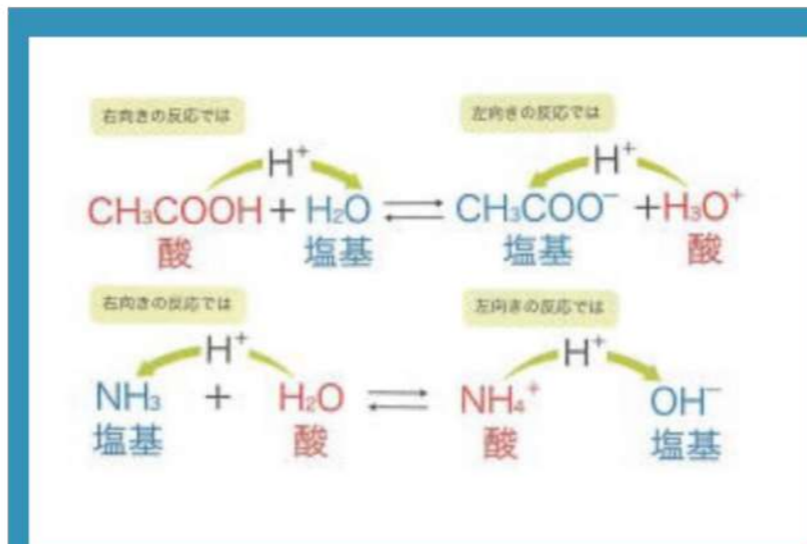


酸塩基

テーマ2 酸塩基

② 酸塩基の定義と量的関係




②酸塩基の定義と量的関係

酸や塩基の定義には様々なものがあります。私のお爺ちゃんは、『すっぱいものが酸、すっぱさを打ち消すものが塩基(アルカリ)』と教えてくれました(*▽*)。これもまた、ひとつの定義といえるでしょう。皆さんが身に付けるのはブレンステッド・ローリーの定義ですが、これを身に付けるからこそ、中和滴定の量的な計算が可能となるわけですね。

を参照。

酸と塩基の定義

照井さんのおじいちゃんの定義！

アレニウスの定義って？ 

酸……

塩基……


ブレンステッド・ローリーの定義って？ 

酸……

塩基……

酸と塩基の定義

照井さんのおじいちゃんの定義！

アレニウスの定義って？ 


酸……
塩基……

ブレンステッド・ローリーの定義って？ 

酸……
塩基……


酸と塩基の定義

照井さんのおじいちゃんの定義！

アレニウスの定義って？ 

酸……

塩基……


ブレンステッド・ローリーの定義って？ 

酸……

塩基……

酸と塩基の定義

照井さんのおじいちゃんの定義！

アレニウスの定義って？ 

酸……水溶液中で水素イオン H^+ を放出する物質のこと。

塩基……水溶液中で水酸化物イオン OH^- を放出する物質のこと。


ブレンステッド・ローリーの定義って？ 

酸……

塩基……

酸と塩基の定義

照井さんのおじいちゃんの定義！

アレーニウスの定義って？ 

酸……水溶液中で水素イオン H^+ を放出する物質のこと。

塩基……水溶液中で水酸化物イオン OH^- を放出する物質のこと。


ブレンステッド・ローリーの定義って？ 

酸……

塩基……

酸と塩基の定義

照井さんのおじいちゃんの定義！

アレニウスの定義って？ 

酸……水溶液中で水素イオン H^+ を放出する物質のこと。

塩基……水溶液中で水酸化物イオン OH^- を放出する物質のこと。


ブレンステッド・ローリーの定義って？ 

酸……水素イオン H^+ を相手に与える物質のこと。

塩基……水素イオン H^+ を相手から受け取る物質のこと。

酸と塩基の定義

照井さんのおじいちゃんの定義！

アレーニウスの定義って？ 

酸……水溶液中で水素イオン H^+ を放出する物質のこと。

塩基……水溶液中で水酸化物イオン OH^- を放出する物質のこと。

ブレンステッド・ローリーの定義って？ 

酸……水素イオン H^+ を相手に与える物質のこと。

塩基……水素イオン H^+ を相手から受け取る物質のこと。

この定義はアレーニウスの定義より適用される範囲が広い！

酸と塩基の定義

照井さんのおじいちゃんの定義！

アレニウスの定義って？

酸……水溶液中で水素イオン H^+ を放出する物質のこと。

塩基……水溶液中で水酸化物イオン OH^- を放出する物質のこと。

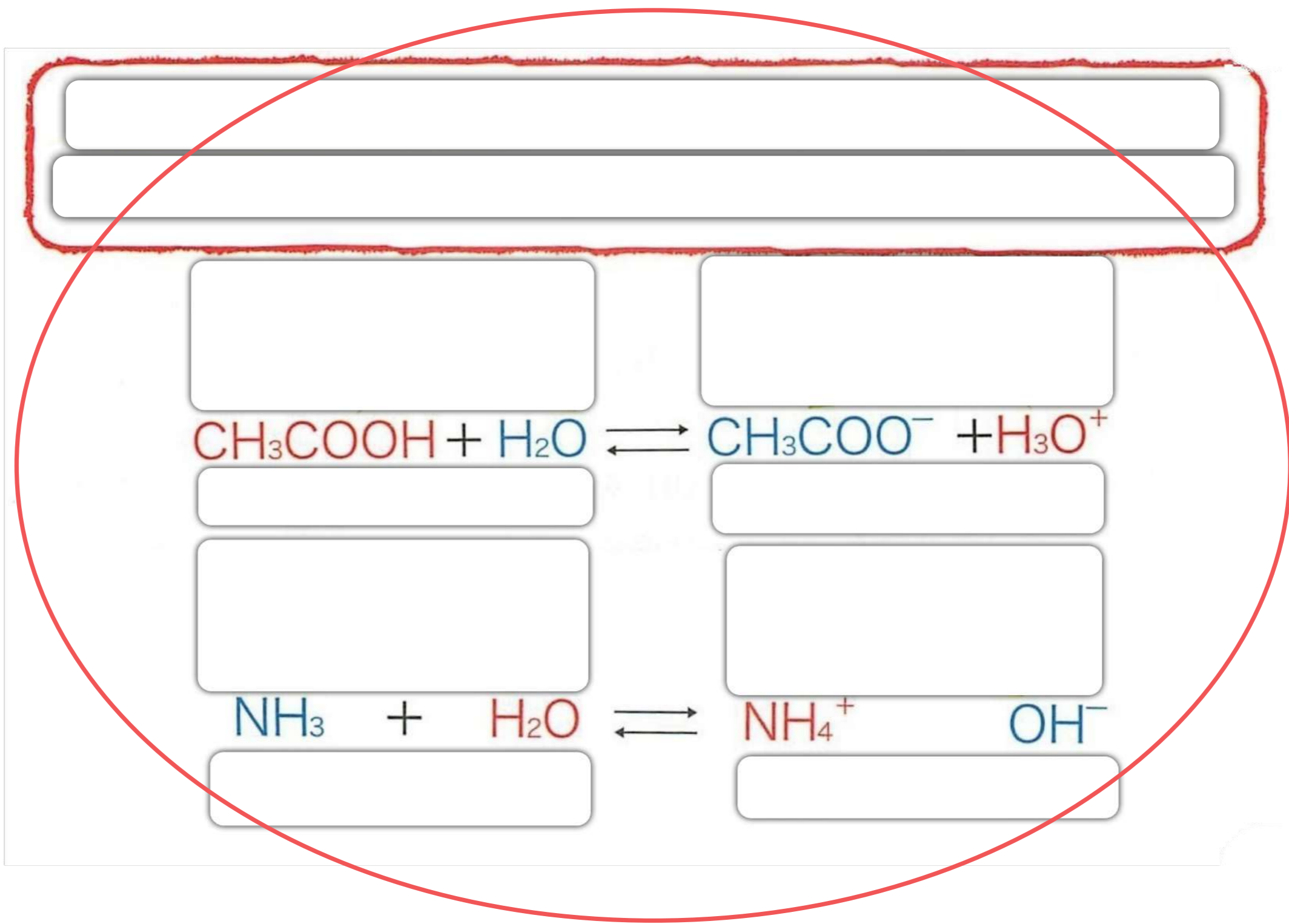
アレニウスの定義では、水は溶媒に過ぎない！

ブレンステッド・ローリーの定義って？

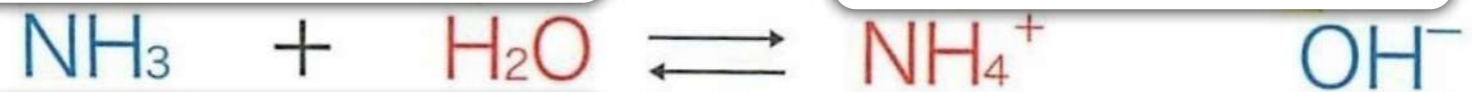
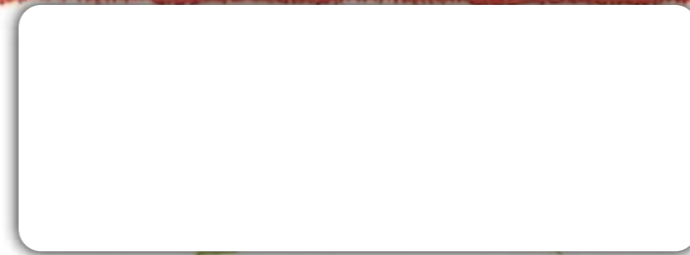
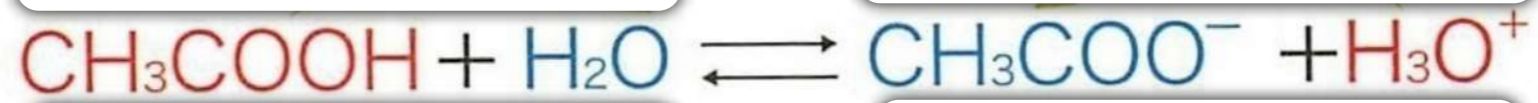
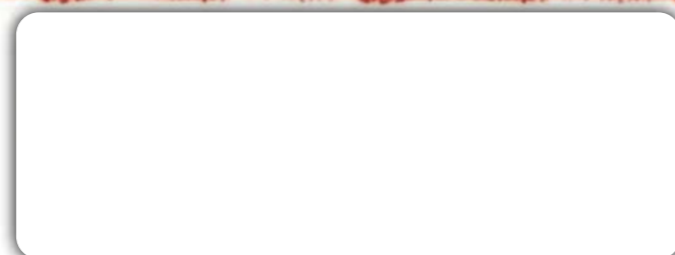
酸……水素イオン H^+ を相手に与える物質のこと。

塩基……水素イオン H^+ を相手から受け取る物質のこと。

この定義はアレニウスの定義より適用される範囲が広い！

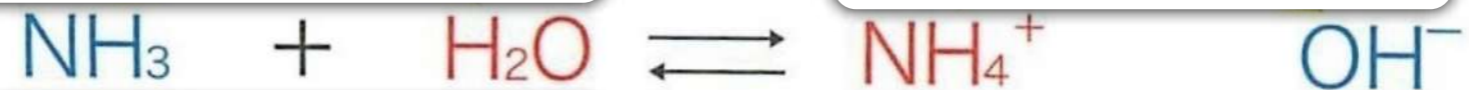
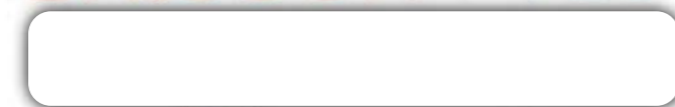
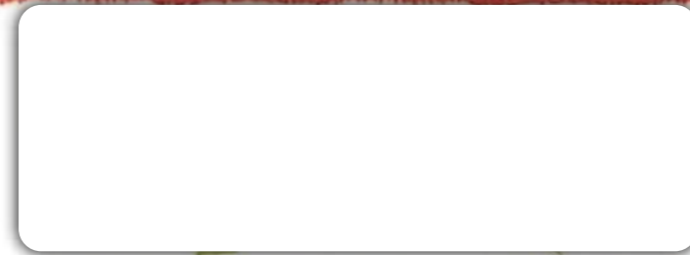
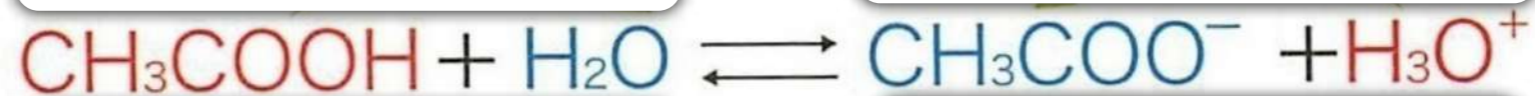
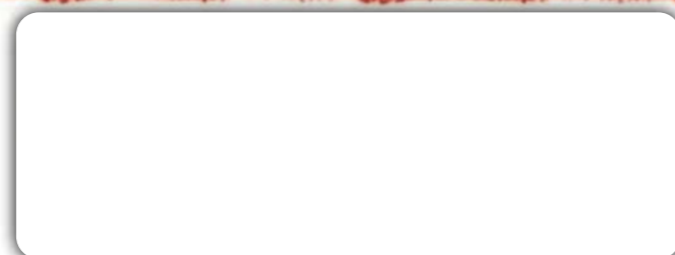


アレニウスの定義では、水は溶媒に過ぎない！



アレニウスの定義では、水は溶媒に過ぎない！

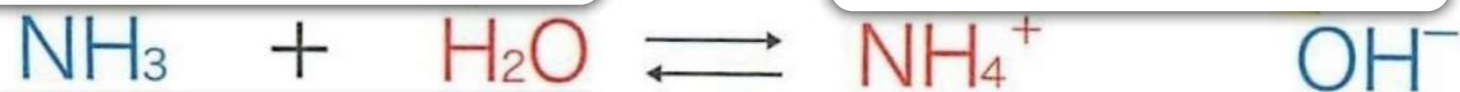
ブレンステッドの定義によれば、水は酸としても塩基としても働ける。



アレニウスの定義では、水は溶媒に過ぎない！

ブレンステッドの定義によれば、水は酸としても塩基としても働ける。

右向きの反応では

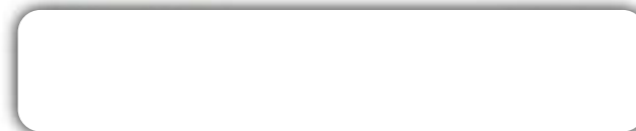
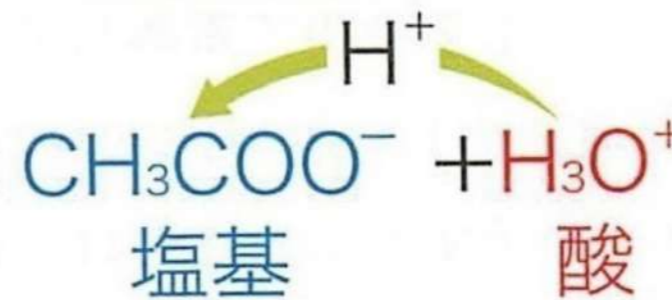


アレニウスの定義では、水は溶媒に過ぎない！
 ブレンステッドの定義によれば、水は酸としても塩基としても働ける。

右向きの反応では



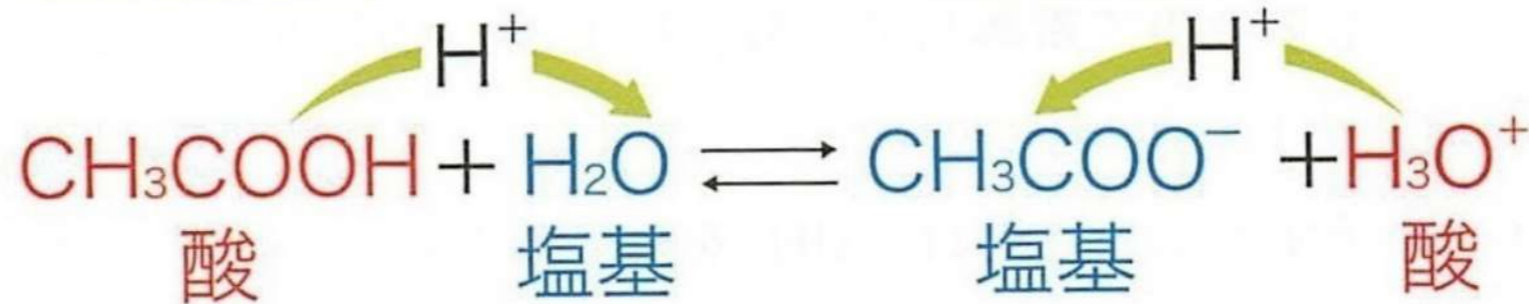
左向きの反応では



アレニウスの定義では、水は溶媒に過ぎない！

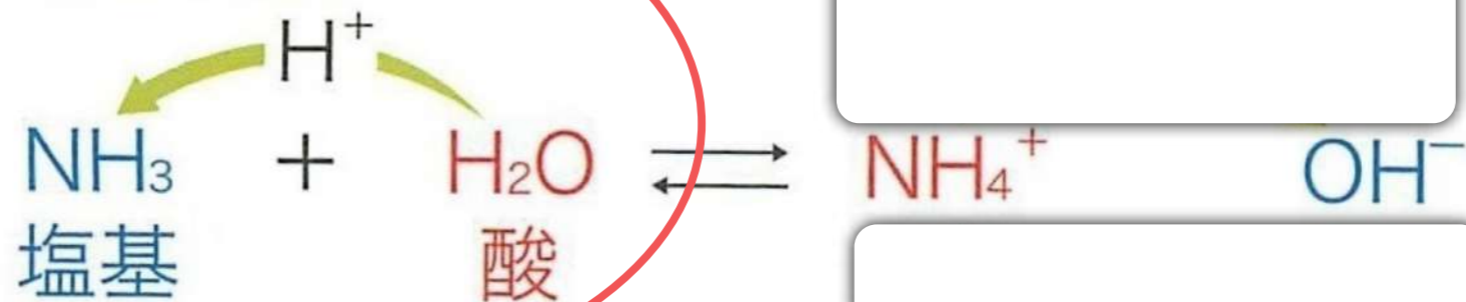
ブレンステッドの定義によれば、水は酸としても塩基としても働ける。

右向き反応では



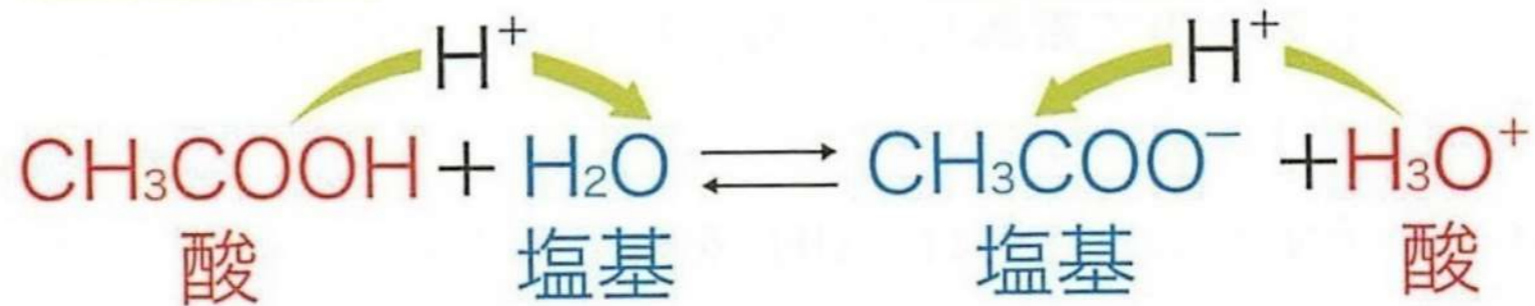
左向き反応では

右向き反応では



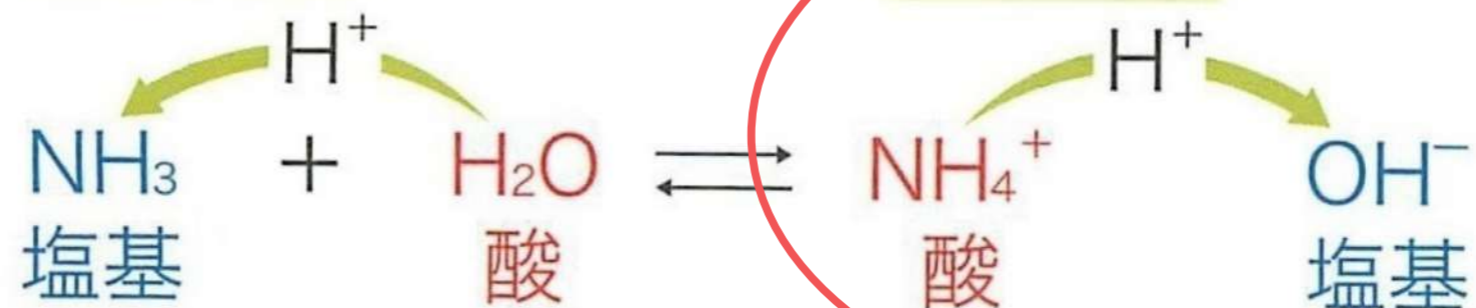
アレニウスの定義では、水は溶媒に過ぎない！
ブレンステッドの定義によれば、水は酸としても塩基としても働ける。

右向き反応では

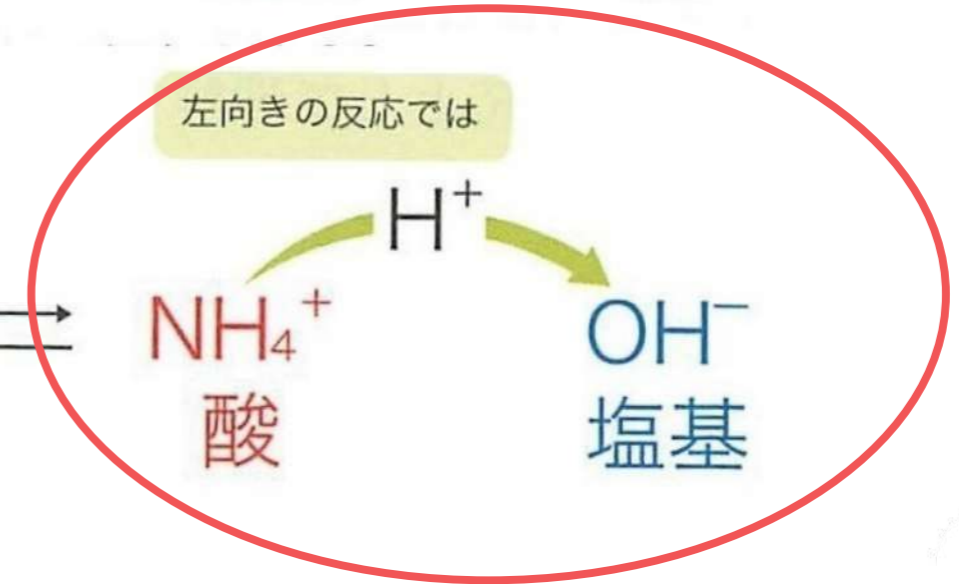


左向き反応では

右向き反応では



左向き反応では



中和反応の反応式

HClとNaOHの中和

H₂SO₄とNaOHの中和

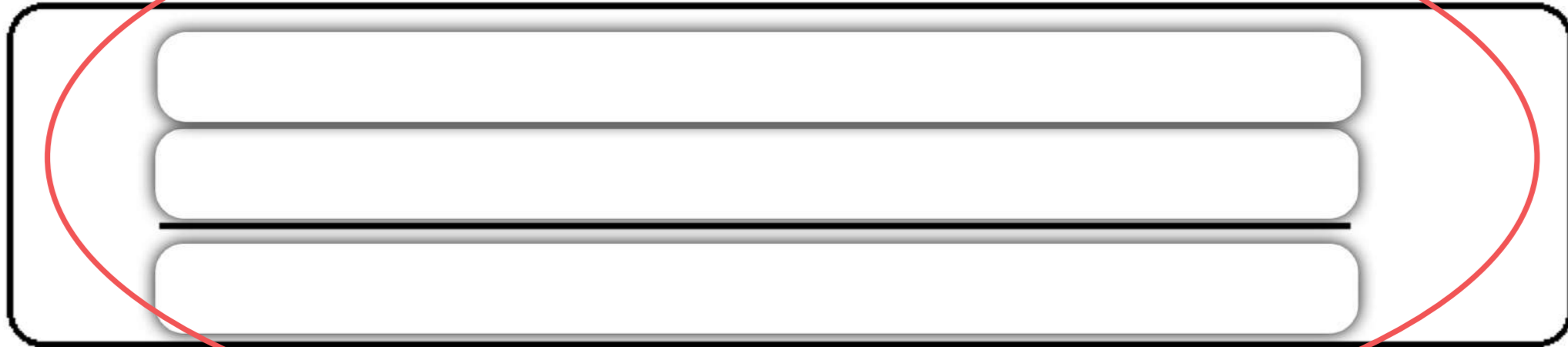
CH₃COOHとNaOHの中和

CO₂とNaOHの中和

H₂SO₄とNH₃ ($\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{NH}_4^+$)の中和

中和反応の反応式

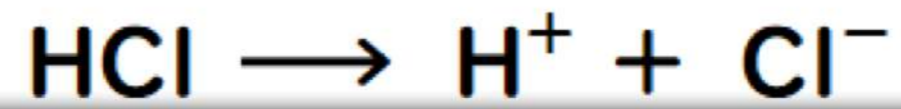
HClとNaOHの中和



A large rounded rectangular box with a black border, containing three horizontal input fields for writing the chemical equation. The input fields are white with a light gray border and are arranged vertically. A red oval is drawn around the entire box.

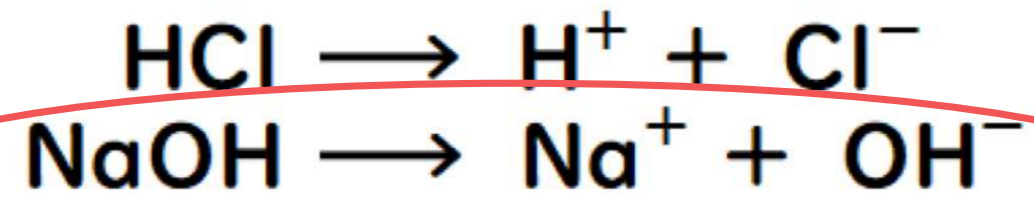
中和反応の反応式

HClとNaOHの中和



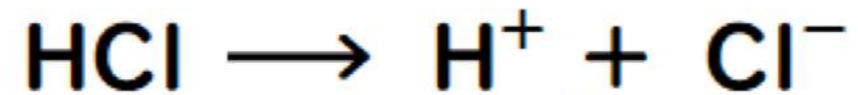
中和反応の反応式

HClとNaOHの中和



中和反応の反応式

HClとNaOHの中和



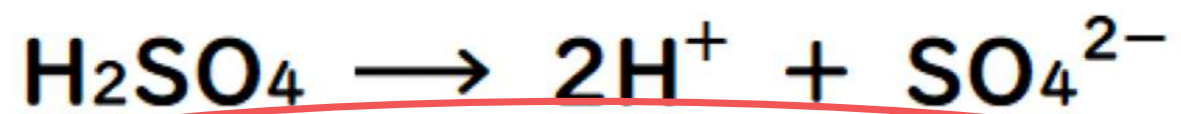
H₂SO₄とNaOHの中和

A large empty rounded rectangular box with a black border, containing three horizontal lines, intended for writing the chemical equation for the neutralization of H₂SO₄ and NaOH.

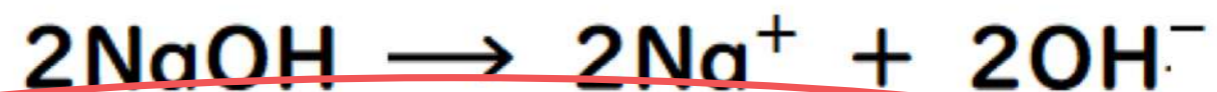
H₂SO₄とNaOHの中和



H₂SO₄とNaOHの中和



H₂SO₄とNaOHの中和



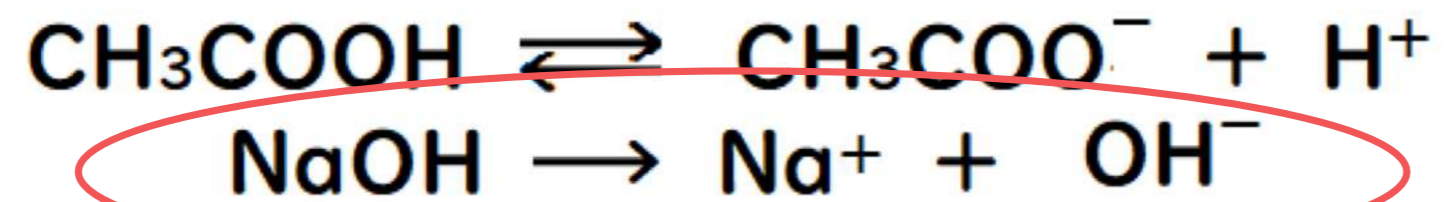
CH₃COOHとNaOHの中和

A large rounded rectangular box with a black border, containing three horizontal input fields. The input fields are white with rounded ends and are stacked vertically. A red oval is drawn around the entire box and its contents.

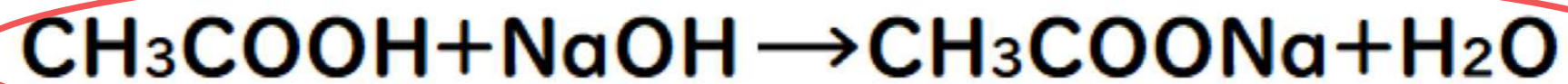
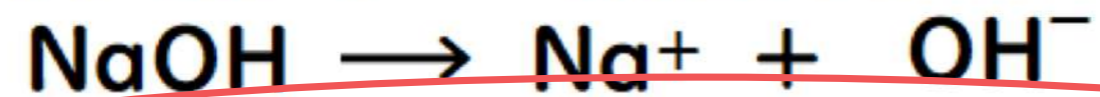
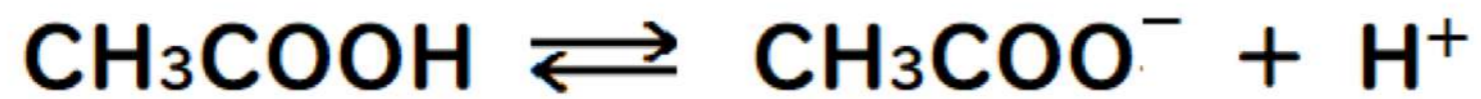
CH₃COOHとNaOHの中和



CH₃COOHとNaOHの中和



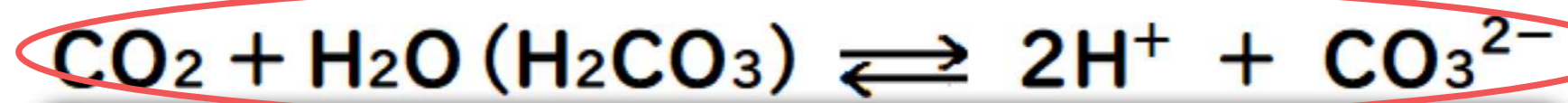
CH₃COOHとNaOHの中和



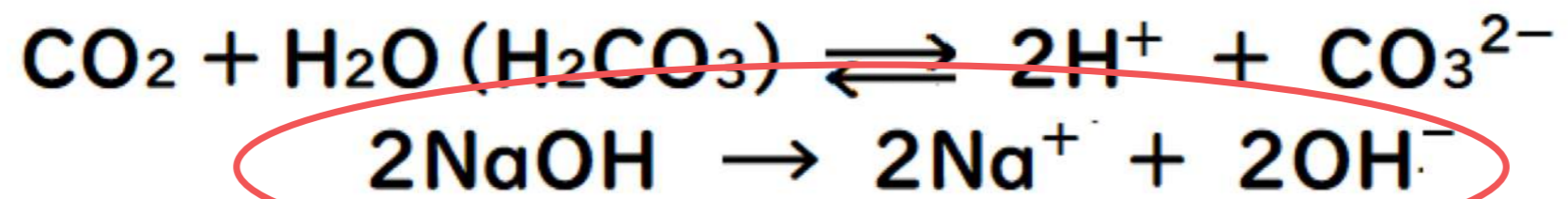
CO₂とNaOHの中和

A diagram of a test tube with three horizontal lines representing liquid levels. The test tube is outlined in black and has rounded ends. A red oval is drawn around the test tube, highlighting it. The lines are positioned at approximately one-third, two-thirds, and three-quarters of the way down the length of the tube.

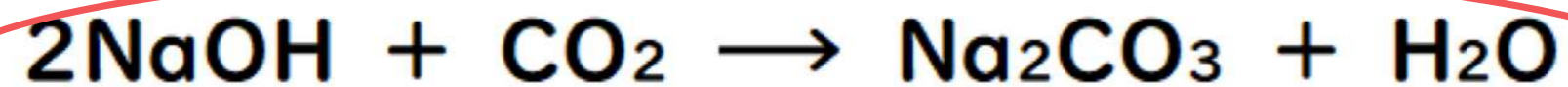
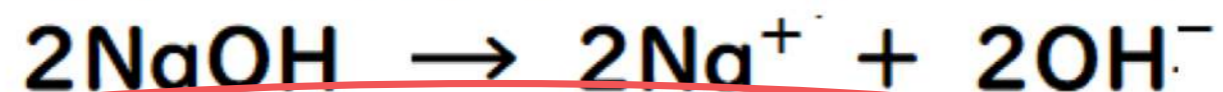
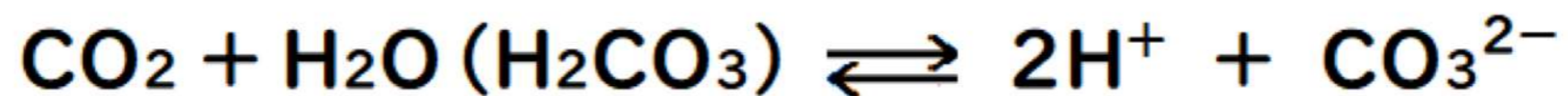
CO₂とNaOHの中和



CO₂とNaOHの中和



CO₂とNaOHの中和



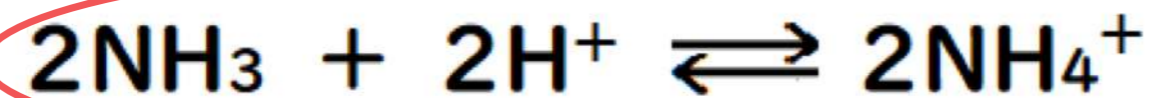
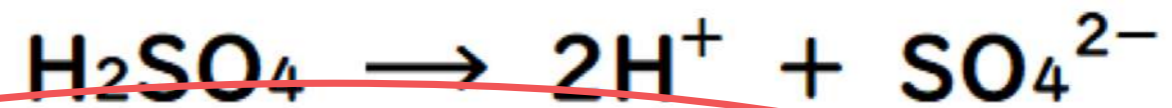
H_2SO_4 と NH_3 ($\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{NH}_4^+$)の中和

A large rounded rectangular box with a black border, containing three horizontal input fields for writing the chemical reaction. The box is highlighted with a red oval.

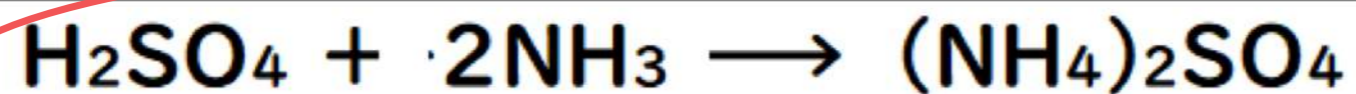
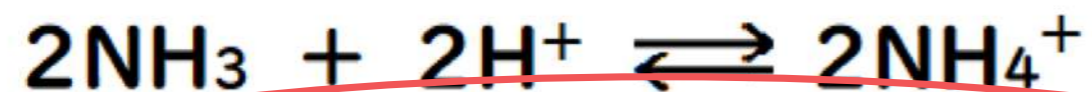
H₂SO₄とNH₃ (NH₃ + H⁺ ⇌ NH₄⁺)の中和



H_2SO_4 と NH_3 ($\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{NH}_4^+$)の中和

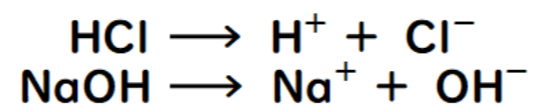


H_2SO_4 と NH_3 ($\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{NH}_4^+$)の中和

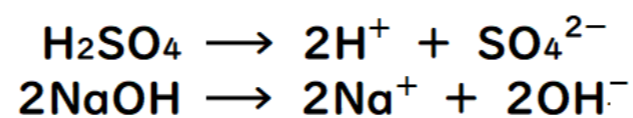


中和反応の反応式

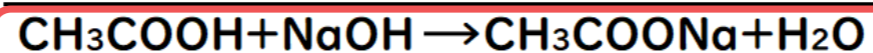
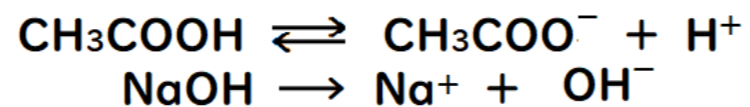
HClとNaOHの中和



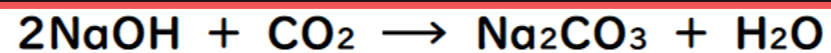
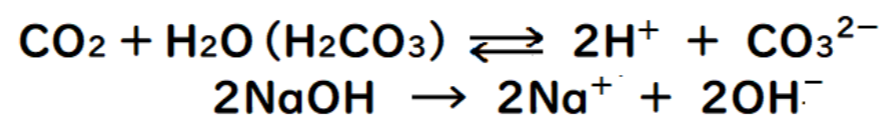
H₂SO₄とNaOHの中和



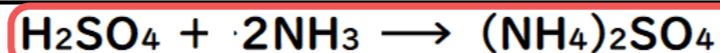
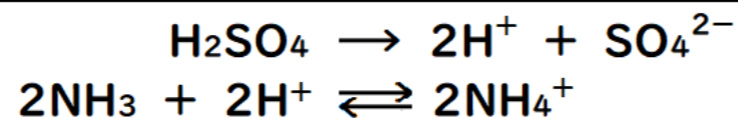
CH₃COOHとNaOHの中和



CO₂とNaOHの中和



H₂SO₄とNH₃ (NH₃ + H⁺ ⇌ NH₄⁺)の中和



酸塩基滴定の量的関係

上述の定義を念頭に置けば、以下の中和滴定の量的な関係を納得することができます。

酸塩基滴定の量的関係

酸が与える H^+ の物質量 = 塩基が受け取る H^+ の物質量

上述の定義を念頭に置けば、以下の中和滴定の量的な関係を納得することができます。

酸塩基滴定の量的関係

酸が与える H^+ の物質量 = 塩基が受け取る H^+ の物質量

上述の定義を念頭に置けば、以下の中和滴定の量的な関係を納得することができます。

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

酸塩基滴定の量的関係

酸が与える H^+ の物質質量 = 塩基が受け取る H^+ の物質質量

上述の定義を念頭に置けば、以下の中和滴定の量的な関係を納得することができます。

酸から生じる H^+ の物質質量 = 塩基から生じる OH^- の物質質量

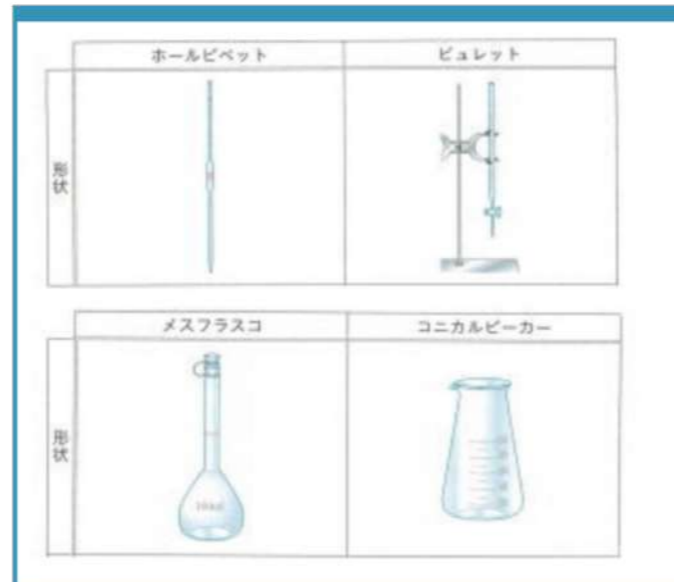
$$\text{酸の価数} \times \text{酸の物質質量} = \text{塩基の価数} \times \text{塩基の物質質量}$$

酸の物質質量 = 塩基の物質質量

$$\text{酸の価数} \times \text{酸のモル濃度} \times \frac{\text{体積}}{1000} = \text{塩基の価数} \times \text{塩基のモル濃度} \times \frac{\text{体積}}{1000}$$

テーマ2 酸塩基

⑫ 滴定で用いるガラス器具




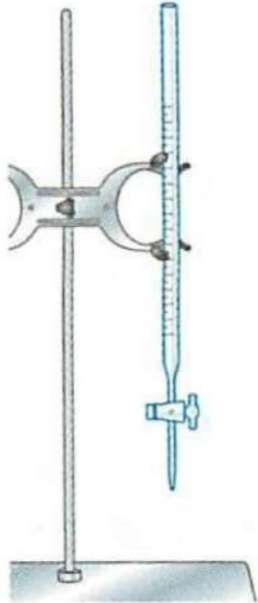
⑫ 滴定で用いるガラス器具

最後に、実験に用いるガラス器具を確認しましょう。ホールピペット、ビュレット、メスフラスコ、コニカルビーカーの4つです。これらは、それぞれがある使用目的のためにつくられたガラス器具です。実験に用いる前には、まず洗い、さらにすすいでから用います。ホールピペットやビュレットは濃度が命のガラス器具ですから、必ずこれからはかりととる溶液ですすいでから用います。この操作をともあらいといいます。


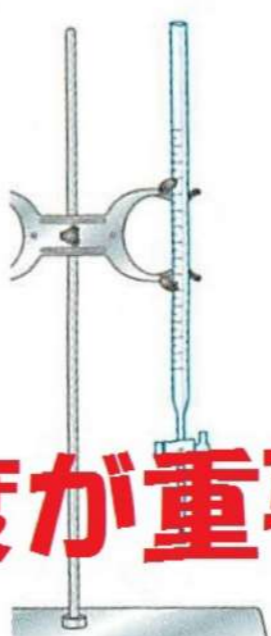
メスフラスコとメスシリンダー


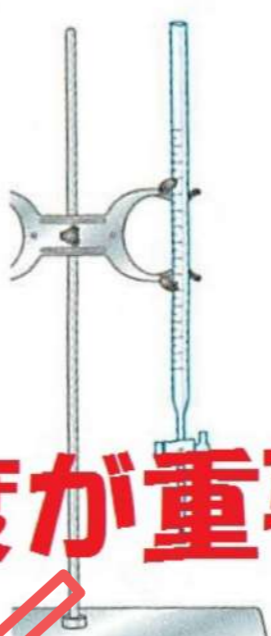
を参照。


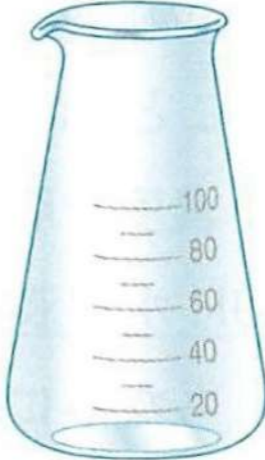
『滴定で用いるガラス器具』


	ホールピペット	ビュレット
形状		
洗浄方法	<p>純水で洗ったのち、残った純水によって使用する水溶液の濃度が薄まることを避けるために、これから使用する水溶液で内部（内壁）を数回洗ってから用いる。これを共洗い<small>ともあら</small>という。共洗い後は、ぬれたまま用いてよい。</p>	
乾燥方法	<p>加熱乾燥してはいけない。体積を正確に量るガラス器具は、熱膨張による変形を避けるために、加熱乾燥しない。</p>	

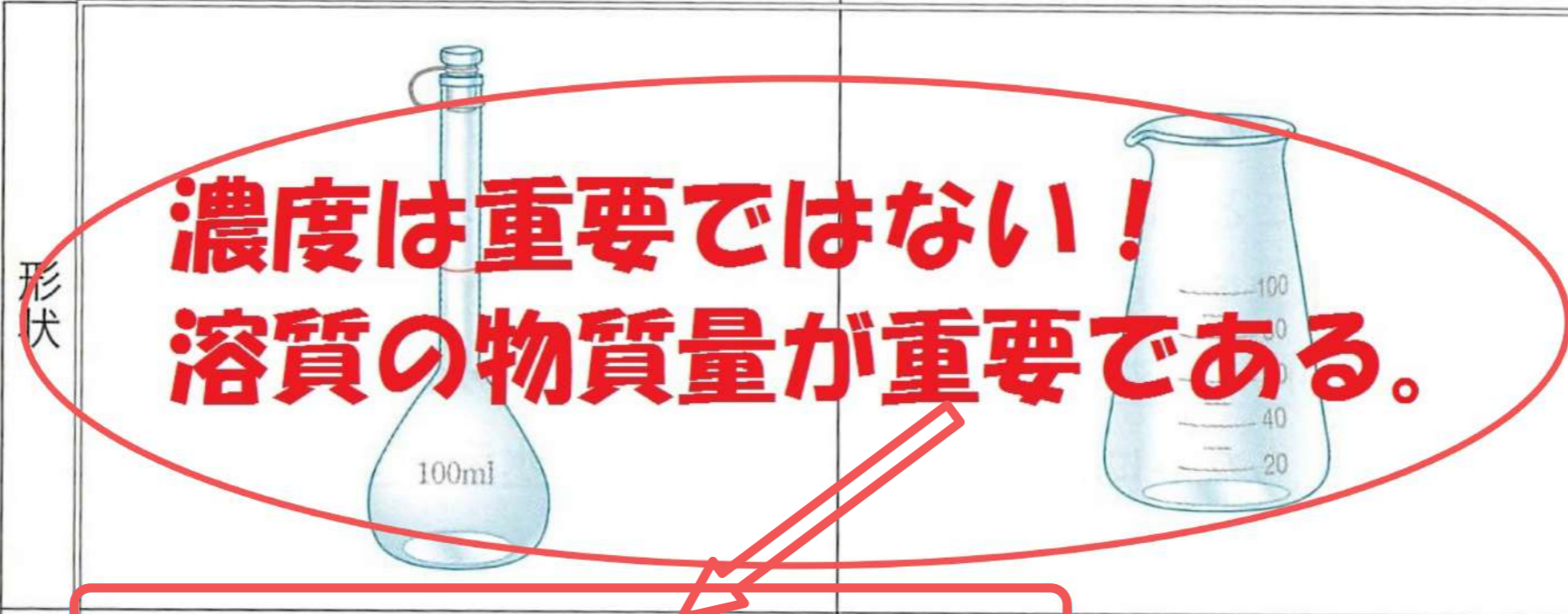
	ホールピペット	ビュレット
形状	 <p>濃度が重要！</p>	
洗浄方法	<p>純水で洗ったのち、残った純水によって使用する水溶液の濃度が薄まることを避けるために、これから使用する水溶液で内部（内壁）を数回洗ってから用いる。これを共洗い<small>ともあら</small>という。共洗い後は、ぬれたまま用いてよい。</p>	
乾燥方法	<p>加熱乾燥してはいけない。体積を正確に量るガラス器具は、熱膨張による変形を避けるために、加熱乾燥しない。</p>	

	ホールピペット	ビュレット
形状	 <p>濃度が重要！</p>	 <p>濃度が重要！</p>
洗浄方法	<p>純水で洗ったのち、残った純水によって使用する水溶液の濃度が薄まることを避けるために、これから使用する水溶液で内部（内壁）を数回洗ってから用いる。これを共洗い<small>ともあら</small>という。共洗い後は、ぬれたまま用いてよい。</p>	
乾燥方法	<p>加熱乾燥してはいけない。体積を正確に量るガラス器具は、熱膨張による変形を避けるために、加熱乾燥しない。</p>	

	ホールピペット	ビュレット
形状	 <p>濃度が重要！</p>	 <p>濃度が重要！</p>
洗浄方法	<p>純水で洗ったのち、残った純水によって使用する水溶液の濃度が薄まることを避けるために、これから使用する水溶液で内部（内壁）を数回洗ってから用いる。これを共洗い<small>ともあら</small>という。共洗い後は、ぬれたまま用いてよい。</p>	
乾燥方法	<p>加熱乾燥してはいけない。体積を正確に量るガラス器具は、熱膨張による変形を避けるために、加熱乾燥しない。</p>	

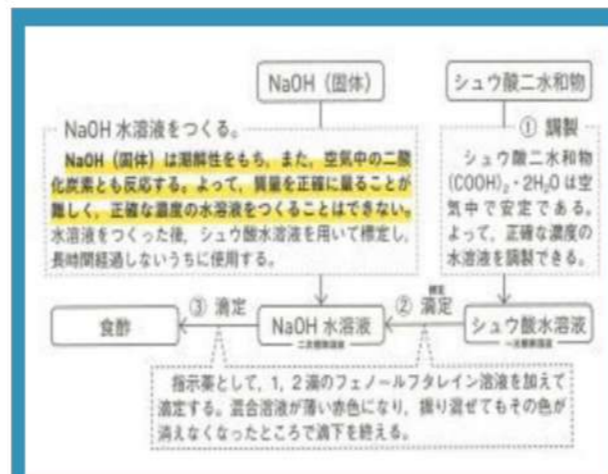
	メスフラスコ	コニカルビーカー
形状		
洗浄方法	<p>純水で洗ったのち、そのまま用いてよい。メスフラスコには後から純水が加えられるので、純水が残っていても、溶液の調製には影響しないからである。また、コニカルビーカーには一定量の溶質が量り取られるので、たとえ濃度が薄まっても、滴下量が変わらず滴定の結果には影響しないからである。</p>	
乾燥方法	<p>加熱乾燥してはいけない。</p>	<p>体積を正確に量るガラス器具ではないので、加熱乾燥してよい。</p>

	メスフラスコ	コニカルビーカー
形状	 <p style="color: red; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">濃度は重要ではない！ 溶質の物質量が重要である。</p>	
洗浄方法	<p>純水で洗ったのち、そのまま用いてよい。メスフラスコには後から純水が加えられるので、純水が残っていても、溶液の調製には影響しないからである。また、コニカルビーカーには一定量の溶質が量り取られるので、たとえ濃度が薄まっても、滴下量が変わらず滴定の結果には影響しないからである。</p>	
乾燥方法	加熱乾燥してはいけない。	体積を正確に量るガラス器具ではないので、加熱乾燥してよい。

	メスフラスコ	コニカルビーカー
形状	<p style="text-align: center;">濃度は重要ではない！ 溶質の物質量が重要である。</p> 	
洗浄方法	<p>純水で洗ったのち、そのまま用いてよい。メスフラスコには後から純水が加えられるので、純水が残っていても、溶液の調製には影響しないからである。また、コニカルビーカーには一定量の溶質が量り取られるので、たとえ濃度が薄まっても、滴下量が変わらず滴定の結果には影響しないからである。</p>	
乾燥方法	<p>加熱乾燥してはいけない。</p>	<p>体積を正確に量るガラス器具ではないので、加熱乾燥してよい。</p>

テーマ2 酸塩基

⑤ 標準的な滴定の手順



⑤標準的な滴定の手順

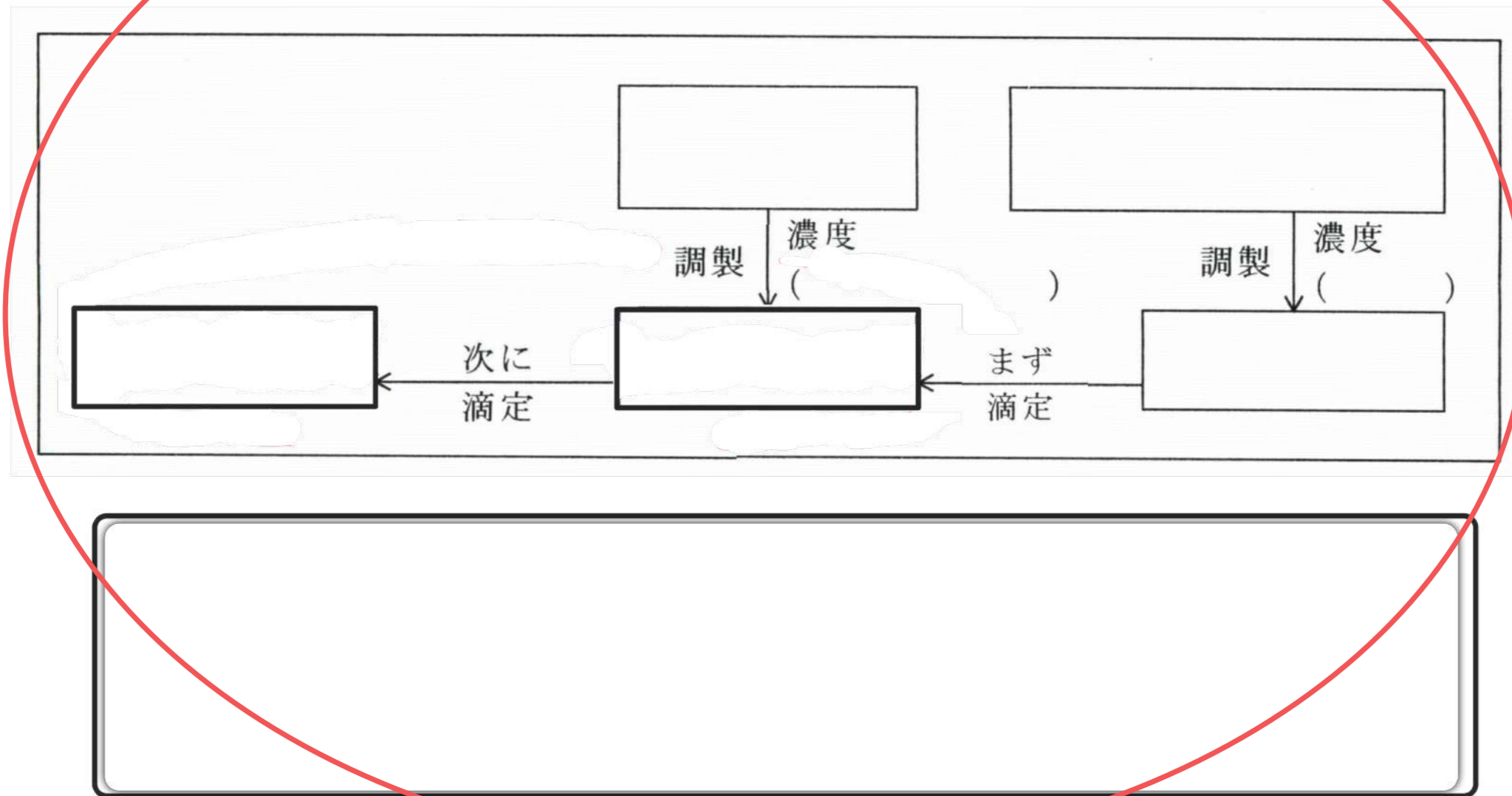
皆さんは、酢酸を水酸化ナトリウム水溶液を使って滴定する・・・という、標準的な滴定の手順を述べられますか？水酸化ナトリウム水溶液を用いるということは、水酸化ナトリウム水溶液を調製するということですが、同水溶液は正確な濃度には調製できません。よって、滴定に用いる前に、同水溶液を滴定するという手順が必要になります。この手順は、過マンガン酸カリウム水溶液を用いた酸化還元滴定などでも同様です。

ペットボトルつぶし

を参照。

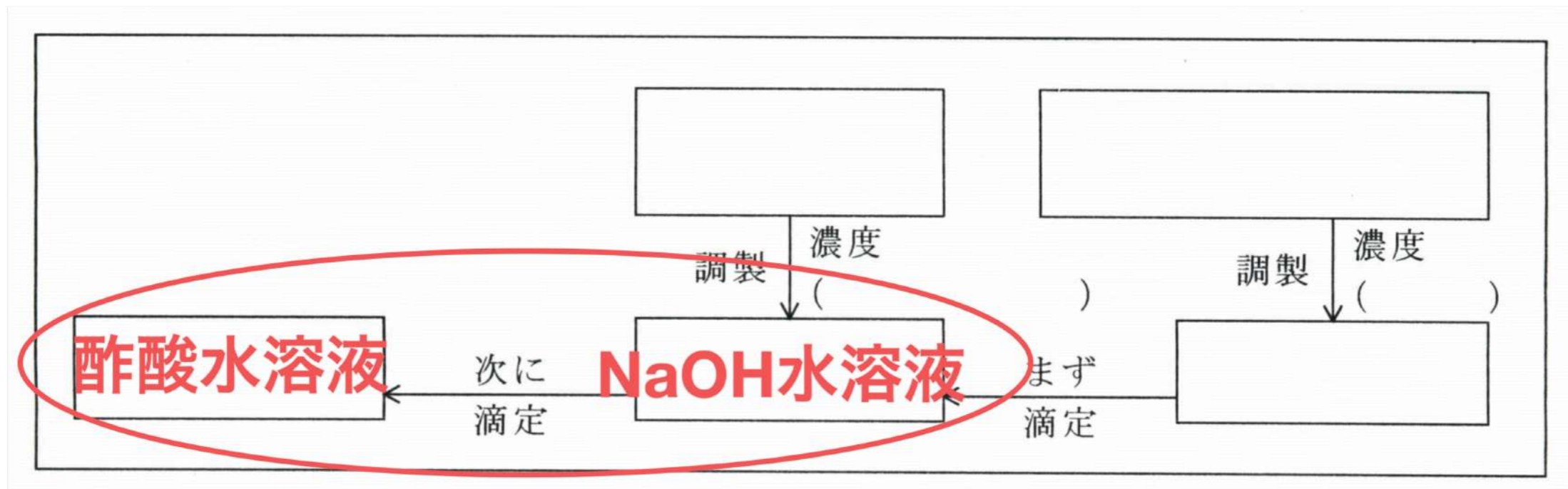
代表的な滴定の手順

酢酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。



代表的な滴定の手順

酢酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。



A large empty rounded rectangular box, likely intended for a student to write their answer or notes.

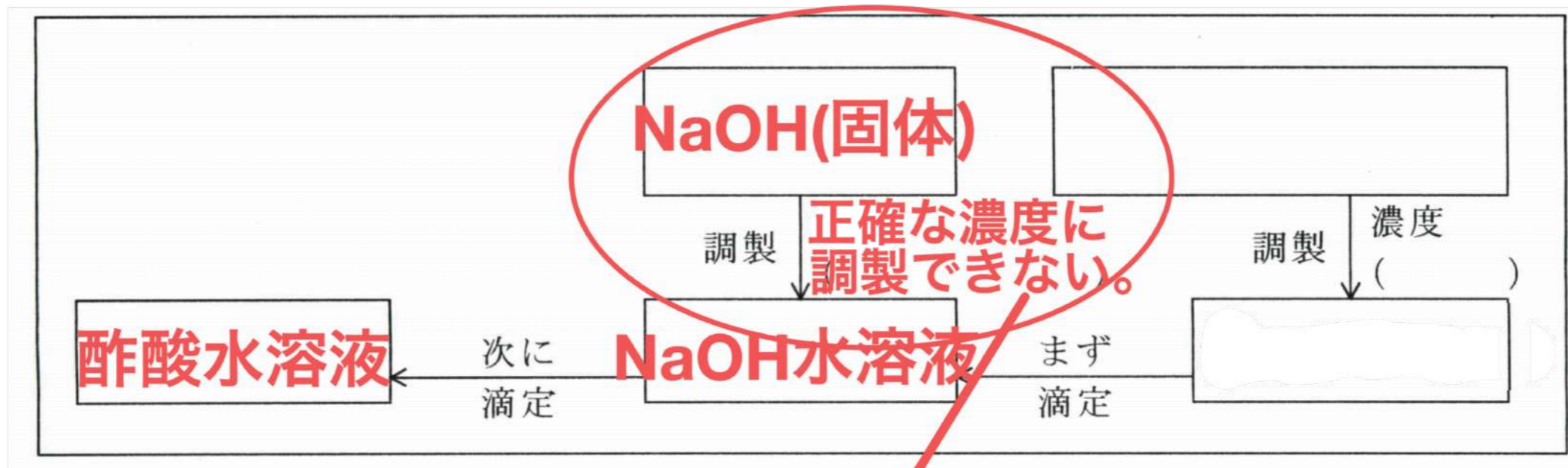
代表的な滴定の手順

酢酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。



代表的な滴定の手順

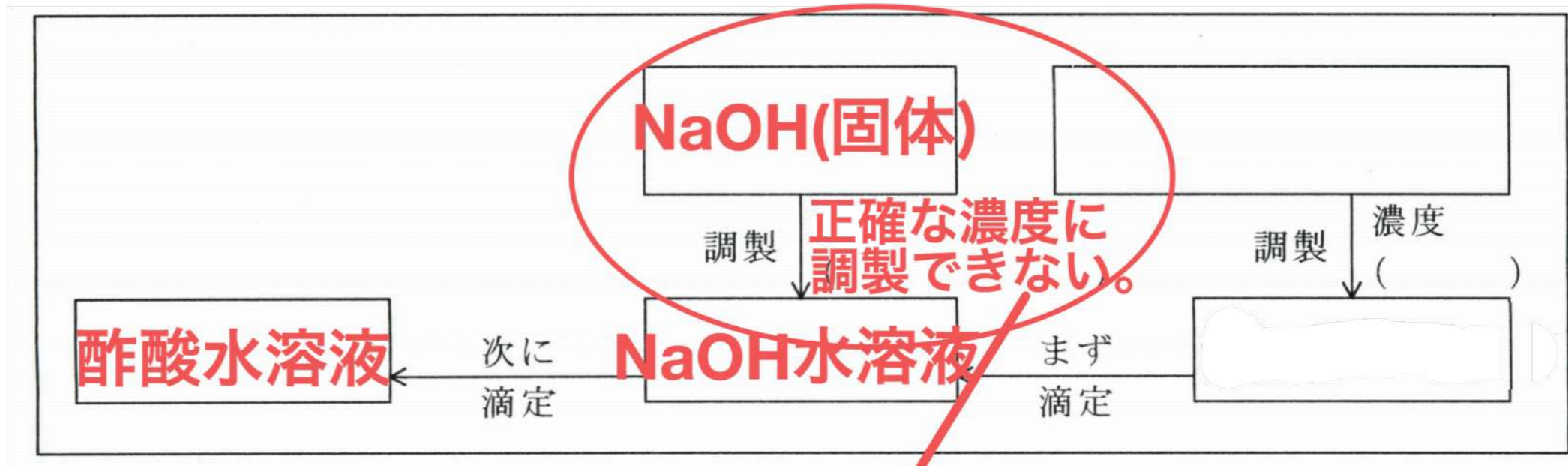
酢酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。



水酸化ナトリウムには潮解性があり、空気中の水蒸気を吸収する。

代表的な滴定の手順

酢酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。



水酸化ナトリウムには潮解性があり、空気中の水蒸気を吸収する。また、強塩基であり、空気中の二酸化炭素と反応して一部が炭酸ナトリウムに変化している。

代表的な滴定の手順

酢酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。



水酸化ナトリウムには潮解性があり、空気中の水蒸気を吸収する。また、強塩基であり、空気中の二酸化炭素と反応して一部が炭酸ナトリウムに変化している。そのため、水酸化ナトリウムの正確な質量を測定出来ないため。

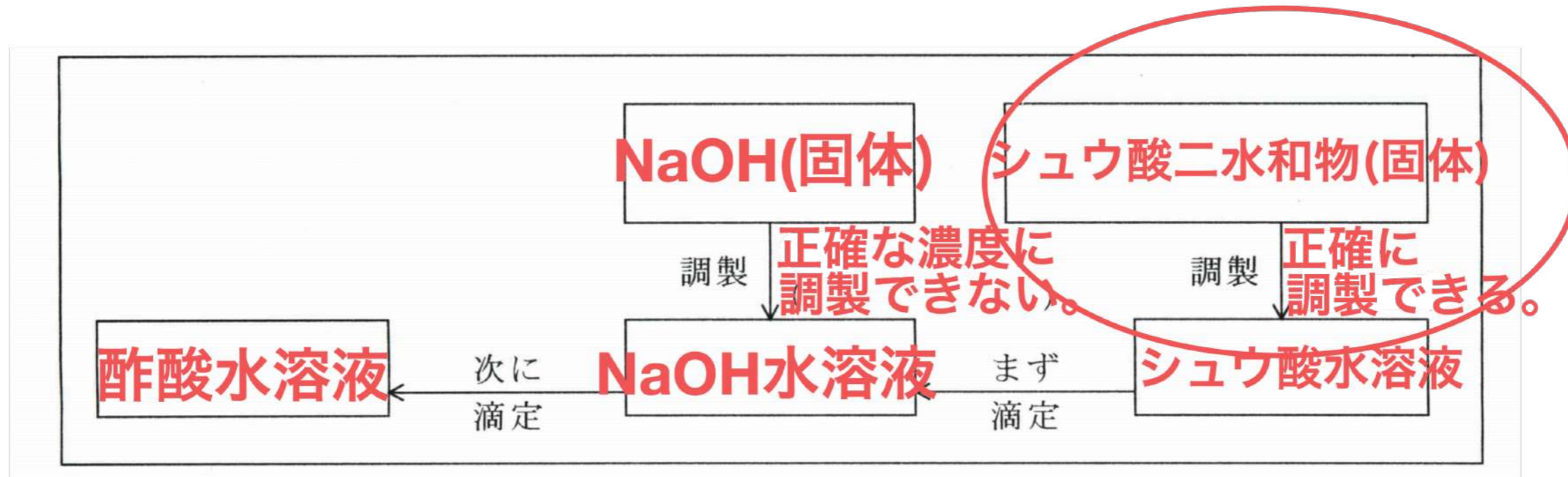
代表的な滴定の手順

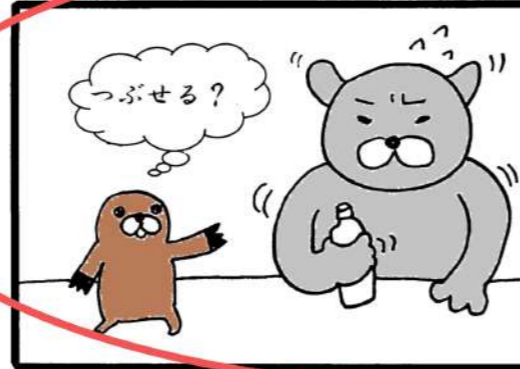
酢酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。



代表的な滴定の手順

酢酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。





キャップを閉めた
ペットボトル容器って、
そう簡単には
つぶせないよね('◇')と。



でも、
魔法の水を
少し入れて・・・



シャカシャカすると
・・・



それだけで、
べこべこべこ、
グシャ!!とつぶれる。

ペットボトルの中には、二酸化炭素が
充填しています。加えた「魔法の水」
とは、水酸化ナトリウム水溶液です。
つまり、二酸化炭素が水酸化ナトリウ
ム水溶液に吸収されて、内部の気体が
消失し、大気圧に押しつぶされたとい
うわけですね(*'▽')。



キャップを閉めた
ペットボトル容器って、
そう簡単には
つぶせないよね('◇')と。



でも、
魔法の水を
少し入れて・・・

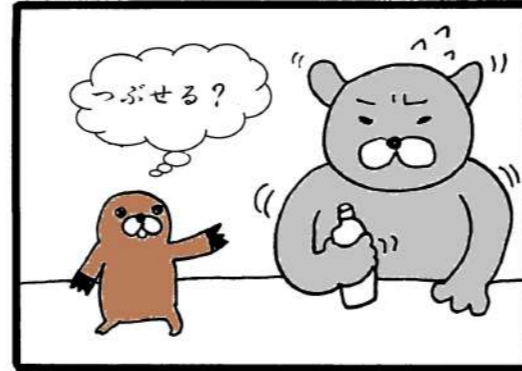


シャカシャカすると
・・・



それだけで、
べこべこべこ、
グシャ!!とつぶれる。

ペットボトルの中には、二酸化炭素が
充填しています。加えた「魔法の水」
とは、水酸化ナトリウム水溶液です。
つまり、二酸化炭素が水酸化ナトリウ
ム水溶液に吸収されて、内部の気体が
消失し、大気圧に押しつぶされたとい
うわけですね(*▽)。



キャップを閉めた
ペットボトル容器って、
そう簡単には
つぶせないよね('◇')だ。



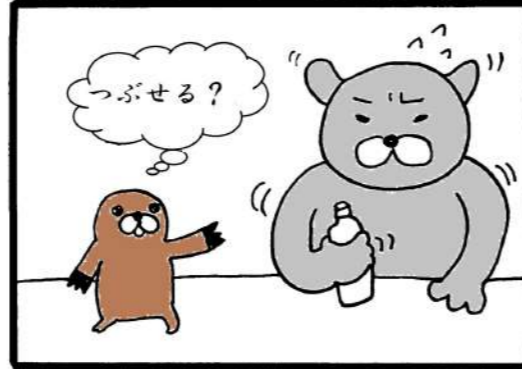
でも、
魔法の水を
少し入れて・・・



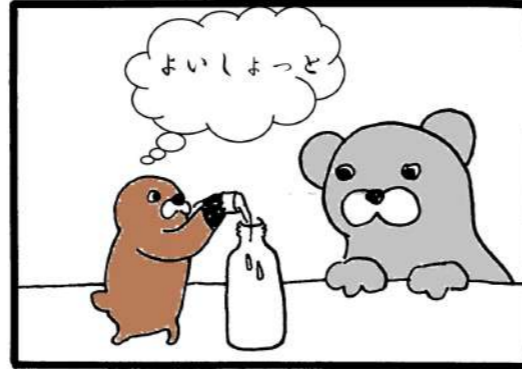
シャカシャカすると
・・・
それだけで、
べこべこべこ、
グシャ！！とつぶれる。



ペットボトルの中には、二酸化炭素が
充填しています。加えた「魔法の水」
とは、水酸化ナトリウム水溶液です。
つまり、二酸化炭素が水酸化ナトリウ
ム水溶液に吸収されて、内部の気体が
消失し、大気圧に押しつぶされたとい
うわけですね(*'▽')。



キャップを閉めた
ペットボトル容器って、
そう簡単には
つぶせないよね('◇')。



でも、
魔法の水を
少し入れて...

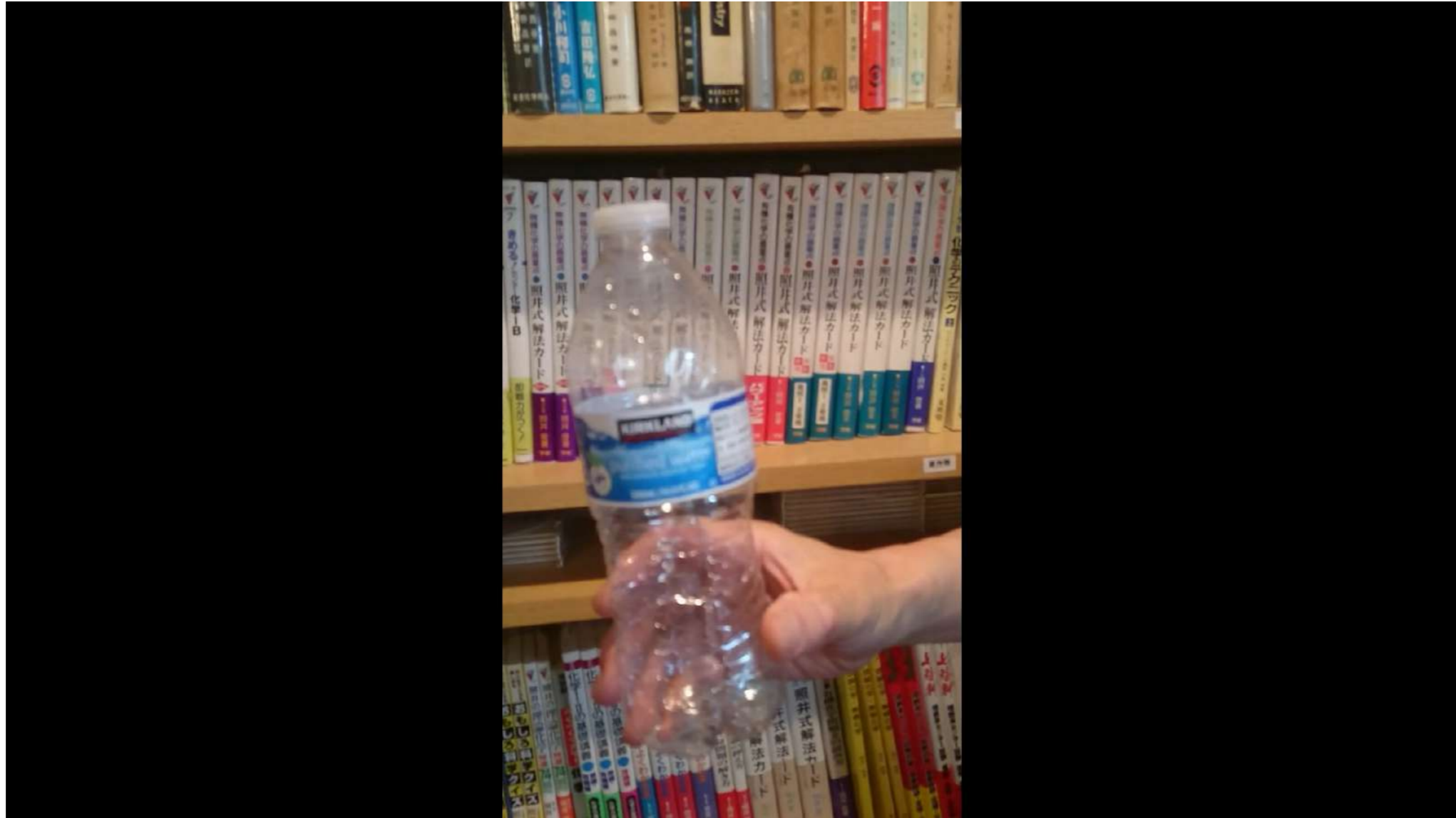


シャカシャカすると
...



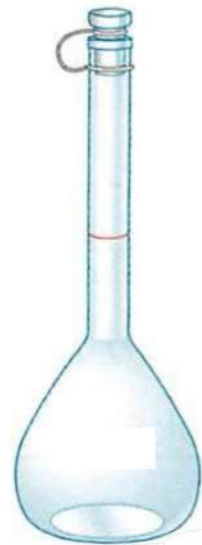
それだけで、
べこべこべこ、
グシャ!!とつぶれる。

ペットボトルの中には、二酸化炭素が
充填しています。加えた「魔法の水」
とは、水酸化ナトリウム水溶液です。
つまり、二酸化炭素が水酸化ナトリウ
ム水溶液に吸収されて、内部の気体が
消失し、大気圧に押しつぶされたとい
うわけですね(*▽*)。



シュウ酸水溶液の調製

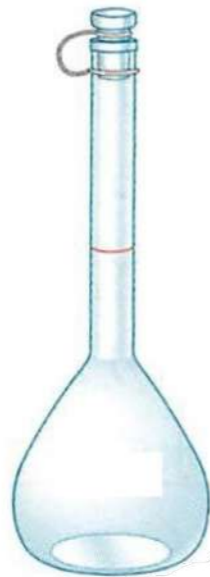
0.0500mol/Lのシュウ酸水溶液1Lを調製するには
シュウ酸二水和物は何g必要か？



--

シュウ酸水溶液の調製

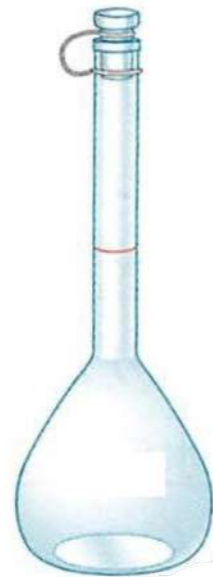
0.0500mol/Lのシュウ酸水溶液1Lを調製するには
シュウ酸二水和物は何g必要か？



① 1L用メスフラスコを用いる。

シュウ酸水溶液の調製

0.0500mol/Lのシュウ酸水溶液1Lを調製するには
シュウ酸二水和物は何g必要か？

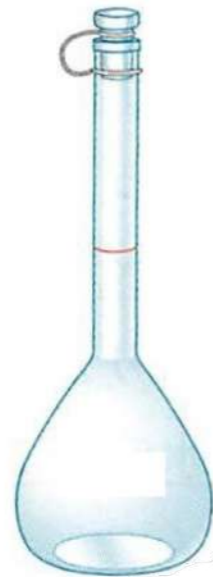


① 1L用メスフラスコを用いる。

② 0.0500molの $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
を投入する。 式量：126

シュウ酸水溶液の調製

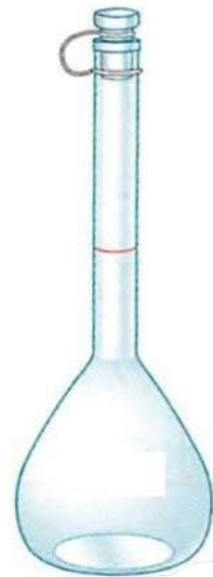
0.0500mol/Lのシュウ酸水溶液1Lを調製するには
シュウ酸二水和物は何g必要か？



- ① 1L用メスフラスコを用いる。
- ② 0.0500molの $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
を投入する。 式量：126
- ③ 純水を標線まで入れる。

シュウ酸水溶液の調製

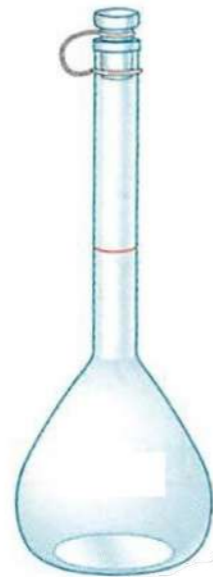
0.0500mol/Lのシュウ酸水溶液1Lを調製するには
シュウ酸二水和物は何g必要か？



- ① 1L用メスフラスコを用いる。
- ② 0.0500molの $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
を投入する。式量：126
- ③ 純水を標線まで入れる。
- ④ すると、溶液1L中に0.0500mol
の $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ が含まれることになる。

シュウ酸水溶液の調製

0.0500mol/Lのシュウ酸水溶液1Lを調製するには
シュウ酸二水和物は何g必要か？



- ① 1L用メスフラスコを用いる。
- ② 0.0500molの $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
を投入する。 **式量：126**
- ③ 純水を標線まで入れる。
- ④ すると、溶液1L中に0.0500mol
の $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ が含まれることになる。

よって、

$$126 \times 0.0500 = 6.300 \text{ (g)}$$

**メスフラスコの形状
その「利点」は？**

メスシリンダーに
100mLの液体!



標準的な酸塩基滴定の計算問題

を演習してみよう。

標準的な酸塩基滴定の計算問題

次の文を読み、下記の問に答えよ。ただし、原子量は $H=1.0$ 、 $C=12$ 、 $O=16$ とする。

調味料として用いる市販の食酢中には3~5%の酢酸が含まれている。酢酸の濃度を知るために、食酢に含まれている酸性成分がすべて酢酸であるとして、以下のよう手順で滴定実験を行った。なお、食酢の密度は 1.01g/cm^3 とする。

[操作1] 水酸化ナトリウム約 0.45g を蒸留水に溶かして 100mL にした。

[操作2] 0.100mol/L のシュウ酸水溶液 100mL を調製した。

[操作3] このシュウ酸水溶液 10.0mL を正確にコニカルビーカーにはかりとり、フェノールフタレインを指示薬として、操作1で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。中和するのに 20.00mL を要した。

[操作4] 食酢 1.00mL を正確にコニカルビーカーにはかりとり、水で適当に希釈した。この溶液を、フェノールフタレインを指示薬として、操作1で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。中和するのに 7.10mL を要した。

問1 操作3の結果を用いて、水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度 $[\text{mol/L}]$ を求めよ。解答は有効数字2桁で示せ。

求める水酸化ナトリウム水溶液の濃度を $x[\text{mol/L}]$ とおくと、
酸の物質質量×その価数=塩基の物質質量×その価数 より、

問2 食酢中の酢酸のモル濃度 $[\text{mol/L}]$ を求めよ。解答は有効数字2桁で示せ。

求める食酢中の酢酸の濃度を $y[\text{mol/L}]$ とおくと、
酸の物質質量×その価数=塩基の物質質量×その価数 より、

標準的な酸塩基滴定の計算問題

次の文を読み、下記の問題に答えよ。ただし、原子量は $H=1$ 、 $O=16$ とする。

調味料として用いる市販の食酢中には3~5%の酢酸が含まれている。酢酸の濃度を
知るために、食酢中に含まれている酸性成分がすべて酢酸であるとして、以下のよ
うな手順で滴定実験を行った。なお、食酢の密度は 1.01 g/cm^3 とする。

[操作1] 水酸化ナトリウム約0.45 gを蒸留水に溶かして100 mLにした。

[操作2] 0.100 mol/Lのシュウ酸水溶液100 mLを調製した。

[操作3] このシュウ酸水溶液10.0 mLを正確にコニカルビーカーにはかりとり、フェノールフタレインを指示薬として、操作1で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。中和するのに20.00 mLを要した。

[操作4] 食酢1.00 mLを正確にコニカルビーカーにはかりとり、水で適当に希釈した。この溶液を、フェノールフタレインを指示薬として、操作1で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。中和するのに7.10 mLを要した。

標準的な酸塩基滴定の計算問題

次の文を読み、下記の問題に答えよ。ただし、原子量は $H=1$ 、 $O=16$ とする。

調味料として用いる市販の食酢中には3~5%の酢酸が含まれている。酢酸の濃度を知るために、食酢中に含まれている酸性成分がすべて酢酸であるとして、以下のよう手順で滴定実験を行った。なお、食酢の密度は 1.0 g/cm^3 とする。

[操作1] 水酸化ナトリウム約0.45 gを蒸留水に溶かして100 mLにした。

[操作2] 0.100 mol/Lのシュウ酸水溶液100 mLを調製した。

[操作3] このシュウ酸水溶液10.0 mLを正確にコニカルビーカーにはかりとり、フェノールフタレインを指示薬として、操作1で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。中和するのに20.00 mLを要した。

[操作4] 食酢1.00 mLを正確にコニカルビーカーにはかりとり、水で適当に希釈した。この溶液を、フェノールフタレインを指示薬として、操作1で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。中和するのに7.10 mLを要した。

標準的な酸塩基滴定の計算問題

次の文を読み、下記の問題に答えよ。ただし、原子量は $H=1$ 、 $O=16$ とする。

調味料として用いる市販の食酢中には3~5%の酢酸が含まれている。酢酸の濃度を
知るために、食酢中に含まれている酸性成分がすべて酢酸であるとして、以下のよ
うな手順で滴定実験を行った。なお、食酢の密度は 1.01 g/cm^3 とする。

[操作1] 水酸化ナトリウム約0.45 gを蒸留水に溶かして100 mLに
した。

[操作2] 0.100 mol/Lのシュウ酸水溶液100 mLを調製した。

[操作3] このシュウ酸水溶液10.0 mLを正確にコニカルビーカーに
はかりとり、フェノールフタレインを指示薬として、操作1
で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。中和するの
に20.00 mLを要した。

[操作4] 食酢1.00 mLを正確にコニカルビーカーにはかりとり、水
で適当に希釈した。この溶液を、フェノールフタレインを指
示薬として、操作1で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴
定した。中和するのに7.10 mLを要した。

標準的な酸塩基滴定の計算問題

次の文を読み、下記の問題に答えよ。ただし、原子量は $H=1$ 、 $O=16$ とする。

調味料として用いる市販の食酢中には3~5%の酢酸が含まれている。酢酸の濃度を
知るために、食酢中に含まれている酸性成分がすべて酢酸であるとして、以下のよ
うな手順で滴定実験を行った。なお、食酢の密度は 1.0 g/cm^3 とする。

[操作1] 水酸化ナトリウム約 0.45 g を蒸留水に溶かして 100 mL に
した。

[操作2] 0.100 mol/L のシュウ酸水溶液 100 mL を調製した。

[操作3] このシュウ酸水溶液 10.0 mL を正確にコニカルビーカーに
はかりとり、フェノールフタレインを指示薬として、操作1
で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。中和するの
に 20.00 mL を要した。

[操作4] 食酢 1.00 mL を正確にコニカルビーカーにはかりとり、水
で適当に希釈した。この溶液を、フェノールフタレインを指
示薬として、操作1で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴
定した。中和するのに 7.10 mL を要した。

標準的な酸塩基滴定の計算問題

次の文を読み、下記の問題に答えよ。ただし、原子量は $H=1$ 、 $O=16$ とする。

調味料として用いる市販の食酢中には3~5%の酢酸が含まれている。酢酸の濃度を
知るために、食酢中に含まれている酸性成分がすべて酢酸であるとして、以下のよ
うな手順で滴定実験を行った。なお、食酢の密度は 1.01 g/cm^3 とする。

[操作1] 水酸化ナトリウム約0.45 gを蒸留水に溶かして100 mLに
した。

[操作2] 0.100 mol/Lのシュウ酸水溶液100 mLを調製した。

[操作3] このシュウ酸水溶液10.0 mLを正確にコニカルビーカーに
はかりとり、フェノールフタレインを指示薬として、操作1
で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。中和するの
に20.00 mLを要した。

[操作4] 食酢1.00 mLを正確にコニカルビーカーにはかりとり、水
で適当に希釈した。この溶液を、フェノールフタレインを指
示薬として、操作1で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴
定した。中和するのに7.10 mLを要した。

[操作3] このシュウ酸水溶液 10.0 mL を正確にコニカルビーカーにはかりとり、フェノールフタレインを指示薬として、操作1で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。中和するのに 20.00 mL を要した。

問1 操作3の結果を用いて、水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度 [mol/L] を求めよ。解答は有効数字2桁で示せ。

求める水酸化ナトリウム水溶液の濃度を x [mol/L] とおくと、
酸の物質質量 \times その価数 = 塩基の物質質量 \times その価数 より、

--	--	--

[操作3] このシュウ酸水溶液 10.0 mL を正確にコニカルビーカーにはかりとり、フェノールフタレインを指示薬として、操作1で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。中和するのに 20.00 mL を要した。

問1 操作3の結果を用いて、水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度 [mol/L] を求めよ。解答は有効数字2桁で示せ。

求める水酸化ナトリウム水溶液の濃度を x [mol/L] とおくと、
酸の物質質量 \times その価数 = 塩基の物質質量 \times その価数 より、

$$0.100 \times \frac{10.0}{1000} \times 2$$

[操作3] このシュウ酸水溶液 10.0 mL を正確にコニカルビーカーにはかりとり、フェノールフタレインを指示薬として、操作1で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。中和するのに 20.00 mL を要した。

問1 操作3の結果を用いて、水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度 [mol/L] を求めよ。解答は有効数字2桁で示せ。

求める水酸化ナトリウム水溶液の濃度を x [mol/L] とおくと、
酸の物質質量 × その価数 = 塩基の物質質量 × その価数 より、

$$0.100 \times \frac{10.0}{1000} \times 2 = x \times \frac{20.00}{1000} \times 1$$

[操作3] このシュウ酸水溶液 10.0 mL を正確にコニカルビーカーにはかりとり、フェノールフタレインを指示薬として、操作1で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。中和するのに 20.00 mL を要した。

問1 操作3の結果を用いて、水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度 [mol/L] を求めよ。解答は有効数字2桁で示せ。

求める水酸化ナトリウム水溶液の濃度を x [mol/L] とおくと、
酸の物質質量 \times その価数 = 塩基の物質質量 \times その価数 より、

$$0.100 \times \frac{10.0}{1000} \times 2 = x \times \frac{20.00}{1000} \times 1 \quad \therefore x = 0.100 \\ = 0.10 \text{ (mol/L)}$$

$$0.100 \times \frac{10.0}{1000} \times 2 = x \times \frac{20.00}{1000} \times 1 \quad \therefore x = 0.100 \\ = 0.10 \text{ (mol/L)}$$

[操作4] 食酢 1.00 mL を正確にコニカルビーカーにはかりとり、水で適当に希釈した。この溶液を、フェノールフタレインを指示薬として、操作1で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。中和するのに 7.10 mL を要した。

問2 食酢中の酢酸のモル濃度 [mol/L] を求めよ。解答は有効数字2桁で示せ。

求める食酢中の酢酸の濃度を y [mol/L] とおくと、
酸の物質質量 \times その価数 = 塩基の物質質量 \times その価数 より、

--	--	--

$$0.100 \times \frac{10.0}{1000} \times 2 = x \times \frac{20.00}{1000} \times 1 \quad \therefore x = 0.100 \\ = 0.10 \text{ (mol/L)}$$

[操作4] 食酢 1.00 mL を正確にコニカルビーカーにはかりとり、水で適当に希釈した。この溶液を、フェノールフタレインを指示薬として、操作1で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。中和するのに 7.10 mL を要した。

問2 食酢中の酢酸のモル濃度 [mol/L] を求めよ。解答は有効数字2桁で示せ。

求める食酢中の酢酸の濃度を y [mol/L] とおくと、
酸の物質質量 \times その価数 = 塩基の物質質量 \times その価数 より、

$$y \times \frac{1.00}{1000} \times 1$$

$$0.100 \times \frac{10.0}{1000} \times 2 = x \times \frac{20.00}{1000} \times 1 \quad \therefore x = 0.100 \\ = 0.10 \text{ (mol/L)}$$

[操作4] 食酢 1.00 mL を正確にコニカルビーカーにはかりとり、水で適当に希釈した。この溶液を、フェノールフタレインを指示薬として、操作1で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。中和するのに 7.10 mL を要した。

問2 食酢中の酢酸のモル濃度 [mol/L] を求めよ。解答は有効数字2桁で示せ。

求める食酢中の酢酸の濃度を y [mol/L] とおくと、
酸の物質質量 \times その価数 = 塩基の物質質量 \times その価数 より、

$$y \times \frac{1.00}{1000} \times 1 = 0.100 \times \frac{7.10}{1000} \times 1$$

$$0.100 \times \frac{10.0}{1000} \times 2 = x \times \frac{20.00}{1000} \times 1 \quad \therefore x = 0.100 \\ = 0.10 \text{ (mol/L)}$$

[操作4] 食酢 1.00 mL を正確にコニカルビーカーにはかりとり、水で適当に希釈した。この溶液を、フェノールフタレインを指示薬として、操作1で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。中和するのに 7.10 mL を要した。

問2 食酢中の酢酸のモル濃度 [mol/L] を求めよ。解答は有効数字2桁で示せ。

求める食酢中の酢酸の濃度を y [mol/L] とおくと、
酸の物質質量 \times その価数 = 塩基の物質質量 \times その価数 より、

$$y \times \frac{1.00}{1000} \times 1 = 0.100 \times \frac{7.10}{1000} \times 1 \quad \therefore y = 0.710 \\ = 0.71 \text{ (mol/L)}$$

標準的な酸塩基滴定の計算問題

次の文を読み、下記の問題に答えよ。ただし、原子量はH=1.0、C=12、O=16とする。

調味料として用いる市販の食酢中には3~5%の酢酸が含まれている。酢酸の濃度を知るために、食酢中に含まれている酸性成分がすべて酢酸であるとして、以下のよう手順で滴定実験を行った。なお、食酢の密度は1.01g/cm³とする。

[操作1] 水酸化ナトリウム約0.45gを蒸留水に溶かして100mLにした。

[操作2] 0.100 mol/Lのシュウ酸水溶液100mLを調製した。

[操作3] このシュウ酸水溶液10.0mLを正確にコニカルビーカーにはかりとり、フェノールフタレインを指示薬として、操作1で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。中和するのに20.00mLを要した。

[操作4] 食酢1.00mLを正確にコニカルビーカーにはかりとり、水で適当に希釈した。この溶液を、フェノールフタレインを指示薬として、操作1で調製した水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。中和するのに7.10mLを要した。

問1 操作3の結果を用いて、水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度[mol/L]を求めよ。解答は有効数字2桁で示せ。

求める水酸化ナトリウム水溶液の濃度を x [mol/L] とおくと、
酸の物質質量 × その価数 = 塩基の物質質量 × その価数 より、

$$0.100 \times \frac{10.0}{1000} \times 2 = x \times \frac{20.00}{1000} \times 1 \quad \therefore x = 0.100 \\ = 0.10 \text{ (mol/L)}$$

問2 食酢中の酢酸のモル濃度[mol/L]を求めよ。解答は有効数字2桁で示せ。

求める食酢中の酢酸の濃度を y [mol/L] とおくと、
酸の物質質量 × その価数 = 塩基の物質質量 × その価数 より、

$$y \times \frac{1.00}{1000} \times 1 = 0.100 \times \frac{7.10}{1000} \times 1 \quad \therefore y = 0.710 \\ = 0.71 \text{ (mol/L)}$$

復習するには、

演習問題 第2課題 酸塩基

例題9 を解いてみましょう。

「酸塩基滴定」で用いる手順と式

🔗 手順

STEP 1 情報の整理

- ① 滴定の内容を把握する。
- ② 滴定に用いた酸の物質質量 (mol) について整理する。
- ③ 滴定に用いた塩基の物質質量 (mol) について整理する。

STEP 2 式への代入

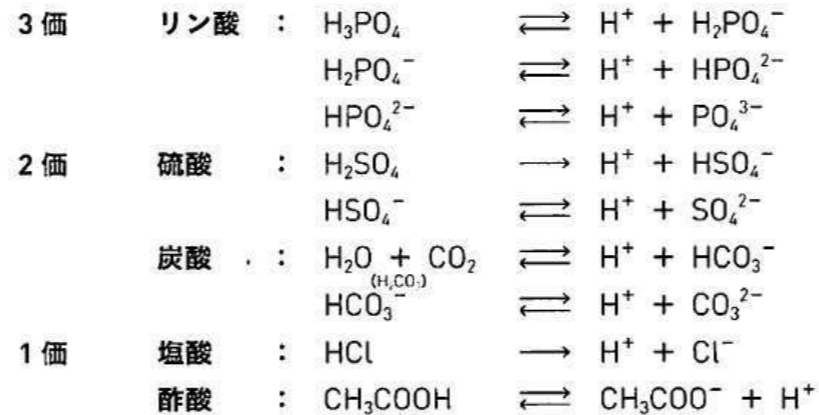
- ① STEP 1 で整理した情報を、以下の式に代入する。
- ② 計算の結果を、要求されている解答の形式に整える。

📐 式

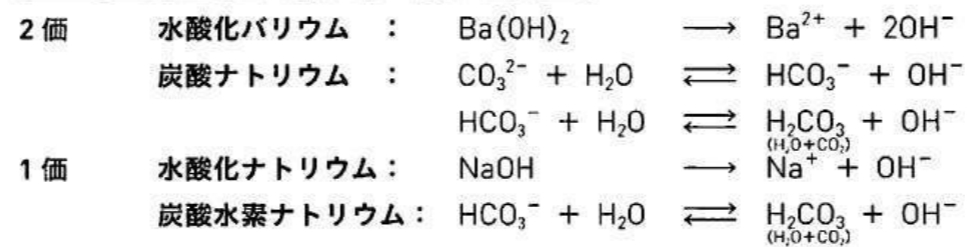
$$\text{酸の価数} \times \text{その物質質量 (mol)} = \text{塩基の価数} \times \text{その物質質量 (mol)}$$

「酸塩基滴定」で必要な知識

代表的な酸とその価数



代表的な塩基(塩基として働く物質)とその価数



例題 9 CH_3COOH 水溶液の滴定

食酢中の酢酸の濃度を知る目的で、操作 1～3 のように実験を行った。

(操作 1) シュウ酸標準溶液の調製：シュウ酸二水和物 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を水に溶解して 0.0500 mol/L のシュウ酸標準溶液 1 L を調製した。

(操作 2) 水酸化ナトリウム水溶液の調製：水酸化ナトリウム 1 g を 200 mL の水に溶解した。この溶液の濃度を決定するために、シュウ酸標準溶液 20.0 mL を正確にビーカーにとり、指示薬としてフェノールフタレインを加えたのち、ビーカー内の溶液の色が無色から淡赤色に変化するまで水酸化ナトリウム水溶液をビュレットから滴下した。同様の操作を数回繰り返したところ、平均滴下量は 21.8 mL であった。

(操作 3) 食酢中の酢酸濃度の決定：食酢を水で正確に 10 倍に希釈した。この液 20.0 mL を正確にビーカーにとり、指示薬としてフェノールフタレインを加えたのち、操作 2 で調製した水酸化ナトリウム水溶液を用いて滴定したところ、平均滴下量は 15.6 mL であった。

問 1 操作 2 で求めた水酸化ナトリウム水溶液の濃度 (mol/L) を、有効数字 3 桁で答えよ。

問 2 問 1 で求めた濃度は、実際にはかりとった水酸化ナトリウムの量から求められる濃度とは必ずしも一致しない。その理由を記せ。

問 3 食酢中の酢酸の濃度 (質量%) を、有効数字 2 桁で答えよ。食酢の密度は 1.0 g/cm^3 とし、食酢中の酸はすべて酢酸とする。

注 滴定における標準溶液

試料の濃度決定の際に標準として用いられる、濃度がはっきりわかっている溶液のこと。

京都府大/改

酸塩基滴定(逆滴定)の計算問題

を演習してみよう。

酸塩基滴定(逆滴定)の計算問題

次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

塩化アンモニウムが混在している塩化ナトリウムがある。この混合物 1.00 g に水酸化カルシウムを加えて加熱し、発生するアンモニアをすべて集めた。さらに、発生したアンモニアを 0.250 mol/L の塩酸 100 mL に完全に吸収させた。アンモニア吸収後に残った塩酸を、適当な指示薬を用いて、0.250 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和したところ、80.0 mL を要した。

問 発生したアンモニアの物質量は何 mol か。有効数字 2 桁で答えよ。

(東海大学一改)

【step1】 その量的な関係を図示すると、次のようになります。

【step2】 さらに、この量的な関係を式で表現してみましょう。

酸の物質量 (mol) × 価数 = 塩基の物質量 (mol) × 価数 より、
↳ H⁺ の総物質量 (mol) ↳ OH⁻ の総物質量 (mol)

ですから、

が成立します。すなわち、

が得られます。

酸塩基滴定(逆滴定)の計算問題

次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

塩化アンモニウムが混在している塩化ナトリウムがある。この混合物 1.00 g に水酸化カルシウムを加えて加熱し、発生するアンモニアをすべて集めた。さらに、発生したアンモニアを 0.250 mol/L の塩酸 100 mL に完全に吸収させた。アンモニア吸収後に残った塩酸を、適当な指示薬を用いて、0.250 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和したところ、80.0 mL を要した。

問 発生したアンモニアの物質量は何molか。有効数字2桁で答えよ。

(東海大学一改)

酸塩基滴定(逆滴定)の計算問題

次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

塩化アンモニウムが混在している塩化ナトリウムがある。この混合物 1.00 g に水酸化カルシウムを加えて加熱し、発生するアンモニアをすべて集めた。さらに、発生したアンモニアを 0.250 mol/L の塩酸 100 mL に完全に吸収させた。アンモニア吸収後に残った塩酸を、適当な指示薬を用いて、0.250 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和したところ、80.0 mL を要した。

問 発生したアンモニアの物質量は何molか。有効数字2桁で答えよ。

(東海大学一改)

酸塩基滴定(逆滴定)の計算問題

次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

塩化アンモニウムが混在している塩化ナトリウムがある。この混合物 1.00 g に水酸化カルシウムを加えて加熱し、発生するアンモニアをすべて集めた。さらに、発生したアンモニアを 0.250 mol/L の塩酸 100 mL に完全に吸収させた。アンモニア吸収後に残った塩酸を、適当な指示薬を用いて、0.250 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和したところ、80.0 mL を要した。

問 発生したアンモニアの物質量は何molか。有効数字2桁で答えよ。

(東海大学一改)

酸塩基滴定(逆滴定)の計算問題

次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

塩化アンモニウムが混在している塩化ナトリウムがある。この混合物 1.00 g に水酸化カルシウムを加えて加熱し、発生するアンモニアをすべて集めた。さらに、発生したアンモニアを 0.250 mol/L の塩酸 100 mL に完全に吸収させた。アンモニア吸収後に残った塩酸を、適当な指示薬を用いて、0.250 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和したところ、80.0 mL を要した。

問 発生したアンモニアの物質量は何molか。有効数字2桁で答えよ。

(東海大学一改)

【step1】 その量的な関係を図示すると、次のようになります。

【step2】 さらに、この量的な関係を式で表現してみましょう。

酸の物質量 (mol) × 価数 = 塩基の物質量 (mol) × 価数 より、
↳ H⁺ の総物質量 (mol) ↳ OH⁻ の総物質量 (mol)

ですから、

が成立します。すなわち、

が得られます。

【step1】 その量的な関係を図示すると、次のようになります。



【step2】 さらに、この量的な関係を式で表現してみましょう。

酸の物質質量 (mol) × 価数 = 塩基の物質質量 (mol) × 価数 より、
↳ H^+ の総物質質量 (mol) ↳ OH^- の総物質質量 (mol)



ですから、

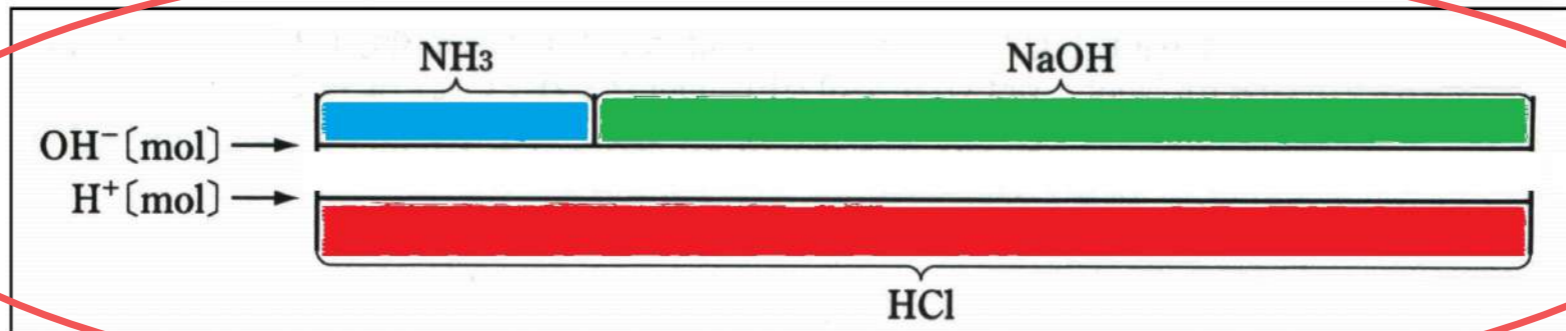


が成立します。すなわち、



が得られます。

【step1】 その量的な関係を図示すると、次のようになります。



【step2】 さらに、この量的な関係を式で表現してみましょう。

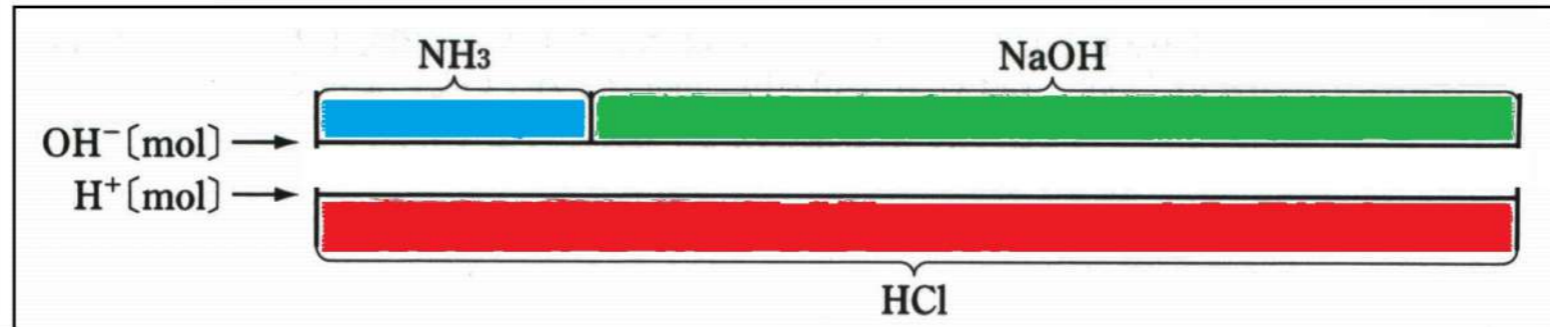
$$\underbrace{\text{酸の物質質量 (mol)} \times \text{価数}}_{\text{H}^+ \text{ の総物質質量 (mol)}} = \underbrace{\text{塩基の物質質量 (mol)} \times \text{価数}}_{\text{OH}^- \text{ の総物質質量 (mol)}} \text{ より,}$$

ですから,

が成立します。すなわち,

が得られます。

【step1】 その量的な関係を図示すると、次のようになります。



【step2】 さらに、この量的な関係を式で表現してみましょう。

酸の物質質量 (mol) × 価数 = 塩基の物質質量 (mol) × 価数 より、
↳ H^+ の総物質質量 (mol) ↳ OH^- の総物質質量 (mol)

HCl の物質質量 × 価数 = NH_3 の物質質量 × 価数 + NaOH の物質質量 × 価数

ですから、

が成立します。すなわち、

が得られます。

塩化アンモニウムが混在している塩化ナトリウムがある。この混合物 1.00 g に水酸化カルシウムを加えて加熱し、発生するアンモニアをすべて集めた。さらに、発生したアンモニアを 0.250 mol/L の塩酸 100 mL に完全に吸収させた。アンモニア吸収後に残った塩酸を、適当な指示薬を用いて、0.250 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和したところ、80.0 mL を要した。

HCl の物質質量 × 価数 = NH₃ の物質質量 × 価数 + NaOH の物質質量 × 価数

ですから、

$$0.250 \times \frac{100}{1000} \times 1$$

が成立します。すなわち、

が得られます。

塩化アンモニウムが混在している塩化ナトリウムがある。この混合物 1.00 g に水酸化カルシウムを加えて加熱し、発生するアンモニアをすべて集めた。さらに、発生したアンモニアを 0.250 mol/L の塩酸 100 mL に完全に吸収させた。アンモニア吸収後に残った塩酸を、適当な指示薬を用いて、0.250 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和したところ、80.0 mL を要した。

HCl の物質質量 × 価数 = NH₃ の物質質量 × 価数 + NaOH の物質質量 × 価数

ですから、

$$0.250 \times \frac{100}{1000} \times 1 = x \times 1$$

が成立します。すなわち、

が得られます。

塩化アンモニウムが混在している塩化ナトリウムがある。この混合物 1.00 g に水酸化カルシウムを加えて加熱し、発生するアンモニアをすべて集めた。さらに、発生したアンモニアを 0.250 mol/L の塩酸 100 mL に完全に吸収させた。アンモニア吸収後に残った塩酸を、適当な指示薬を用いて、0.250 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和したところ、80.0 mL を要した。

HCl の物質質量×価数 = NH₃ の物質質量×価数 + NaOH の物質質量×価数

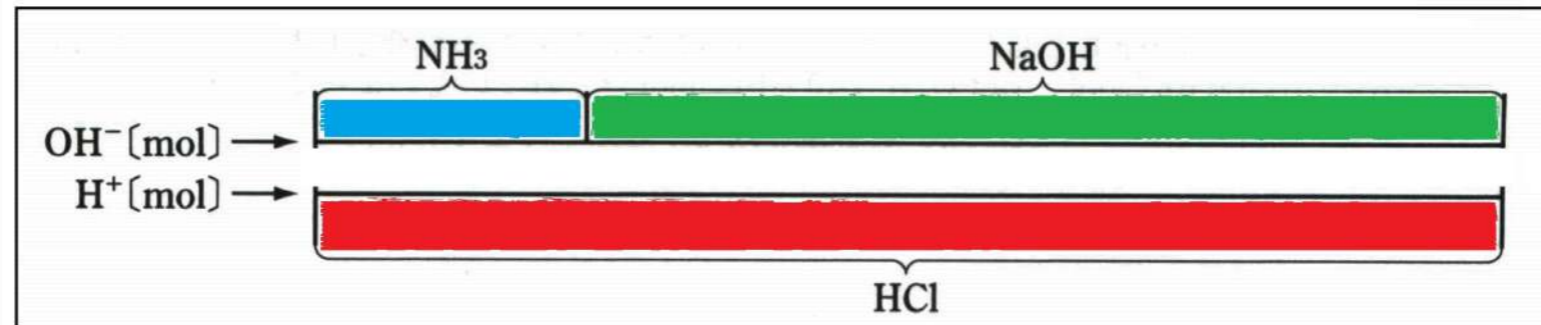
ですから、

$$0.250 \times \frac{100}{1000} \times 1 = x \times 1 + 0.250 \times \frac{80.0}{1000} \times 1$$

が成立します。すなわち、

が得られます。

【step1】 その量的な関係を図示すると、次のようになります。



【step2】 さらに、この量的な関係を式で表現してみましょう。

酸の物質質量 (mol) × 価数 = 塩基の物質質量 (mol) × 価数 より、
↳ H⁺ の総物質質量 (mol) ↳ OH⁻ の総物質質量 (mol)

HCl の物質質量 × 価数 = NH₃ の物質質量 × 価数 + NaOH の物質質量 × 価数

ですから、

$$0.250 \times \frac{100}{1000} \times 1 = x \times 1 + 0.250 \times \frac{80.0}{1000} \times 1$$

が成立します。すなわち、

$$x = 5.00 \times 10^{-3} = 5.0 \times 10^{-3} (\text{mol})$$

が得られます。

酸塩基滴定(逆滴定)の計算問題

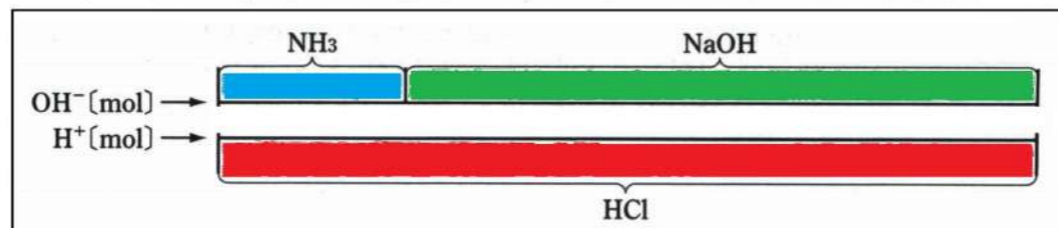
次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

塩化アンモニウムが混在している塩化ナトリウムがある。この混合物 1.00 g に水酸化カルシウムを加えて加熱し、発生するアンモニアをすべて集めた。さらに、発生したアンモニアを 0.250 mol/L の塩酸 100 mL に完全に吸収させた。アンモニア吸収後に残った塩酸を、適当な指示薬を用いて、0.250 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和したところ、80.0 mL を要した。

問 発生したアンモニアの物質量は何 mol か。有効数字2桁で答えよ。

(東海大学一改)

【step1】 その量的な関係を図示すると、次のようになります。



【step2】 さらに、この量的な関係を式で表現してみましょう。

酸の物質質量 (mol) × 価数 = 塩基の物質質量 (mol) × 価数 より、
↳ H⁺ の総物質質量 (mol) ↳ OH⁻ の総物質質量 (mol)

HCl の物質質量 × 価数 = NH₃ の物質質量 × 価数 + NaOH の物質質量 × 価数

ですから、

$$0.250 \times \frac{100}{1000} \times 1 = x \times 1 + 0.250 \times \frac{80.0}{1000} \times 1$$

が成立します。すなわち、

$$x = 5.00 \times 10^{-3} = 5.0 \times 10^{-3} \text{ (mol)}$$

が得られます。

復習するには、

演習問題 第2課題 酸塩基

例題13、14

を解いてみましょう。

例題 13 HCl 水溶液の滴定

濃度のわからない塩酸がある。この塩酸の濃度を求めるために次のような実験をした。塩酸 50.0 mL をとり、0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定し、15.0 mL 加えたら中和点を越えてしまった。そこで、この溶液を 0.0100 mol/L の硫酸溶液でさらに滴定したところ、12.0 mL で中和した。

問 塩酸の濃度を求めよ。答は有効数字 2 桁で記せ。

山形大

例題 14 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 水溶液の滴定

ある濃度の水酸化バリウム水溶液 50 mL に 0.020 mol/L の硫酸を 50 mL 加えたところ、白色の沈殿が生じた。この沈殿を除いた溶液を 10 mL 取り出し、0.010 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和に要した水酸化ナトリウム水溶液は 4.0 mL であった。

問 はじめの水酸化バリウム水溶液に含まれるバリウムイオンの濃度 (mol/L) を求めよ。有効数字は 2 桁とする。

群馬大

テーマ2 酸塩基

③ pHと滴定曲線



③ pHと滴定曲線

pHの計算は、実に単純なものです。水素イオン濃度の対数を求めればよく、その絶対値がpHの値です。酸や塩基の強弱はpHによって表せますし、pHの計算が出来れば、滴定曲線を描くことも出来ます。pHの計算式を身に付けると同時に、代表的な酸塩基滴定（「弱酸－強塩基滴定」など）について、その滴定曲線の形状も把握しておきましょう。

を参照。

『 pH と滴定曲線』

『塩の液性と指示薬の選択』

pHの計算

pH= が本体のpHの計算式であるが、

K_w = が明らかであるときには、

pH= を用いてもよい。

pHの計算

pH= が本体のpHの計算式であるが、

K_w = が明らかであるときには、

pH= を用いてもよい。

pHの計算

pH = $-\log_{10}[\text{H}^+]$ が本体のpHの計算式であるが、

$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14}$ が明らかであるときには、

pH = を用いてもよい。

pHの計算

pH = $-\log_{10}[\text{H}^+]$ が本体のpHの計算式であるが、

$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14}$ が明らかであるときには、

pH = $14 + \log_{10}[\text{OH}^-]$ を用いてもよい。

pHの計算

① 1価の強酸の場合

例: 0.010 mol/L 塩酸のpH

② 2価の強酸の場合

例: 0.010 mol/L 硫酸水溶液のpH ($\log_{10} 2 = 0.30$ とする)

③ 1価の強塩基の場合

例: 0.010 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液のpH

pHの計算

① 1価の強酸の場合

例: 0.010 mol/L 塩酸のpH

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10}(0.010) = -\log_{10}10^{-2} = 2.0$$

② 2価の強酸の場合

例: 0.010 mol/L 硫酸水溶液のpH ($\log_{10}2=0.30$ とする)

③ 1価の強塩基の場合

例: 0.010 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液のpH

pHの計算

① 1価の強酸の場合

例: 0.010 mol/L 塩酸のpH

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10}(0.010) = -\log_{10}10^{-2} = 2.0$$

② 2価の強酸の場合

例: 0.010 mol/L 硫酸水溶液のpH ($\log_{10}2=0.30$ とする)

$$\begin{aligned}\text{pH} &= -\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10}(2 \times 0.010) = -\log_{10}2 \times 10^{-2} \\ &= 1.7\end{aligned}$$

③ 1価の強塩基の場合

例: 0.010 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液のpH

pHの計算

① 1価の強酸の場合

例: 0.010 mol/L 塩酸のpH

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10}(0.010) = -\log_{10}10^{-2} = 2.0$$

② 2価の強酸の場合

例: 0.010 mol/L 硫酸水溶液のpH ($\log_{10}2=0.30$ とする)

$$\begin{aligned}\text{pH} &= -\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10}(2 \times 0.010) = -\log_{10}2 \times 10^{-2} \\ &= 1.7\end{aligned}$$

③ 1価の強塩基の場合

例: 0.010 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液のpH

$$\begin{aligned}\text{pH} &= 14 + \log_{10}[\text{OH}^-] = 14 + \log_{10}(0.010) \\ &= 14 + \log_{10}10^{-2} = 12.0\end{aligned}$$

④ 1価の弱酸の場合

例: 0.10 mol/L 酢酸水溶液のpH (電離度を0.010とする)

⑤ 1価の弱塩基の場合

例: 0.10 mol/L アンモニア水のpH (電離度を0.010とする)

④ 1価の弱酸の場合

例: 0.10 mol/L 酢酸水溶液のpH (電離度を0.010とする)

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10}(0.10 \times 0.010) \\ &= -\log_{10}10^{-3} = 3.0 \end{aligned}$$

⑤ 1価の弱塩基の場合

例: 0.10 mol/L アンモニア水のpH (電離度を0.010とする)

④ 1価の弱酸の場合

例: 0.10 mol/L 酢酸水溶液のpH (電離度を0.010とする)

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10}(0.10 \times 0.010) \\ &= -\log_{10}10^{-3} = 3.0 \end{aligned}$$

⑤ 1価の弱塩基の場合

例: 0.10 mol/L アンモニア水のpH (電離度を0.010とする)

$$\begin{aligned} \text{pH} &= 14 + \log_{10}[\text{OH}^-] = 14 + \log_{10}(0.10 \times 0.010) \\ &= 14 + \log_{10}10^{-3} = 11.0 \end{aligned}$$

HCl-NaOH 滴定

【質問③】

指示薬は、どちらを使ってもいいの？

【質問②】

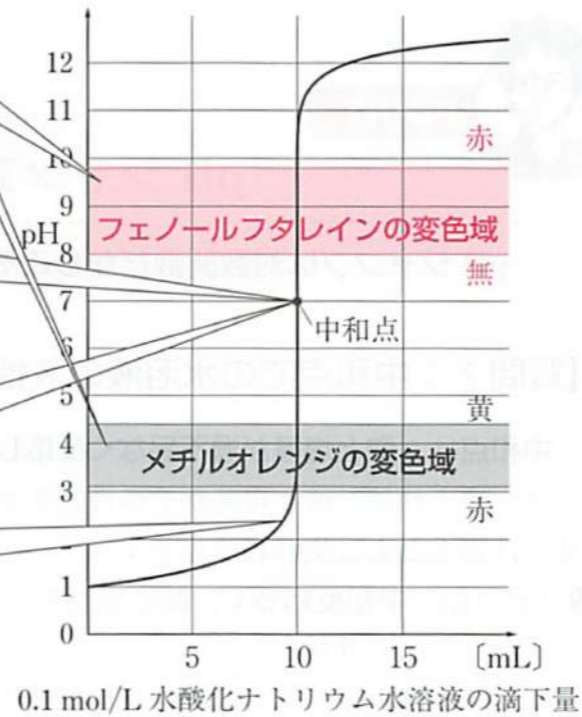
中和点での液性は、中性なの？

【質問④】

中和点での量的な関係は？

【質問①】

中和点の前後で、pHはずいぶん大きく変化するのですね。何か起こっているの？



【質問①：中和点の直前での pH の変化】

【質問②：中和点での水溶液の液性】

【質問③：指示薬の選択】

【質問④：中和滴定における量的な関係】

HCl-NaOH 滴定

【質問③】

指示薬は、どちらを使ってもいいの？

【質問②】

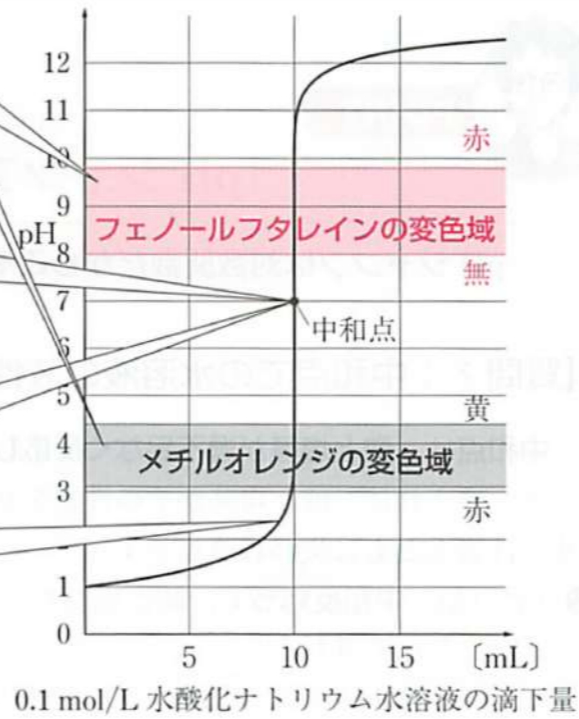
中和点での液性は、中性なの？

【質問④】

中和点での量的な関係は？

【質問①】

中和点の前後で、pHはずいぶん大きく変化するのですね。何か起こっているの？



【質問①：中和点の直前での pH の変化】

pH ジャンプは対数関数だからこそ。

【質問②：中和点での水溶液の液性】

【質問③：指示薬の選択】

【質問④：中和滴定における量的な関係】

HCl-NaOH 滴定

【質問③】

指示薬は、どちらを使ってもいいの？

【質問②】

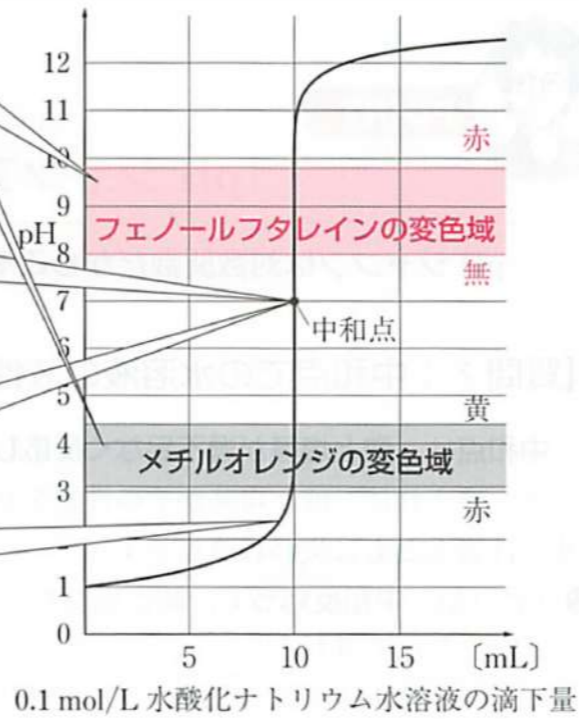
中和点での液性は、中性なの？

【質問④】

中和点での量的な関係は？

【質問①】

中和点の前後で、pHはずいぶん大きく変化するのですね。何か起きているの？



【質問①：中和点の直前での pH の変化】

pH ジャンプは対数関数だからこそ。

【質問②：中和点での水溶液の液性】

強酸と強塩基の中和による正塩……水溶液は中性
弱塩基と強酸の中和による正塩……水溶液は酸性
弱酸と強塩基の中和による正塩……水溶液は塩基性

【質問③：指示薬の選択】

【質問④：中和滴定における量的な関係】

HCl-NaOH 滴定

【質問③】

指示薬は、どちらを使ってもいいの？

【質問②】

中和点での液性は、中性なの？

【質問④】

中和点での量的な関係は？

【質問①】

中和点の前後で、pHはずいぶん大きく変化するのですね。何か起こっているの？



【質問①：中和点の直前での pH の変化】

pH ジャンプは対数関数だからこそ。

【質問②：中和点での水溶液の液性】

強酸と強塩基の中和による正塩……水溶液は中性

弱塩基と強酸の中和による正塩……水溶液は酸性

弱酸と強塩基の中和による正塩……水溶液は塩基性

【質問③：指示薬の選択】

酸性側に変色域をもつメチルオレンジを用いても、塩基性側に変色域をもつフェノールフタレインを用いても、終点を知ることができる。

【質問④：中和滴定における量的な関係】

HCl-NaOH 滴定

【質問③】

指示薬は、どちらを使ってもいいの？

【質問②】

中和点での液性は、中性なの？

【質問④】

中和点での量的な関係は？

【質問①】

中和点の前後で、pHはずいぶん大きく変化するのですね。何か起きているの？



【質問①：中和点の直前での pH の変化】

pH ジャンプは対数関数だからこそ。

【質問②：中和点での水溶液の液性】

強酸と強塩基の中和による正塩……水溶液は中性

弱塩基と強酸の中和による正塩……水溶液は酸性

弱酸と強塩基の中和による正塩……水溶液は塩基性

【質問③：指示薬の選択】

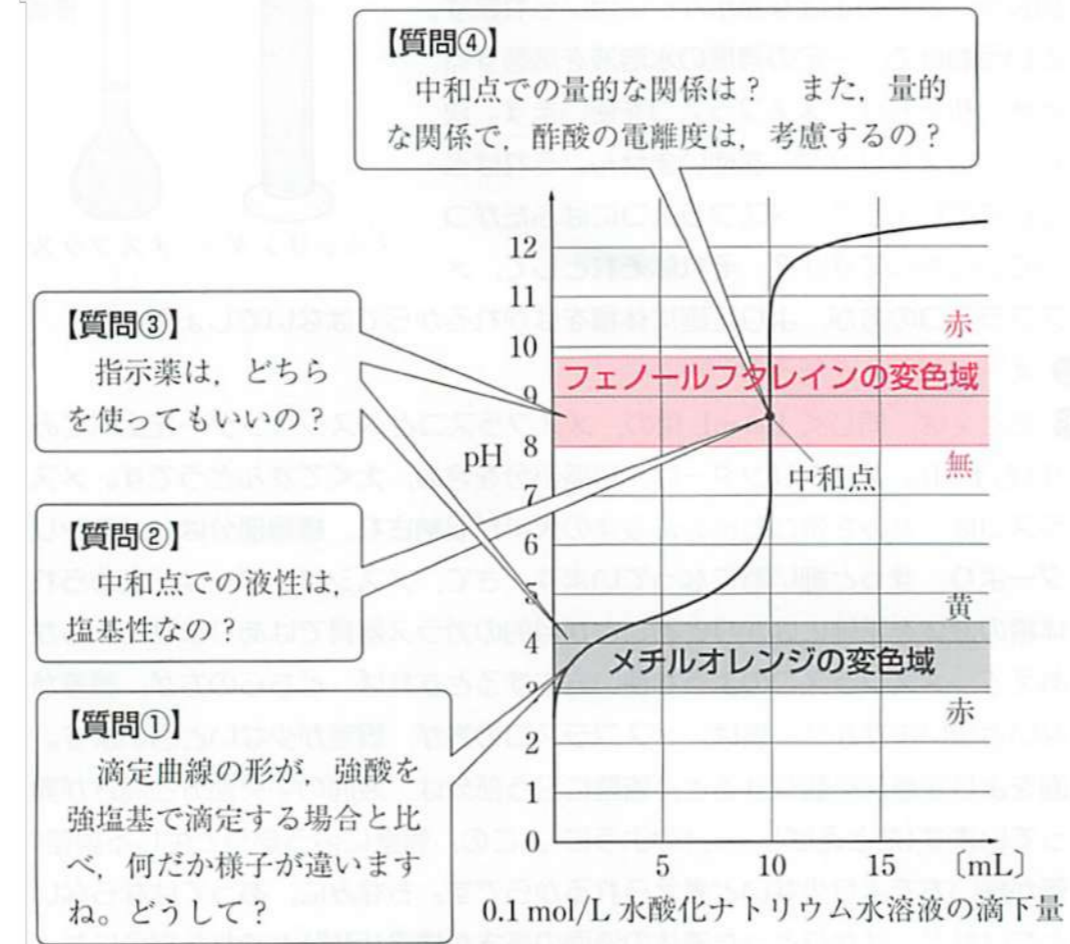
酸性側に変色域をもつメチルオレンジを用いても、塩基性側に変色域をもつフェノールフタレインを用いても、終点を知ることができる。

【質問④：中和滴定における量的な関係】

酸の物質質量 [mol] × その酸の価数

= 塩基の物質質量 [mol] × その塩基の価数

CH₃COOH - NaOH 滴定

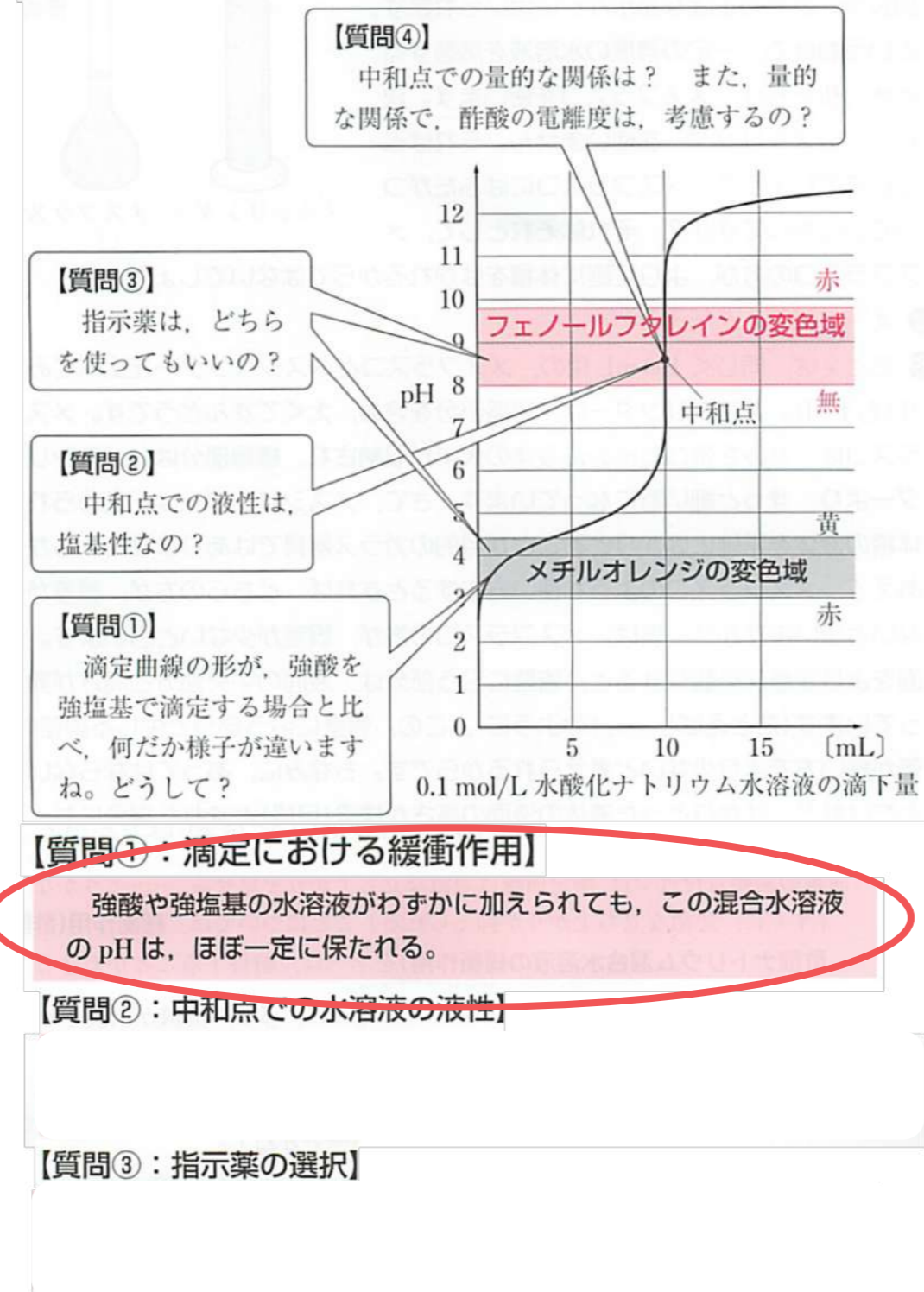


【質問①：滴定における緩衝作用】

【質問②：中和点での水溶液の液性】

【質問③：指示薬の選択】

CH₃COOH - NaOH 滴定



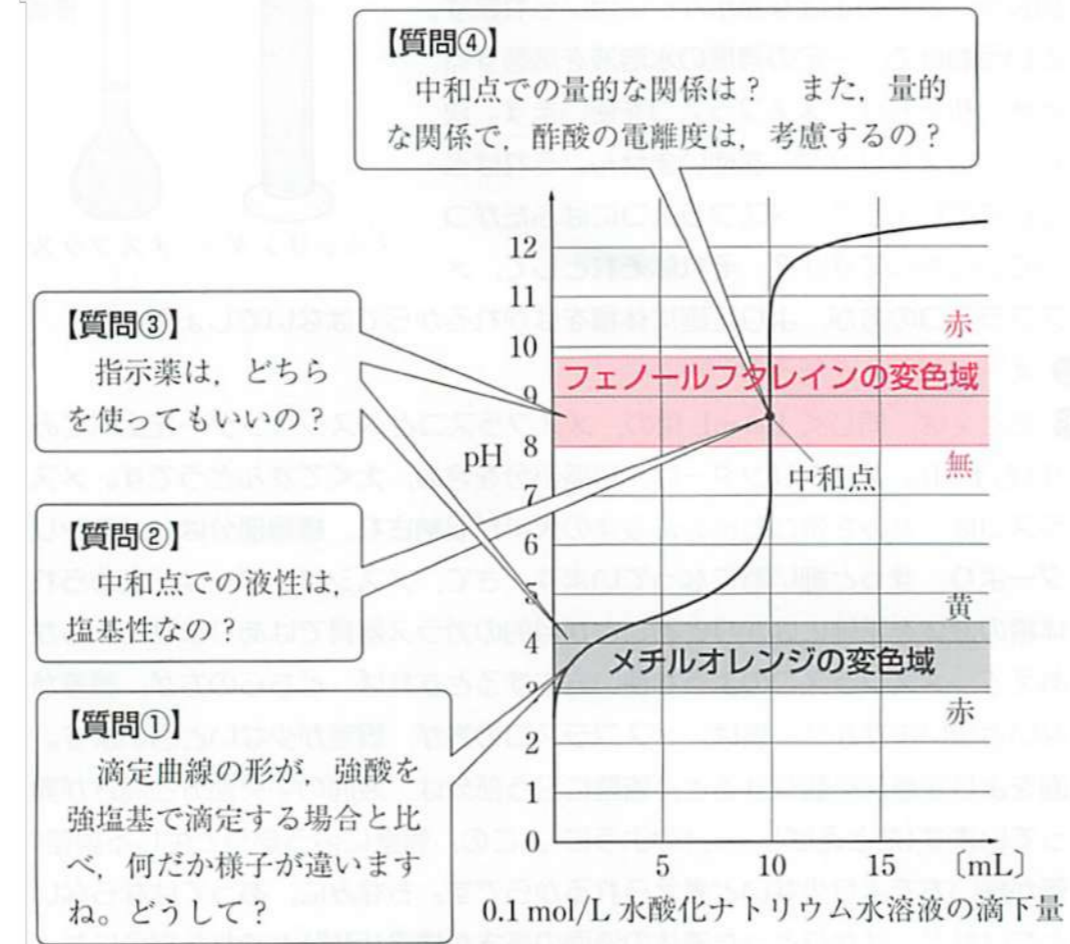
【質問①：滴定における緩衝作用】

強酸や強塩基の水溶液がわずかに加えられても、この混合水溶液の pH は、ほぼ一定に保たれる。

【質問②：中和点での水溶液の液性】

【質問③：指示薬の選択】

CH₃COOH - NaOH 滴定

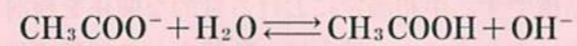


【質問①：滴定における緩衝作用】

強酸や強塩基の水溶液がわずかに加えられても、この混合水溶液の pH は、ほぼ一定に保たれる。

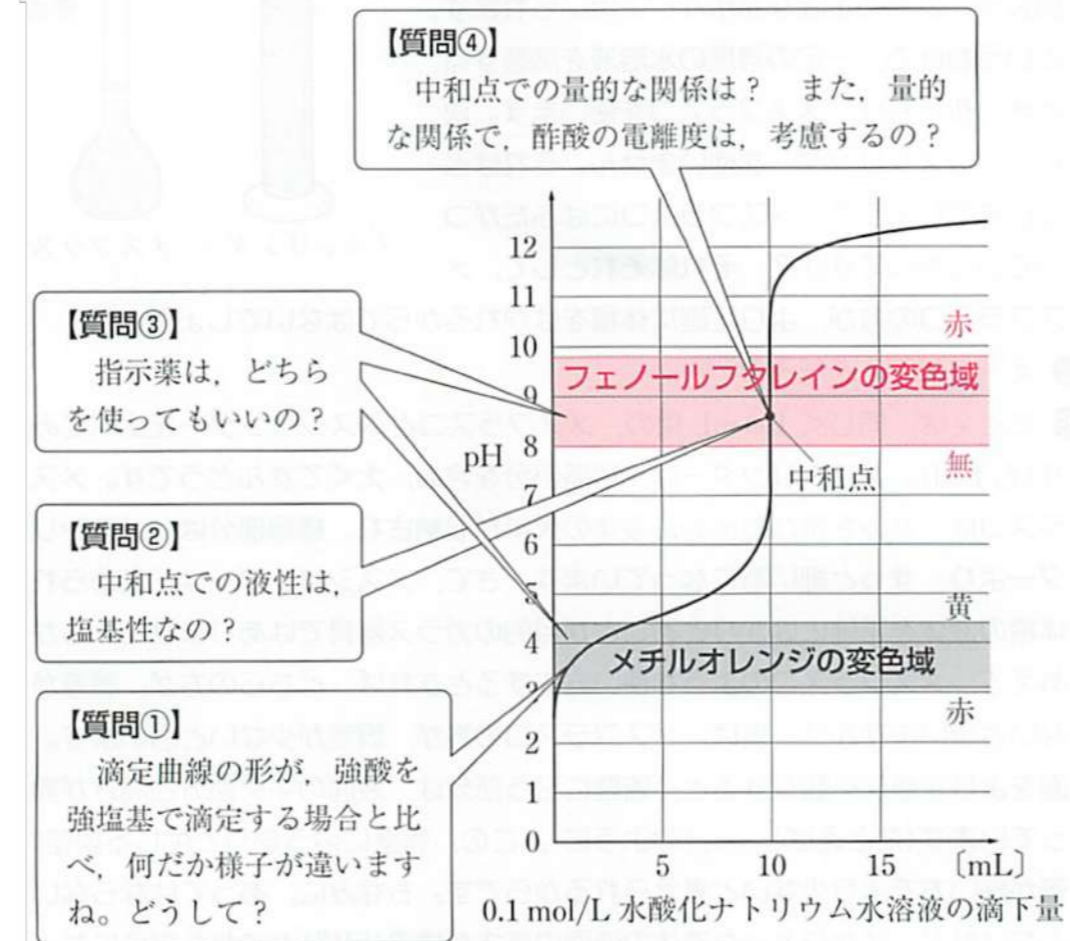
【質問②：中和点での水溶液の液性】

酢酸ナトリウム水溶液は、次式の加水分解により、塩基性を示す。



【質問③：指示薬の選択】

CH₃COOH - NaOH 滴定

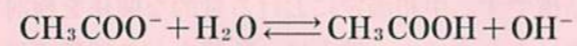


【質問①：滴定における緩衝作用】

強酸や強塩基の水溶液がわずかに加えられても、この混合水溶液の pH は、ほぼ一定に保たれる。

【質問②：中和点での水溶液の液性】

酢酸ナトリウム水溶液は、次式の加水分解により、塩基性を示す。



【質問③：指示薬の選択】

終点の判定には、塩基性側に変色域をもつ指示薬(フェノールフタレインなど)が適当である。

NH₃-HCl 滴定

【質問①】

中和点での液性は、酸性なの？

【質問②】

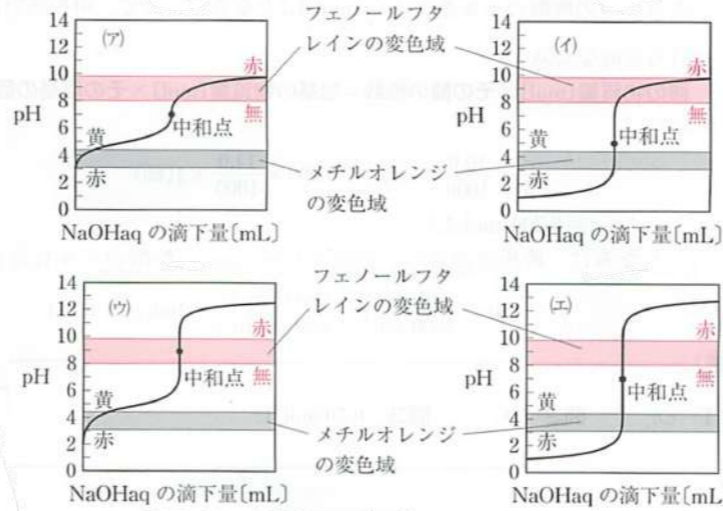
指示薬は、どちらを使ってもいいの？



【質問①：中和点での水溶液の液性】

【質問②：指示薬の選択】

問 中和滴定により、食酢(酢酸水溶液)の濃度を調べた。その結果、過不足なく中和したときの、この水酸化ナトリウム水溶液の滴下量は 14.0 mL であった。この中和滴定の滴定曲線を、次の(ア)~(エ)のうちから選べ。



NH₃ - HCl 滴定

【質問①】
中和点での液性は、
酸性なの？

【質問②】
指示薬は、どちら
を使ってもいいの？



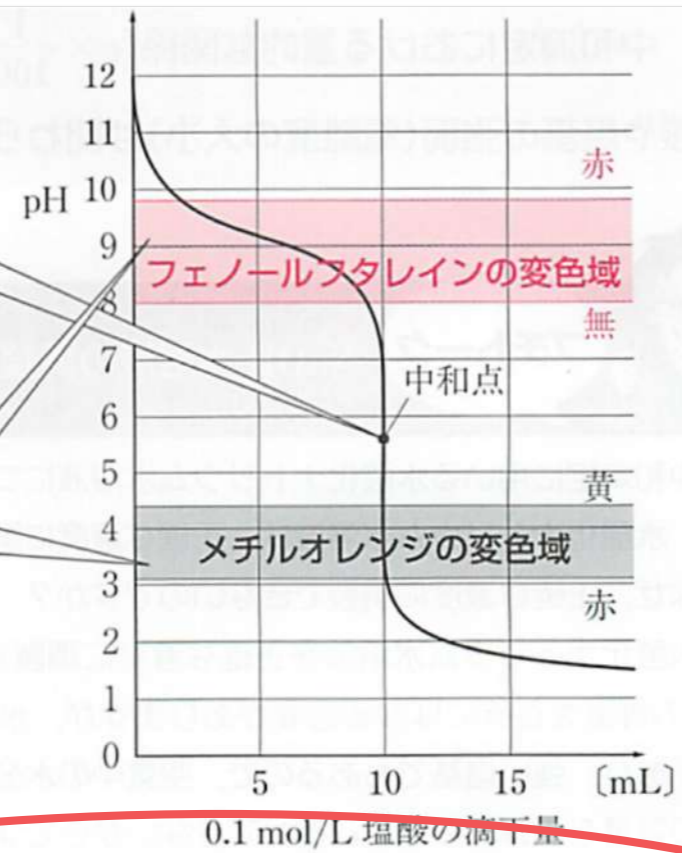
【質問①：中和点での水溶液の液性】

【質問②：指示薬の選択】

NH₃ - HCl 滴定

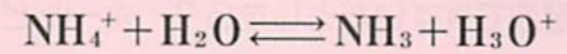
【質問①】
中和点での液性は、
酸性なの？

【質問②】
指示薬は、どちら
を使ってもいいの？



【質問①：中和点での水溶液の液性】

塩化アンモニウム水溶液は、次式の加水分解により、酸性を示す。



【質問②：指示薬の選択】

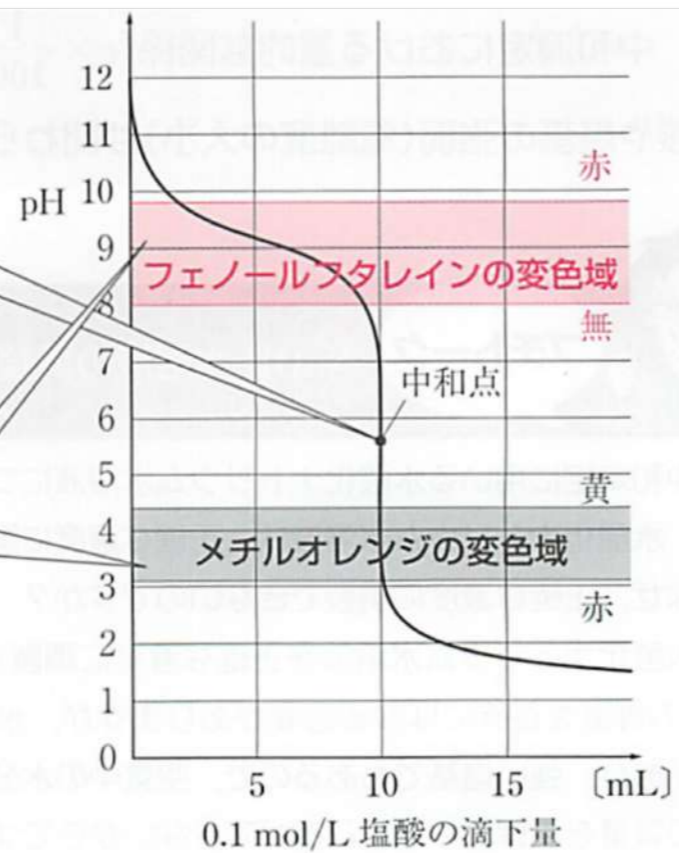
NH₃-HCl 滴定

【質問①】

中和点での液性は、酸性なの？

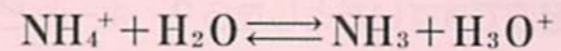
【質問②】

指示薬は、どちらを使ってもいいの？



【質問①：中和点での水溶液の液性】

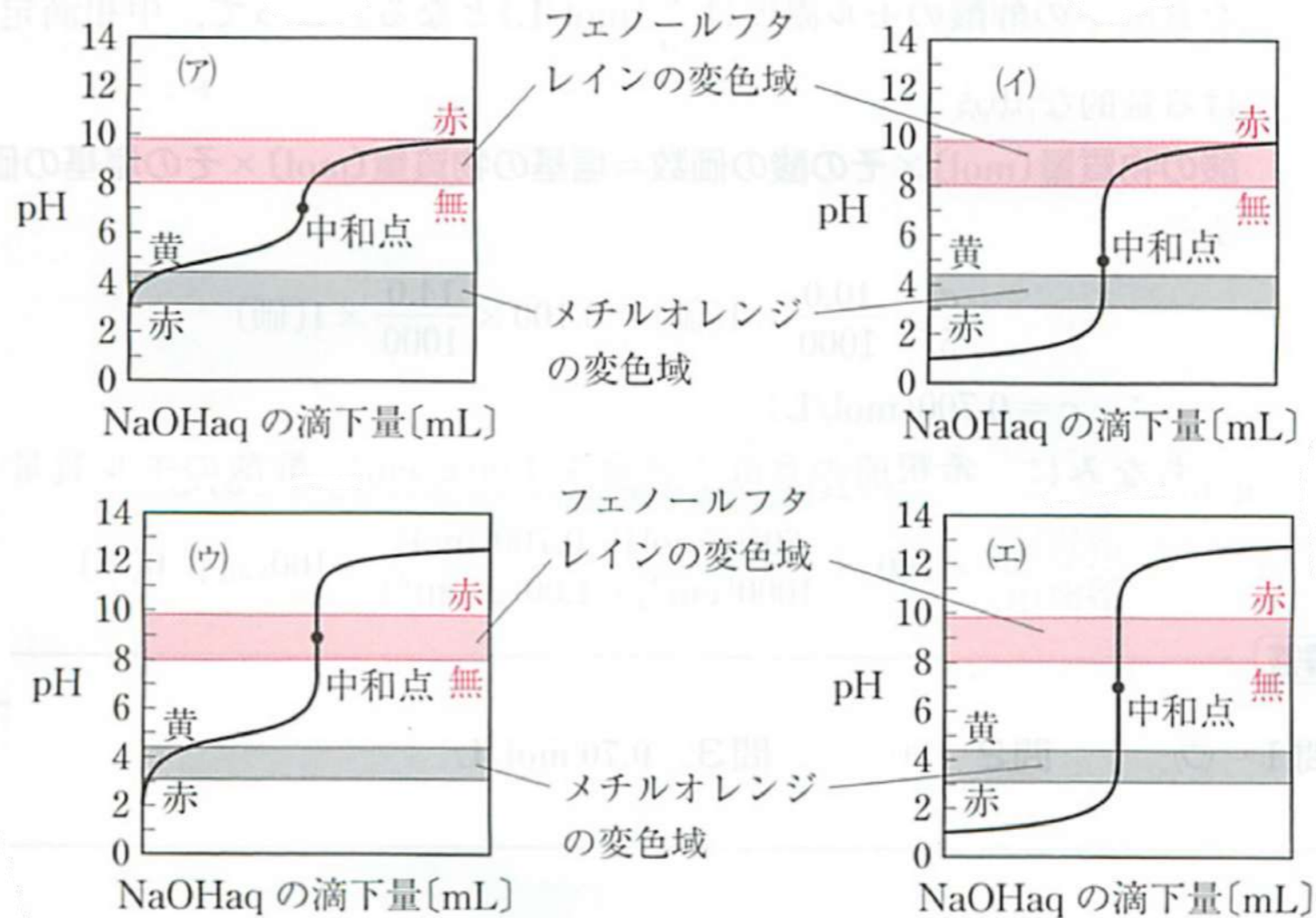
塩化アンモニウム水溶液は、次式の加水分解により、酸性を示す。



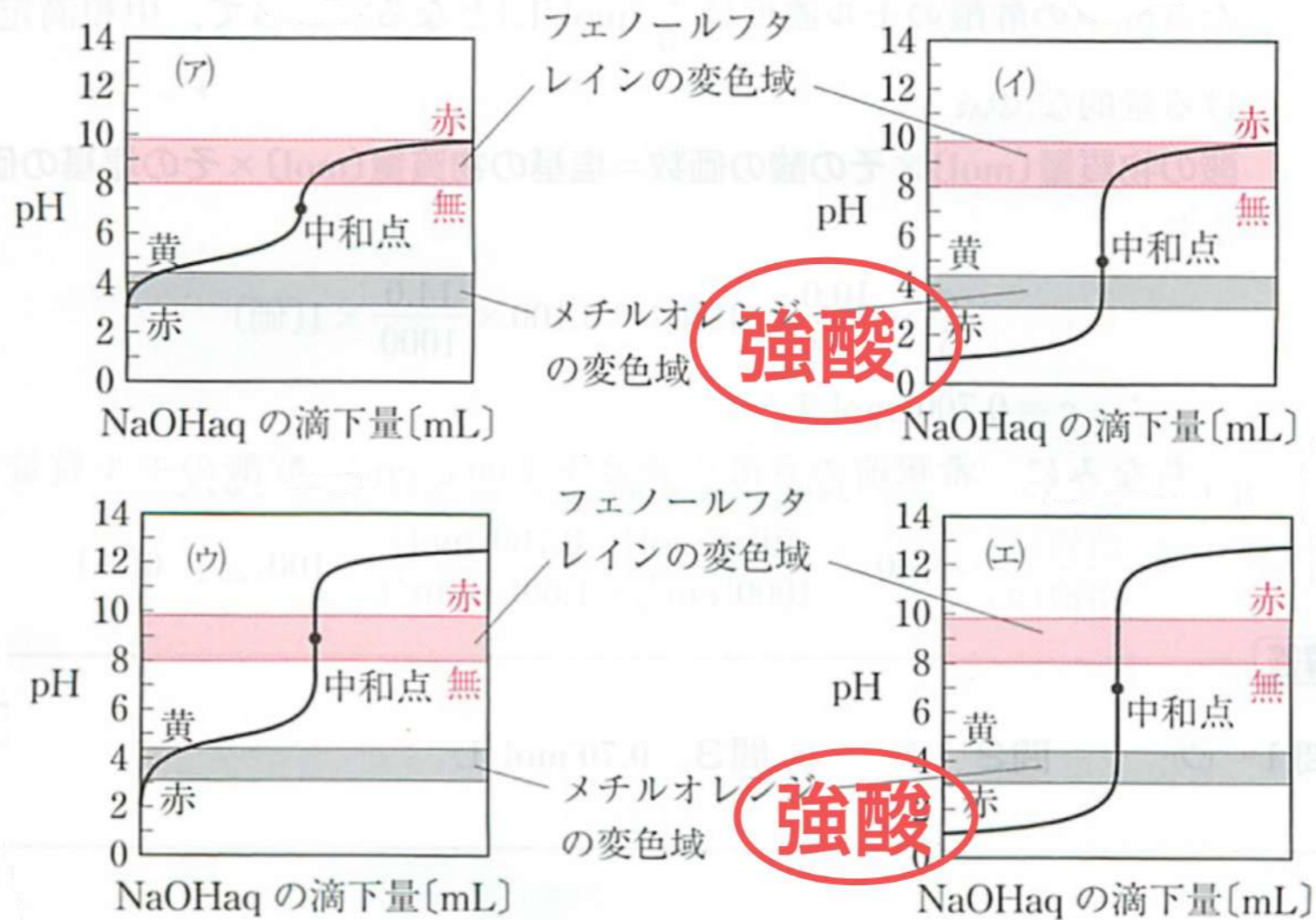
【質問②：指示薬の選択】

終点の判定には、酸性側に変色域をもつ指示薬(メチルオレンジなど)が適当である。

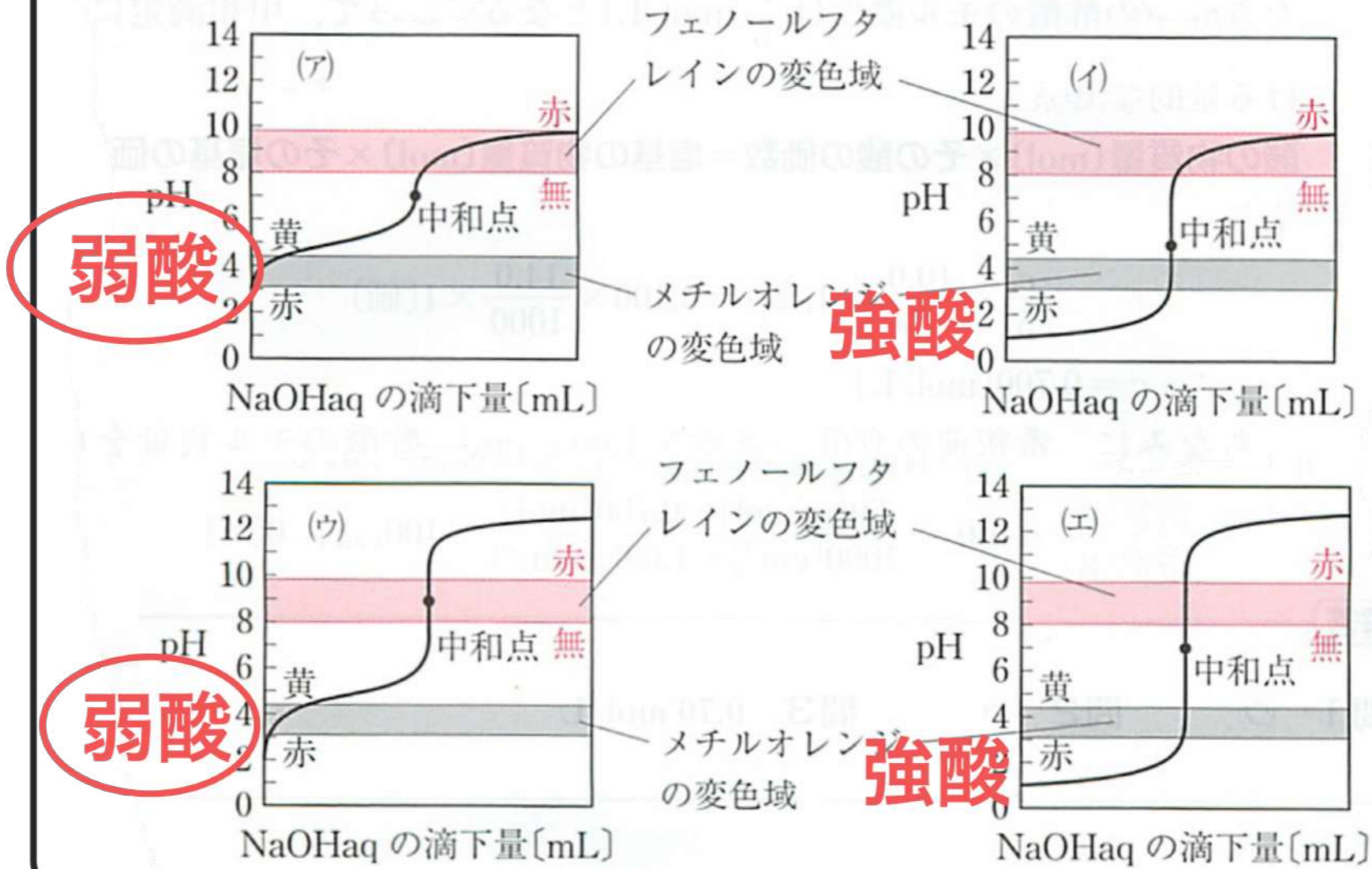
問 中和滴定により、食酢(酢酸水溶液)の濃度を調べた。その結果、過不足なく中和したときの、この水酸化ナトリウム水溶液の滴下量は 14.0 mL であった。この中和滴定の滴定曲線を、次の(ア)~(エ)のうちから選べ。



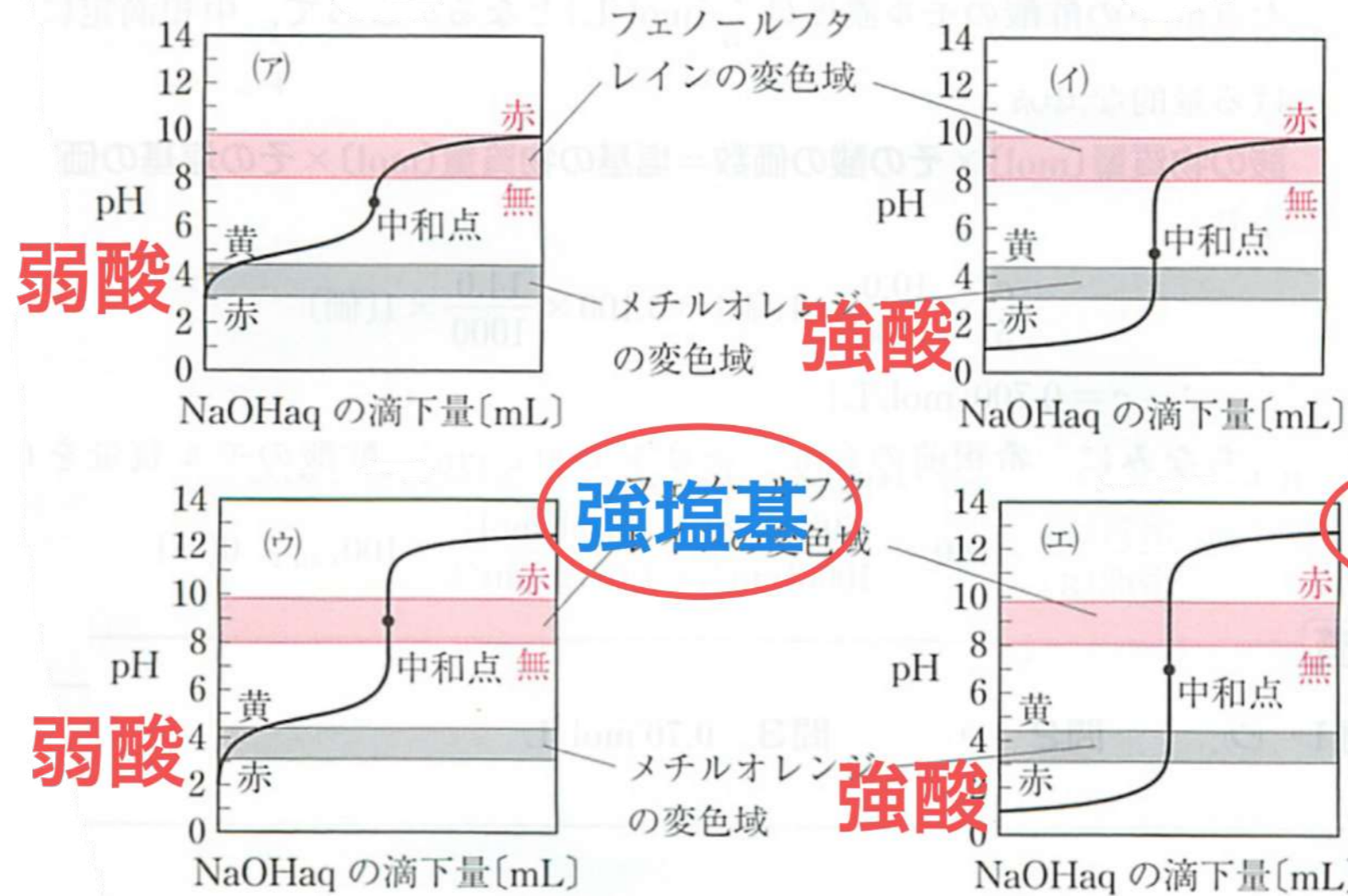
問 中和滴定により、食酢(酢酸水溶液)の濃度を調べた。その結果、過不足なく中和したときの、この水酸化ナトリウム水溶液の滴下量は14.0 mLであった。この中和滴定の滴定曲線を、次の(ア)~(エ)のうちから選べ。



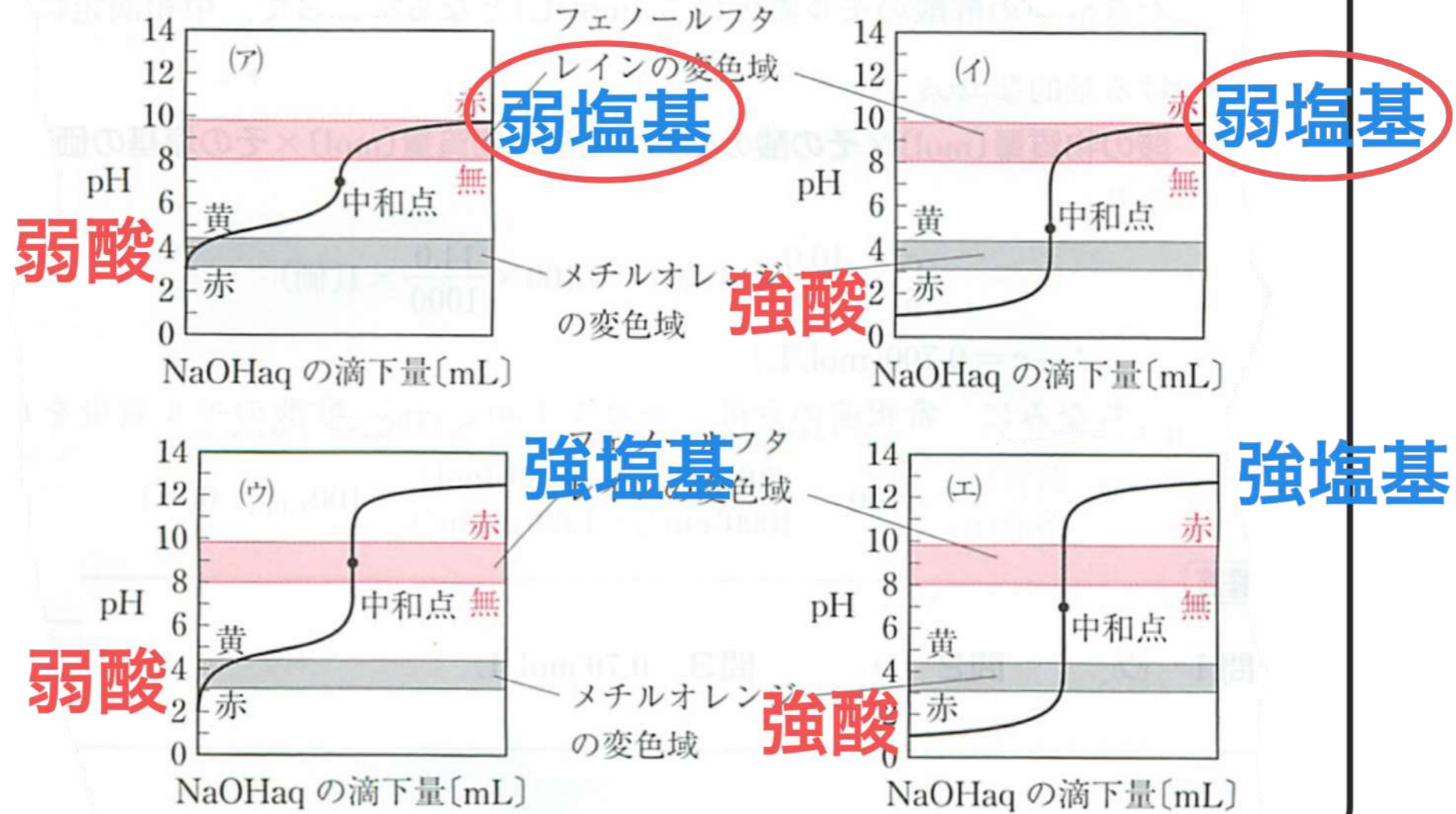
問 中和滴定により、食酢(酢酸水溶液)の濃度を調べた。その結果、過不足なく中和したときの、この水酸化ナトリウム水溶液の滴下量は14.0 mLであった。この中和滴定の滴定曲線を、次の(ア)~(エ)のうちから選べ。



問 中和滴定により、食酢(酢酸水溶液)の濃度を調べた。その結果、過不足なく中和したときの、この水酸化ナトリウム水溶液の滴下量は 14.0 mL であった。この中和滴定の滴定曲線を、次の(ア)~(エ)のうちから選べ。



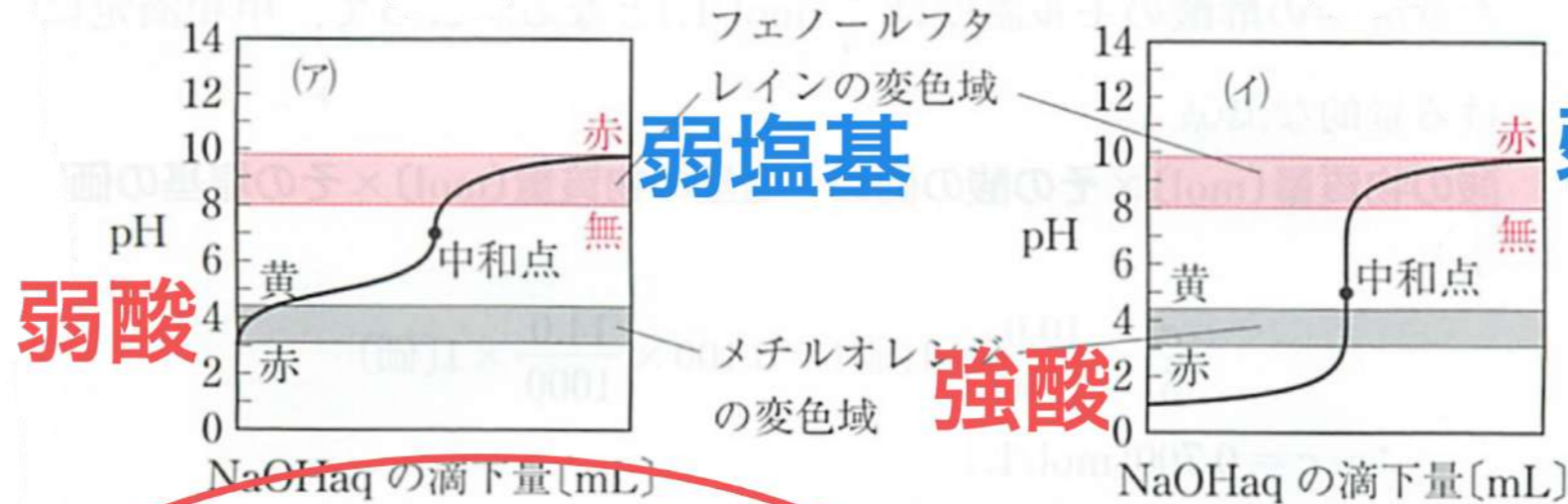
問 中和滴定により、食酢(酢酸水溶液)の濃度を調べた。その結果、過不足なく中和したときの、この水酸化ナトリウム水溶液の滴下量は 14.0 mL であった。この中和滴定の滴定曲線を、次の(ア)~(エ)のうちから選べ。



弱酸

強塩基

問 中和滴定により、食酢(酢酸水溶液)の濃度を調べた。その結果、過不足なく中和したときの、この水酸化ナトリウム水溶液の滴下量は 14.0 mL であった。この中和滴定の滴定曲線を、次の(ア)~(エ)のうちから選べ。

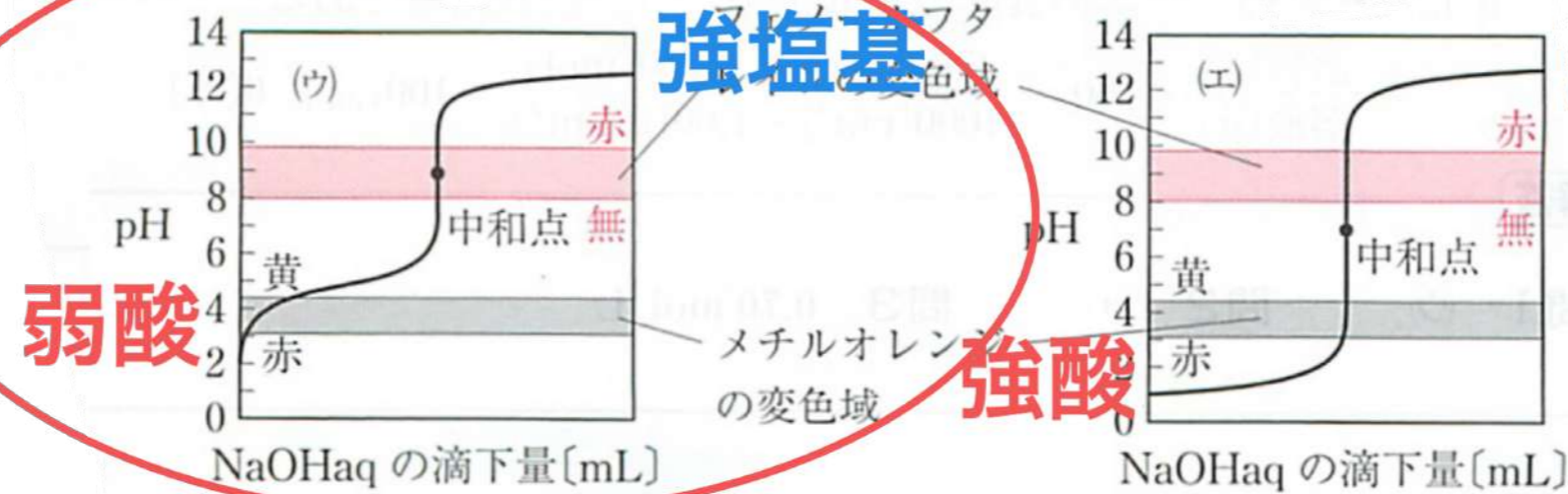


弱酸

弱塩基

弱塩基

強酸



弱酸

強塩基

強塩基

強酸

ブルーマロー

ティーン



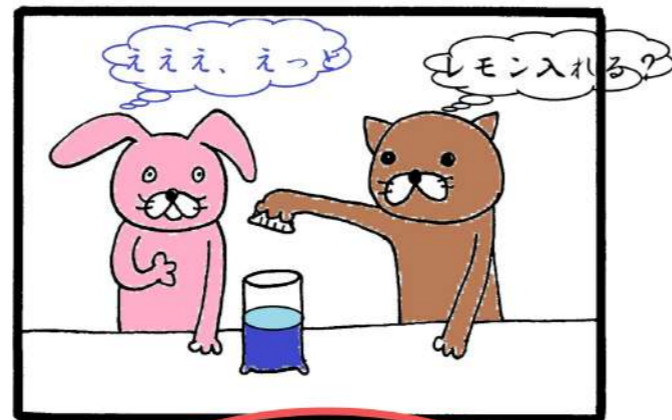
色が変るハーブティです。
要は、自然の指示薬ですね。
(#^,^#)



色が変わるハーブティです。
要は、自然の指示薬ですね。
(#^、^#)



色が変わるハーブティです。
要は、自然の指示薬ですね。
(#^、^#)



色が変わるハーブティです。
要は、自然の指示薬ですね。
(#^_^#)

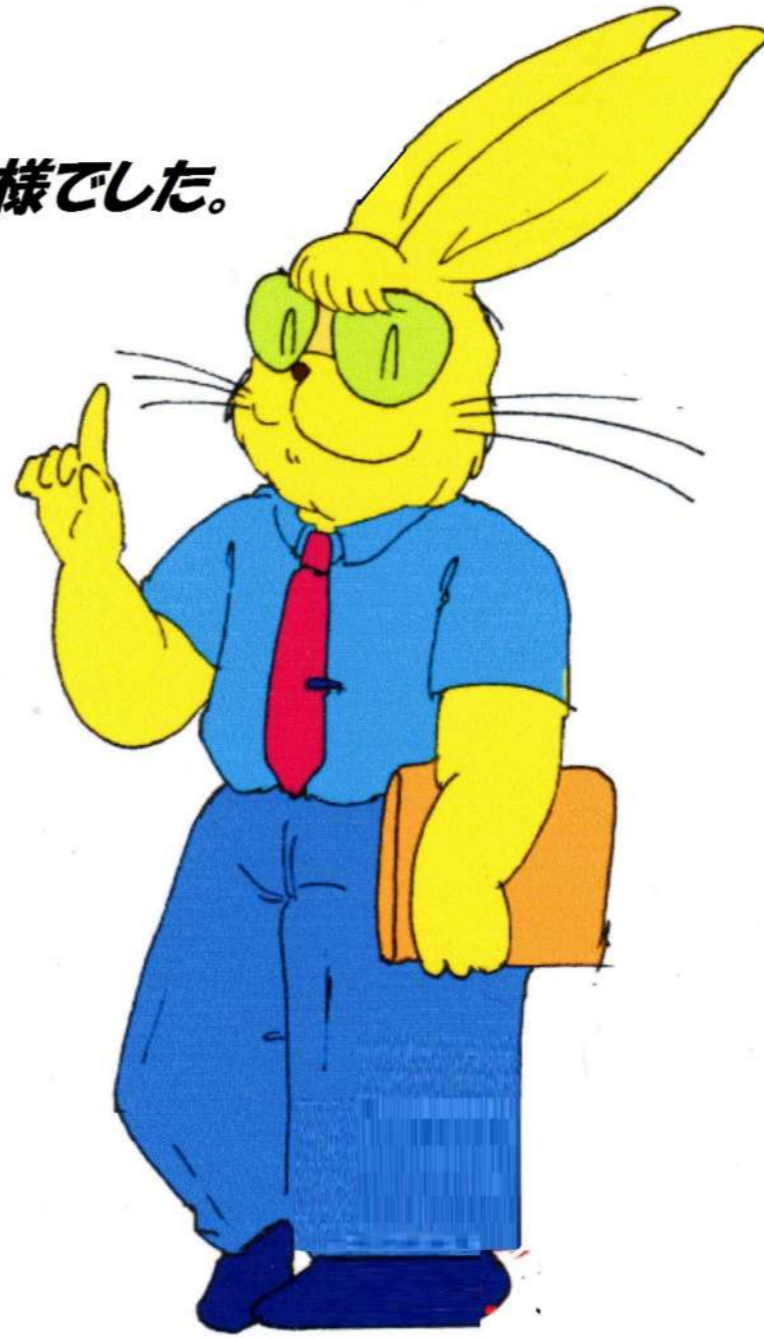
ブルーマロー
というハーブティ
です (*'▽')



万能指示薬



お疲れ様でした。





酸塩基滴定(中和滴定)

標準的な滴定

- ① 実験操作の手順
- ② 電離平衡

逆滴定

- ① 塩基性気体 (NH₃) の定量
- ② 酸性気体 (CO₂) の定量
- ③ 固体の定量

【上記2題と計算内容的には同一】

二段滴定
(二段階中和)

- ① NaOH-Na₂CO₃混合水溶液
- ② Na₂CO₃水溶液
- ③ Na₂CO₃-NaHCO₃混合水溶液





最後に、二段滴定 / 二段階中和についてのあれこれです。

**二段滴定の
解説動画があります。
場所を確認しておこう！**





酸塩基

④塩の液性と指示薬の選択

塩の液性は、ただ判別できるだけでなく、その理由（加水分解）もきちんと述べられるようにしておきましょう。中和滴定の終点の液性は中性とは限りません。中和点では塩が生成していますが、塩の液性は塩だからです。すなわち、塩の液性が判別できないと、中和点での液性を判定できません。中和点での液性を判定できないと、その滴定においてどのような指示薬を用いるべきなのかを決定できなくなってしまいます。

⑤標準的な滴定の手順

⑥逆滴定

⑦Na₂CO₃水溶液の二段滴定

⑧NaOH・Na₂CO₃混合水溶液の滴定

このボタンをクリックすると、二段滴定の解説動画にジャンプします。

二段滴定(二段階中和)

動画① 再生 二段滴定(二段階中和)の出題には3種類の題材があります。動画①では、その3種類の題材を紹介しします。(1分48秒)

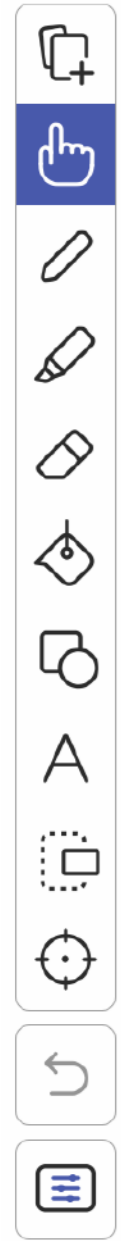
動画② 再生 上記の3種類の題材は、その滴定曲線の形状に明確な違いがあり、滴定曲線の形状を見るだけで、(たとえ述べられていなくても)どの題材か判断できます。動画②では、そのことについて説明しします。(2分18秒)

動画③ 再生 動画③では、上記の3種類の題材中の「Na₂CO₃水溶液」について、反応式と滴定曲線の形状、加えた塩酸の量から分かることなどを解説しします。(2分43秒)

動画④ 再生 動画④では、上記の3種類の題材中の「NaOH、Na₂CO₃混合水溶液」について、反応式と滴定曲線の形状、加えた塩酸の量から分かることなどを解説しします。(3分51秒)

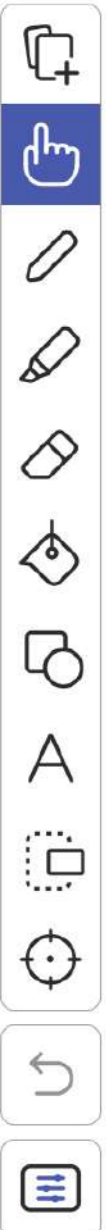
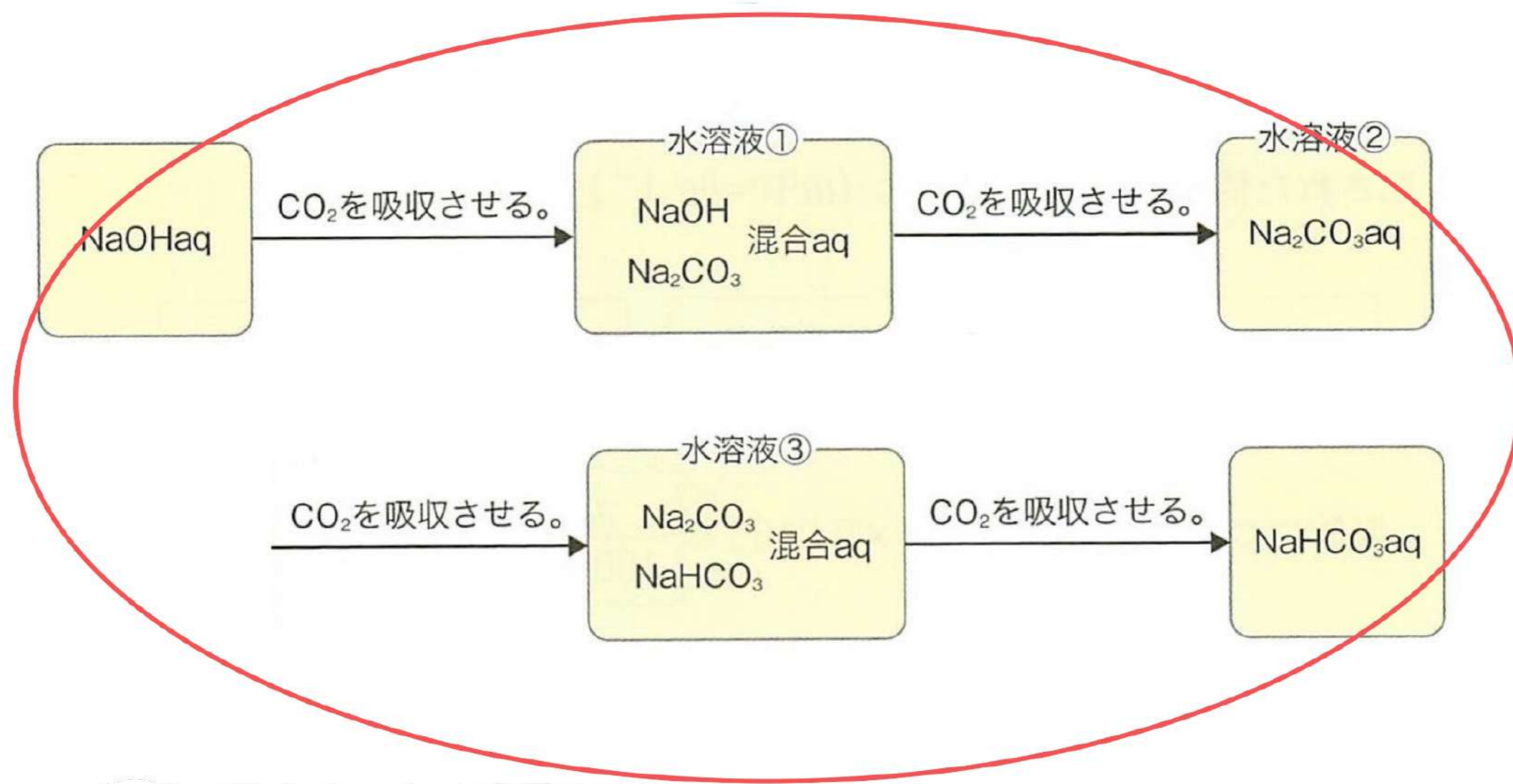
動画⑤ 再生 動画⑤では、上記の3種類の題材中の「Na₂CO₃、NaHCO₃混合水溶液」について、反応式と滴定曲線の形状、加えた塩酸の量から分かることなどを解説しします。(2分57秒)

動画⑥ 再生 動画⑥では、念のため、炭酸ナトリウムNa₂CO₃水溶液や炭酸水素ナトリウムNaHCO₃水溶液が塩基性を示す理由(加水分解)について解説しします。(1分35秒)



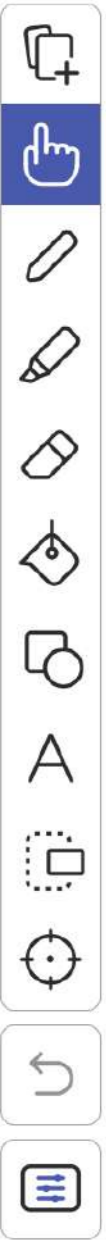
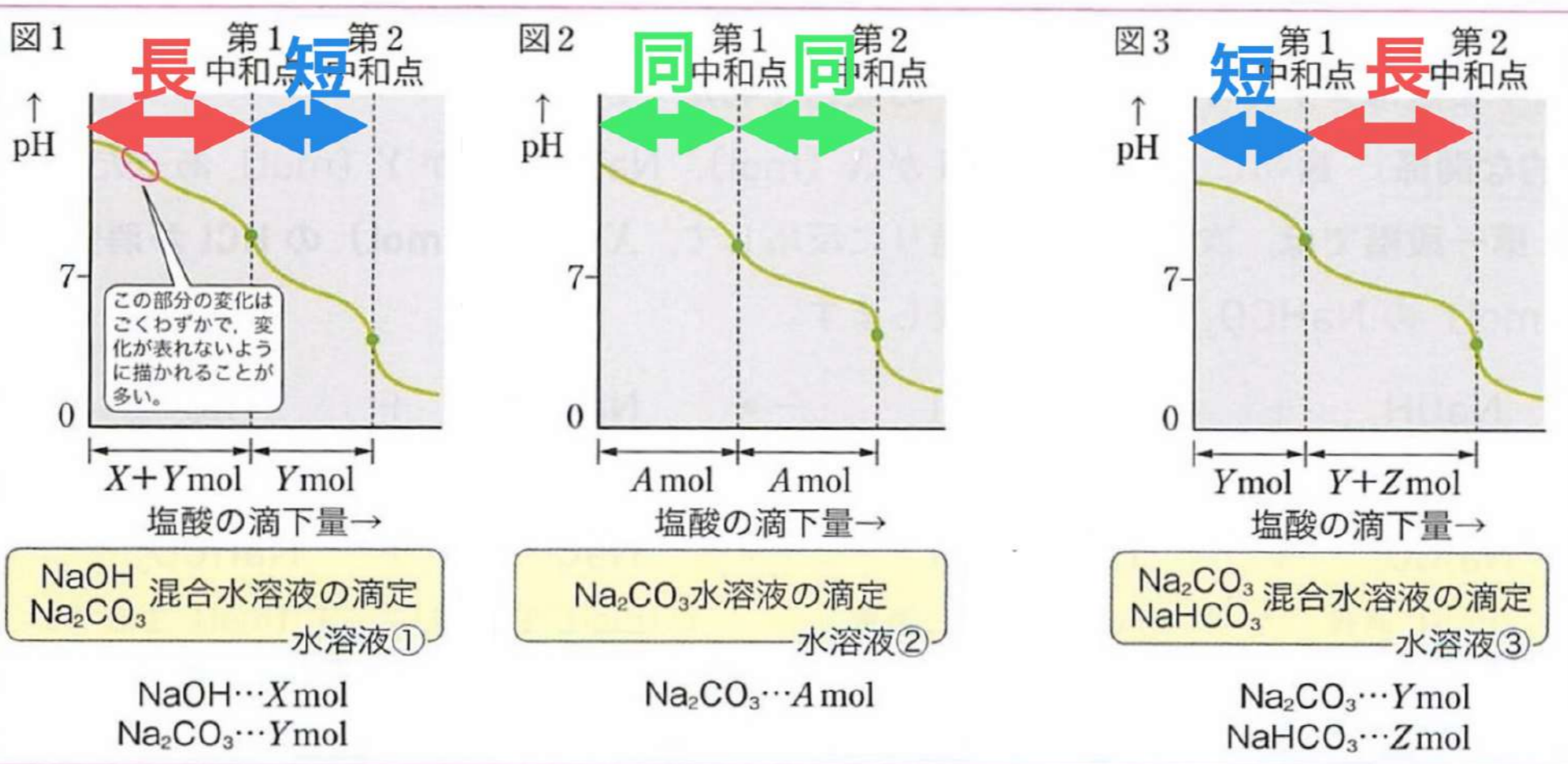
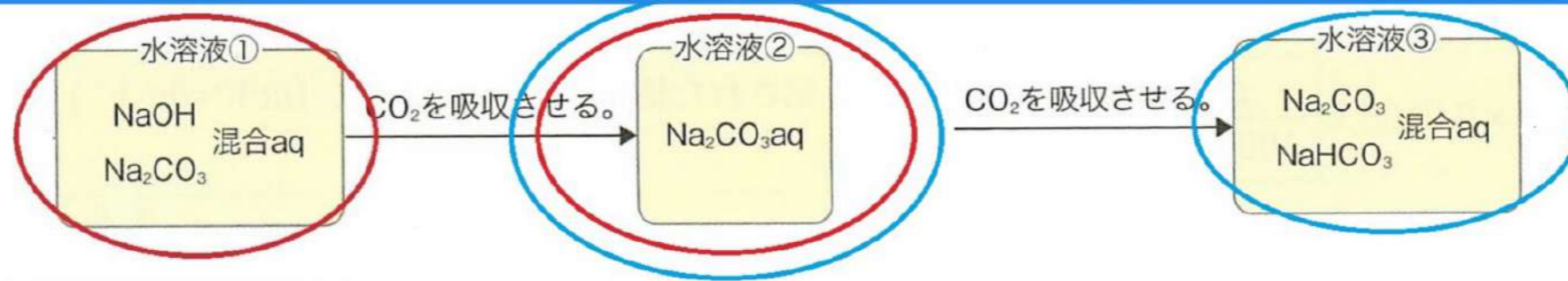


NaOHにCO₂を吸収させていくと、水溶液の内容は次のように変化していきます。



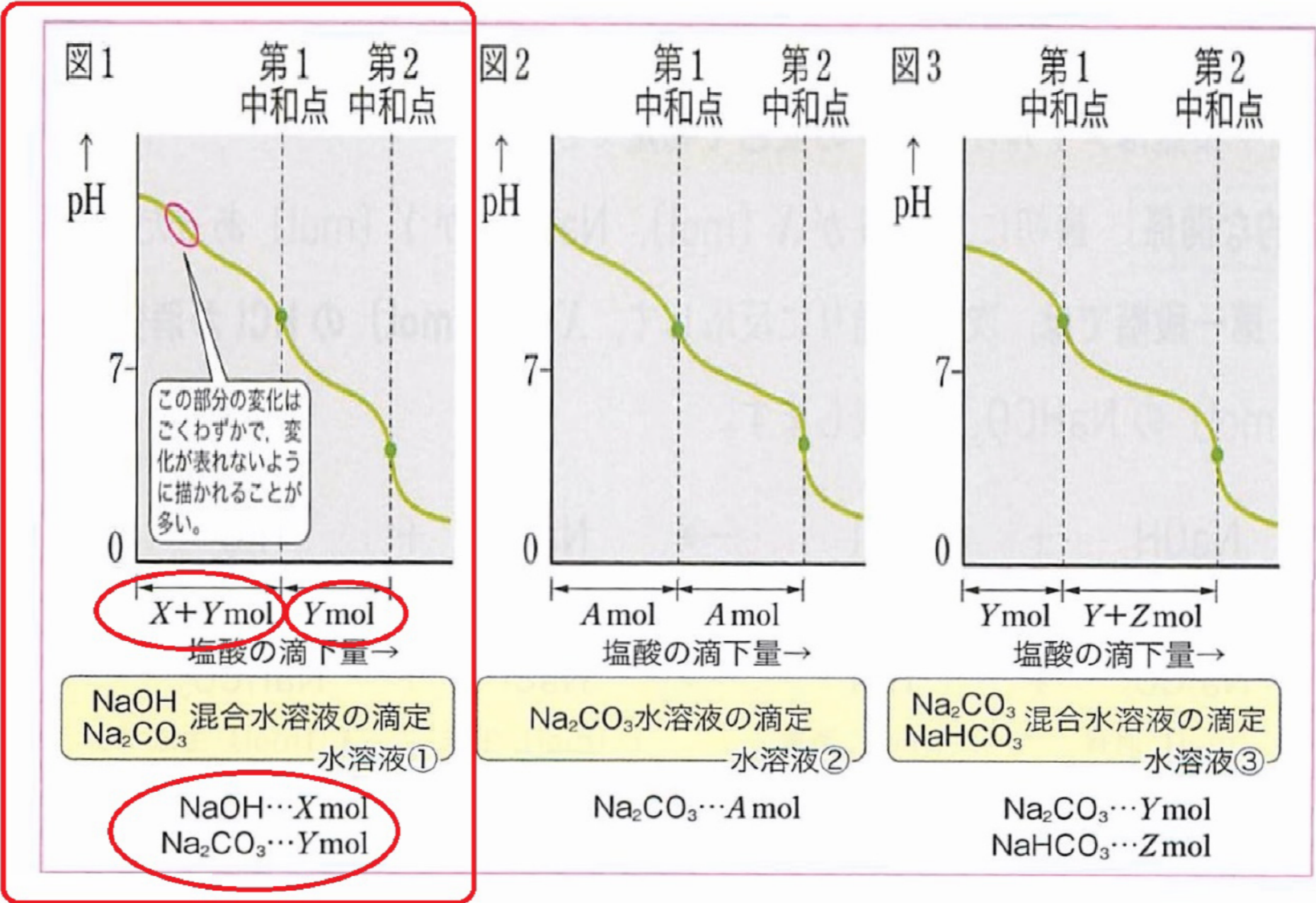


滴定曲線の形状から、どの水溶液の滴定か判断出来ます！

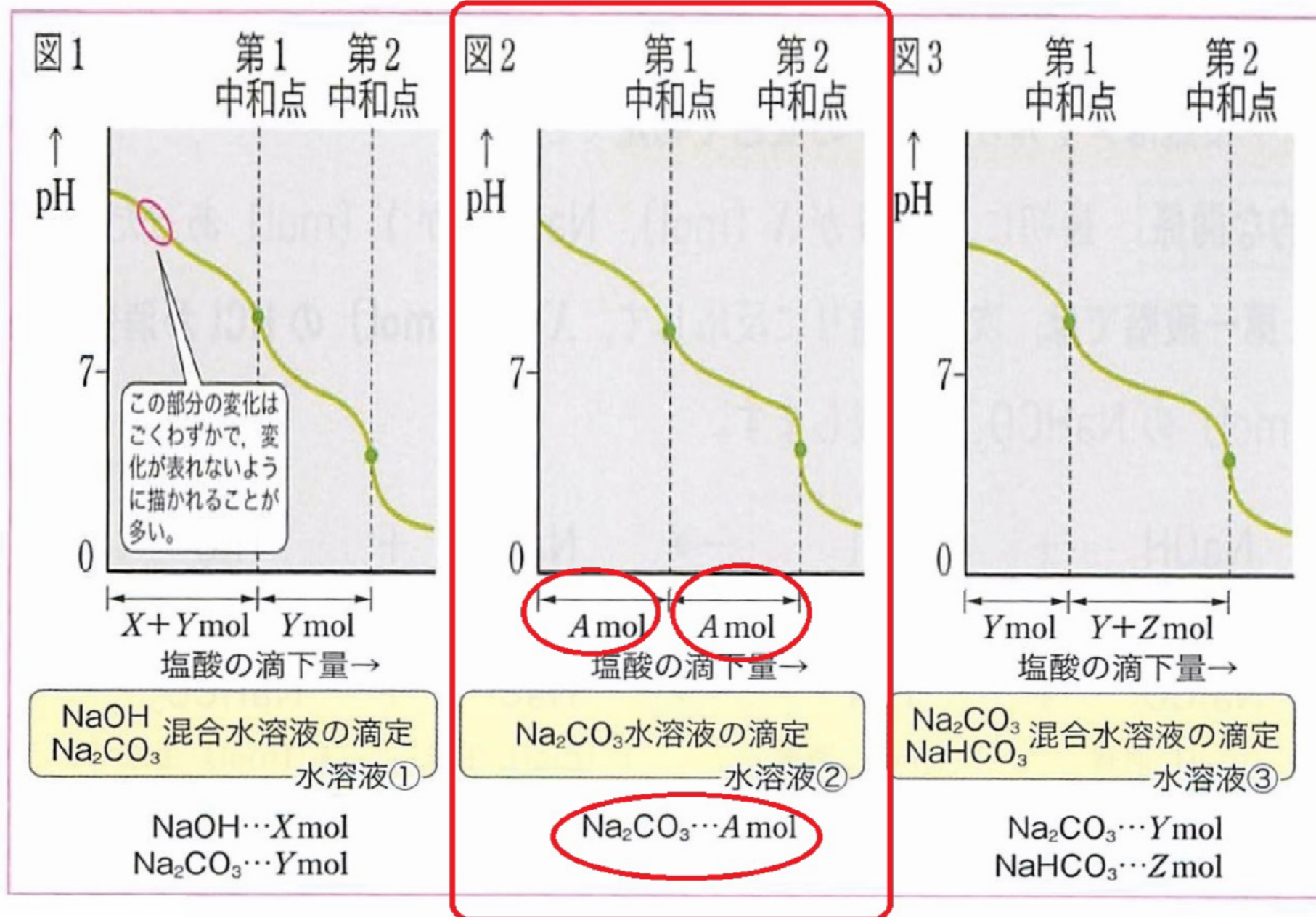




また、塩酸の滴定量が意味するものは至ってシンプルです!!

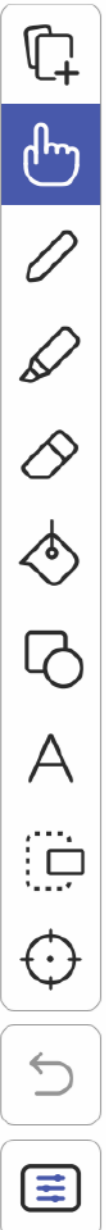
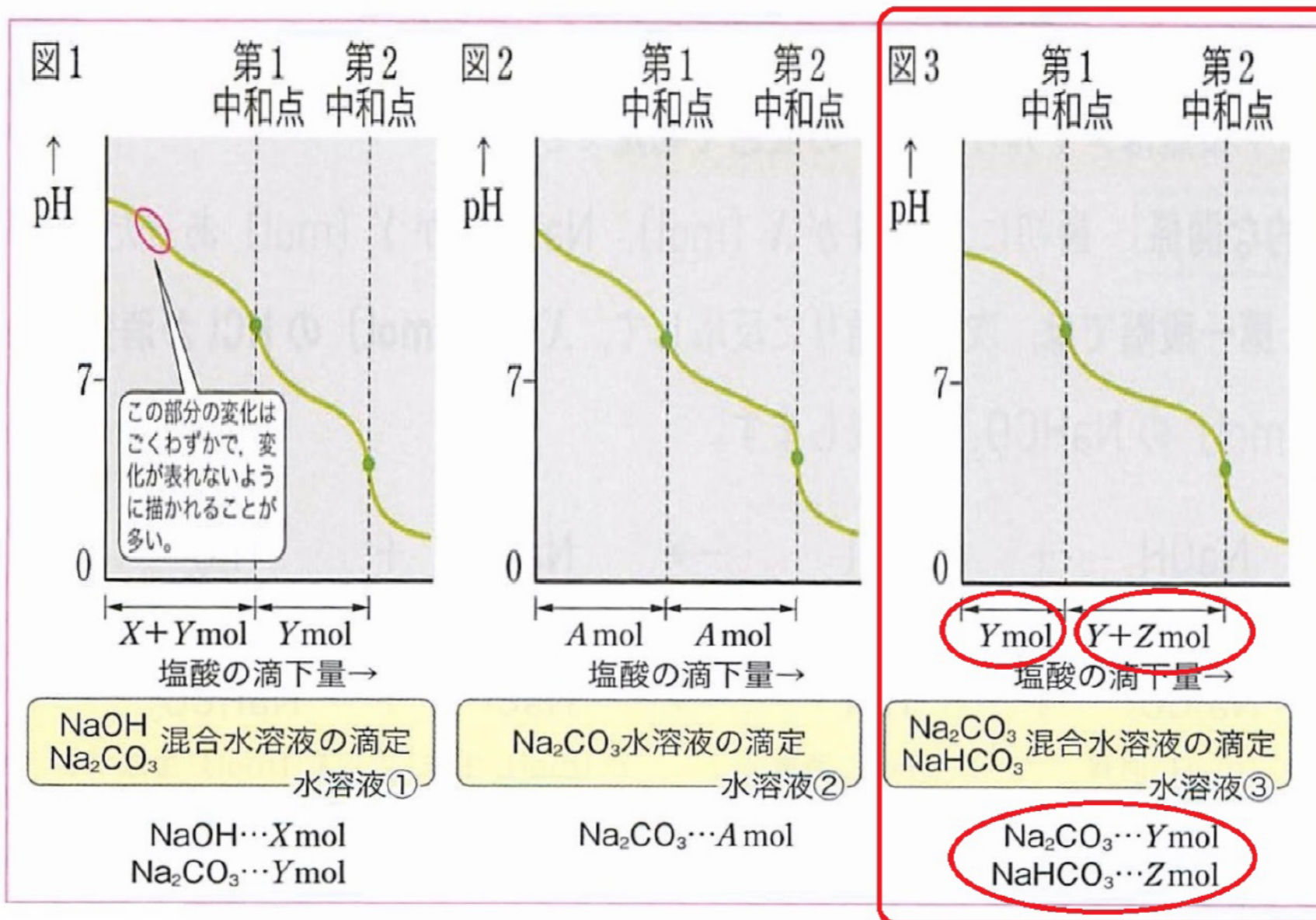


また、塩酸の滴定量が意味するものは至ってシンプルです!!





また、塩酸の滴定量が意味するものは至ってシンプルです!!



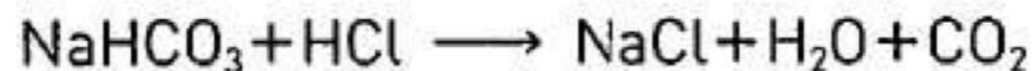
演習問題 第2課題

**例題10~12 を解くためには、
二段滴定の事前学習が必要です。
(二段階中和)**

例題 10 Na_2CO_3 水溶液の滴定

次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

a (mol)の炭酸ナトリウムを含む水溶液にフェノールフタレイン溶液を数滴加えると、溶液は赤色を示す。この溶液に、 b (mol/L)の塩酸を V_1 (mL)加えると、炭酸ナトリウムはすべて炭酸水素ナトリウムに変わり、溶液は無色になった。次に、この溶液にメチルオレンジを数滴加え、同じ濃度の塩酸を溶液が赤色に変化するまで加えたところ、さらに V_2 (mL)を要した。このとき溶液内では次の反応が起こった。



問 1 V_1 と V_2 の間にはどのような関係が成立するか。

問 2 a を、 b 、 V_1 のいずれか、または両方を用いて表せ。

問 3 a を、 b 、 V_2 のいずれか、または両方を用いて表せ。 京都府大/改

例題 11 Na_2CO_3 , NaHCO_3 混合水溶液の滴定

次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

$c(\text{mol/L})$ の Na_2CO_3 溶液 1 L と $d(\text{mol/L})$ の NaHCO_3 溶液 1 L との混合液を、 $b(\text{mol/L})$ の塩酸を用いて、例題10と同様の手順で滴定した。

問1 c を、 b , V_1 , V_2 のうち必要なものを用いて表せ。

問2 d を、 b , V_1 , V_2 のうち必要なものを用いて表せ。

京都府大/改

例題 12 NaOH, Na₂CO₃ 混合水溶液の滴定

次の文を読み、以下の各問いに答えよ。

NaOH と Na₂CO₃ を含む水溶液 10 mL を、0.10 mol/L の塩酸を用い、**例題10**と同様の手順で滴定したところ、 $V_1=9.0$ mL、 $V_2=4.0$ mL となった。解答は整数値で答えよ。ただし、H=1、C=12、O=16、Na=23 とする。

問1 この溶液 10 mL に含まれる NaOH は何 mg か。

問2 この溶液 10 mL に含まれる Na₂CO₃ は何 mg か。

京都府大/改

