

**1.** 次の文を読んで、以下の問1～問7に答えよ。

(a) 金属元素の酸化物には水に溶けて塩基性を示したり,

問1 下線部(a)にあてはまる一つの例を化学反応式で示せ。

**1.** 次の文を読んで、以下の問1～問7に答えよ。

(a) 金属元素の酸化物には水に溶けて塩基性を示したり,

問1 下線部(a)にあてはまる一つの例を化学反応式で示せ。

Na<sub>2</sub>O、CaOなど

**1.** 次の文を読んで、以下の問1～問7に答えよ。

(a) 金属元素の酸化物には水に溶けて塩基性を示したり,

問1 下線部(a)にあてはまる一つの例を化学反応式で示せ。

Na<sub>2</sub>O、CaOなど



問2 下線部(b)のような性質を何というか。また、そのような性質をもつ酸化物を一つ挙げ、酸と反応する例、塩基と反応する例を一例ずつ化学反応式で示せ。

問2 下線部(b)のような性質を何というか。また、そのような性質をもつ酸化物を一つ挙げ、酸と反応する例、塩基と反応する例を一例ずつ化学反応式で示せ。

両性、 $\text{Al}_2\text{O}_3$


問2 下線部(b)のような性質を何というか。また、そのような性質をもつ酸化物を一つ挙げ、酸と反応する例、塩基と反応する例を一例ずつ化学反応式で示せ。

両性、 $\text{Al}_2\text{O}_3$



問2 下線部(b)のような性質を何というか。また、そのような性質をもつ酸化物を一つ挙げ、酸と反応する例、塩基と反応する例を一例ずつ化学反応式で示せ。

両性、 $\text{Al}_2\text{O}_3$



そして水溶液中での電離に基づいて (c) 酸・塩基の定義を提唱した。

問3 下線部(c)に関して、アレーニウスの酸・塩基の定義を書け。




そして水溶液中での電離に基づいて (c) 酸・塩基の定義を提唱した。

問3 下線部(c)に関して、~~アレニウスの酸・塩基の定義~~を書け。

**酸；水に溶け、水溶液中で水素イオン $H^+$ を生じる物質。**

そして水溶液中での電離に基づいて (c) 酸・塩基の定義を提唱した。

問3 下線部(c)に関して、アレーニウスの酸・塩基の定義を書け。

~~酸; 水に溶け、水溶液中で水素イオン $H^+$ を生じる物質。~~

塩基; 水に溶け、水溶液中で水酸化物イオン $OH^-$ を生じる物質。

そして水溶液中での電離に基づいて (c) 酸・塩基の定義を提唱した。

問3 下線部(c)に関して、アレニウスの酸・塩基の定義を書け。

酸; 水に溶け、水溶液中で水素イオン $H^+$ を生じる物質。

塩基; 水に溶け、~~水溶液中で水酸化物イオン $OH^-$~~ を生じる物質。

アレニウスの定義では、水は溶媒に過ぎない。

(d) pH が定義される。

問 4 下線部(d)の pH の定義を書け。また、酸性・中性・塩基性で pH の値はどのようになるのか示せ。


(d) pH が定義される。

問4 下線部(d)の pH の定義を書け。また、酸性・中性・塩基性で pH の値はどのようなになるのか示せ。

定義;  $\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$  ( $[\text{H}^+] = 10^{-a}$  のときの  $a$  の数値)

(d) pH が定義される。

問4 下線部(d)の pH の定義を書け。また、酸性・中性・塩基性で pH の値はどのようなになるのか示せ。

定義;  $\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$  ( $[\text{H}^+] = 10^{-a}$  のときの  $a$  の数値)

酸性;  $\text{pH} < 7$ 、中性;  $\text{pH} = 7$ 、塩基性;  $\text{pH} > 7$

(d) pH が定義される。

問4 下線部(d)の pH の定義を書け。また、酸性・中性・塩基性で pH の値はどのようなになるのか示せ。

定義;  $\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$  ( $[\text{H}^+] = 10^{-a}$  のときの  $a$  の数値)

酸性;  $\text{pH} < 7$ 、中性;  $\text{pH} = 7$ 、塩基性;  $\text{pH} > 7$

ただし、 $25^\circ\text{C}$  ( $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ ) において。

ブレンステッドとローリーは同じ時期にこの考えをさらに  
一般的に拡張した(e) 酸・塩基の定義を提唱した。

問5 下線部(e)に関して、ブレンステッド・ローリーの酸・塩基の定義を書け。



ブレンステッドとローリーは同じ時期にこの考えをさらに  
一般的に拡張した(e) 酸・塩基の定義を提唱した。

問5 下線部(e)に関して、ブレンステッド・ローリーの酸・塩基の定義を書け。

**酸;相手に水素イオン $H^+$ を与える物質。**

ブレンステッドとローリーは同じ時期にこの考えをさらに  
一般的に拡張した(e) 酸・塩基の定義を提唱した。

問5 下線部(e)に関して、ブレンステッド・ローリーの酸・塩基の定義を書け。

酸;相手に水素イオン $H^+$ を与える物質。

塩基;相手から水素イオン $H^+$ を受け取る物質。

ブレンステッドとローリーは同じ時期にこの考えをさらに  
一般的に拡張した(e) 酸・塩基の定義を提唱した。

問5 下線部(e)に関して、ブレンステッド・ローリーの酸・塩基の定義を書け。

酸;相手に水素イオン $H^+$ を与える物質。

塩基;~~相手から水素イオン $H^+$ を受け取る物質。~~

この定義では、水は酸として働くこともあれば、塩基として働くこともある。

(f) 水酸化鉄(III)が酸と反応する現象を説明することができ、

問6 下線部(f)について一例を化学反応式で示せ。

(f) 水酸化鉄(III)が酸と反応する現象を説明することができ、

問6 下線部(f)について一例を化学反応式で示せ。



**2.** 次の文を読み、下の問1～問4に答えよ。

問1 上の文中の( )に最も適する数値を記せ。

水のイオン積といい、25℃では(ア) (mol/L)<sup>2</sup> ← (ア)と(エ)は有効数字2桁で、

**1.0×10<sup>-14</sup>**

純水のpHは(イ)である。← (イ)と(ウ)は整数で答えよ。

**7**

0.10mol/L の塩酸のpHは約(ウ)である ← (イ)と(ウ)は整数で答えよ。

**1**

**2.** 次の文を読み、下の問1～問4に答えよ。

問1 上の文中の( )に最も適する数値を記せ。

水のイオン積といい、25℃では(ア) (mol/L)<sup>2</sup> ← (ア)と(エ)は有効数字2桁で、

1.0×10<sup>-14</sup>

純水のpHは(イ)である。← (イ)と(ウ)は整数で答えよ。

7

0.10mol/L の塩酸のpHは約(ウ)である ← (イ)と(ウ)は整数で答えよ。

1

**2.** 次の文を読み, 下の問1~問4に答えよ。

問1 上の文中の( )に最も適する数値を記せ。

水のイオン積といい, 25°Cでは(ア) (mol/L)<sup>2</sup> ← (ア)と(エ)は有効数字2桁で,

**1.0×10<sup>-14</sup>**

純水のpHは(イ)である。← (イ)と(ウ)は整数で答えよ。

**7**

ただし、25°Cで  $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ (mol/L)}^2$  のとき。

0.10mol/L の塩酸のpHは約(ウ)である ← (イ)と(ウ)は整数で答えよ。

**1**



**2.** 次の文を読み, 下の問1~問4に答えよ。

問1 上の文中の( )に最も適する数値を記せ。

水のイオン積といい, 25°Cでは(ア) (mol/L)<sup>2</sup> ← (ア)と(エ)は有効数字2桁で,

**1.0×10<sup>-14</sup>**

純水のpHは(イ)である。← (イ)と(ウ)は整数で答えよ。

**7**

ただし, 25°Cで  $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ (mol/L)}^2$  のとき。

0.10mol/L の塩酸のpHは約(ウ)である ← (イ)と(ウ)は整数で答えよ。

**1**

**2.** 次の文を読み, 下の問1~問4に答えよ。

問1 上の文中の( )に最も適する数値を記せ。

水のイオン積といい, 25°Cでは(ア) (mol/L)<sup>2</sup> ← (ア)と(エ)は有効数字2桁で,

**1.0×10<sup>-14</sup>**

純水のpHは(イ)である。← (イ)と(ウ)は整数で答えよ。

**7**

ただし, 25°Cで  $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ (mol/L)}^2$  のとき。

0.10mol/L の塩酸のpHは約(ウ)である ← (イ)と(ウ)は整数で答えよ。

**1**

完全電離として  $[H^+] = 0.10 = 1.0 \times 10^{-1}$  のとき、 $pH = -\log_{10} [H^+] = 1$

pHが3である0.10mol/Lの酢酸水溶液では、全酢酸分子のうちの(エ)%が酢酸イオンと水素イオンに電離していることになる。← (エ)は有効数字2桁で、


pH が 3 である 0.10mol/L の酢酸水溶液では、全酢酸分子のうちの ( エ ) % が酢酸イオンと水素イオンに電離していることになる。← (エ)は有効数字2桁で、

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+] = 3 \text{ のとき、} [\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-3}$$

pHが3である0.10mol/Lの酢酸水溶液では、全酢酸分子のうちの(エ)%が酢酸イオンと水素イオンに電離していることになる。← (エ)は有効数字2桁で、

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+] = 3 \text{ のとき、} [\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-3}$$

$$[\text{H}^+] = 0.10 \times \text{電離度} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ より、電離度} = 1.0 \times 10^{-2} \Rightarrow 1.0 \%$$

問2 pH3の水溶液におけるOH<sup>-</sup>の濃度は何mol/Lか。

$1.0 \times 10^{-11}$  mol/L

問2 pH3の水溶液におけるOH<sup>-</sup>の濃度は何mol/Lか。

1.0×10<sup>-11</sup> mol/L

pH=-log<sub>10</sub>[H<sup>+</sup>]=3のとき、[H<sup>+</sup>]=1.0×10<sup>-3</sup>

問2 pH3の水溶液におけるOH<sup>-</sup>の濃度は何mol/Lか。

1.0×10<sup>-11</sup> mol/L

pH=-log<sub>10</sub>[H<sup>+</sup>]=3のとき、[H<sup>+</sup>]=1.0×10<sup>-3</sup>

$K_w=[H^+][OH^-]=1.0\times 10^{-14}(\text{mol/L})^2$ より、



問2 pH3の水溶液におけるOH<sup>-</sup>の濃度は何mol/Lか。

$1.0 \times 10^{-11}$  mol/L

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+] = 3 \text{ のとき、} [\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-3}$$

$$K_w = [\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} \text{ (mol/L)}^2 \text{ より、}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{[\text{H}^+]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-3}} = 1.0 \times 10^{-11} \text{ (mol/L)}$$

問3 pH11 のアンモニア水 10.0mL を 0.10mol/L の塩酸で中和するのに 7.5mL を要した。  
このアンモニア水中のアンモニアの電離度を小数第3位まで求めよ。

0.0133 ( $1.33 \times 10^{-2}$ )

【 $[\text{OH}^-]$ の値は?】

【 $[\text{NH}_3]$ の値は?】

【中和滴定の量的な関係は?】

中和滴定の量的な関係に電離度は無関係である!

問3 pH11 のアンモニア水 10.0mL を 0.10mol/L の塩酸で中和するのに 7.5mL を要した。  
このアンモニア水中のアンモニアの電離度を小数第3位まで求めよ。

0.0133 ( $1.33 \times 10^{-2}$ )

【 $[\text{OH}^-]$ の値は?】

$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+] = 11$  のとき、 $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-11}$

【 $[\text{NH}_3]$ の値は?】

【中和滴定の量的な関係は?】

中和滴定の量的な関係に電離度は無関係である!

問3 pH11 のアンモニア水 10.0mL を 0.10mol/L の塩酸で中和するのに 7.5mL を要した。  
このアンモニア水中のアンモニアの電離度を小数第3位まで求めよ。

0.0133 ( $1.33 \times 10^{-2}$ )

【 $[\text{OH}^-]$ の値は?】

$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+] = 11$  のとき、 $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-11}$

$K_w = [\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ より、

【 $[\text{NH}_3]$ の値は?】

【中和滴定の量的な関係は?】

中和滴定の量的な関係に電離度は無関係である!

問3 pH11 のアンモニア水 10.0mL を 0.10mol/L の塩酸で中和するのに 7.5mL を要した。  
このアンモニア水中のアンモニアの電離度を小数第3位まで求めよ。

0.0133 ( $1.33 \times 10^{-2}$ )

【 $[\text{OH}^-]$ の値は?】

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+] = 11 \text{ のとき、} [\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-11}$$

$$K_w = [\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} \text{ (mol/L)}^2 \text{ より、}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{[\text{H}^+]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-11}} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ (mol/L)}$$

【 $[\text{NH}_3]$ の値は?】

【中和滴定の量的な関係は?】

中和滴定の量的な関係に電離度は無関係である!

問3 pH11 のアンモニア水 10.0mL を 0.10mol/L の塩酸で中和するのに 7.5mL を要した。  
このアンモニア水中のアンモニアの電離度を小数第3位まで求めよ。

0.0133 ( $1.33 \times 10^{-2}$ )

【 $[\text{OH}^-]$ の値は?】

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+] = 11 \text{ のとき、} [\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-11}$$

$$K_w = [\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} \text{ (mol/L)}^2 \text{ より、}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{[\text{H}^+]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-11}} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ (mol/L)}$$

【 $[\text{NH}_3]$ の値は?】

$$[\text{OH}^-] = [\text{NH}_3] \times \text{電離度} (\alpha)$$

【中和滴定の量的な関係は?】

中和滴定の量的な関係に電離度は無関係である!

問3 pH11 のアンモニア水 10.0mL を 0.10mol/L の塩酸で中和するのに 7.5mL を要した。  
このアンモニア水中のアンモニアの電離度を小数第3位まで求めよ。

0.0133 ( $1.33 \times 10^{-2}$ )

【 $[\text{OH}^-]$ の値は?】

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+] = 11 \text{ のとき、} [\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-11}$$

$$K_w = [\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2 \text{ より、}$$
$$[\text{OH}^-] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{[\text{H}^+]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-11}} = 1.0 \times 10^{-3} (\text{mol/L})$$

【 $[\text{NH}_3]$ の値は?】

$$[\text{OH}^-] = [\text{NH}_3] \times \text{電離度} (\alpha) \quad \therefore [\text{NH}_3] = \frac{[\text{OH}^-]}{\text{電離度}} = \frac{1.0 \times 10^{-3}}{\alpha}$$

【中和滴定の量的な関係は?】

中和滴定の量的な関係に電離度は無関係である!

問3 pH11 のアンモニア水 10.0mL を 0.10mol/L の塩酸で中和するのに 7.5mL を要した。  
このアンモニア水中のアンモニアの電離度を小数第3位まで求めよ。

0.0133 ( $1.33 \times 10^{-2}$ )

【 $[\text{OH}^-]$ の値は?】

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+] = 11 \text{ のとき、} [\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-11}$$

$$K_w = [\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2 \text{ より、}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{[\text{H}^+]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-11}} = 1.0 \times 10^{-3} (\text{mol/L})$$

【 $[\text{NH}_3]$ の値は?】

$$[\text{OH}^-] = [\text{NH}_3] \times \text{電離度} (\alpha) \quad \therefore [\text{NH}_3] = \frac{[\text{OH}^-]}{\text{電離度}} = \frac{1.0 \times 10^{-3}}{\alpha}$$

【中和滴定の量的な関係は?】

中和滴定の量的な関係に電離度は無関係である!



問3 pH11 のアンモニア水 10.0mL を 0.10mol/L の塩酸で中和するのに 7.5mL を要した。  
このアンモニア水中のアンモニアの電離度を小数第3位まで求めよ。

0.0133 ( $1.33 \times 10^{-2}$ )

【 $[\text{OH}^-]$ の値は?】

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+] = 11 \text{ のとき、} [\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-11}$$

$$K_w = [\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2 \text{より、}$$
$$[\text{OH}^-] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{[\text{H}^+]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-11}} = 1.0 \times 10^{-3} (\text{mol/L})$$

【 $[\text{NH}_3]$ の値は?】

$$[\text{OH}^-] = [\text{NH}_3] \times \text{電離度} (\alpha) \quad \therefore [\text{NH}_3] = \frac{[\text{OH}^-]}{\text{電離度}} = \frac{1.0 \times 10^{-3}}{\alpha}$$

【中和滴定の量的な関係は?】

中和滴定の量的な関係に電離度は無関係である!



酸の価数 × 酸のモル数



= 塩基の価数 × 塩基のモル数

問3 pH11 のアンモニア水 10.0mL を 0.10mol/L の塩酸で中和するのに 7.5mL を要した。  
このアンモニア水中のアンモニアの電離度を小数第3位まで求めよ。

0.0133 ( $1.33 \times 10^{-2}$ )

【 $[\text{OH}^-]$ の値は?】

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+] = 11 \text{ のとき、} [\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-11}$$

$$K_w = [\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2 \text{より、}$$
$$[\text{OH}^-] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{[\text{H}^+]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-11}} = 1.0 \times 10^{-3} (\text{mol/L})$$

【 $[\text{NH}_3]$ の値は?】

$$[\text{OH}^-] = [\text{NH}_3] \times \text{電離度} (\alpha) \quad \therefore [\text{NH}_3] = \frac{[\text{OH}^-]}{\text{電離度}} = \frac{1.0 \times 10^{-3}}{\alpha}$$

【中和滴定の量的な関係は?】

中和滴定の量的な関係に電離度は無関係である!



酸の価数  $\times$  酸のモル数 = 塩基の価数  $\times$  塩基のモル数

$$1 \text{ 価} \quad \times \quad 0.10 \times \frac{7.5}{1000} =$$

問3 pH11 のアンモニア水 10.0mL を 0.10mol/L の塩酸で中和するのに 7.5mL を要した。  
このアンモニア水中のアンモニアの電離度を小数第3位まで求めよ。

0.0133 ( $1.33 \times 10^{-2}$ )

【 $[\text{OH}^-]$ の値は?】

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+] = 11 \text{ のとき、} [\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-11}$$

$$K_w = [\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2 \text{ より、}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{[\text{H}^+]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-11}} = 1.0 \times 10^{-3} (\text{mol/L})$$

【 $[\text{NH}_3]$ の値は?】

$$[\text{OH}^-] = [\text{NH}_3] \times \text{電離度} (\alpha) \quad \therefore [\text{NH}_3] = \frac{[\text{OH}^-]}{\text{電離度}} = \frac{1.0 \times 10^{-3}}{\alpha}$$

【中和滴定の量的な関係は?】

中和滴定の量的な関係に電離度は無関係である!



酸の価数 × 酸のモル数 = 塩基の価数 × 塩基のモル数

$$1 \text{ 価} \times 0.10 \times \frac{7.5}{1000} = 1 \text{ 価} \times \frac{1.0 \times 10^{-3}}{\alpha} \times \frac{10.0}{1000}$$

問3 pH11 のアンモニア水 10.0mL を 0.10mol/L の塩酸で中和するのに 7.5mL を要した。  
このアンモニア水中のアンモニアの電離度を小数第3位まで求めよ。

0.0133 ( $1.33 \times 10^{-2}$ )

【 $[\text{OH}^-]$ の値は?】

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+] = 11 \text{ のとき、} [\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-11}$$

$$K_w = [\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2 \text{ より、}$$

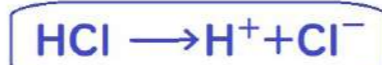
$$[\text{OH}^-] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{[\text{H}^+]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-11}} = 1.0 \times 10^{-3} (\text{mol/L})$$

【 $[\text{NH}_3]$ の値は?】

$$[\text{OH}^-] = [\text{NH}_3] \times \text{電離度} (\alpha) \quad \therefore [\text{NH}_3] = \frac{[\text{OH}^-]}{\text{電離度}} = \frac{1.0 \times 10^{-3}}{\alpha}$$

【中和滴定の量的な関係は?】

中和滴定の量的な関係に電離度は無関係である!



酸の価数 × 酸のモル数 = 塩基の価数 × 塩基のモル数

$$1 \text{ 価} \times 0.10 \times \frac{7.5}{1000} = 1 \text{ 価} \times \frac{1.0 \times 10^{-3}}{\alpha} \times \frac{10.0}{1000}$$

$$\alpha = 0.1333$$

問4 等しい容量の  $0.20\text{mol/L}$  の塩酸と  $0.10\text{mol/L}$  の水酸化ナトリウム水溶液を混合した。  
この溶液の pH はいくらか。小数第 1 位まで求めよ。ただし、水酸化ナトリウムはこの溶液中で完全に電離しているものとする。

**【中和の量的な関係】**


---

**【残存した化合物の濃度】**

--

**【求めるpHの値】**


問4 等しい容量の 0.30mol/L の塩酸と 0.10mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を混合した。  
この溶液の pH はいくらか。小数第 1 位まで求めよ。ただし、水酸化ナトリウムはこの溶液中で完全に電離しているものとする。

**【中和の量的な関係】**



**【残存した化合物の濃度】**

--

**【求めるpHの値】**


問4 等しい容量の  $0.30\text{mol/L}$  の塩酸と  $0.10\text{mol/L}$  の水酸化ナトリウム水溶液を混合した。  
この溶液の pH はいくらか。小数第 1 位まで求めよ。ただし、水酸化ナトリウムはこの溶液中で完全に電離しているものとする。

【中和の量的な関係】

HCl	+	NaOH	→ 生成物はすべて中性
$0.30 \times V \text{ [L]}$		$0.10 \times V \text{ [L]}$	

【残存した化合物の濃度】

--

【求めるpHの値】


問4 等しい容量の 0.30mol/L の塩酸と 0.10mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を混合した。  
この溶液の pH はいくらか。小数第 1 位まで求めよ。ただし、水酸化ナトリウムはこの溶液中で完全に電離しているものとする。

【中和の量的な関係】

HCl	+	NaOH	→ 生成物はすべて中性
$0.30 \times V$ [L]		$0.10 \times V$ [L]	
$-0.10 \times V$		$-0.10 \times V$	

【残存した化合物の濃度】

--

【求めるpHの値】




問4 等しい容量の  $0.30\text{mol/L}$  の塩酸と  $0.10\text{mol/L}$  の水酸化ナトリウム水溶液を混合した。  
この溶液の pH はいくらか。小数第 1 位まで求めよ。ただし、水酸化ナトリウムはこの溶液中で完全に電離しているものとする。

【中和の量的な関係】

HCl	+	NaOH	→ 生成物はすべて中性
$0.30 \times V$ [L]		$0.10 \times V$ [L]	
$-0.10 \times V$		$-0.10 \times V$	
$0.20 \times V$		0	

【残存した化合物の濃度】

--

【求めるpHの値】


問4 等しい容量の 0.30mol/L の塩酸と 0.10mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を混合した。  
この溶液の pH はいくらか。小数第 1 位まで求めよ。ただし、水酸化ナトリウムはこの溶液中で完全に電離しているものとする。

【中和の量的な関係】

HCl	+	NaOH	→ 生成物はすべて中性
$0.30 \times V$ [L]		$0.10 \times V$ [L]	
$-0.10 \times V$		$-0.10 \times V$	
$0.20 \times V$		0	

【残存した化合物の濃度】

$$[\text{HCl}] = \frac{0.20V}{V+V} = 0.10 \text{ (mol/L)}$$

【求めるpHの値】


問4 等しい容量の 0.30mol/L の塩酸と 0.10mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を混合した。  
この溶液の pH はいくらか。小数第 1 位まで求めよ。ただし、水酸化ナトリウムはこの溶液中で完全に電離しているものとする。

【中和の量的な関係】

HCl	+	NaOH	→ 生成物はすべて中性
$0.30 \times V$ [L]		$0.10 \times V$ [L]	
$-0.10 \times V$		$-0.10 \times V$	
$0.20 \times V$		0	

【残存した化合物の濃度】

$$[\text{HCl}] = \frac{0.20V}{V+V} = 0.10 \text{ (mol/L)}$$

【求めるpHの値】

HClは溶液中で完全に電離してると考えて良く、 $[\text{H}^+] = 0.10 \text{ (mol/L)}$

問4 等しい容量の 0.30mol/L の塩酸と 0.10mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を混合した。この溶液の pH はいくらか。小数第 1 位まで求めよ。ただし、水酸化ナトリウムはこの溶液中で完全に電離しているものとする。

【中和の量的な関係】

HCl	+	NaOH	→ 生成物はすべて中性
$0.30 \times V$ [L]		$0.10 \times V$ [L]	
$-0.10 \times V$		$-0.10 \times V$	
$0.20 \times V$		0	

【残存した化合物の濃度】

$$[\text{HCl}] = \frac{0.20V}{V+V} = 0.10 \text{ (mol/L)}$$

【求めるpHの値】

HClは溶液中で完全に電離してると考えて良く、 $[\text{H}^+] = 0.10 \text{ (mol/L)}$

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+] = -\log_{10} 0.10 = 1.0$$

**3.** 次のⅠ, Ⅱ答えよ。

水溶液が青色リトマス紙を赤変したり, なめてすっぱい味がする物質を「酸」という。これに対し, 赤色リトマス紙を青変したり, 酸の性質を失わせたりする物質を「塩基」という。これらは, 水に溶解すると ( ア ) して, 酸は ( イ ) イオンを, 塩基は ( ウ )

電離 ↑

水素 ↑

水酸化物 ↑

イオンを生じる。水溶液では ( イ ) イオンは水分子と結合して ( エ ) イオンとな

水素 ↑

オキソニウム ↑



っている。酸塩基の強さは ( オ ) で比べられる。たとえば, 塩酸は ( オ ) がほぼ

電離度 ↑


電離度 ↑

1なので ( カ ) であり, 酢酸は ( オ ) が小さいので ( キ ) である。

強酸 ↑

電離度 ↑

弱酸 ↑

塩酸とアンモニアの ( ク ) 反応によってできる塩化アンモニウムは、水に溶かすと  
**中和(酸塩基)**   $\text{NH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$


弱い ( ケ ) 性を示す水溶液となる。これは ( コ ) イオンが水と反応して ( エ )  
イオンを生成するためである。このような反応を塩の ( サ ) という。

(ケ);弱酸、(コ);アンモニウム、(エ);オキシニウム、(サ);加水分解

①

②

③

塩酸とアンモニアの ( ク ) 反応によってできる塩化アンモニウムは、水に溶かすと  
**中和(酸塩基)**   $\text{NH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

弱い ( ケ ) 性を示す水溶液となる。これは ( コ ) イオンが水と反応して ( エ )  
イオンを生成するためである。このような反応を塩の ( サ ) という。

(ケ); 弱酸、(コ); アンモニウム、(エ); オキシニウム、(サ); 加水分解



②

③

塩酸とアンモニアの ( ク ) 反応によってできる塩化アンモニウムは、水に溶かすと  
**中和(酸塩基)**   $\text{NH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

弱い ( ケ ) 性を示す水溶液となる。これは ( コ ) イオンが水と反応して ( エ )  
イオンを生成するためである。このような反応を塩の ( サ ) という。


(ケ);弱酸、(コ);アンモニウム、(エ);オキシニウム、(サ);加水分解



②  $\text{Cl}^- \Rightarrow$  強酸の電離によって生じるイオン ( $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ ); 加水分解しない。

③



塩酸とアンモニアの ( ク ) 反応によってできる塩化アンモニウムは、水に溶かすと  
**中和(酸塩基)**   $\text{NH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$


弱い ( ケ ) 性を示す水溶液となる。これは ( コ ) イオンが水と反応して ( エ )  
イオンを生成するためである。このような反応を塩の ( サ ) という。

(ケ);弱酸、(コ);アンモニウム、(エ);オキシニウム、(サ);加水分解



②  $\text{Cl}^- \Rightarrow$  強酸の電離によって生じるイオン ( $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ ); 加水分解しない。  
 $\text{NH}_4^+ \Rightarrow$  弱塩基の電離によって生じるイオン ( $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ )  
; 次のように加水分解する。

③

塩酸とアンモニアの ( ク ) 反応によってできる塩化アンモニウムは、水に溶かすと  
**中和(酸塩基)**   $\text{NH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

弱い ( ケ ) 性を示す水溶液となる。これは ( コ ) イオンが水と反応して ( エ )  
イオンを生成するためである。このような反応を塩の ( サ ) という。

(ケ);弱酸、(コ);アンモニウム、(エ);オキシニウム、(サ);加水分解



②  $\text{Cl}^- \Rightarrow$  強酸の電離によって生じるイオン ( $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ ); 加水分解しない。  
 $\text{NH}_4^+ \Rightarrow$  弱塩基の電離によって生じるイオン ( $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ )  
; 次のように加水分解する。



炭酸水素ナトリ

ウムは水素イオンを含む酸性塩であるが、その水溶液は(シ)を示す。これも(サ)のためである。 (シ);弱塩基、(サ);加水分解

①

②

③

炭酸水素ナトリ

ウムは水素イオンを含む酸性塩であるが、その水溶液は(シ)を示す。これも(サ)のためである。 (シ);弱塩基、(サ);加水分解



②

③

炭酸水素ナトリ

ウムは水素イオンを含む酸性塩であるが、その水溶液は(シ)を示す。これも(サ)のためである。 (シ);弱塩基、(サ);加水分解

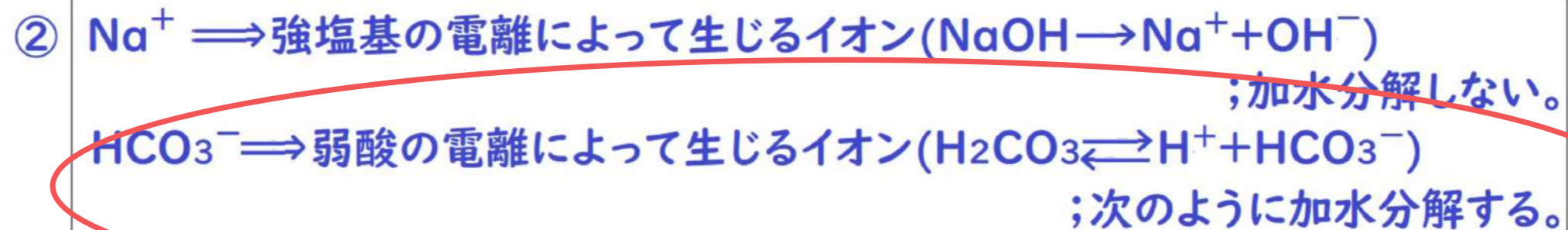


②  $\text{Na}^+ \rightleftharpoons$  強塩基の電離によって生じるイオン ( $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ )  
;加水分解しない。

③

炭酸水素ナトリウム

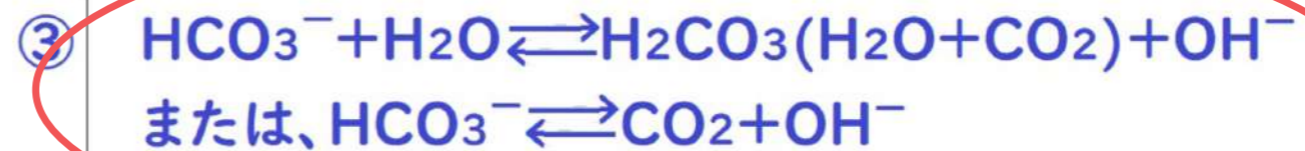
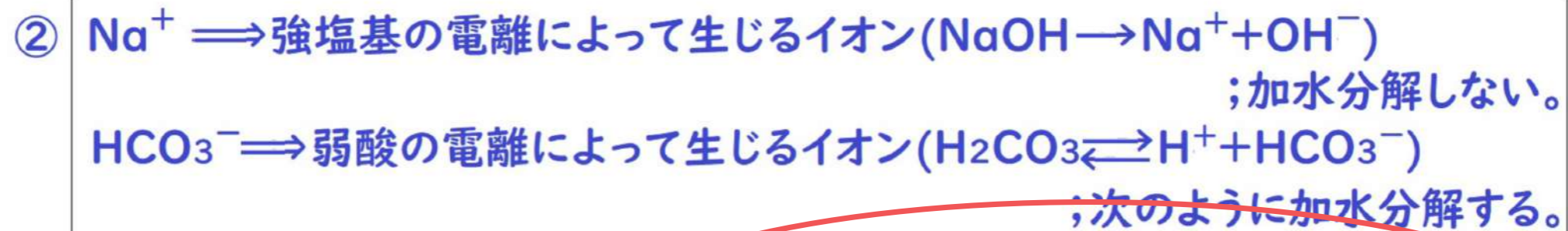
ウムは水素イオンを含む酸性塩であるが、その水溶液は(シ)を示す。これも(サ)のためである。 (シ);弱塩基、(サ);加水分解



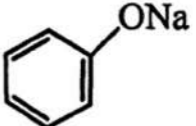
③


炭酸水素ナトリウム

ウムは水素イオンを含む酸性塩であるが、その水溶液は(シ)を示す。これも(サ)のためである。 (シ);弱塩基、(サ);加水分解



次の塩を正塩, 酸性塩, 塩基性塩に分類せよ。また, これらの水溶液は, 酸性, 中性, 塩基性のいずれを示すか。

- |                               |                               |                      |  |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|--|
| (a) $\text{NH}_4\text{Cl}$    | (b) $\text{CH}_3\text{COONa}$ | (c) $\text{KCl}$     | (d) $\text{Na}_2\text{CO}_3$   |
| (e) $\text{AlCl}_3$           | (f) $\text{NaHCO}_3$          | (g) $\text{NaHSO}_4$ | (h) $\text{CuSO}_4$  |
| (i) $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ | (j) $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ | (k) $\text{NaHSO}_3$ | (l)  |

正塩って?  化学式中に,  $\left\{ \begin{array}{l} \text{電離して } \text{H}^+ \text{ になれる酸の } \text{H} \text{ も} \\ \text{電離して } \text{OH}^- \text{ になれる塩基の } \text{OH} \text{ も} \end{array} \right\}$  存在しない塩のこと。

正塩の水溶液の液性は, 中性とは限らない!

正塩; (a)、(b)、(c)、(d)、(e)、(h)、(l) /  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{CH}_3\text{COO}^-$  は電離できない。



酸性塩って？



化学式中に、電離して  $H^+$  になれる酸の H が存在する塩のこと。

酸性塩の水溶液の液性は、酸性とは限らない！

酸性塩； (f)、(g)、(i)、(j)、(k)

### 正塩の水溶液の液性

正塩の水溶液の液性は、その塩を生成するもとの酸（強酸か弱酸か）ともとの塩基（強塩基か弱塩基か）の組合せによって判定することができます。

	強塩基	弱塩基
強酸	正塩の水溶液は中性である。 例：NaCl <sub>aq</sub> は中性である。	正塩の水溶液は酸性である。 例：NH <sub>4</sub> Cl <sub>aq</sub> は酸性である。
弱酸	正塩の水溶液は塩基性である。 例：CH <sub>3</sub> COONa <sub>aq</sub> は塩基性である。	

酸性；(a)、(e)、(h)

中性；(c)

塩基性；(b)、(d)、(l)

酸性塩の水溶液の液性は、その塩を生成するもとの酸（強酸か弱酸か）と塩基（強塩基か弱塩基か）の組合せからは、単純に判定することは取りあえずは、代表的な酸性塩の水溶液の液性について、覚えておくことにしましょう。

酸性塩の水溶液の液性は？

NaHSO <sub>4</sub>	酸性	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	塩基性	NaHCO <sub>3</sub>	塩基性
		NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	酸性		

↑  
NaHSO<sub>4</sub>は強い酸性を示す！

酸性；(g)、(k)、(i)、塩基性；(j)、(f)

**4.** 次の文を読み、問1～問7に答えよ。

市販の食酢中の酢酸の濃度を求めるために、操作1～4の実験を行った。

操作1 器具Xにシュウ酸二水和物 ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 2.52gを入れ、純水を加えて溶かし、全量 100mL のシュウ酸標準液(A液)をつくった。

操作2 別の器具Xに水酸化ナトリウム約0.5gを入れ、水を加えて溶かして、100mLの水酸化ナトリウム水溶液(B液)をつくった。

**4.** 次の文を読み、問1～問7に答えよ。

市販の食酢中の酢酸の濃度を求めるために、操作1～4の実験を行った。

操作1 器具Xにシュウ酸二水和物 ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 2.52gを入れ、純水を加えて溶かし、全量 100mL のシュウ酸標準液(A液)をつくった。

$$[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4] = \frac{\frac{2.52}{126} \text{ mol}}{\frac{100}{1000} \text{ L}} = 0.200 \text{ (mol/L)}$$

操作2 別の器具Xに水酸化ナトリウム約0.5gを入れ、水を加えて溶かして、100mLの水酸化ナトリウム水溶液(B液)をつくった。

**4.** 次の文を読み、問1～問7に答えよ。

市販の食酢中の酢酸の濃度を求めるために、操作1～4の実験を行った。

操作1 器具Xにシュウ酸二水和物 ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 2.52gを入れ、純水を加えて溶かし、全量 100mL のシュウ酸標準液(A液)をつくった。

$$[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4] = \frac{\frac{2.52}{126} \text{ mol}}{\frac{100}{1000} \text{ L}} = 0.200 \text{ (mol/L)}$$

操作2 別の器具Xに水酸化ナトリウム約0.5gを入れ、水を加えて溶かして、100mLの水酸化ナトリウム水溶液(B液)をつくった。

調製したNaOH水溶液の濃度は正確ではない。

操作3 器具 Y を用いて, A 液 10.0mL をコニカルビーカーにとり, 指示薬を数滴加えた。  
次に器具 Z に入れた B 液を少しずつ滴下したところ, 中和点までに 40.0mL 必要であった。

操作4 器具 Y を用いて, 市販の食酢を 2 倍に希釈した水溶液 10.0mL をコニカルビーカーにとり, 指示薬を数滴加えた。次に器具 Z に入れた B 液を少しずつ滴下したところ, 中和点までに 25.0mL 必要であった。

操作3 器具 Y を用いて, A 液 10.0mL をコニカルビーカーにとり, 指示薬を数滴加えた。  
次に器具 Z に入れた B 液を少しずつ滴下したところ, 中和点までに 40.0mL 必要であった。

$$\text{酸の価数} \times \text{酸の物質質量} = \text{塩基の価数} \times \text{塩基の物質質量}$$

操作4 器具 Y を用いて, 市販の食酢を 2 倍に希釈した水溶液 10.0mL をコニカルビーカーにとり, 指示薬を数滴加えた。次に器具 Z に入れた B 液を少しずつ滴下したところ, 中和点までに 25.0mL 必要であった。



操作3 器具 Y を用いて, A 液 10.0mL をコニカルビーカーにとり, 指示薬を数滴加えた。  
次に器具 Z に入れた B 液を少しずつ滴下したところ, 中和点までに 40.0mL 必要であった。

$$\text{酸の価数} \times \text{酸の物質質量} = \text{塩基の価数} \times \text{塩基の物質質量}$$
$$2 \times 0.200 \times \frac{10.0}{1000}$$

操作4 器具 Y を用いて, 市販の食酢を 2 倍に希釈した水溶液 10.0mL をコニカルビーカーにとり, 指示薬を数滴加えた。次に器具 Z に入れた B 液を少しずつ滴下したところ, 中和点までに 25.0mL 必要であった。

操作3 器具 Y を用いて, A 液 10.0mL をコニカルビーカーにとり, 指示薬を数滴加えた。  
次に器具 Z に入れた B 液を少しずつ滴下したところ, 中和点までに 40.0mL 必要であった。

$$\begin{array}{l} \text{酸の価数} \times \text{酸の物質質量} \\ 2 \times 0.200 \times \frac{10.0}{1000} \end{array} = \begin{array}{l} \text{塩基の価数} \times \text{塩基の物質質量} \\ 1 \times x \times \frac{40.0}{1000} \end{array}$$

操作4 器具 Y を用いて, 市販の食酢を 2 倍に希釈した水溶液 10.0mL をコニカルビーカーにとり, 指示薬を数滴加えた。次に器具 Z に入れた B 液を少しずつ滴下したところ, 中和点までに 25.0mL 必要であった。

操作3 器具 Y を用いて, A 液 10.0mL をコニカルビーカーにとり, 指示薬を数滴加えた。  
次に器具 Z に入れた B 液を少しずつ滴下したところ, 中和点までに 40.0mL 必要であった。

$$\begin{aligned} \text{酸の価数} \times \text{酸の物質質量} &= \text{塩基の価数} \times \text{塩基の物質質量} \\ 2 \times 0.200 \times \frac{10.0}{1000} &= 1 \times x \times \frac{40.0}{1000} \\ \therefore [\text{NaOH}] = x &= 0.100 \text{ (mol/L)} \end{aligned}$$

操作4 器具 Y を用いて, 市販の食酢を 2 倍に希釈した水溶液 10.0mL をコニカルビーカーにとり, 指示薬を数滴加えた。次に器具 Z に入れた B 液を少しずつ滴下したところ, 中和点までに 25.0mL 必要であった。

操作3 器具 Y を用いて, A 液 10.0mL をコニカルビーカーにとり, 指示薬を数滴加えた。  
次に器具 Z に入れた B 液を少しずつ滴下したところ, 中和点までに 40.0mL 必要であった。

$$\begin{aligned} \text{酸の価数} \times \text{酸の物質質量} &= \text{塩基の価数} \times \text{塩基の物質質量} \\ 2 \times 0.200 \times \frac{10.0}{1000} &= 1 \times x \times \frac{40.0}{1000} \\ \therefore [\text{NaOH}] = x &= 0.100 \text{ (mol/L)} \end{aligned}$$

操作4 器具 Y を用いて, 市販の食酢を 2 倍に希釈した水溶液 10.0mL をコニカルビーカーにとり, 指示薬を数滴加えた。次に器具 Z に入れた B 液を少しずつ滴下したところ, 中和点までに 25.0mL 必要であった。

$$\text{酸の価数} \times \text{酸の物質質量} = \text{塩基の価数} \times \text{塩基の物質質量}$$

操作3 器具 Y を用いて, A 液 10.0mL をコニカルビーカーにとり, 指示薬を数滴加えた。  
次に器具 Z に入れた B 液を少しずつ滴下したところ, 中和点までに 40.0mL 必要であった。

$$\begin{aligned} \text{酸の価数} \times \text{酸の物質質量} &= \text{塩基の価数} \times \text{塩基の物質質量} \\ 2 \times 0.200 \times \frac{10.0}{1000} &= 1 \times x \times \frac{40.0}{1000} \\ \therefore [\text{NaOH}] = x &= 0.100 \text{ (mol/L)} \end{aligned}$$

操作4 器具 Y を用いて, 市販の食酢を 2 倍に希釈した水溶液 10.0mL をコニカルビーカーにとり, 指示薬を数滴加えた。次に器具 Z に入れた B 液を少しずつ滴下したところ, 中和点までに 25.0mL 必要であった。

$$\begin{aligned} \text{酸の価数} \times \text{酸の物質質量} &= \text{塩基の価数} \times \text{塩基の物質質量} \\ 1 \times y \times \frac{1}{2} \times \frac{10.0}{1000} & \end{aligned}$$

操作3 器具 Y を用いて, A 液 10.0mL をコニカルビーカーにとり, 指示薬を数滴加えた。  
次に器具 Z に入れた B 液を少しずつ滴下したところ, 中和点までに 40.0mL 必要であった。

$$\begin{aligned} \text{酸の価数} \times \text{酸の物質質量} &= \text{塩基の価数} \times \text{塩基の物質質量} \\ 2 \times 0.200 \times \frac{10.0}{1000} &= 1 \times x \times \frac{40.0}{1000} \\ \therefore [\text{NaOH}] = x &= 0.100 \text{ (mol/L)} \end{aligned}$$

操作4 器具 Y を用いて, 市販の食酢を 2 倍に希釈した水溶液 10.0mL をコニカルビーカーにとり, 指示薬を数滴加えた。次に器具 Z に入れた B 液を少しずつ滴下したところ, 中和点までに 25.0mL 必要であった。

$$\begin{aligned} \text{酸の価数} \times \text{酸の物質質量} &= \text{塩基の価数} \times \text{塩基の物質質量} \\ 1 \times y \times \frac{1}{2} \times \frac{10.0}{1000} &= 1 \times 0.100 \times \frac{25.0}{1000} \end{aligned}$$

操作3 器具 Y を用いて, A 液 10.0mL をコニカルビーカーにとり, 指示薬を数滴加えた。  
次に器具 Z に入れた B 液を少しずつ滴下したところ, 中和点までに 40.0mL 必要であった。

$$\begin{aligned} \text{酸の価数} \times \text{酸の物質質量} &= \text{塩基の価数} \times \text{塩基の物質質量} \\ 2 \times 0.200 \times \frac{10.0}{1000} &= 1 \times x \times \frac{40.0}{1000} \\ \therefore [\text{NaOH}] = x &= 0.100 \text{ (mol/L)} \end{aligned}$$

操作4 器具 Y を用いて, 市販の食酢を 2 倍に希釈した水溶液 10.0mL をコニカルビーカーにとり, 指示薬を数滴加えた。次に器具 Z に入れた B 液を少しずつ滴下したところ, 中和点までに 25.0mL 必要であった。

$$\begin{aligned} \text{酸の価数} \times \text{酸の物質質量} &= \text{塩基の価数} \times \text{塩基の物質質量} \\ 1 \times y \times \frac{1}{2} \times \frac{10.0}{1000} &= 1 \times 0.100 \times \frac{25.0}{1000} \\ \therefore [\text{CH}_3\text{COOH}] = y &= 0.500 \text{ (mol/L)} \end{aligned}$$

問1 A液のモル濃度は何 mol/L か。有効数字3桁で求めよ。

**0.200 mol/L**



問2 器具 X, Y, Z として, 最も適当な実験器具の名称それぞれを記せ。

X;メスフラスコ、Y;ホールピペット、Z;ビュレット

問3 ~~操作3の指示薬として, 適当なものの名称を一つ記し, 中和点付近での色の変化を示せ。~~

~~名称;フェノールフタレイン、色の変化;無色から赤色へ。~~

問4 操作3を行う前の器具Zの扱い方の記述で, 正しいものは次のどれか。ただし, 器具Zの内側は純水で洗浄し, 濡れた状態にある。

- 濡れた状態のまま使用する。
- A液で内側を洗浄後, 濡れた状態のまま使用する。
- エタノールで内側を洗浄後, 濡れた状態のまま使用する。
- うすめたB液で内側を洗浄後, 濡れた状態のまま使用する。
- うすめたB液で内側を洗浄後, 加熱乾燥して使用する。
- B液で内側を洗浄後, 加熱乾燥して使用する。加熱は標線の誤差を招く。
- B液で内側を洗浄後, 濡れた状態のまま使用する。Zは濃度が重要なガラス器具!

問2 器具 X, Y, Z として, 最も適当な実験器具の名称それぞれを記せ。

**X;メスフラスコ、Y;ホールピペット、Z;ビュレット**

問3 操作3の指示薬として, 適当なものの名称を一つ記し, 中和点付近での色の変化を示せ。

**名称;フェノールフタレイン、色の変化;無色から赤色へ。**

問4 ~~操作3を行う前の器具Zの扱い方の記述で, 正しいものは次のどれか。~~ただし, 器具Zの内側は純水で洗浄し, 濡れた状態にある。

- 濡れた状態のまま使用する。
- A液で内側を洗浄後, 濡れた状態のまま使用する。
- エタノールで内側を洗浄後, 濡れた状態のまま使用する。
- うすめたB液で内側を洗浄後, 濡れた状態のまま使用する。
- うすめたB液で内側を洗浄後, 加熱乾燥して使用する。
- B液で内側を洗浄後, 加熱乾燥して使用する。**加熱は標線の誤差を招く。**
- g.** B液で内側を洗浄後, 濡れた状態のまま使用する。**Zは濃度が重要なガラス器具!**

問2 器具 X, Y, Z として, 最も適当な実験器具の名称それぞれを記せ。

**X;メスフラスコ、Y;ホールピペット、Z;ビュレット**

問3 操作3の指示薬として, 適当なものの名称を一つ記し, 中和点付近での色の変化を示せ。

**名称;フェノールフタレイン、色の変化;無色から赤色へ。**

問4 操作3を行う前の器具Zの扱い方の記述で, 正しいものは次のどれか。ただし, 器具Zの内側は純水で洗浄し, 濡れた状態にある。

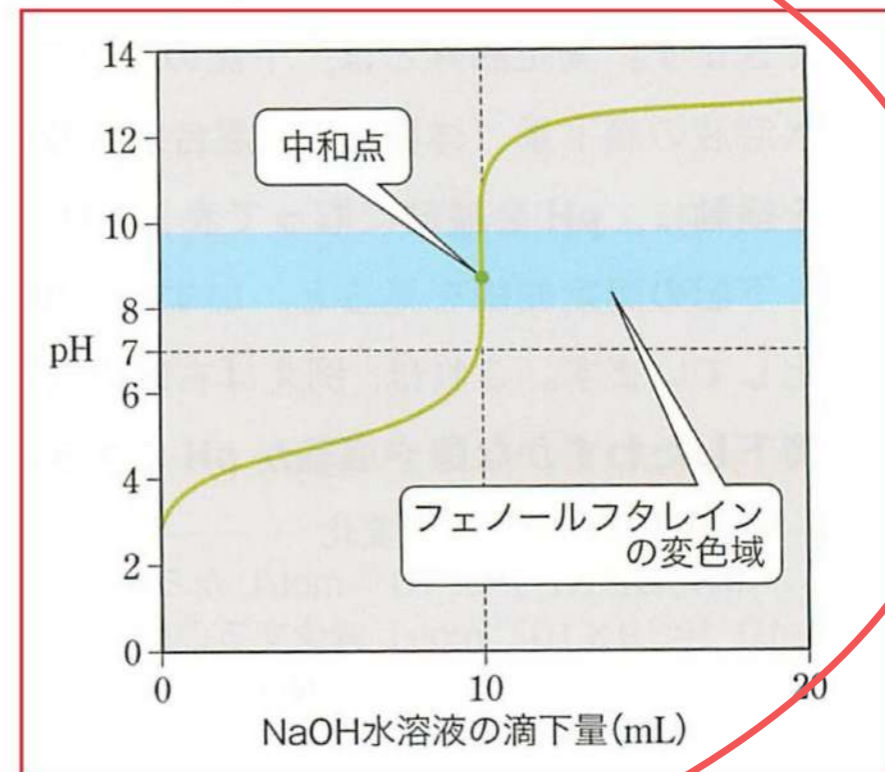
- a. 濡れた状態のまま使用する。
- b. A液で内側を洗浄後, 濡れた状態のまま使用する。
- c. エタノールで内側を洗浄後, 濡れた状態のまま使用する。
- d. うすめたB液で内側を洗浄後, 濡れた状態のまま使用する。
- e. うすめたB液で内側を洗浄後, 加熱乾燥して使用する。
- f. B液で内側を洗浄後, 加熱乾燥して使用する。**加熱は標線の誤差を招く。**
- g. B液で内側を洗浄後, 濡れた状態のまま使用する。**Zは濃度が重要なガラス器具!**

問5 B液のモル濃度は何 mol/L か。有効数字3桁で求めよ。

**0.100 mol/L**

問6 操作4における滴定曲線の概形を図に示せ。

CH<sub>3</sub>COOH-NaOH 滴定曲線



問7 市販の食酢中の酢酸の質量パーセント濃度は何%か。有効数字2桁で求めよ。ただし、市販の食酢の密度は  $1.0\text{g/cm}^3$  とし、食酢中に存在する酸は酢酸のみとする。

--

問7 市販の食酢中の酢酸の質量パーセント濃度は何%か。有効数字2桁で求めよ。ただし、市販の食酢の密度は  $1.0\text{g/cm}^3$  とし、食酢中に存在する酸は酢酸のみとする。

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0.500 \text{ (mol/L)}$$

問7 市販の食酢中の酢酸の質量パーセント濃度は何%か。有効数字2桁で求めよ。ただし、市販の食酢の密度は  $1.0\text{g/cm}^3$  とし、食酢中に存在する酸は酢酸のみとする。

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0.500 \text{ (mol/L)}$$

市販の食酢が1Lあった場合について考える(濃度の素晴らしさ)。



問7 市販の食酢中の酢酸の質量パーセント濃度は何%か。有効数字2桁で求めよ。ただし、市販の食酢の密度は  $1.0\text{g/cm}^3$  とし、食酢中に存在する酸は酢酸のみとする。

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0.500 (\text{mol/L})$$

市販の食酢が1Lあった場合について考える(濃度の素晴らしさ)。

$$\frac{\text{溶質の質量}}{\text{溶液の質量}} \times 100 = \frac{60 \times 0.500 (\text{g})}{1.0 \times 1000 (\text{g})} \times 100 = 3.0 (\%)$$

**5.** 次の文章を読み、問1～問9に答えよ。

まずは、中心の骨格となっている(まずはここが解けることが大事!)操作1～操作3、問8,9にチャレンジしてみよう。

水酸化ナトリウムは無色の固体で潮解性があり、また、空気中の二酸化炭素と反応して炭酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  に変化しやすい。したがって、水酸化ナトリウムは通常ある量の水と炭酸ナトリウムを不純物として含んでいる。実験室に長い間保管していた水酸化ナトリウム(試料Xとする)の純度を調べるために、以下に示す操作1～操作5の実験を行った。

純水なNaOHがあるつもり      しかしながら



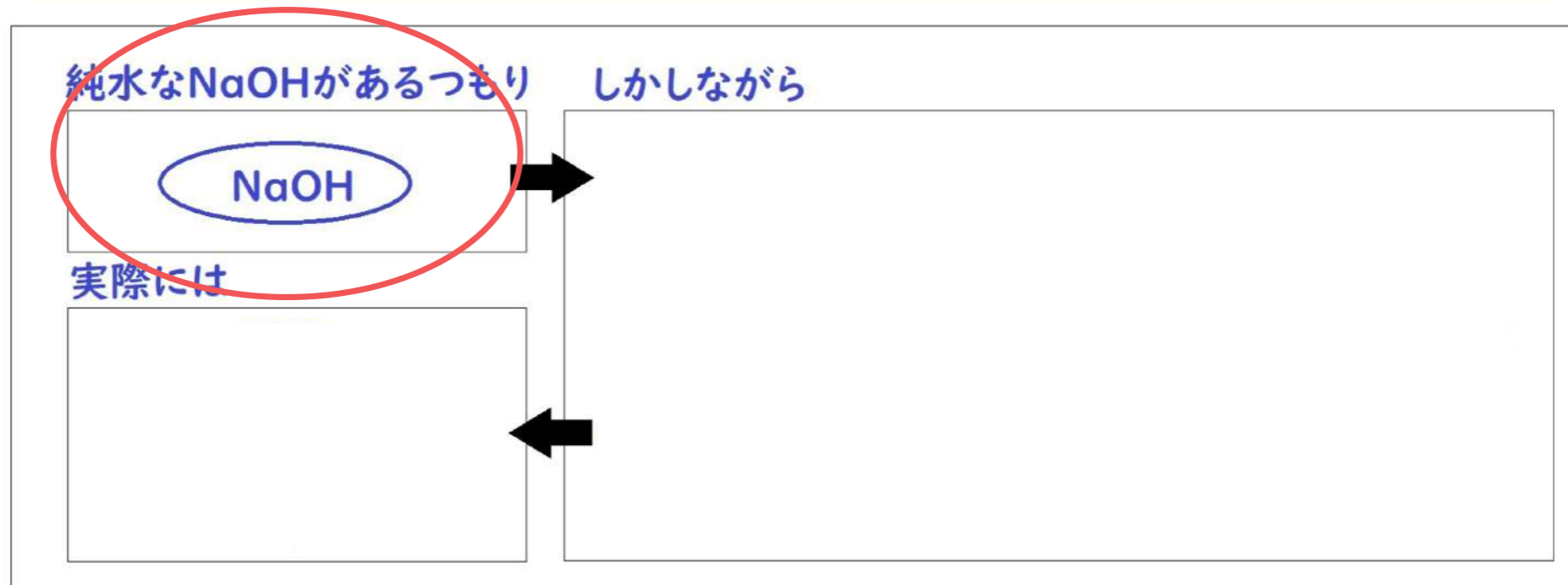
実際には



**5.** 次の文章を読み、問1～問9に答えよ。

まずは、中心の骨格となっている（まずはここが解けることが大事!）操作1～操作3、問8, 9にチャレンジしてみよう。

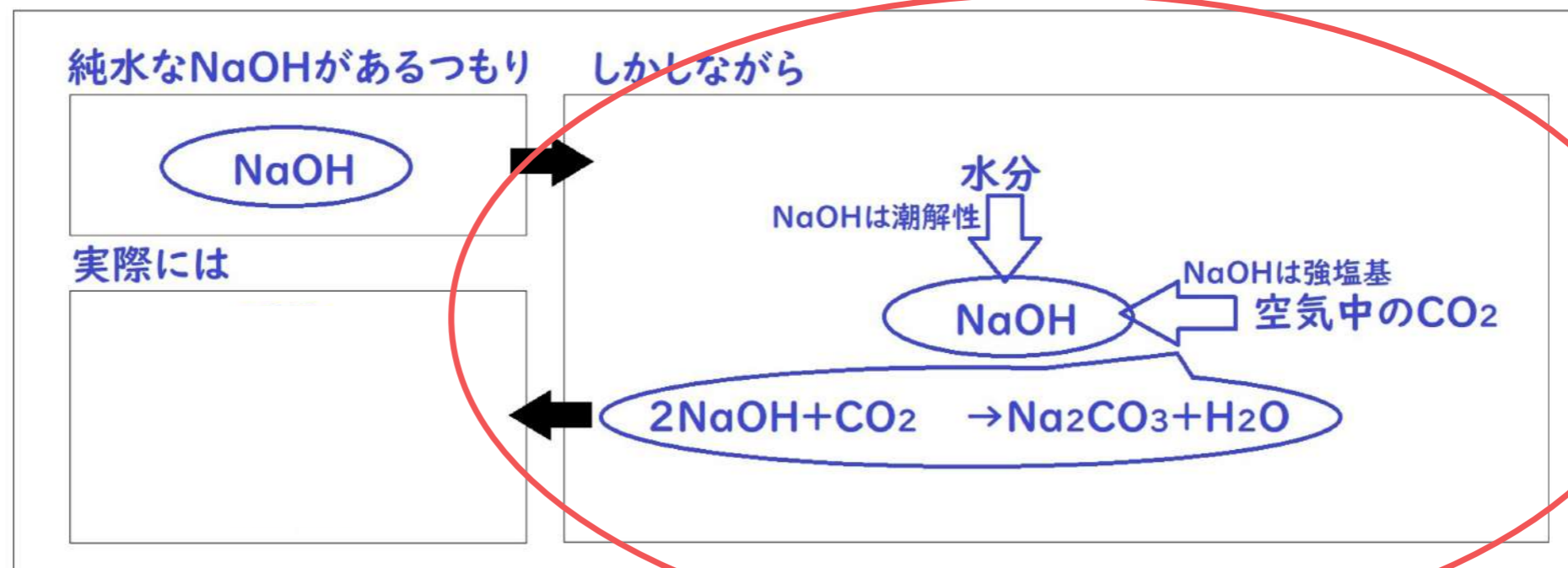
水酸化ナトリウムは無色の固体で潮解性があり、また、空気中の二酸化炭素と反応して炭酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  に変化しやすい。したがって、水酸化ナトリウムは通常ある量の水と炭酸ナトリウムを不純物として含んでいる。実験室に長い間保管していた水酸化ナトリウム(試料Xとする)の純度を調べるために、以下に示す操作1～操作5の実験を行った。



**5.** 次の文章を読み、問1～問9に答えよ。

まずは、中心の骨格となっている（まずはここが解けることが大事!）操作1～操作3、問8, 9にチャレンジしてみよう。

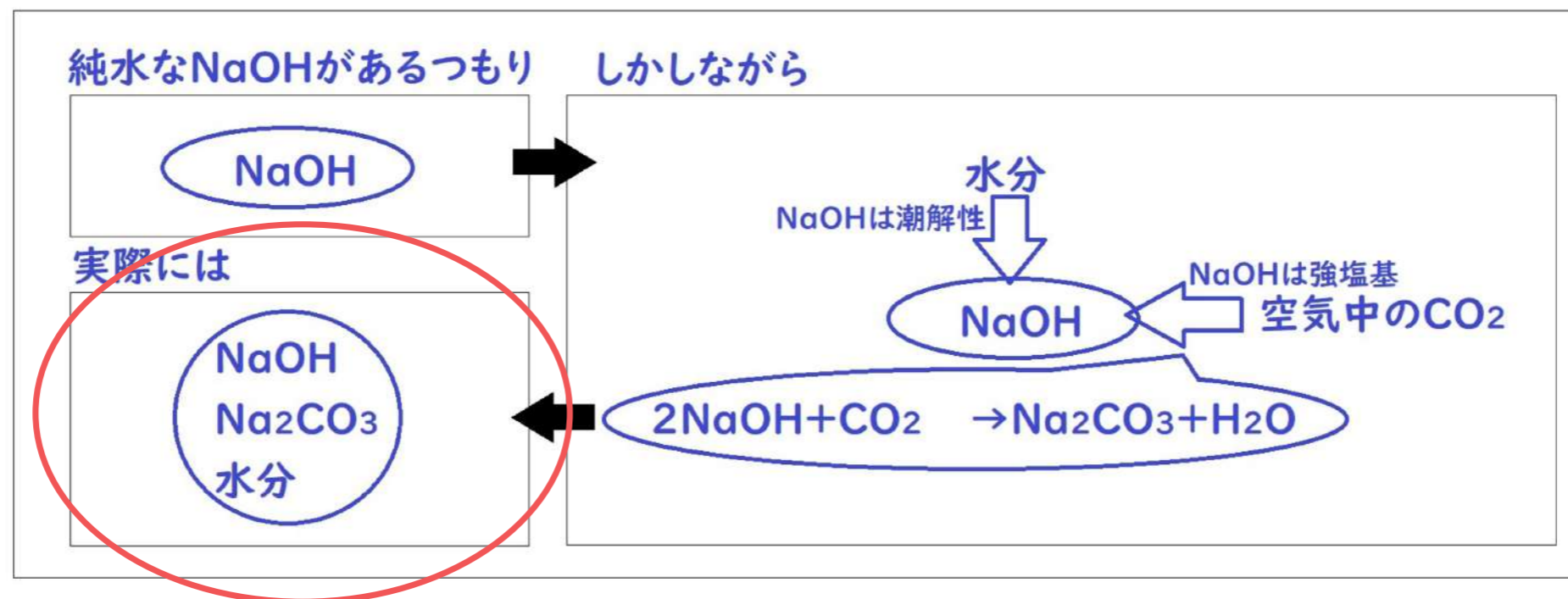
水酸化ナトリウムは無色の固体で潮解性があり、また、空気中の二酸化炭素と反応して炭酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  に変化しやすい。したがって、水酸化ナトリウムは通常ある量の水と炭酸ナトリウムを不純物として含んでいる。実験室に長い間保管していた水酸化ナトリウム(試料Xとする)の純度を調べるために、以下に示す操作1～操作5の実験を行った。



**5.** 次の文章を読み、問1～問9に答えよ。

まずは、中心の骨格となっている(まずはここが解けることが大事!) 操作1～操作3、問8, 9にチャレンジしてみよう。

水酸化ナトリウムは無色の固体で潮解性があり、また、空気中の二酸化炭素と反応して炭酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  に変化しやすい。したがって、水酸化ナトリウムは通常ある量の水と炭酸ナトリウムを不純物として含んでいる。実験室に長い間保管していた水酸化ナトリウム(試料Xとする)の純度を調べるために、以下に示す操作1～操作5の実験を行った。



操作1：試料 X4.00g をはかり取り，手早くビーカーに入れた。そこへ二酸化炭素を含まない水を加え，溶解した。これを 250mL 用の( ① )に移し，標線まで水を加え，栓をしてよく振り混ぜた(試料溶液 S とする)。

メスフラスコ

【未知数の設定】

ちなみに、操作2および操作3(試料溶液Sを10.0mL)で用いたそれぞれの物質量は

操作1：試料 X4.00g をはかり取り，手早くビーカーに入れた。そこへ二酸化炭素を含まない水を加え，溶解した。これを 250mL 用の( ① )に移し，標線まで水を加え，栓をしてよく振り混ぜた(試料溶液 S とする)。  
メスフラスコ

### 【未知数の設定】

試料X中に含まれるNaOH・・・ $x$  [mol]

ちなみに、操作2および操作3 (試料溶液Sを10.0mL) で用いたそれぞれの物質量は

操作1：試料 X4.00g をはかり取り，手早くビーカーに入れた。そこへ二酸化炭素を含まない水を加え，溶解した。これを 250mL 用の( ① )に移し，標線まで水を加え，栓をしてよく振り混ぜた(試料溶液 S とする)。  
メスフラスコ

### 【未知数の設定】

~~試料 X 中に含まれる NaOH  $\cdots x$  [mol]~~

試料 X 中に含まれる Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  $\cdots y$  [mol]

ちなみに、操作2および操作3 (試料溶液 S を 10.0 mL) で用いたそれぞれの物質量は



操作1：試料 X4.00g をはかり取り，手早くビーカーに入れた。そこへ二酸化炭素を含まない水を加え，溶解した。これを 250mL 用の( ① )に移し，標線まで水を加え，栓をしてよく振り混ぜた(試料溶液 S とする)。

メスフラスコ


### 【未知数の設定】

試料 X 中に含まれる NaOH  $\cdots x$  [mol]

試料 X 中に含まれる Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  $\cdots y$  [mol]

ちなみに、操作2および操作3 (試料溶液 S を 10.0 mL) で用いたそれぞれの物質量は

$$\text{滴定に用いた NaOH} \cdots x \times \frac{10.0}{250} = 0.04x \text{ [mol]}$$

操作1：試料 X4.00g をはかり取り，手早くビーカーに入れた。そこへ二酸化炭素を含まない水を加え，溶解した。これを 250mL 用の( ① )に移し，標線まで水を加え，栓をしてよく振り混ぜた(試料溶液 S とする)。  


### 【未知数の設定】

試料 X 中に含まれる NaOH  $\cdots x$  [mol]

試料 X 中に含まれる Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  $\cdots y$  [mol]

ちなみに、操作2および操作3 (試料溶液 S を 10.0 mL) で用いたそれぞれの物質量は

$$\text{滴定に用いた NaOH} \cdots x \times \frac{10.0}{250} = 0.04x \text{ [mol]}$$

$$\text{滴定に用いた Na}_2\text{CO}_3 \cdots y \times \frac{10.0}{250} = 0.04y \text{ [mol]}$$

操作 2 : 試料溶液 S10.0mL を( ② )を用いてはかり取り, コニカルビーカーに入れた。

↑ホールピペット

指示薬としてフェノールフタレイン(変色域 pH8.0~9.8)溶液を少量加えた後, ( ③ )

↑ビュレット

に入れた 0.100mol/L 塩酸を徐々に滴下したところ, 33.80mL 加えたところで, 溶液の色

が( ④ )色から( ⑤ )色に変わった。

↑赤

↑無

### 【状況の把握】

NaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (ともに  を示す)では、

(強塩基)の方が  (比較的強い塩基性)よりも強い塩基性を示す。

よって塩酸との反応では、 が先行して反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。

反応①とする

さらに、 が引き続いて反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。

反応②とする

操作 2 : 試料溶液 S10.0mL を( ② )を用いてはかり取り, コニカルビーカーに入れた。

↑ホールピペット

指示薬としてフェノールフタレイン(変色域 pH8.0~9.8)溶液を少量加えた後, (A)( ③ )

ビュレット↑

に入れた 0.100mol/L 塩酸を徐々に滴下したところ, 33.80mL 加えたところで, 溶液の色

が( ④ )色から( ⑤ )色に変わった。

赤↑

↑無

### 【状況の把握】

NaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (ともに **塩基性** を示す)では、

(強塩基)の方が  (比較的強い塩基性)よりも強い塩基性を示す。

よって塩酸との反応では、 が先行して反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。

反応①とする

さらに、 が引き続いて反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。

反応②とする

操作 2 : 試料溶液 S10.0mL を( ② )を用いてはかり取り, コニカルビーカーに入れた。

↑ホールピペット

指示薬としてフェノールフタレイン(変色域 pH8.0~9.8)溶液を少量加えた後, (A)( ③ )

ビュレット↑

に入れた 0.100mol/L 塩酸を徐々に滴下したところ, 33.80mL 加えたところで, 溶液の色

が( ④ )色から( ⑤ )色に変わった。

赤↑

↑無

### 【状況の把握】

NaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (ともに **塩基性** を示す)では、

**NaOH** (強塩基)の方が  (比較的強い塩基性)よりも強い塩基性を示す。

よって塩酸との反応では、 が先行して反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。

反応①とする

さらに、 が引き続いて反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。

反応②とする

操作 2 : 試料溶液 S10.0mL を( ② )を用いてはかり取り, コニカルビーカーに入れた。

↑ホールピペット

指示薬としてフェノールフタレイン(変色域 pH8.0~9.8)溶液を少量加えた後, (A)( ③ )

ビュレット↑

に入れた 0.100mol/L 塩酸を徐々に滴下したところ, 33.80mL 加えたところで, 溶液の色

が( ④ )色から( ⑤ )色に変わった。

赤↑

↑無

### 【状況の把握】

NaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (ともに **塩基性** を示す)では、

**NaOH** (強塩基)の方が **Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** (比較的強い塩基性)よりも強い塩基性を示す。

よって塩酸との反応では、 が先行して反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。

反応①とする

さらに、 が引き続いて反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。

反応②とする

操作 2 : 試料溶液 S10.0mL を( ② )を用いてはかり取り, コニカルビーカーに入れた。

↑ホールピペット

指示薬としてフェノールフタレイン(変色域 pH8.0~9.8)溶液を少量加えた後, (A)( ③ )

ビュレット↑

に入れた 0.100mol/L 塩酸を徐々に滴下したところ, 33.80mL 加えたところで, 溶液の色

が( ④ )色から( ⑤ )色に変わった。

赤↑

↑無

### 【状況の把握】

NaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (ともに **塩基性** を示す)では、

**NaOH** (強塩基)の方が **Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** (比較的強い塩基性)よりも強い塩基性を示す。

よって塩酸との反応では **NaOH** が先行して反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。

反応①とする

さらに、 が引き続いて反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。

反応②とする

操作 2 : 試料溶液 S10.0mL を( ② )を用いてはかり取り, コニカルビーカーに入れた。

↑ホールピペット

指示薬としてフェノールフタレイン(変色域 pH8.0~9.8)溶液を少量加えた後, (A)( ③ )

ビュレット↑

に入れた 0.100mol/L 塩酸を徐々に滴下したところ, 33.80mL 加えたところで, 溶液の色

が( ④ )色から( ⑤ )色に変わった。

赤↑

↑無

### 【状況の把握】

NaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (ともに **塩基性** を示す)では、

**NaOH** (強塩基)の方が **Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** (比較的強い塩基性)よりも強い塩基性を示す。

よって塩酸との反応では、**NaOH** が先行して反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。



反応①とする

さらに、 が引き続いて反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。

反応②とする



操作 2 : 試料溶液 S10.0mL を( ② )を用いてはかり取り, コニカルビーカーに入れた。

↑ホールピペット

指示薬としてフェノールフタレイン(変色域 pH8.0~9.8)溶液を少量加えた後, (A)( ③ )

ビュレット↑

に入れた 0.100mol/L 塩酸を徐々に滴下したところ, 33.80mL 加えたところで, 溶液の色

が( ④ )色から( ⑤ )色に変わった。

赤↑

↑無

### 【状況の把握】

NaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (ともに **塩基性** を示す)では、

**NaOH** (強塩基)の方が **Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** (比較的強い塩基性)よりも強い塩基性を示す。

よって塩酸との反応では、**NaOH** が先行して反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。



0.04 x [mol]あるので 0.04 x [mol]消費される

反応①とする

さらに、が引き続き反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。

反応②とする

操作 2 : 試料溶液 S10.0mL を( ② )を用いてはかり取り, コニカルビーカーに入れた。

↑ホールピペット

指示薬としてフェノールフタレイン(変色域 pH8.0~9.8)溶液を少量加えた後, (A)( ③ )

ビュレット↑

に入れた 0.100mol/L 塩酸を徐々に滴下したところ, 33.80mL 加えたところで, 溶液の色

が( ④ )色から( ⑤ )色に変わった。

赤↑

↑無

### 【状況の把握】

NaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (ともに **塩基性** を示す)では、

**NaOH** (強塩基)の方が **Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** (比較的強い塩基性)よりも強い塩基性を示す。

よって塩酸との反応では、**NaOH** が先行して反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。



0.04 x [mol]あるので 0.04 x [mol]消費される

反応①とする

さらに、**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** が引き続いて反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。

反応②とする

操作 2 : 試料溶液 S10.0mL を( ② )を用いてはかり取り, コニカルビーカーに入れた。

↑ホールピペット

指示薬としてフェノールフタレイン(変色域 pH8.0~9.8)溶液を少量加えた後, (A)( ③ )

ビュレット↑

に入れた 0.100mol/L 塩酸を徐々に滴下したところ, 33.80mL 加えたところで, 溶液の色

が( ④ )色から( ⑤ )色に変わった。

赤↑

↑無

### 【状況の把握】

NaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (ともに **塩基性** を示す)では、

**NaOH** (強塩基)の方が **Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** (比較的強い塩基性)よりも強い塩基性を示す。

よって塩酸との反応では、**NaOH** が先行して反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。



0.04 x [mol]あるので 0.04 x [mol]消費される

反応①とする

さらに、**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** が引き続いて反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。



反応②とする

操作 2 : 試料溶液 S10.0mL を( ② )を用いてはかり取り, コニカルビーカーに入れた。

↑ホールピペット

指示薬としてフェノールフタレイン(変色域 pH8.0~9.8)溶液を少量加えた後, (A)( ③ )

ビュレット↑

に入れた 0.100mol/L 塩酸を徐々に滴下したところ, 33.80mL 加えたところで, 溶液の色が( ④ )色から( ⑤ )色に変わった。

赤↑

↑無

### 【状況の把握】

NaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (ともに **塩基性** を示す)では、

**NaOH** (強塩基)の方が **Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** (比較的強い塩基性)よりも強い塩基性を示す。

よって塩酸との反応では、**NaOH** が先行して反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。



反応①とする

さらに、**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** が引き続いて反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。



↑  
重要なポイント!

反応②とする

**【指示薬の変化と滴定の量的な関係】**

反応①と反応②の終了時点で、強塩基のNaOHと比較的強い塩基性を示す $\text{Na}_2\text{CO}_3$ が消失し、弱い塩基性(フェノールフタレインでは呈色しないほど弱い塩基性)しか示さない $\text{NaHCO}_3$ が残存するだけとなるので、ここで  が変色する。

すなわち、フェノールフタレイン(P.P.)の変色までに用いたHCl(mol)は、

### 【指示薬の変化と滴定の量的な関係】

反応①と反応②の終了時点で、強塩基のNaOHと比較的強い塩基性を示すNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>が消失し、弱い塩基性(フェノールフタレインでは呈色しないほど弱い塩基性)しか示さないNaHCO<sub>3</sub>が残存するだけとなるので、ここで **フェノールフタレイン** が変色する。  
すなわち、フェノールフタレイン(P.P.)の変色までに用いたHCl(mol)は、

### 【指示薬の変化と滴定の量的な関係】

反応①と反応②の終了時点で、強塩基のNaOHと比較的強い塩基性を示すNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>が消失し、弱い塩基性(フェノールフタレインでは呈色しないほど弱い塩基性)しか示さないNaHCO<sub>3</sub>が残存するだけとなるので、ここで **フェノールフタレイン** が変色する。  
すなわち、フェノールフタレイン(P.P.)の変色までに用いたHCl(mol)は、

$$\text{用いたHCl} = 0.04x + 0.04y$$

### 【指示薬の変化と滴定の量的な関係】

反応①と反応②の終了時点で、強塩基のNaOHと比較的強い塩基性を示すNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>が消失し、弱い塩基性(フェノールフタレインでは呈色しないほど弱い塩基性)しか示さないNaHCO<sub>3</sub>が残存するだけとなるので、ここで **フェノールフタレイン** が変色する。  
すなわち、フェノールフタレイン(P.P.)の変色までに用いたHCl(mol)は、

$$\text{用いたHCl} = 0.04x + 0.04y = 0.100 \times \frac{33.80}{1000} \quad \dots \text{[I式]}$$



### 【指示薬の変化と滴定の量的な関係】

反応①と反応②の終了時点で、強塩基のNaOHと比較的強い塩基性を示すNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>が消失し、弱い塩基性(フェノールフタレインでは呈色しないほど弱い塩基性)しか示さないNaHCO<sub>3</sub>が残存するだけとなるので、ここで **フェノールフタレイン** が変色する。

すなわち、フェノールフタレイン(P.P.)の変色までに用いたHCl(mol)は、

$$\text{用いたHCl} = 0.04x + 0.04y = 0.100 \times \frac{33.80}{1000} \quad \dots \text{[I式]}$$

操作3：操作2の滴定で得られた溶液に、指示薬としてメチルオレンジ(変色域 pH3.1~4.4) 溶液を少量加え、(B)さらに、塩酸の滴下を続けて、溶液の色が(⑥)色から(⑦)色に変わったところで滴下を終えた。

黄↑

赤↑

このとき、操作2における滴定開始からの総滴下量は36.60mLであった。

操作3の区間における滴下量は(36.60-33.80)=2.80mL

#### 【状況の把握】

操作2が終了した段階で、溶液内には  が残存している。NaHCO<sub>3</sub>も  を示すが、その塩基性はNaOHやNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>よりもずっと弱いので、操作2の段階では反応せず、操作3の段階になって反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。

反応③とする

操作3：操作2の滴定で得られた溶液に、指示薬としてメチルオレンジ(変色域 pH3.1~4.4) 溶液を少量加え、(B)さらに、塩酸の滴下を続けて、溶液の色が( ⑥ )色から( ⑦ ) 色に変わったところで滴下を終えた。

黄↑

赤↑

このとき、操作2における滴定開始からの総滴下量は36.60mLであった。

操作3の区間における滴下量は  $(36.60 - 33.80) = 2.80\text{mL}$

#### 【状況の把握】

操作2が終了した段階で、溶液内には  が残存している。NaHCO<sub>3</sub>も  を示すが、その塩基性はNaOHやNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>よりもずっと弱いので、操作2の段階では反応せず、操作3の段階になって反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。

反応③とする

操作3：操作2の滴定で得られた溶液に、指示薬としてメチルオレンジ(変色域 pH3.1~4.4) 溶液を少量加え、(B)さらに、塩酸の滴下を続けて、溶液の色が( ⑥ )色から( ⑦ ) 色に変わったところで滴下を終えた。

黄↑

赤↑

このとき、操作2における滴定開始からの総滴下量は36.60mLであった。

操作3の区間における滴下量は  $(36.60 - 33.80) = 2.80\text{mL}$

#### 【状況の把握】

操作2が終了した段階で、溶液内には  $\text{NaHCO}_3$  が残存している。 $\text{NaHCO}_3$ も  を示すが、その塩基性は $\text{NaOH}$ や $\text{Na}_2\text{CO}_3$ よりもずっと弱いので、操作2の段階では反応せず、操作3の段階になって反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。

反応③とする

操作3：操作2の滴定で得られた溶液に、指示薬としてメチルオレンジ(変色域 pH3.1~4.4) 溶液を少量加え、(B)さらに、塩酸の滴下を続けて、溶液の色が( ⑥ )色から( ⑦ ) 色に変わったところで滴下を終えた。

黄↑

赤↑

このとき、操作2における滴定開始からの総滴下量は36.60mLであった。

操作3の区間における滴下量は(36.60-33.80)=2.80mL

#### 【状況の把握】

操作2が終了した段階で、溶液内には  $\text{NaHCO}_3$  が残存している。 $\text{NaHCO}_3$ も **塩基性** を示すが、その塩基性はNaOHや $\text{Na}_2\text{CO}_3$ よりもずっと弱いので、操作2の段階では反応せず、操作3の段階になって反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。

反応③とする

操作3：操作2の滴定で得られた溶液に、指示薬としてメチルオレンジ(変色域 pH3.1~4.4) 溶液を少量加え、(B)さらに、塩酸の滴下を続けて、溶液の色が( ⑥ )色から( ⑦ ) 色に変わったところで滴下を終えた。

黄↑

赤↑

このとき、操作2における滴定開始からの総滴下量は36.60mLであった。

操作3の区間における滴下量は(36.60-33.80)=2.80mL

#### 【状況の把握】

操作2が終了した段階で、溶液内には  $\text{NaHCO}_3$  が残存している。 $\text{NaHCO}_3$ も

**塩基性**を示すが、その塩基性は $\text{NaOH}$ や $\text{Na}_2\text{CO}_3$ よりもずっと弱いので、操作2の段階では反応せず、操作3の段階になって反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。



反応③とする

操作3：操作2の滴定で得られた溶液に、指示薬としてメチルオレンジ(変色域 pH3.1~4.4) 溶液を少量加え、(B)さらに、塩酸の滴下を続けて、溶液の色が( ⑥ )色から( ⑦ ) 色に変わったところで滴下を終えた。

黄↑

赤↑

このとき、操作2における滴定開始からの総滴下量は36.60mLであった。

操作3の区間における滴下量は(36.60-33.80)=2.80mL

### 【状況の把握】

操作2が終了した段階で、溶液内には  $\text{NaHCO}_3$  が残存している。 $\text{NaHCO}_3$ も **塩基性** を示すが、その塩基性は $\text{NaOH}$ や $\text{Na}_2\text{CO}_3$ よりもずっと弱いので、操作2の段階では反応せず、操作3の段階になって反応する。

その反応式と量的な関係は次の通りである。



反応③とする

**【指示薬の変化と滴定の量的な関係】**

反応③の終了時点で、塩基性を示す物質がすべて消失するので、ここで  が変色する。

すなわち、フェノールフタレイン (P. P.) の変色後、メチルオレンジ (M. O.) の変色までに用いた HCl (mol) は、



【指示薬の変化と滴定の量的な関係】

反応③の終了時点で、塩基性を示す物質がすべて消失するので、ここで **メチルオレンジ** が変色する。

すなわち、フェノールフタレイン (P. P.) の変色後、メチルオレンジ (M. O.) の変色までに用いた HCl (mol) は、

【指示薬の変化と滴定の量的な関係】

反応③の終了時点で、塩基性を示す物質がすべて消失するので、ここで **メチルオレンジ** が変色する。

すなわち、フェノールフタレイン (P. P.) の変色後、メチルオレンジ (M. O.) の変色までに用いた HCl (mol) は、

$$\text{用いたHCl} = 0.04y$$

【指示薬の変化と滴定の量的な関係】

反応③の終了時点で、塩基性を示す物質がすべて消失するので、ここで **メチルオレンジ** が変色する。

すなわち、フェノールフタレイン (P. P.) の変色後、メチルオレンジ (M. O.) の変色までに用いた HCl (mol) は、

$$\text{用いたHCl} = 0.04y = 0.100 \times \frac{2.80}{1000} \quad \dots [\text{II式}]$$

【指示薬の変化と滴定の量的な関係】

反応③の終了時点で、塩基性を示す物質がすべて消失するので、ここで **メチルオレンジ** が変色する。

すなわち、フェノールフタレイン (P. P.) の変色後、メチルオレンジ (M. O.) の変色までに用いた HCl (mol) は、

$$\text{用いたHCl} = 0.04y = 0.100 \times \frac{2.80}{1000} \quad \dots [\text{II式}]$$

問8 操作1～操作3の実験結果から、試料X4.00gに含まれる水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの物質量はそれぞれ何 mol か。有効数字3桁で答えよ。

試料X中に含まれるNaOH・・・ $x$  [mol]      試料X中に含まれるNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>・・・ $y$  [mol]

であるから、次の2式を連立させて解けばよい。

$$\text{用いたHCl} = 0.04x + 0.04y = 0.100 \times \frac{33.80}{1000} \quad \dots [\text{I式}]$$

$$\text{用いたHCl} = 0.04y = 0.100 \times \frac{2.80}{1000} \quad \dots [\text{II式}]$$

問8 操作1～操作3の実験結果から、試料X4.00gに含まれる水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの物質量はそれぞれ何molか。有効数字3桁で答えよ。

試料X中に含まれるNaOH・・・ $x$  [mol]      試料X中に含まれるNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>・・・ $y$  [mol]

であるから、次の2式を連立させて解けばよい。

$$\text{用いたHCl} = 0.04x + 0.04y = 0.100 \times \frac{33.80}{1000} \quad \dots [\text{I式}]$$

$$\text{用いたHCl} = 0.04y = 0.100 \times \frac{2.80}{1000} \quad \dots [\text{II式}]$$

問8 操作1～操作3の実験結果から、試料X4.00gに含まれる水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの物質量はそれぞれ何 mol か。有効数字3桁で答えよ。

試料X中に含まれるNaOH・・・ $x$  [mol]      試料X中に含まれるNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>・・・ $y$  [mol]

であるから、次の2式を連立させて解けばよい。

$$\text{用いたHCl} = 0.04x + 0.04y = 0.100 \times \frac{33.80}{1000} \quad \dots [\text{I式}]$$

$$\text{用いたHCl} = 0.04y = 0.100 \times \frac{2.80}{1000} \quad \dots [\text{II式}]$$

問8 操作1～操作3の実験結果から、試料X4.00gに含まれる水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの物質量はそれぞれ何molか。有効数字3桁で答えよ。

試料X中に含まれるNaOH・・・ $x$  [mol]      試料X中に含まれるNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>・・・ $y$  [mol]

であるから、次の2式を連立させて解けばよい。

$$\text{用いたHCl} = 0.04x + 0.04y = 0.100 \times \frac{33.80}{1000} \quad \dots [\text{I式}]$$

$$\text{用いたHCl} = 0.04y = 0.100 \times \frac{2.80}{1000} \quad \dots [\text{II式}]$$

$$\text{NaOH} = x = 7.75 \times 10^{-2} (\text{mol}) \quad , \quad \text{Na}_2\text{CO}_3 = y = 7.00 \times 10^{-3} (\text{mol})$$



問9 操作1～操作3の実験結果から、試料Xの水酸化ナトリウムの純度を質量百分率で求め、有効数字2桁で答えよ。

問9 操作1～操作3の実験結果から、試料Xの水酸化ナトリウムの純度を質量百分率で求め、有効数字2桁で答えよ。

$$40 \times \frac{7.75 \times 10^{-2}}{4.00} \times 100 = 77.5 \div 78 (\%)$$

操作4：別のコニカルビーカーに、操作1で調製した試料溶液 S10.0mL をはかり取り、塩化バリウム水溶液を加えると沈殿が生じた。沈殿がそれ以上生じなくなるまで、塩化バリウム水溶液を加えた。

**【操作4の解釈】**

試料溶液S中にはNaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>が含まれる。ここにBaCl<sub>2</sub>を加えると、NaOHは  が、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>は次式のように反応して  。

要はこの操作によって、試料溶液Sは、  水溶液となった。

操作5：操作4で生じた沈殿をろ過することなく、その溶液にフェノールフタレイン溶液を少量加えた後、明瞭な変色が起こるまで( ③ )に入れた 0.100mol/L 塩酸を徐々に滴下して終点を求めた。

**【操作5の解釈】**

要は残存したNaOHを塩酸で滴定すること。量的な関係は次の通り。

操作4：別のコニカルビーカーに、操作1で調製した試料溶液 S10.0mL をはかり取り、塩化バリウム水溶液を加えると沈殿が生じた。沈殿がそれ以上生じなくなるまで、塩化バリウム水溶液を加えた。

**【操作4の解釈】**

試料溶液S中にはNaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>が含まれる。ここにBaCl<sub>2</sub>を加えると、NaOHは反応せずに残る  が、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>は次式のように反応して  。

要はこの操作によって、試料溶液Sは、 水溶液となった。

操作5：操作4で生じた沈殿をろ過することなく、その溶液にフェノールフタレイン溶液を少量加えた後、明瞭な変色が起こるまで(③)に入れた0.100mol/L塩酸を徐々に滴下して終点を求めた。

**【操作5の解釈】**

要は残存したNaOHを塩酸で滴定すること。量的な関係は次の通り。

操作4：別のコニカルビーカーに、操作1で調製した試料溶液 S10.0mL をはかり取り、塩化バリウム水溶液を加えると沈殿が生じた。沈殿がそれ以上生じなくなるまで、塩化バリウム水溶液を加えた。

**【操作4の解釈】**

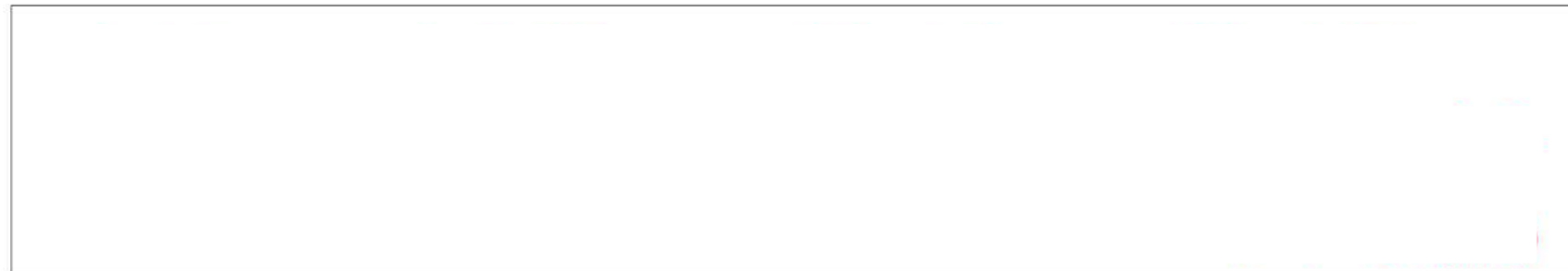
試料溶液S中にはNaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>が含まれる。ここにBaCl<sub>2</sub>を加えると、NaOHは **反応せずに残る** が、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>は次式のように反応して **沈殿として除去される**。

要はこの操作によって、試料溶液Sは、 水溶液となった。

操作5：操作4で生じた沈殿をろ過することなく、その溶液にフェノールフタレイン溶液を少量加えた後、明瞭な変色が起こるまで(③)に入れた0.100mol/L塩酸を徐々に滴下して終点を求めた。

**【操作5の解釈】**

要は残存したNaOHを塩酸で滴定すること。量的な関係は次の通り。



操作4：別のコニカルビーカーに、操作1で調製した試料溶液 S10.0mL をはかり取り、塩化バリウム水溶液を加えると沈殿が生じた。沈殿がそれ以上生じなくなるまで、塩化バリウム水溶液を加えた。

【操作4の解釈】

試料溶液S中にはNaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>が含まれる。ここにBaCl<sub>2</sub>を加えると、NaOHは反応せずに残るが、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>は次式のように反応して沈殿として除去される。



要はこの操作によって、試料溶液Sは、水溶液となった。

操作5：操作4で生じた沈殿をろ過することなく、その溶液にフェノールフタレイン溶液を少量加えた後、明瞭な変色が起こるまで(③)に入れた0.100mol/L塩酸を徐々に滴下して終点を求めた。

【操作5の解釈】

要は残存したNaOHを塩酸で滴定すること。量的な関係は次の通り。

操作4：別のコニカルビーカーに、操作1で調製した試料溶液 S10.0mL をはかり取り、塩化バリウム水溶液を加えると沈殿が生じた。沈殿がそれ以上生じなくなるまで、塩化バリウム水溶液を加えた。

**【操作4の解釈】**

試料溶液S中にはNaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>が含まれる。ここにBaCl<sub>2</sub>を加えると、NaOHは **反応せずに残る** が、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>は次式のように反応して **沈殿として除去される**。



要はこの操作によって、試料溶液Sは **NaOHのみの** 水溶液となった。

操作5：操作4で生じた沈殿をろ過することなく、その溶液にフェノールフタレイン溶液を少量加えた後、明瞭な変色が起こるまで(③)に入れた0.100mol/L塩酸を徐々に滴下して終点を求めた。

**【操作5の解釈】**

要は残存したNaOHを塩酸で滴定すること。量的な関係は次の通り。



操作4：別のコニカルビーカーに、操作1で調製した試料溶液 S10.0mL をはかり取り、塩化バリウム水溶液を加えると沈殿が生じた。沈殿がそれ以上生じなくなるまで、塩化バリウム水溶液を加えた。

**【操作4の解釈】**

試料溶液S中にはNaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>が含まれる。ここにBaCl<sub>2</sub>を加えると、NaOHは **反応せずに残る** が、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>は次式のように反応して **沈殿として除去される**。

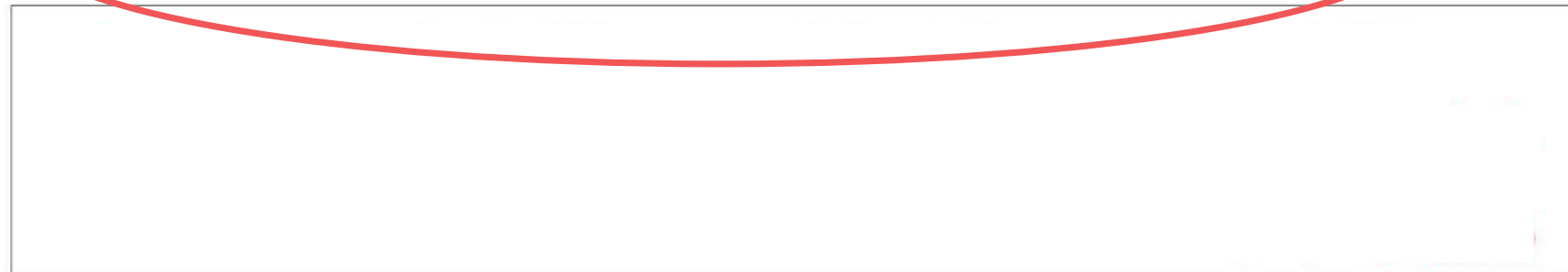


要はこの操作によって、試料溶液Sは、 **NaOHのみの** 水溶液となった。

操作5：操作4で生じた沈殿をろ過することなく、その溶液にフェノールフタレイン溶液を少量加えた後、明瞭な変色が起こるまで(③)に入れた0.100mol/L塩酸を徐々に滴下して終点を求めた。

**【操作5の解釈】**

要は残存したNaOHを塩酸で滴定すること。量的な関係は次の通り。





操作4：別のコニカルビーカーに、操作1で調製した試料溶液 S10.0mL をはかり取り、塩化バリウム水溶液を加えると沈殿が生じた。沈殿がそれ以上生じなくなるまで、塩化バリウム水溶液を加えた。

【操作4の解釈】

試料溶液S中にはNaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>が含まれる。ここにBaCl<sub>2</sub>を加えると、NaOHは反応せずに残るが、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>は次式のように反応して沈殿として除去される。



要はこの操作によって、試料溶液Sは、NaOHのみの水溶液となった。

操作5：操作4で生じた沈殿をろ過することなく、その溶液にフェノールフタレイン溶液を少量加えた後、明瞭な変色が起こるまで(③)に入れた0.100mol/L塩酸を徐々に滴下して終点を求めた。

【操作5の解釈】

要は残存したNaOHを塩酸で滴定すること。量的な関係は次の通り。

$$\text{酸の価数} \times \text{酸の物質質量} = \text{塩基の価数} \times \text{塩基の物質質量}$$

操作4：別のコニカルビーカーに、操作1で調製した試料溶液 S10.0mL をはかり取り、塩化バリウム水溶液を加えると沈殿が生じた。沈殿がそれ以上生じなくなるまで、塩化バリウム水溶液を加えた。

【操作4の解釈】

試料溶液S中にはNaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>が含まれる。ここにBaCl<sub>2</sub>を加えると、NaOHは反応せずに残る が、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>は次式のように反応して 沈殿として除去される。



要はこの操作によって、試料溶液Sは、NaOHのみの水溶液となった。

操作5：操作4で生じた沈殿をろ過することなく、その溶液にフェノールフタレイン溶液を少量加えた後、明瞭な変色が起こるまで(③)に入れた0.100mol/L塩酸を徐々に滴下して終点を求めた。

【操作5の解釈】

要は残存したNaOHを塩酸で滴定すること。量的な関係は次の通り。

$$\text{酸の価数} \times \text{酸の物質質量} = \text{塩基の価数} \times \text{塩基の物質質量}$$
$$1 \text{ 価} \times 0.100 \times \frac{V[\text{mL}]}{1000}$$

操作4：別のコニカルビーカーに、操作1で調製した試料溶液 S10.0mL をはかり取り、塩化バリウム水溶液を加えると沈殿が生じた。沈殿がそれ以上生じなくなるまで、塩化バリウム水溶液を加えた。

【操作4の解釈】

試料溶液S中にはNaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>が含まれる。ここにBaCl<sub>2</sub>を加えると、NaOHは反応せずに残るが、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>は次式のように反応して沈殿として除去される。



要はこの操作によって、試料溶液Sは、NaOHのみの水溶液となった。

操作5：操作4で生じた沈殿をろ過することなく、その溶液にフェノールフタレイン溶液を少量加えた後、明瞭な変色が起こるまで(③)に入れた0.100mol/L塩酸を徐々に滴下して終点を求めた。

【操作5の解釈】

要は残存したNaOHを塩酸で滴定すること。量的な関係は次の通り。

$$\begin{aligned} \text{酸の価数} \times \text{酸の物質質量} &= \text{塩基の価数} \times \text{塩基の物質質量} \\ 1 \text{価} \times 0.100 \times \frac{V[\text{mL}]}{1000} &= 1 \text{価} \times 7.75 \times 10^{-2} \times \frac{10.0}{250} \end{aligned}$$

操作4：別のコニカルビーカーに、操作1で調製した試料溶液 S10.0mL をはかり取り、塩化バリウム水溶液を加えると沈殿が生じた。沈殿がそれ以上生じなくなるまで、塩化バリウム水溶液を加えた。

#### 【操作4の解釈】

試料溶液S中にはNaOHとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>が含まれる。ここにBaCl<sub>2</sub>を加えると、NaOHは反応せずに残るが、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>は次式のように反応して沈殿として除去される。



要はこの操作によって、試料溶液Sは、NaOHのみの水溶液となった。

操作5：操作4で生じた沈殿をろ過することなく、その溶液にフェノールフタレイン溶液を少量加えた後、明瞭な変色が起こるまで(③)に入れた0.100mol/L塩酸を徐々に滴下して終点を求めた。

#### 【操作5の解釈】

要は残存したNaOHを塩酸で滴定すること。量的な関係は次の通り。

$$\begin{aligned} \text{酸の価数} \times \text{酸の物質質量} &= \text{塩基の価数} \times \text{塩基の物質質量} \\ 1 \text{価} \times 0.100 \times \frac{V[\text{mL}]}{1000} &= 1 \text{価} \times 7.75 \times 10^{-2} \times \frac{10.0}{250} \\ &\therefore V=31 \text{ (mL)} \end{aligned}$$

### 発展的考察(予告)

この滴定では、指示薬の選択が大きな問題となります。フェノールフタレイン(変色域が塩基性側にある指示薬)を用いた場合には、生じた沈殿を除去する必要はありません。しかし、メチルオレンジ(変色域が酸性側にある指示薬)を用いる場合には、生じた沈殿を除去してから滴定する必要があります。

### 発展的考察(予告)

この問題の滴定(二段滴定または二段階中和という)を十分に理解すると、操作5で必要な塩酸の滴下量は、『 $33.80 - (36.60 - 33.80) = 31$ 』のように瞬間的に求められるようになります。

問1の解答 ①;メスフラスコ、②;ホールピペット、③;ビュレット

問2の解答 ④;赤、⑤;無、⑥;黄、⑦;赤

問3の解答 コニカルビーカー(ビーカー);○、器具①;○、器具②;×、器具③;×

問4の解答  $\text{NaOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$

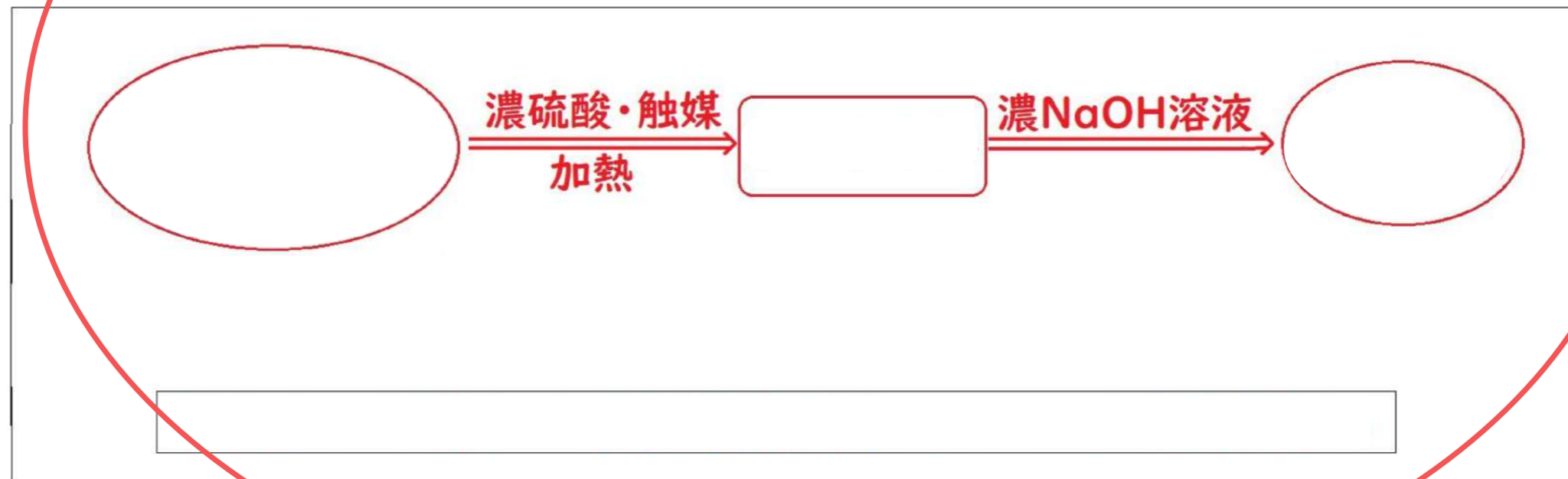
問5の解答  $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

問6の解答 化学式;  $\text{BaCO}_3$ 、色;白 問7の解答 31 mL 問9の解答 78 %

問8の解答  $\text{NaOH}; 7.75 \times 10^{-2} \text{ mol}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3; 7.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$

**6.** あるタンパク質に含まれる窒素の含有率を定量するために次の実験を行った。

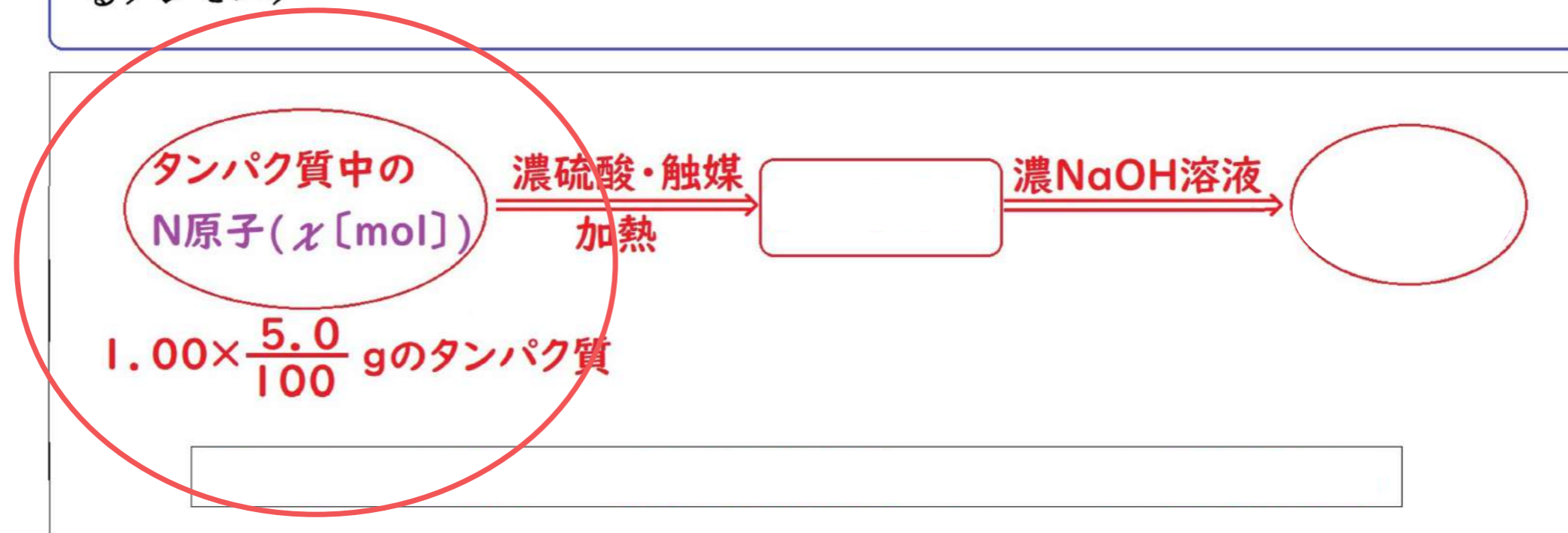
あるタンパク質 1.00g を水に溶かして 100mL の溶液とした。その 5.0mL をとり、濃硫酸と触媒を加え、加熱して分解した。この分解反応によって試料タンパク質中の窒素は完全に硫酸アンモニウムになった。これに濃水酸化ナトリウム溶液を十分に加えて、留出するアンモニア





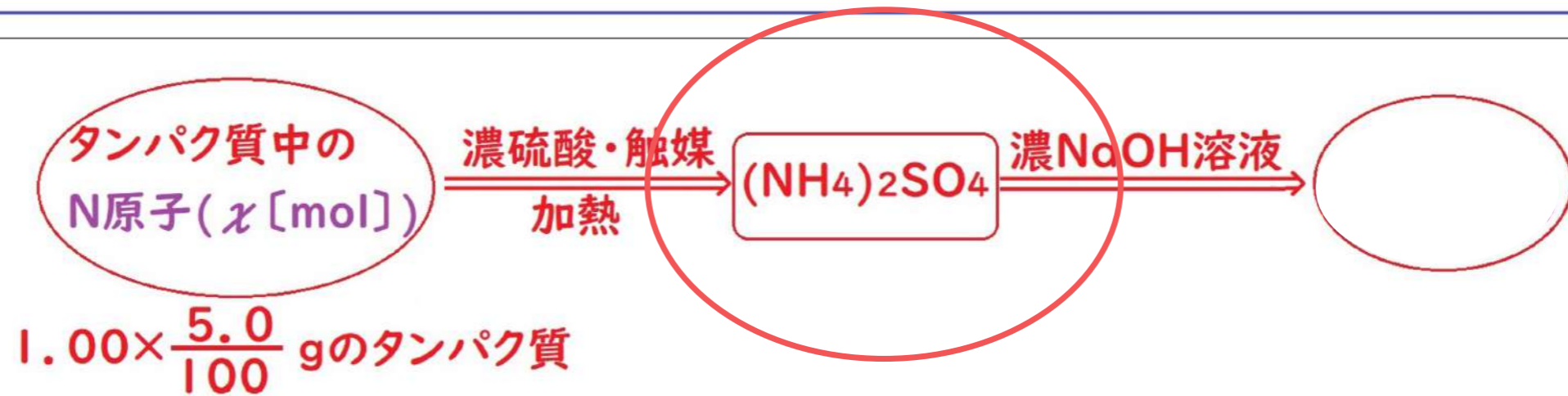
**6.** あるタンパク質に含まれる窒素の含有率を定量するために次の実験を行った。

あるタンパク質 1.00g を水に溶かして 100mL の溶液とした。その 5.0mL をとり、濃硫酸と触媒を加え、加熱して分解した。この分解反応によって試料タンパク質中の窒素は完全に硫酸アンモニウムになった。これに濃水酸化ナトリウム溶液を十分に加えて、留出するアンモニア



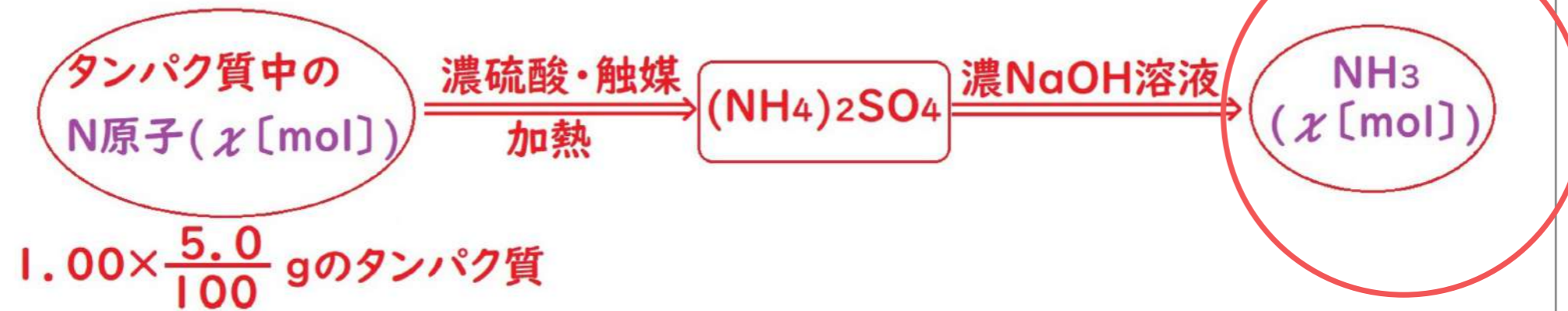
**6.** あるタンパク質に含まれる窒素の含有率を定量するために次の実験を行った。

あるタンパク質 1.00g を水に溶かして 100mL の溶液とした。その 5.0mL をとり、濃硫酸と触媒を加え、加熱して分解した。この分解反応によって試料タンパク質中の窒素は完全に硫酸アンモニウムになった。これに濃水酸化ナトリウム溶液を十分に加えて、留出するアンモニア



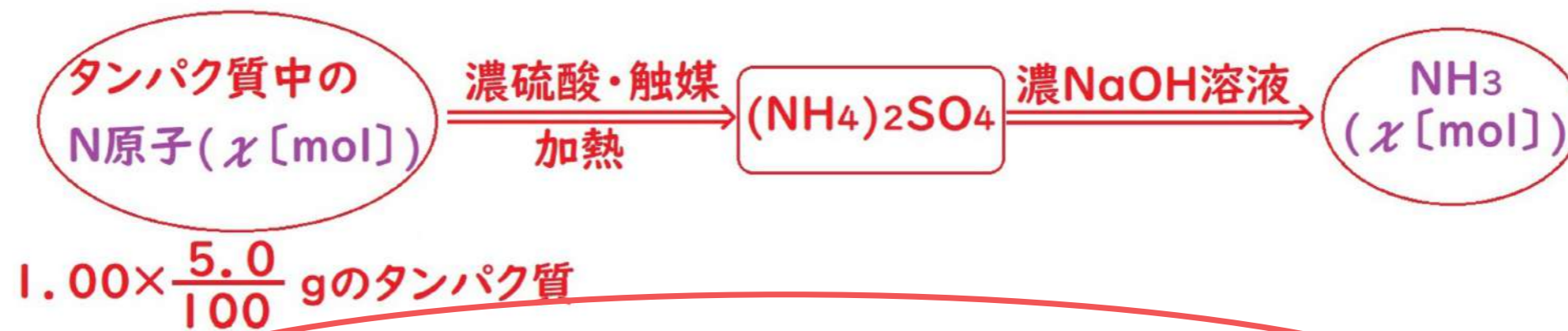
**6.** あるタンパク質に含まれる窒素の含有率を定量するために次の実験を行った。

あるタンパク質 1.00g を水に溶かして 100mL の溶液とした。その 5.0mL をとり、濃硫酸と触媒を加え、加熱して分解した。この分解反応によって試料タンパク質中の窒素は完全に硫酸アンモニウムになった。これに濃水酸化ナトリウム溶液を十分に加えて、留出するアンモニア



**6.** あるタンパク質に含まれる窒素の含有率を定量するために次の実験を行った。

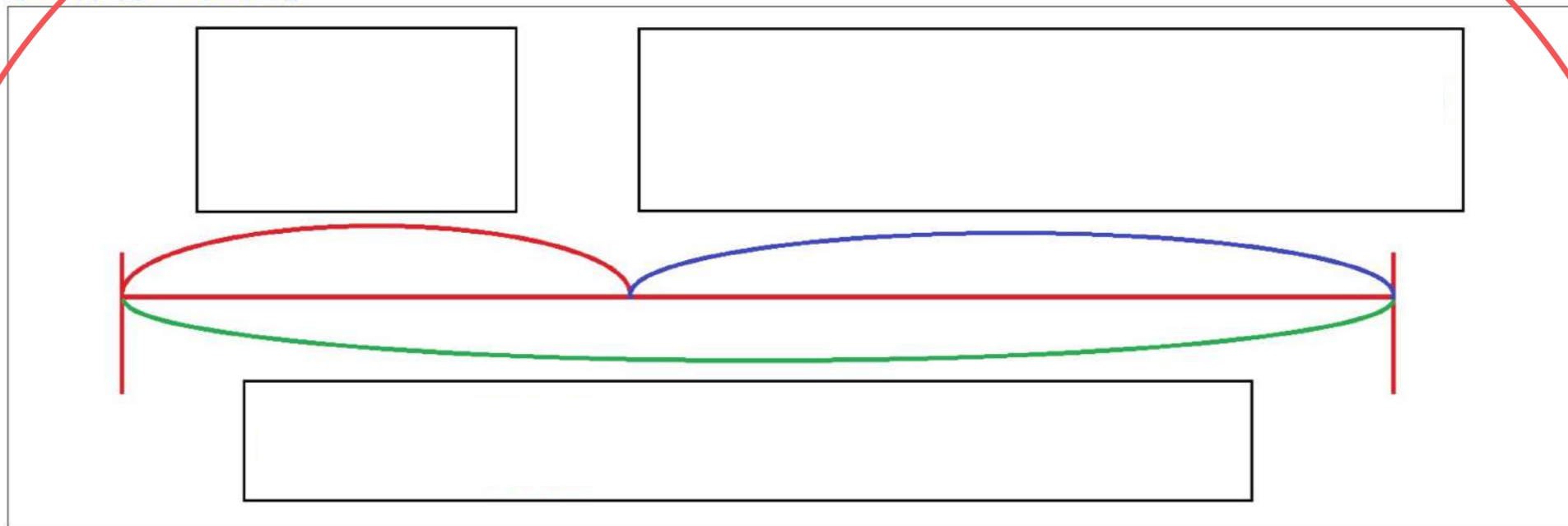
あるタンパク質 1.00g を水に溶かして 100mL の溶液とした。その 5.0mL をとり、濃硫酸と触媒を加え、加熱して分解した。この分解反応によって試料タンパク質中の窒素は完全に硫酸アンモニウムになった。これに濃水酸化ナトリウム溶液を十分に加えて、留出するアンモニア



要は、タンパク質中のN原子を同物質量のアンモニアに置き換えた。

アンモニアを 0.050mol/L 硫酸 20.0mL に完全に吸収させた。この溶液を指示薬を用いて 0.110mol/L 水酸化ナトリウム溶液で滴定したところ、中和するのに 12.30mL を要した。

【全体像の把握】



【量的関係】 滴定の終点までに加えたすべての酸や塩基について  
酸の価数×酸の物質質量=塩基の価数×塩基の物質質量

Blank area for calculations or notes.

アンモニアを 0.050mol/L 硫酸 20.0mL に完全に吸収させた。この溶液を指示薬を用いて 0.110mol/L 水酸化ナトリウム溶液で滴定したところ、中和するのに 12.30mL を要した。

### 【全体像の把握】

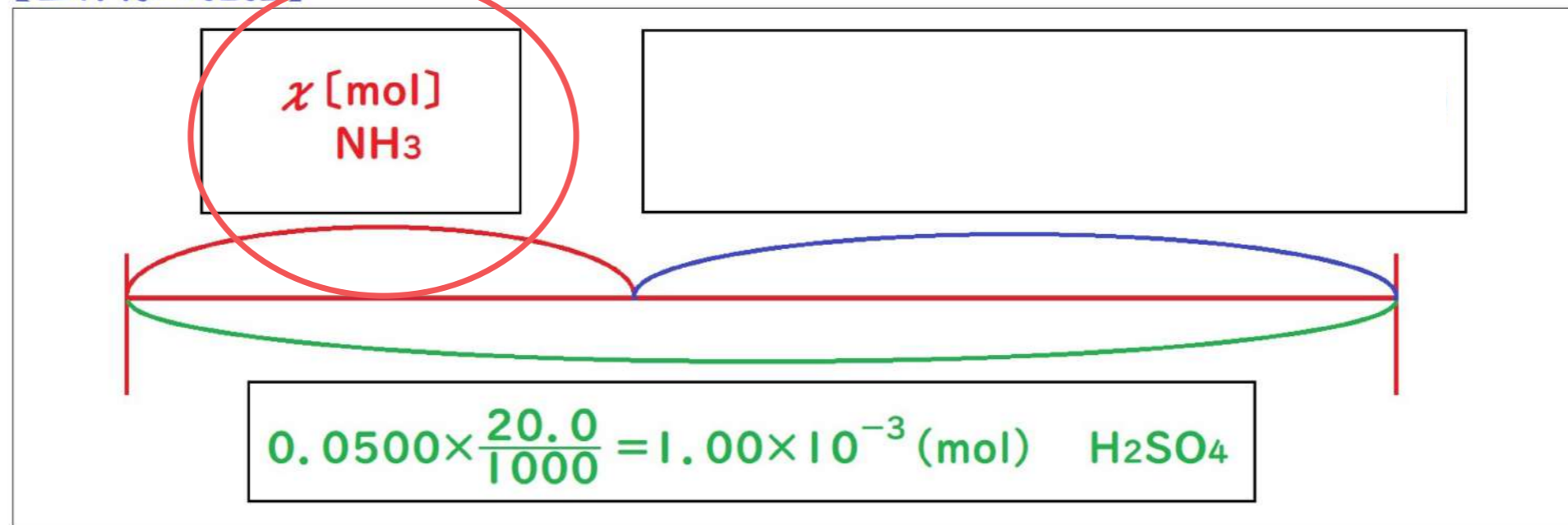
Diagram illustrating the titration process. Two empty boxes are shown above a horizontal line. A red line and a blue line with arcs connect the boxes to a calculation box below. The calculation box contains the following equation:

$$0.0500 \times \frac{20.0}{1000} = 1.00 \times 10^{-3} \text{ (mol) } \text{H}_2\text{SO}_4$$

【量的関係】 滴定の終点までに加えたすべての酸や塩基について  
酸の価数×酸の物質質量=塩基の価数×塩基の物質質量

アンモニアを 0.050mol/L 硫酸 20.0mL に完全に吸収させた。この溶液を指示薬を用いて 0.110mol/L 水酸化ナトリウム溶液で滴定したところ、中和するのに 12.30mL を要した。

【全体像の把握】

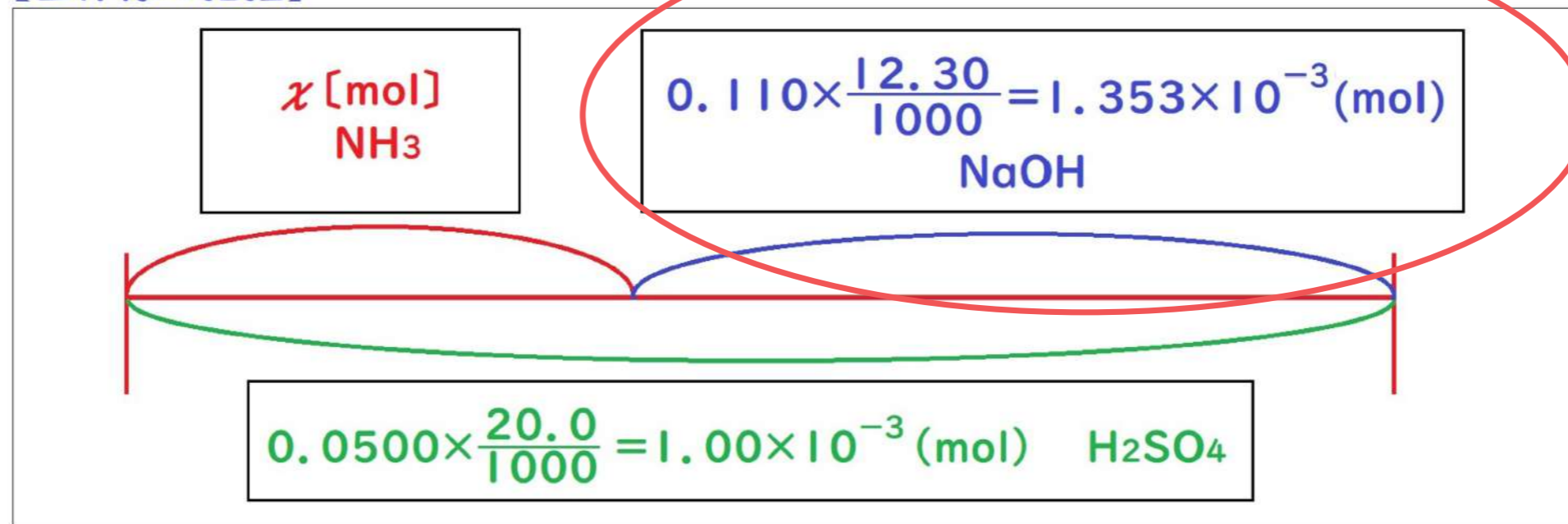


【量的関係】 滴定の終点までに加えたすべての酸や塩基について  
酸の価数×酸の物質質量=塩基の価数×塩基の物質質量

Blank box for additional notes or calculations.

アンモニアを 0.050mol/L 硫酸 20.0mL に完全に吸収させた。この溶液を指示薬を用いて 0.110mol/L 水酸化ナトリウム溶液で滴定したところ、中和するのに 12.30mL を要した。

【全体像の把握】



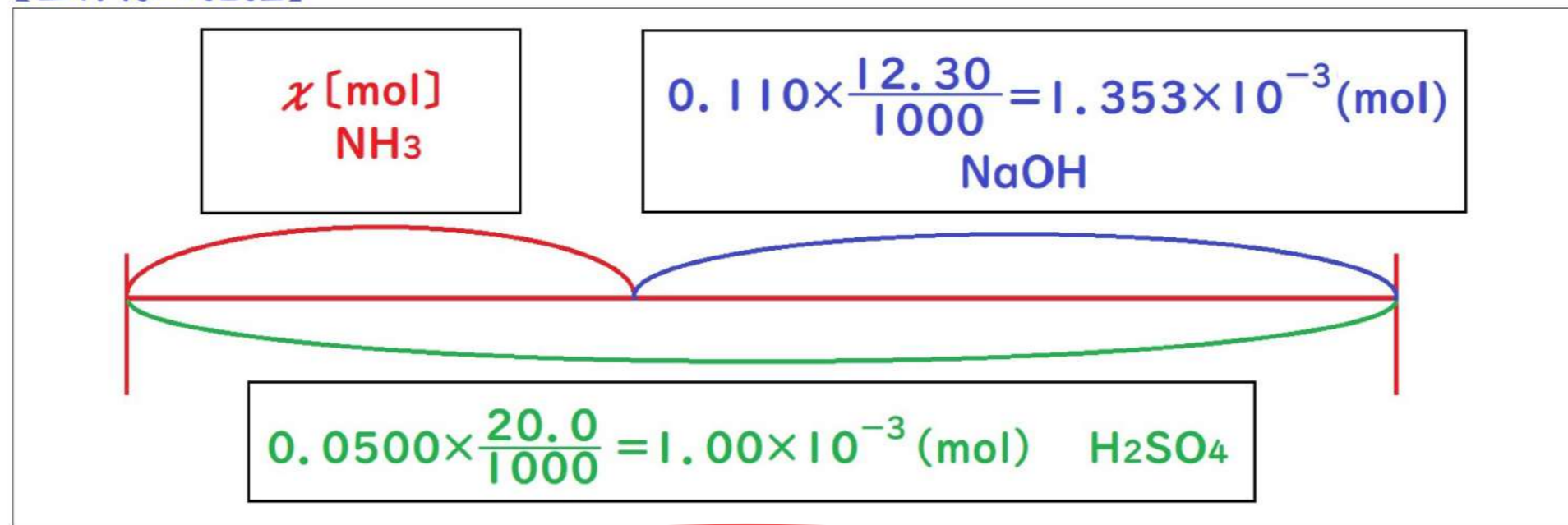
【量的関係】 滴定の終点までに加えたすべての酸や塩基について  
酸の価数×酸の物質質量=塩基の価数×塩基の物質質量





アンモニアを 0.050mol/L 硫酸 20.0mL に完全に吸収させた。この溶液を指示薬を用いて 0.110mol/L 水酸化ナトリウム溶液で滴定したところ、中和するのに 12.30mL を要した。

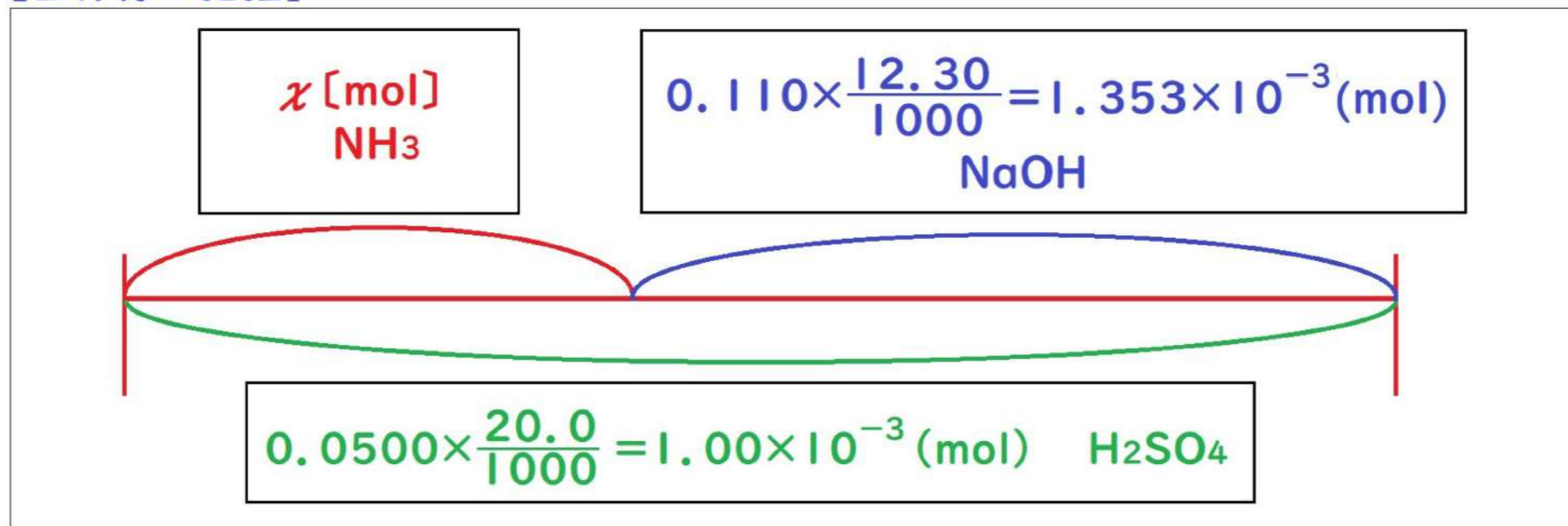
### 【全体像の把握】



【量的関係】 滴定の終点までに加えたすべての酸や塩基について  
酸の価数×酸の物質質量=塩基の価数×塩基の物質質量

アンモニアを 0.050mol/L 硫酸 20.0mL に完全に吸収させた。この溶液を指示薬を用いて 0.110mol/L 水酸化ナトリウム溶液で滴定したところ、中和するのに 12.30mL を要した。

### 【全体像の把握】

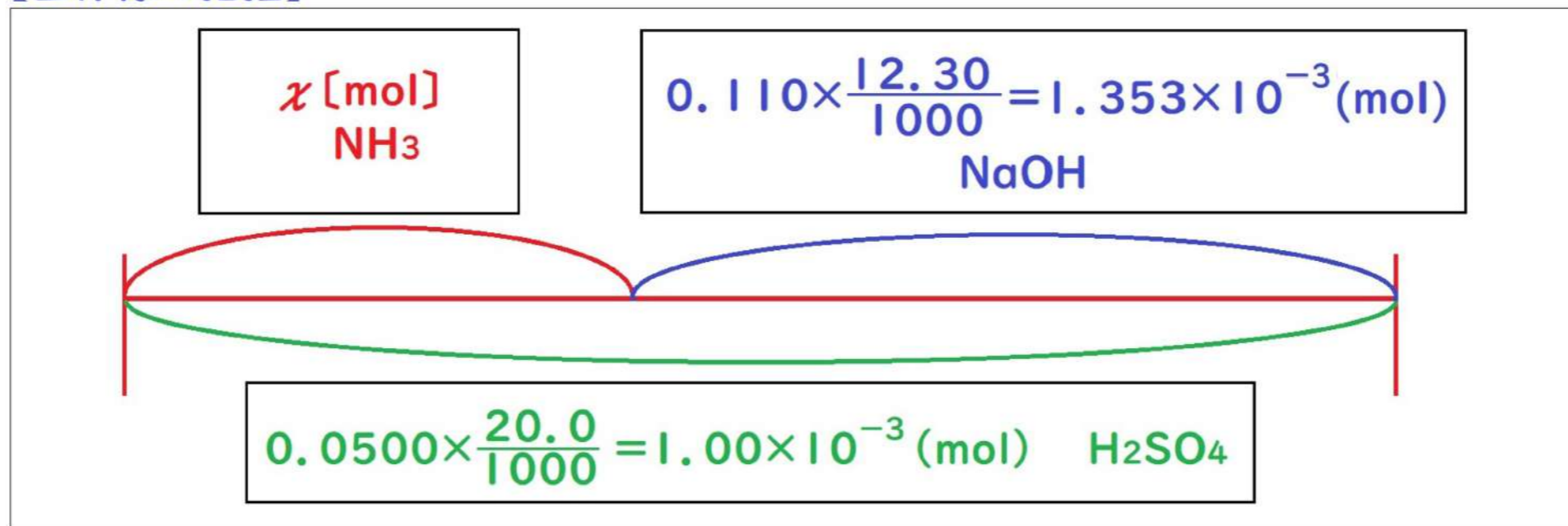


【量的関係】 滴定の終点までに加えたすべての酸や塩基について  
酸の価数×酸の物質質量=塩基の価数×塩基の物質質量

硫酸  
 $2\text{価} \times 1.00 \times 10^{-3}$

アンモニアを 0.050mol/L 硫酸 20.0mL に完全に吸収させた。この溶液を指示薬を用いて 0.110mol/L 水酸化ナトリウム溶液で滴定したところ、中和するのに 12.30mL を要した。

### 【全体像の把握】

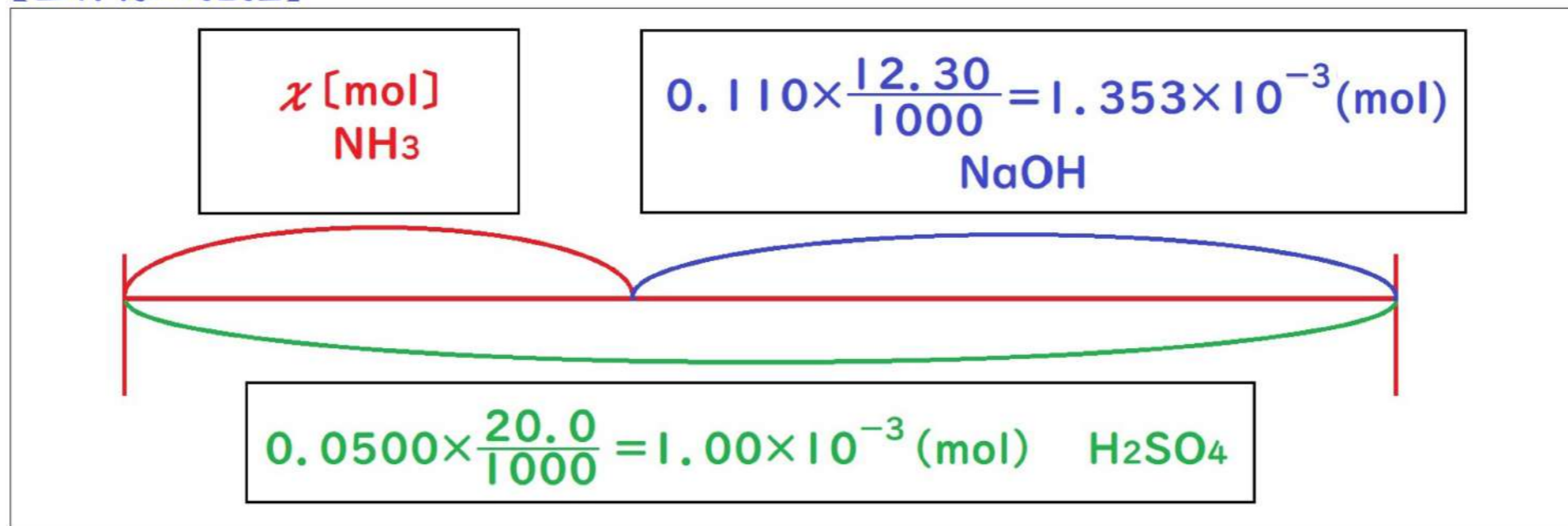


【量的関係】 滴定の終点までに加えたすべての酸や塩基について  
酸の価数×酸の物質質量=塩基の価数×塩基の物質質量

$$2 \text{価} \times \overset{\text{硫酸}}{1.00 \times 10^{-3}} = \overset{\text{アンモニア}}{1 \text{価}} \times x$$

アンモニアを 0.050mol/L 硫酸 20.0mL に完全に吸収させた。この溶液を指示薬を用いて 0.110mol/L 水酸化ナトリウム溶液で滴定したところ、中和するのに 12.30mL を要した。

### 【全体像の把握】

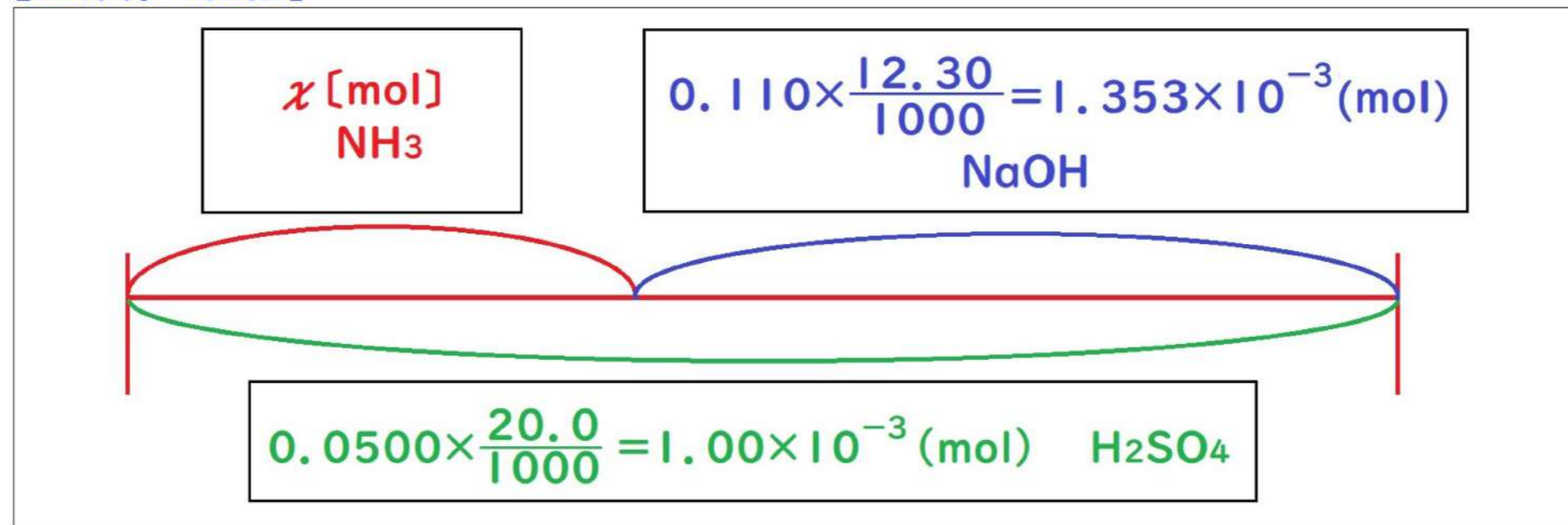


【量的関係】 滴定の終点までに加えたすべての酸や塩基について  
酸の価数×酸の物質質量=塩基の価数×塩基の物質質量

$$2 \text{価} \times \overset{\text{硫酸}}{1.00 \times 10^{-3}} = \overset{\text{アンモニア}}{1 \text{価} \times x} + \overset{\text{水酸化ナトリウム}}{1 \text{価} \times 1.353 \times 10^{-3}}$$

アンモニアを 0.050mol/L 硫酸 20.0mL に完全に吸収させた。この溶液を指示薬を用いて 0.110mol/L 水酸化ナトリウム溶液で滴定したところ、中和するのに 12.30mL を要した。

### 【全体像の把握】



【量的関係】 滴定の終点までに加えたすべての酸や塩基について  
酸の価数×酸の物質質量=塩基の価数×塩基の物質質量

$$\begin{array}{c} \text{硫酸} \\ 2\text{価} \times 1.00 \times 10^{-3} = \end{array} \begin{array}{c} \text{アンモニア} \\ 1\text{価} \times x \end{array} + \begin{array}{c} \text{水酸化ナトリウム} \\ 1\text{価} \times 1.353 \times 10^{-3} \end{array}$$

$\therefore x = 6.47 \times 10^{-4}$  (mol)

問1 硫酸に吸収されたアンモニアの物質量は何 mol か。有効数字 3 桁で記せ。

$6.47 \times 10^{-4}$  mol

問2 試料として用いたタンパク質に含まれる窒素は質量百分率で何パーセントか。有効数字3桁で記せ。

$$\frac{\text{窒素原子(g)}}{\text{タンパク質(g)}} \times 100 =$$

問2 試料として用いたタンパク質に含まれる窒素は質量百分率で何パーセントか。有効数字3桁で記せ。

$$\frac{\text{窒素原子(g)}}{\text{タンパク質(g)}} \times 100 = \frac{14 \times 6.47 \times 10^{-4} \text{ (g)}}{1.00 \times \frac{5.0}{100} \text{ (g)}} \times 100$$



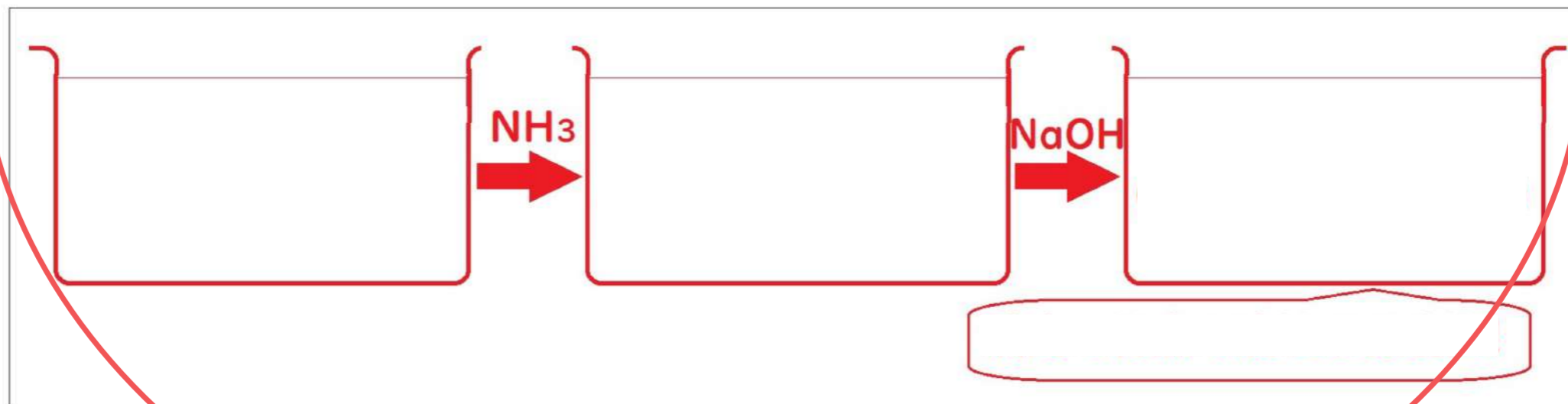
問2 試料として用いたタンパク質に含まれる窒素は質量百分率で何パーセントか。有効数字3桁で記せ。

$$\frac{\text{窒素原子(g)}}{\text{タンパク質(g)}} \times 100 = \frac{14 \times 6.47 \times 10^{-4} \text{ (g)}}{1.00 \times \frac{5.0}{100} \text{ (g)}} \times 100 = 18.11 \div 18.1 \text{ (\%)}$$

問3 この実験の滴定では、次に挙げた pH 指示薬のうちどれを用いるのがもっとも適切か。符号で示せ。また、それを選んだ理由を述べよ。

	pH 指示薬	変色域/pH
(a)	クレゾールレッド	0.2~2.2
(b)	メチルオレンジ	3.1~4.4
(c)	フェノールフタレイン	8.2~9.8

【滴定の全体像の把握】

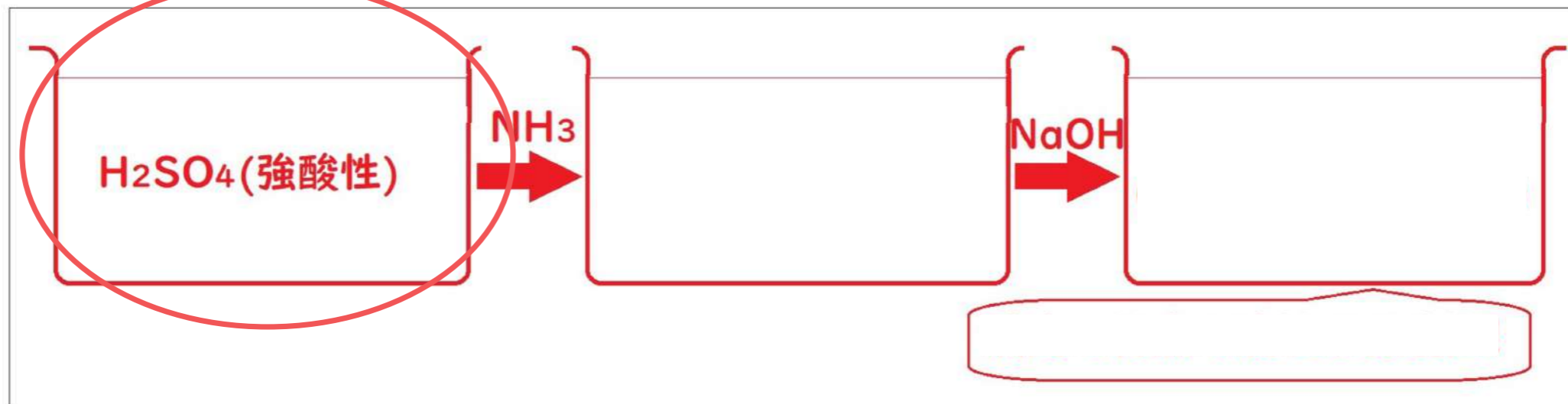


(b)、理由；滴定の終点の液性は弱酸性である。よって、弱酸性付近に変色域が存在する指示薬を用いることが適切である。

問3 この実験の滴定では、次に挙げた pH 指示薬のうちどれを用いるのがもっとも適切か。符号で示せ。また、それを選んだ理由を述べよ。

	pH 指示薬	変色域/pH
(a)	クレゾールレッド	0.2~2.2
(b)	メチルオレンジ	3.1~4.4
(c)	フェノールフタレイン	8.2~9.8

【滴定の全体像の把握】

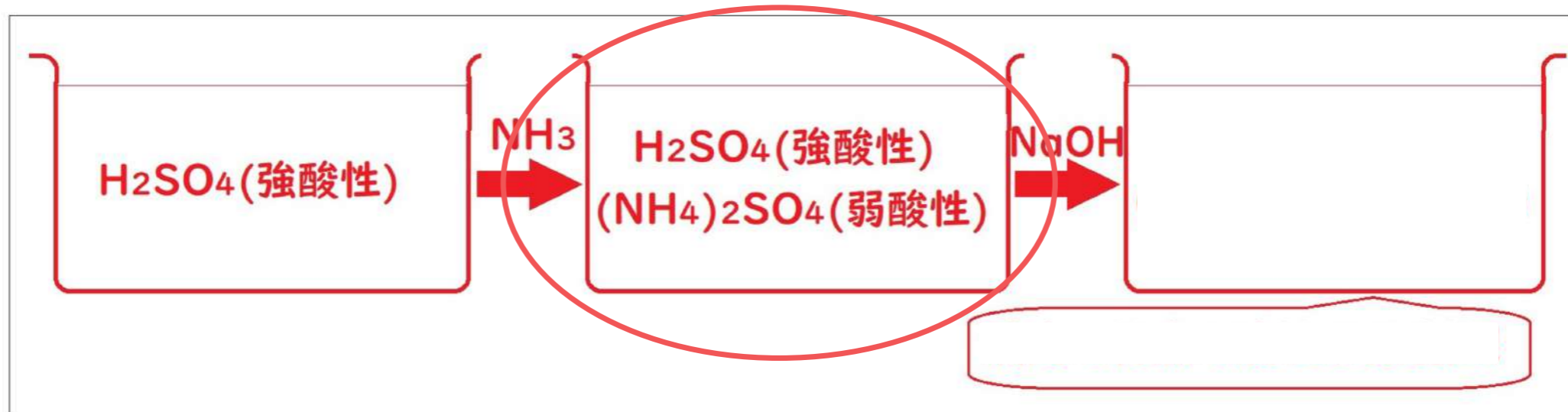


(b)、理由；滴定の終点の液性は弱酸性である。よって、弱酸性付近に変色域が存在する指示薬を用いることが適切である。

問3 この実験の滴定では、次に挙げた pH 指示薬のうちどれを用いるのがもっとも適切か。符号で示せ。また、それを選んだ理由を述べよ。

	pH 指示薬	変色域/pH
(a)	クレゾールレッド	0.2~2.2
(b)	メチルオレンジ	3.1~4.4
(c)	フェノールフタレイン	8.2~9.8

【滴定の全体像の把握】

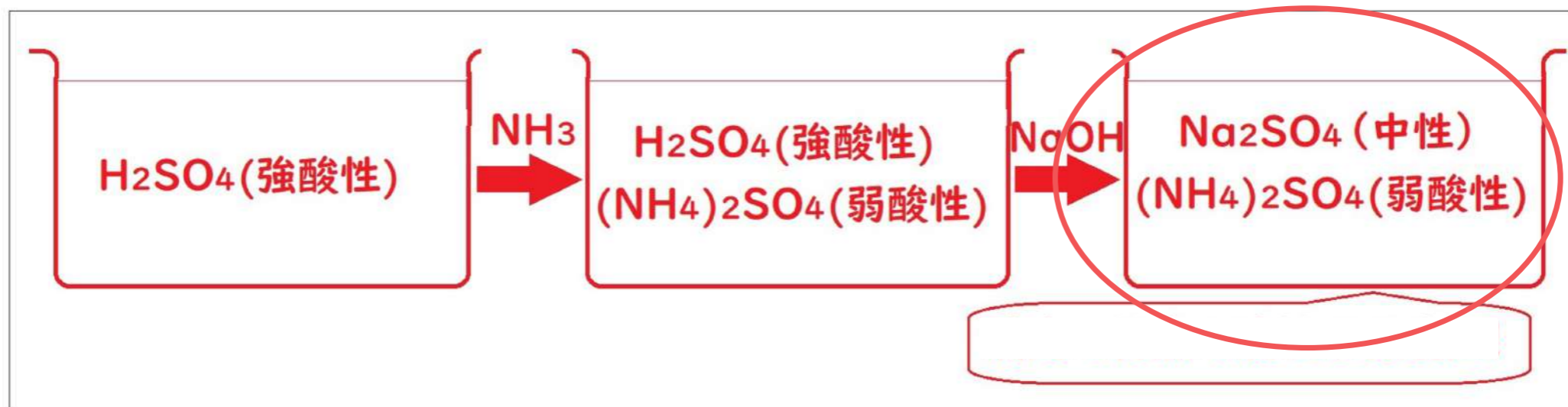


(b)、理由；滴定の終点の液性は弱酸性である。よって、弱酸性付近に変色域が存在する指示薬を用いることが適切である。

問3 この実験の滴定では、次に挙げた pH 指示薬のうちどれを用いるのがもっとも適切か。符号で示せ。また、それを選んだ理由を述べよ。

	pH 指示薬	変色域/pH
(a)	クレゾールレッド	0.2~2.2
(b)	メチルオレンジ	3.1~4.4
(c)	フェノールフタレイン	8.2~9.8

【滴定の全体像の把握】

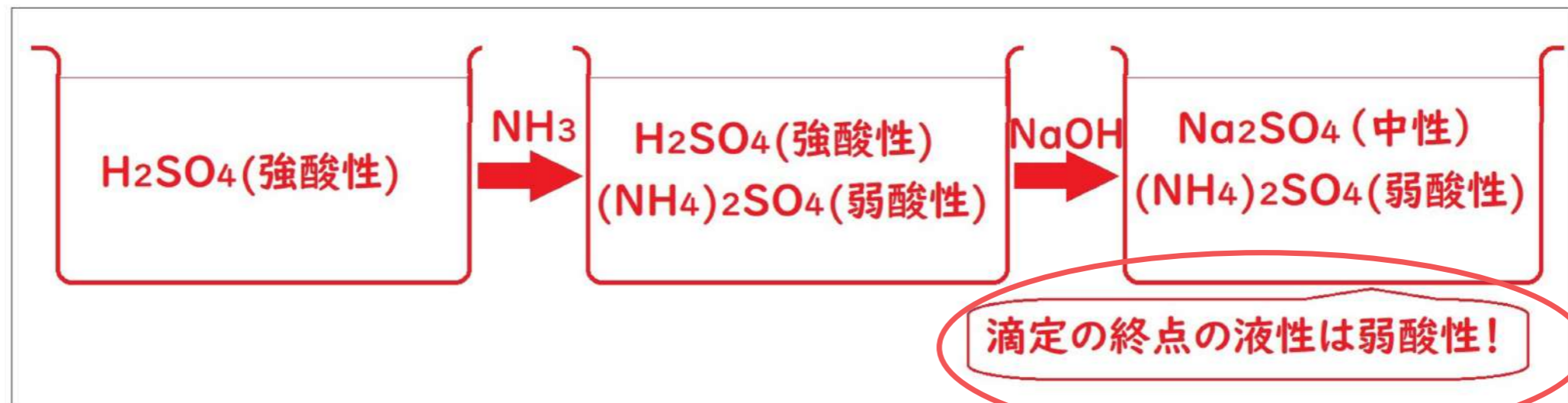


(b)、理由；滴定の終点の液性は弱酸性である。よって、弱酸性付近に変色域が存在する指示薬を用いることが適切である。

問3 この実験の滴定では、次に挙げた pH 指示薬のうちどれを用いるのがもっとも適切か。符号で示せ。また、それを選んだ理由を述べよ。

	pH 指示薬	変色域/pH
(a)	クレゾールレッド	0.2~2.2
(b)	メチルオレンジ	3.1~4.4
(c)	フェノールフタレイン	8.2~9.8

【滴定の全体像の把握】

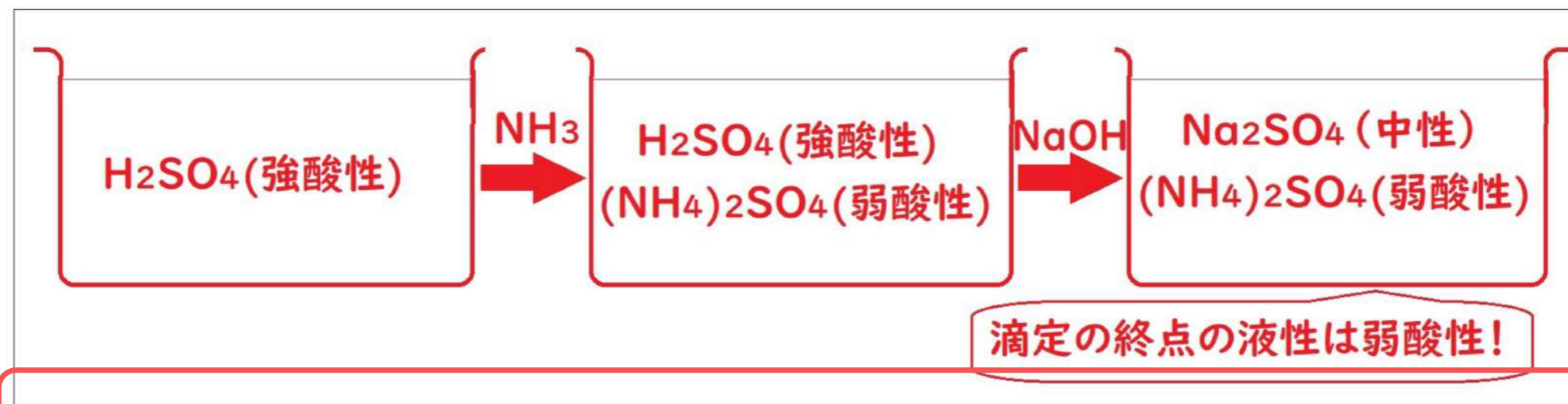


(b)、理由；滴定の終点の液性は弱酸性である。よって、弱酸性付近に変色域が存在する指示薬を用いることが適切である。

問3 この実験の滴定では、次に挙げた pH 指示薬のうちどれを用いるのがもっとも適切か。符号で示せ。また、それを選んだ理由を述べよ。

	pH 指示薬	変色域/pH
(a)	クレゾールレッド	0.2~2.2
(b)	メチルオレンジ	3.1~4.4
(c)	フェノールフタレイン	8.2~9.8

【滴定の全体像の把握】



(b)、理由; 滴定の終点の液性は弱酸性である。よって、弱酸性付近に変色域が存在する指示薬を用いることが適当である。

