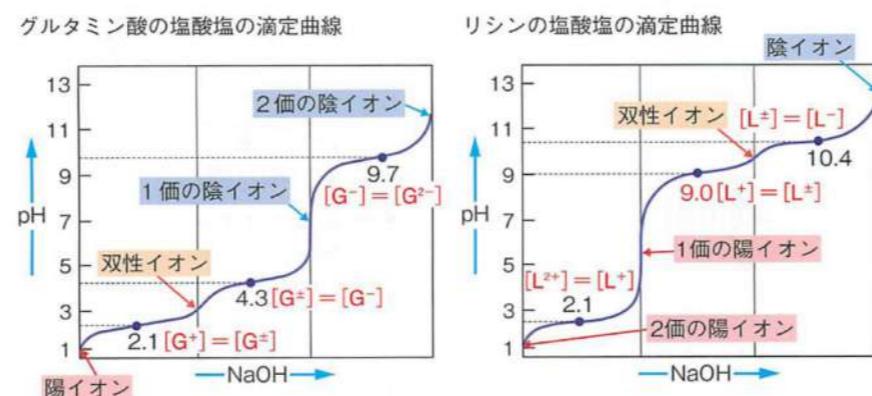
水溶液中でのアミノ酸の状態（塩基性アミノ酸の場合）

リシンの水溶液中では、次のような平衡が成立しています。



水溶液中での各イオンの割合（酸性アミノ酸と塩基性アミノ酸の場合）

アミノ酸の水溶液においては、酸性が強くなるほど陽イオンの割合が増え、塩基性が強くなるほど陰イオンの割合が増えます。次図は、その様子を、グルタミン酸の塩酸塩、および、リシンの塩酸塩の水溶液に水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を加えていった場合の滴定曲線（概略図）上にまとめたものです。



● 等電点 isoelectric point

等電点

アミノ酸は、水溶液の液性（pH）を適当に調整すると、酸としての電離度と塩基としての電離度が同じになり、正負の電荷が等しくなって互いに打ち消され、アミノ酸分子としてもつ電荷の総和が0になります。言い換えれば、**平衡混合物（陽イオン、双性イオン、陰イオン）の電荷の総和が0となります。ちょうどそうなったときの水溶液のpHの値は、等電点と呼ばれます。**等電点は、各アミノ酸に固有の値です。アミノ酸の溶解度は、等電点で最も減少します。

等電点	酸性アミノ酸	アスパラギン酸：2.8, グルタミン酸：3.2
	中性アミノ酸	システイン：5.1, フェニアラニン：5.5 チロシン：5.7, セリン：5.7, メチオニン：5.7 グリシン：6.0, アラニン：6.0 ロイシン：6.0, イソロイシン：6.0
	塩基性アミノ酸	リシン 9.7, アルギニン：10.8

等電点の計算（アラニンの場合）



の電離定数 K_1 を、 $K_1 = 1 \times 10^{-2.3}$ (mol/L) とし、



の電離定数 K_2 を、 $K_2 = 1 \times 10^{-9.7}$ (mol/L) とすると、

$$\begin{aligned} K_1 \times K_2 &= \frac{[\text{双性イオン}][\text{H}^+]}{[\text{陽イオン}]} \times \frac{[\text{陰イオン}][\text{H}^+]}{[\text{双性イオン}]} \\ &= \frac{[\text{陰イオン}]}{[\text{陽イオン}]} \times [\text{H}^+]^2 = 1 \times 10^{-12.0} \text{ (mol/L)}^2 \end{aligned}$$

となります。等電点では、すべての電荷が打ち消されることを考えると、双性イオンに関してはイオン単位で電荷が打ち消されているので、

$$[\text{陽イオン}] = [\text{陰イオン}]$$

の関係が成立します。この関係を上式に代入すると、

$$[\text{H}^+]^2 = 1 \times 10^{-12.0} \text{ (mol/L)}^2 \quad \text{ただし, } [\text{H}^+] > 0$$

$$\therefore [\text{H}^+] = 1 \times 10^{-6.0} \text{ (mol/L)}$$

となります。よって、求めるアラニンの等電点は次の通りです。

$$\text{pH} = -\log_{10}(1 \times 10^{-6.0}) = 6.0$$