

酸 acid

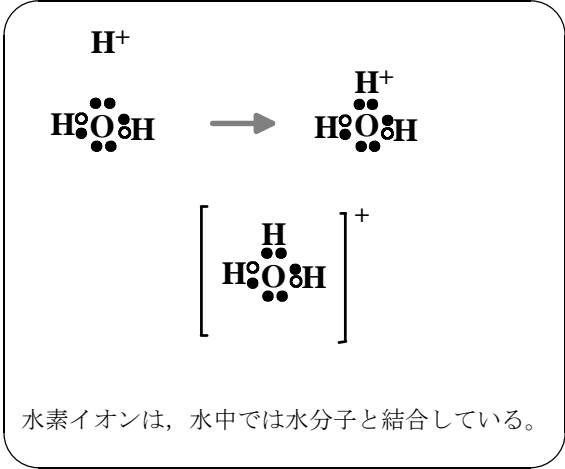
《酸》 acid (n: 酸, すっぱいもの a: 酸の, すっぱい)

〈酸性〉

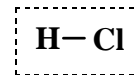
- pH () 以下
- 酸っぱい味 (酸味) を持つ
- リトマス () BTB ()
- 金属と反応して () を発生
(例) $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2 \uparrow$

〈酸性のもと〉

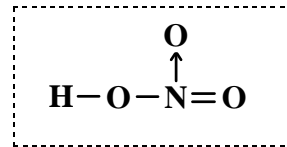
水素イオン H^+



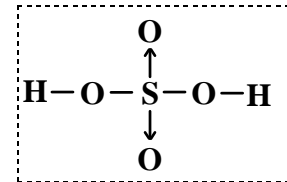
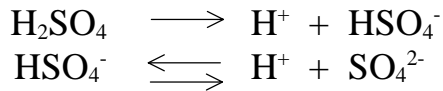
〈塩化水素 HCl m.p. -114°C b.p. -85°C〉



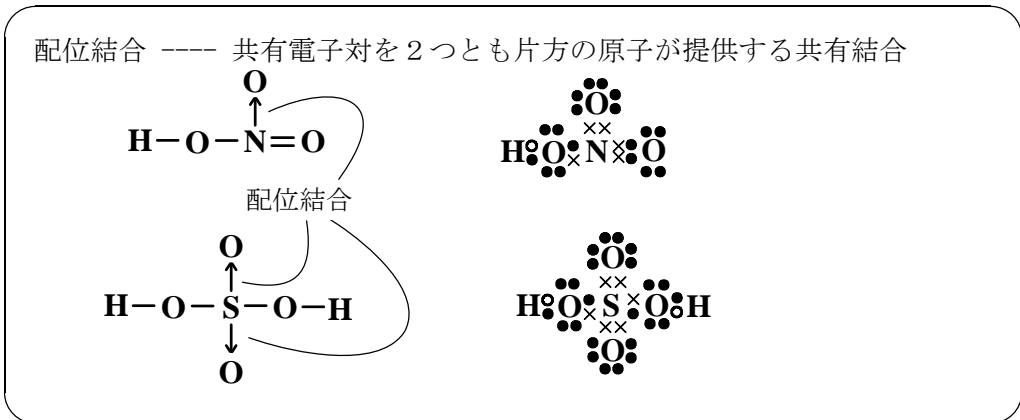
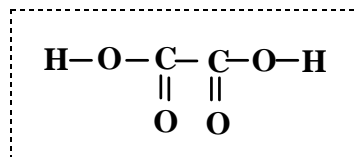
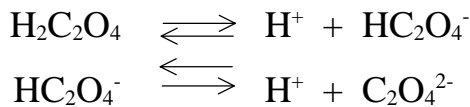
〈硝酸 HNO₃ m.p. -42°C b.p. 86°C〉



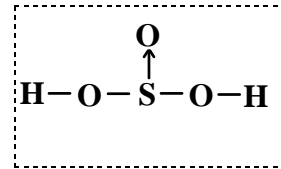
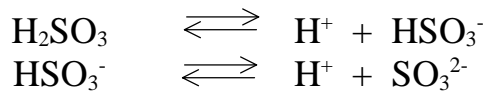
〈硫酸 H₂SO₄ m.p. 10°C b.p. 330°C〉



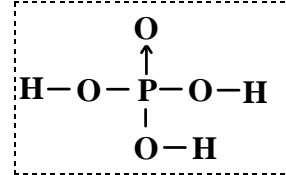
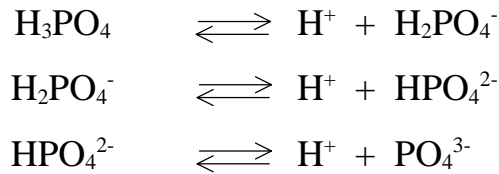
〈シュウ酸 (COOH)₂ pKa1=1.271 pKa2=4.266〉



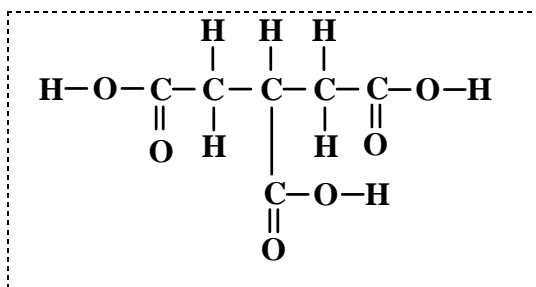
〈亜硫酸 H_2SO_3 $\text{pK}_{a1}=1.76$ $\text{pK}_{a2}=7.19$ 〉



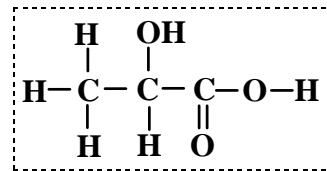
〈リン酸 H_3PO_4 $\text{pK}_{a1}=2.15$ $\text{pK}_{a2}=7.20$ $\text{pK}_{a3}=12.38$ 〉



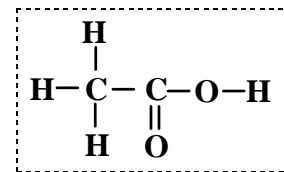
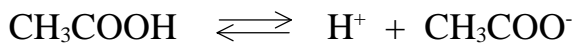
〈クエン酸〉



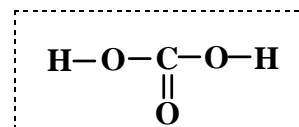
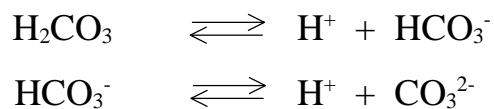
〈乳酸〉



〈酢酸 CH_3COOH $\text{pK}_a=4.757$ 〉

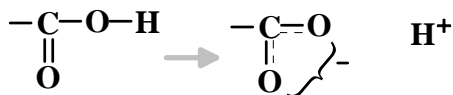


〈炭酸 H_2CO_3 $\text{pK}_{a1}=6.352$ $\text{pK}_{a2}=10.329$ 〉



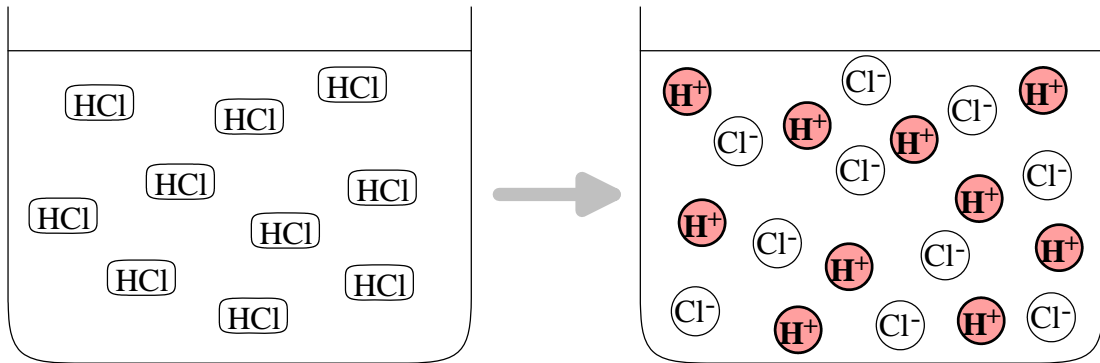
強酸と弱酸	酸の価数
強酸 (ほぼ完全に電離) 塩酸 硝酸 硫酸	1 価の酸 HCl HNO₃ CH₃COOH
弱酸 (一部が電離し平衡状態になる)	2 価の酸 H₂SO₄ H₂CO₃
	3 価の酸 H₃PO₄

カルボキシル基



H^+ を放出した後の構造が安定している。

強酸と弱酸

強酸 HCl の場合

0.1 mol/L HCl



反応前 0.1 mol/L

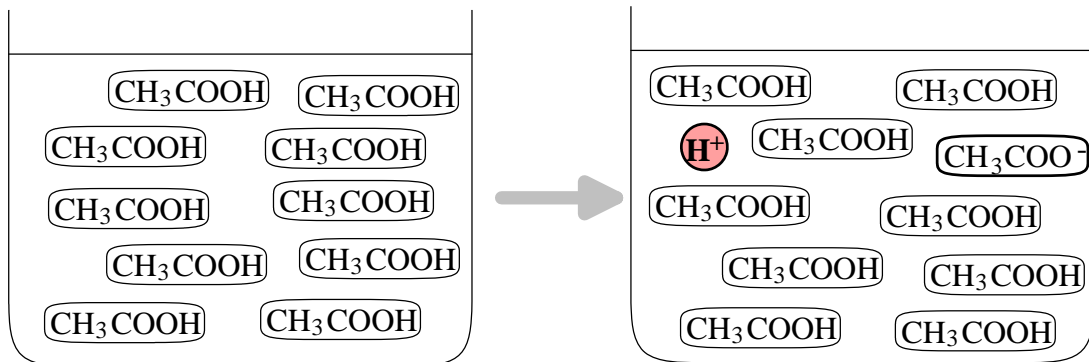
反応量	+)	- 0.1 mol/L	+ 0.1 mol/L	+ 0.1 mol/L
-----	----	-------------	-------------	-------------

反応後

	0.1 mol/L	0.1 mol/L	
--	-----------	-----------	--

$$\parallel$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-1} \rightarrow \text{pH} = 1$$

弱酸 CH₃COOH の場合0.1 mol/L CH₃COOH

反応前 0.1 mol/L

反応量	+)	- 0.001	+ 0.001	+ 0.001
-----	----	---------	---------	---------

反応後

	0.099 mol/L	0.001 mol/L	0.001 mol/L
--	-------------	-------------	-------------

$$\parallel$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-3} \rightarrow \text{pH} = 3$$

塩基 base

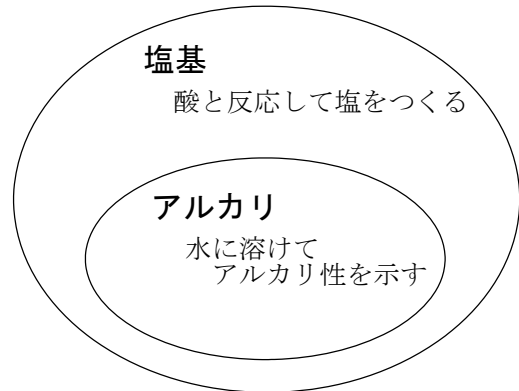
《塩基》 base

酸と反応して塩をつくる



〈アルカリ性〉

- pH () 以上
- リトマス () BTB ()
- 手につけると () (slippery)



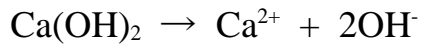
〈アルカリ性のもと〉

水酸化物イオン OH^-

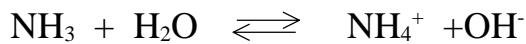
〈水酸化ナトリウム NaOH m.p. 328°C 〉



〈水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 〉

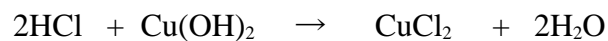


〈アンモニア NH_3 m.p. -77.7°C b.p. -33.4°C 〉



強塩基と弱塩基	塩基の価数
<p>強塩基 (水に溶ける水酸化物) NaOH $\text{Ca}(\text{OH})_2$</p> <p>弱塩基 (一部が電離し平衡状態になる) NH_3</p> <p>弱塩基 (水に溶けにくい水酸化物) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ $\text{Fe}(\text{OH})_3$</p>	<p>1 価の塩基 NaOH KOH NH_3</p> <p>2 価の塩基 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{Cu}(\text{OH})_2$</p> <p>3 価の塩基 $\text{Fe}(\text{OH})_3$</p>

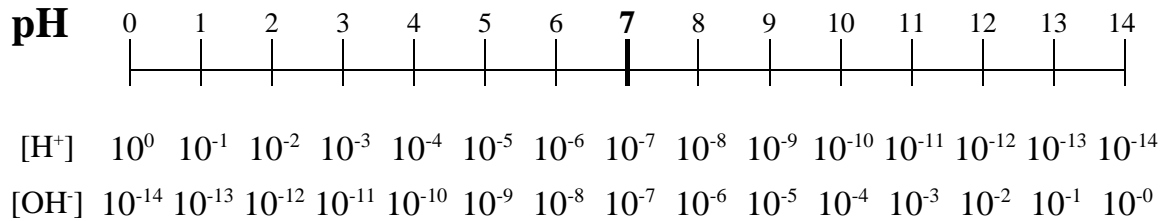
水に溶けにくい水酸化物 --- 酸とは反応 (中和) して塩を生じるので塩基である。



pH 水素イオン指数

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = a \Leftrightarrow [\text{H}^+] = 10^{-a}$$

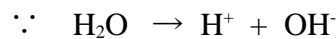


$$[\text{H}^+] \times [\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

[H⁺], [OH⁻] の両方とも多量には存在できない。



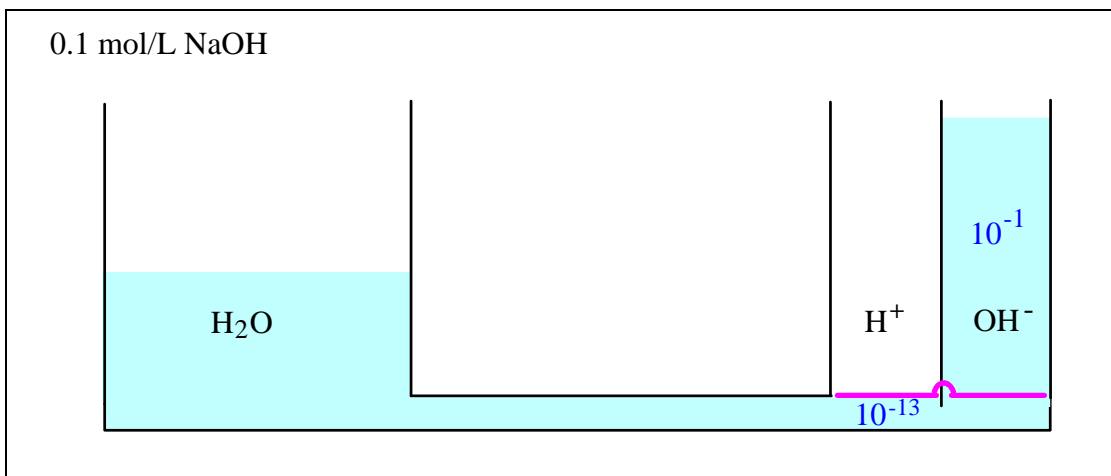
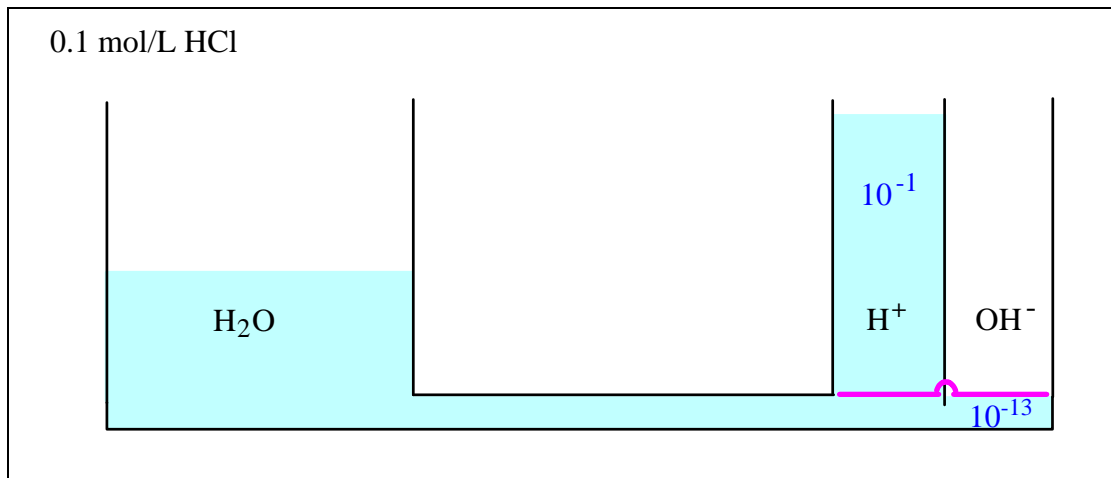
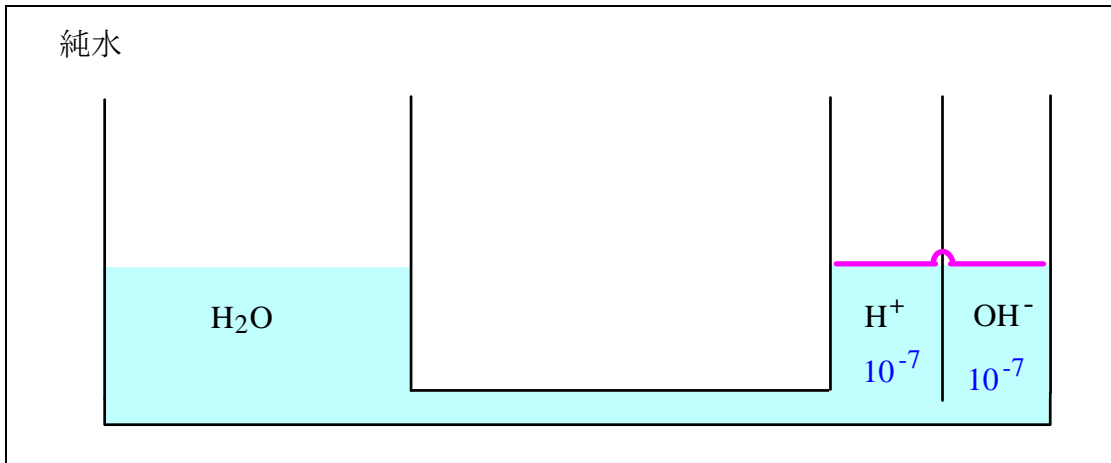
[H⁺], [OH⁻] の両方とも 0 にはならない。

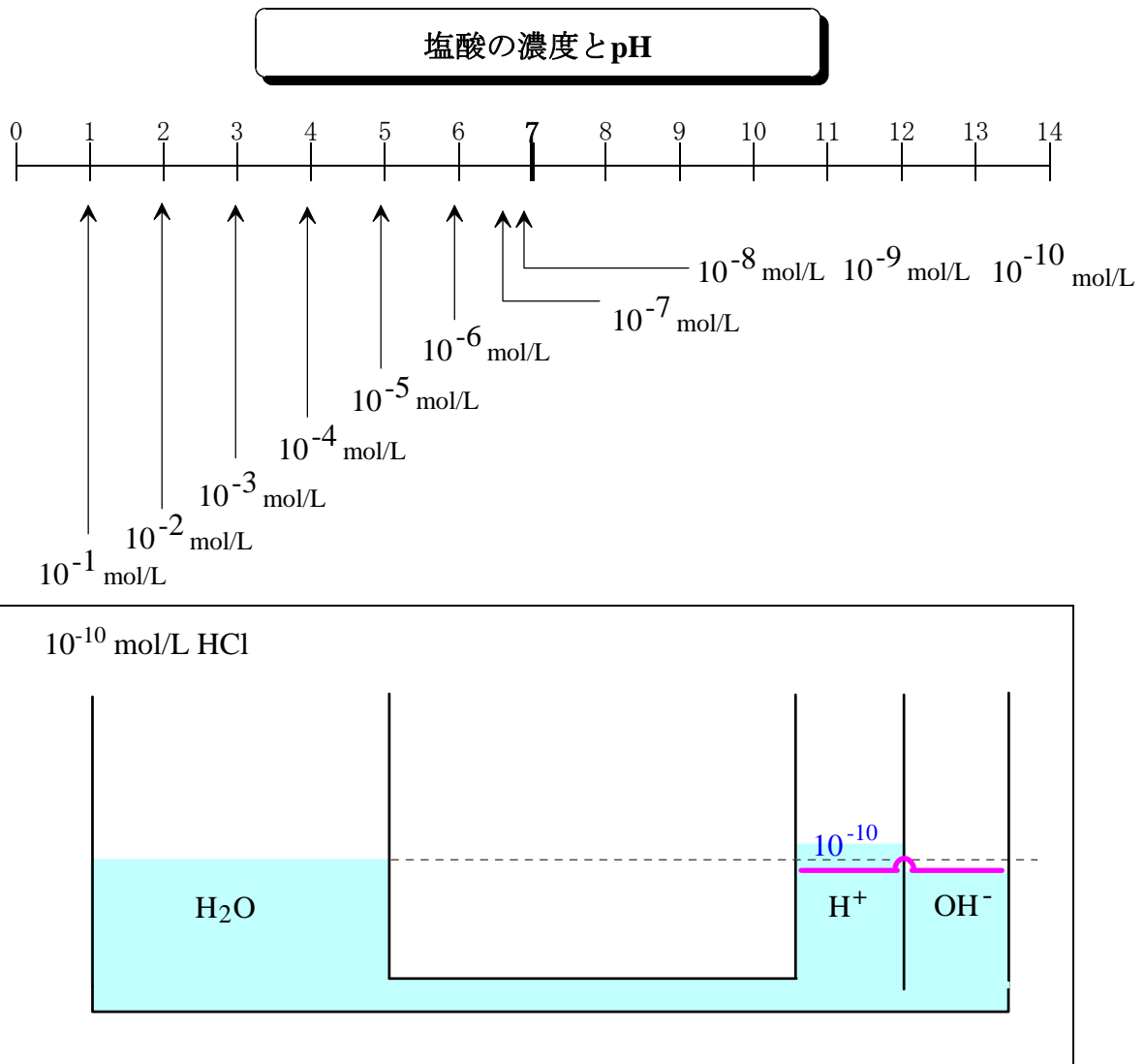


溶液	電離度	[HCl] mol/L	[H ⁺] mol/L	[OH ⁻] mol/L	pH
0.1M HCl	1.0	0.0	1.0 × 10⁻¹	1.0 × 10 ⁻¹³	1
0.01M HCl	1.0	0.0	1.0 × 10⁻²	1.0 × 10 ⁻¹²	2
0.001M HCl	1.0	0.0	1.0 × 10⁻³	1.0 × 10 ⁻¹¹	3
0.0001M HCl	1.0	0.0	1.0 × 10⁻⁴	1.0 × 10 ⁻¹⁰	4
0.00001M HCl	1.0	0.0	1.0 × 10⁻⁵	1.0 × 10 ⁻⁹	5

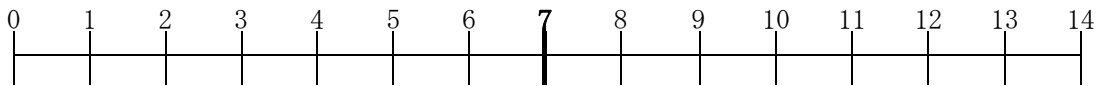
溶液	電離度	[CH ₃ COOH] mol/L	[H ⁺] mol/L	{OH ⁻ } mol/L	pH
0.1M CH₃COOH	0.013	9.9 × 10 ⁻²	1.3 × 10⁻³	7.7 × 10 ⁻¹²	2.9
0.01M CH₃COOH	0.041	9.6 × 10 ⁻³	4.1 × 10⁻⁴	2.5 × 10 ⁻¹¹	3.4
0.001M CH₃COOH	0.12	8.8 × 10 ⁻⁴	1.2 × 10⁻⁴	8.2 × 10 ⁻¹¹	3.9
0.0001M CH₃COOH	0.34	6.6 × 10 ⁻⁵	3.4 × 10⁻⁵	3.0 × 10 ⁻¹⁰	4.5
0.00001M CH₃COOH	0.71	2.9 × 10 ⁻⁶	7.1 × 10⁻⁶	1.4 × 10 ⁻⁹	5.1

次の変化が、右向きに進んだり、左向きに進んだりしてバランスをとっている。





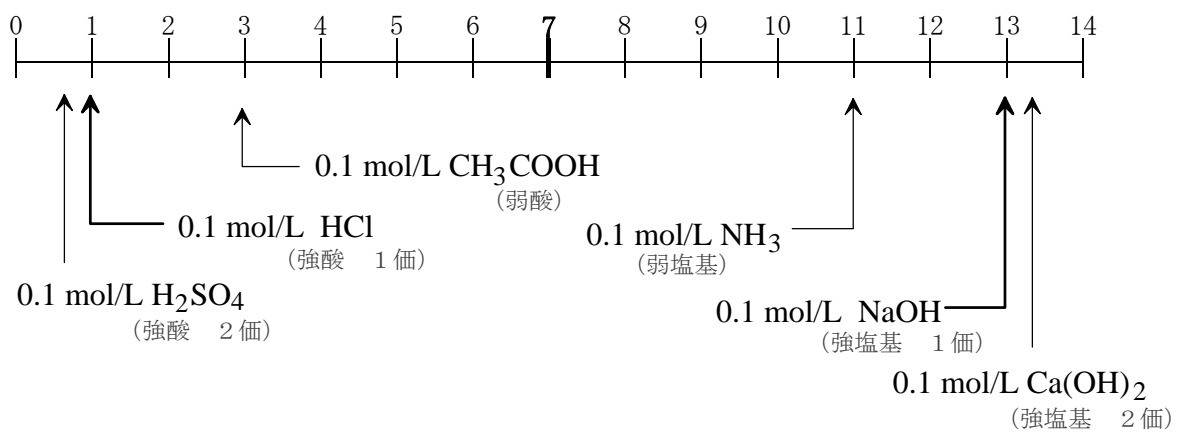
次の6種類の溶液の pH を図に描き入れなさい。おおよその位置でよい。



- 0.1 mol/L HCl
- 0.1 mol/L H_2SO_4
- 0.1 mol/L CH_3COOH (電離度0.01)
- 0.1 mol/L NaOH
- 0.1 mol/L $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- 0.1 mol/L NH_3 (電離度0.01)

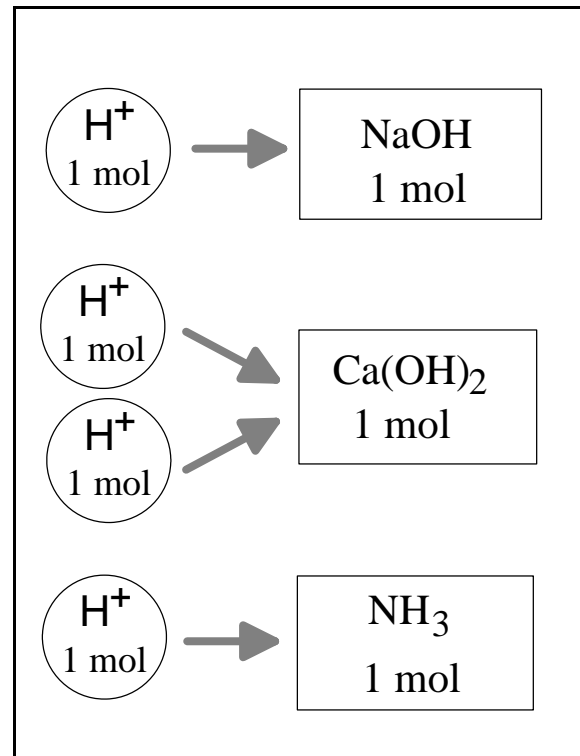
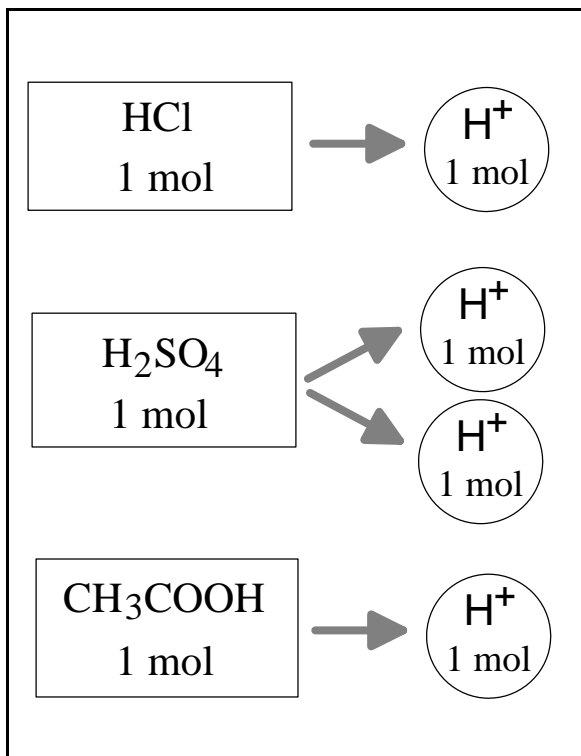
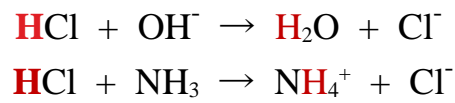
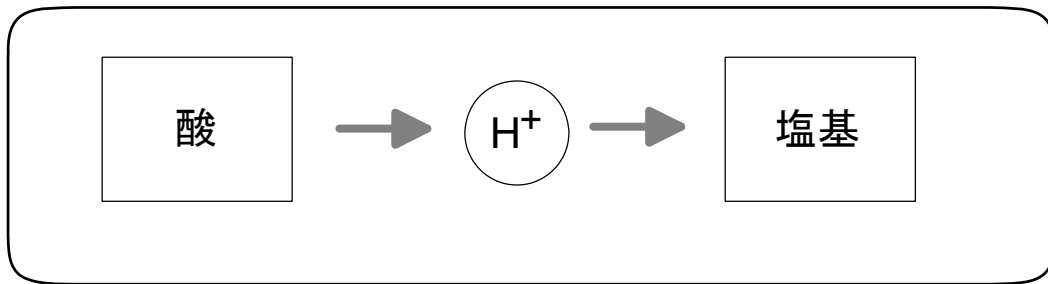
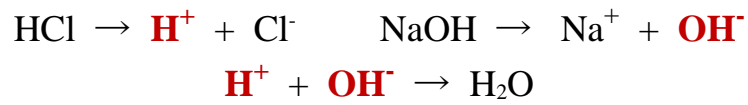
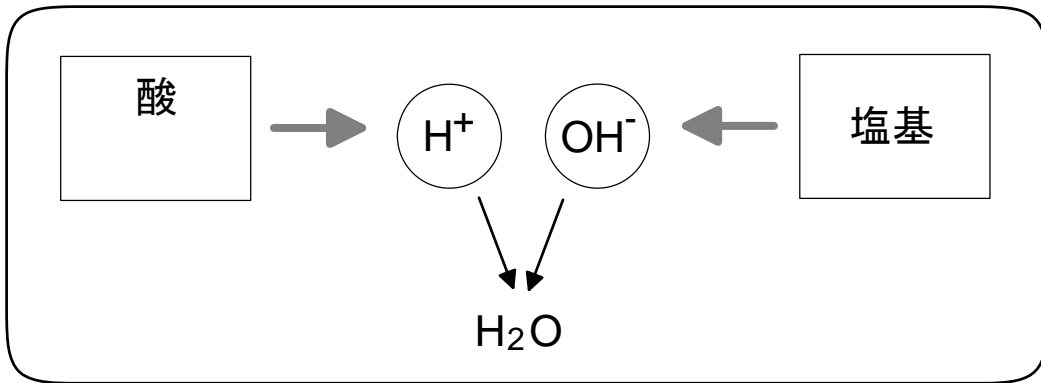
塩酸の濃度とpH

c (mol/L)	[H ⁺]	[OH ⁻]	pH
10 ⁻¹	0.10000000000	0.00000000000	1.0000
10 ⁻²	0.01000000000	0.00000000000	2.0000
10 ⁻³	0.00100000001	0.00000000001	3.0000
10 ⁻⁴	0.00010000010	0.00000000010	4.0000
10 ⁻⁵	0.00001000100	0.00000000100	5.0000
10 ⁻⁶	0.00000100990	0.00000000990	5.9957
10 ⁻⁷	0.00000016180	0.00000006180	6.7910
10 ⁻⁸	0.00000010512	0.00000009512	6.9783
10 ⁻⁹	0.00000010050	0.00000009950	6.9978
10 ⁻¹⁰	0.00000010005	0.00000009995	6.9998



	[OH ⁻]	[H ⁺]	pH
0.1 mol/L HCl		0.1 = 10 ⁻¹	1
0.1 mol/L H ₂ SO ₄		0.2 = 2 × 10 ⁻¹	<1 (0.70)
0.1 mol/L CH ₃ COOH (電離度0.01)		0.001 = 10 ⁻³	3
0.1 mol/L NaOH	0.1 = 10 ⁻¹	10 ⁻¹³	13
0.1 mol/L Ca(OH) ₂	0.2 = 2 × 10 ⁻¹	0.5 × 10 ⁻¹³	>13
0.1 mol/L NH ₃ (電離度0.01)		10 ⁻¹¹	11 (13.3)

中和



中和の量的関係

酸の放出する H⁺ の物質量 = 塩基の放出する OH⁻ の物質量
(塩基の受け取る H⁺ の物質量)

酸の価数 × 酸の物質量 = 塩基の価数 × 塩基の物質量

中和滴定の量的関係

酸 a 価 c mol/L V mL

塩基 b 価 c' mol/L V' mL

$$a \times c \times V / 1000 = b \times c' \times V' / 1000$$

$$a \times c \times V = b \times c' \times V'$$

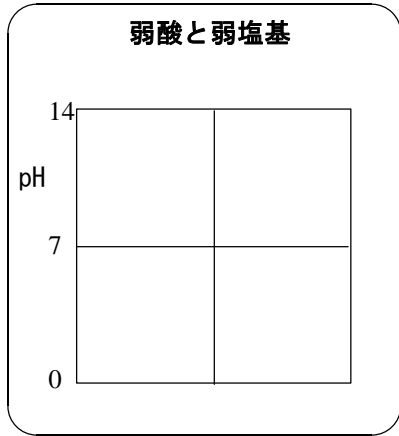
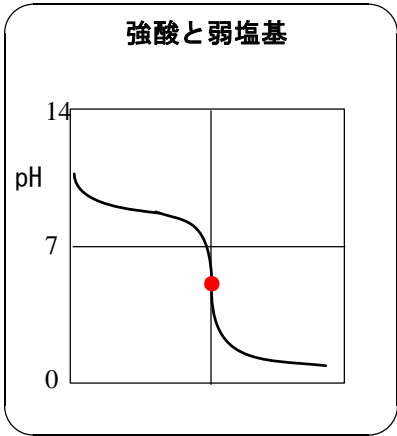
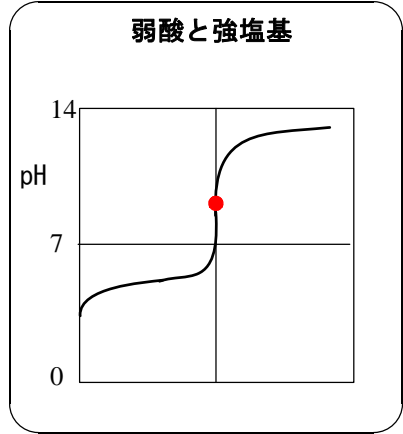
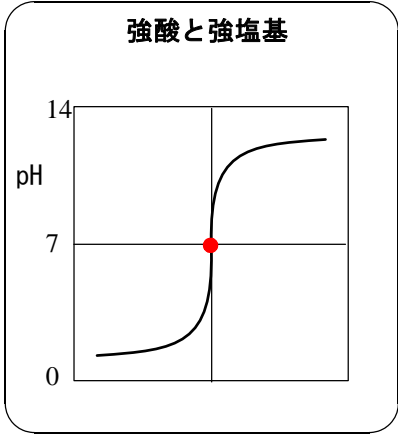
酸の与える H⁺ (mol) = a × c (mol/L) × V / 1000 (L)

塩基の受け取る H⁺ (mol) = b × c' (mol/L) × V' / 1000 (L)

次の酸と塩基が中和するように、() 内に数字を入れよ。

酸	塩基
HCl 1 mol	Ca(OH) ₂ (0.5) mol
H ₂ SO ₄ 0.1 mol	NH ₃ (0.2) mol
0.1 mol/L HCl 10 mL	0.1 mol/L NaOH (10) mL
0.1 mol/L H ₂ SO ₄ 10 mL	0.1 mol/L NaOH (20) mL
0.1 mol/L HCl 10 mL	(0.2) mol/L NaOH 5 mL
(0.72) mol/L CH ₃ COOH 10 mL	0.9 mol/L NaOH 8 mL
H ₂ SO ₄ 1 mol	NH ₃ (44.8) L (標準状態)
0.1 mol/L H ₂ SO ₄ 100 mL	NH ₃ (0.448) L (標準状態)

滴定曲線



正塩の水溶液の液性

酸		塩基		塩
強酸	+	強塩基	→	中性
強酸	+	弱塩基	→	酸性
弱酸	+	強塩基	→	塩基性
弱酸	+	弱塩基	→	

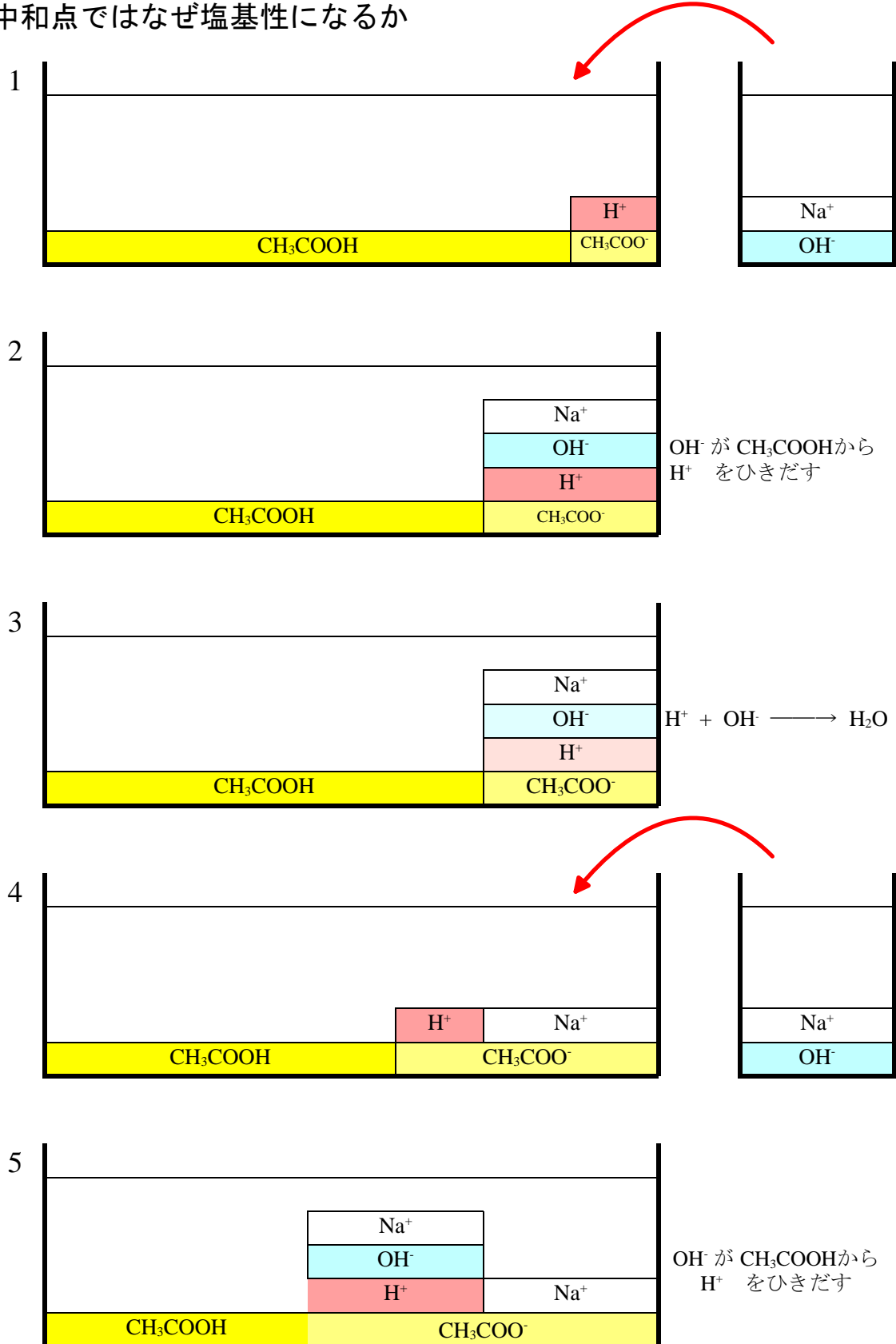
塩の水溶液の液性を推定

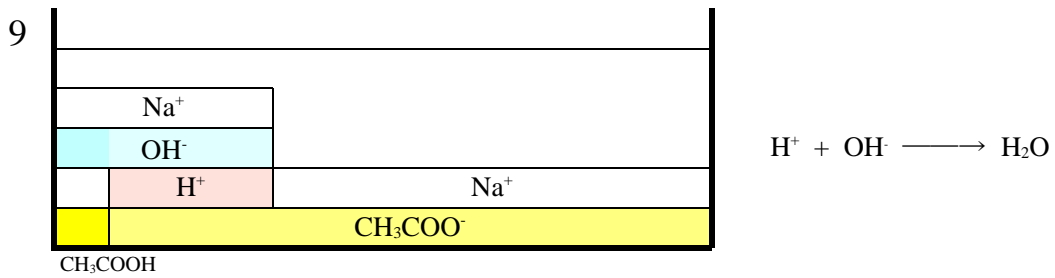
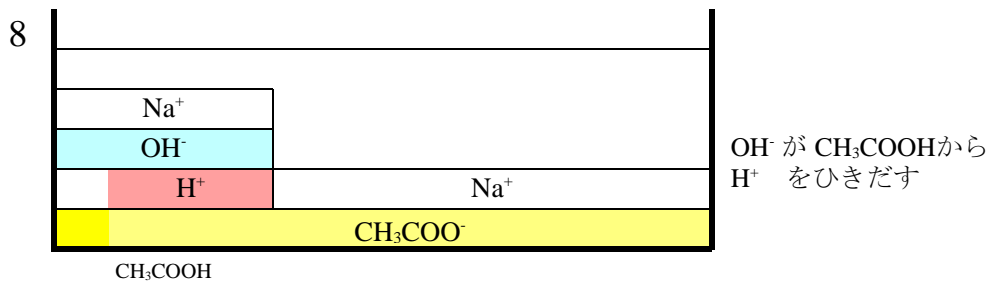
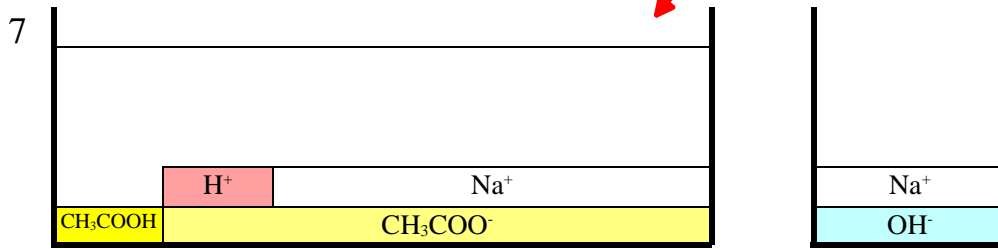
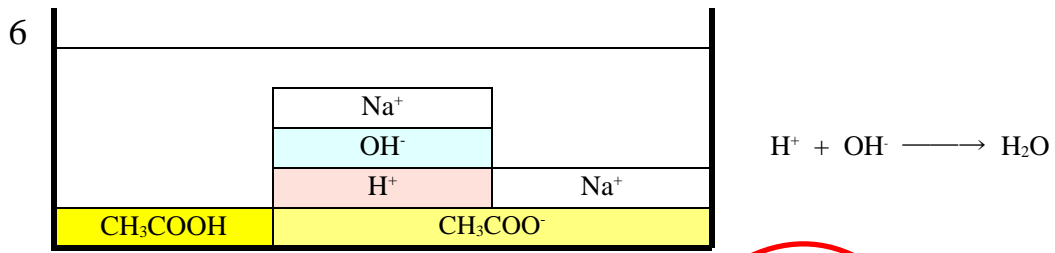
n : 中性
a : 酸性
b : 塩基性

酸		塩基		塩	
(<i>Strong</i>)		(<i>Weak</i>)			
HCl	S	NaOH	S	NaCl	<i>n</i>
CH ₃ COOH	<i>w</i>	NaOH	S	CH ₃ COONa	<i>b</i>
2HCl	S	Ca(OH) ₂	S	CaCl ₂	<i>n</i>
HCl	S	KOH	S	KCl	<i>n</i>
2HCl	S	Mg(OH)₂	<i>w</i>	MgCl₂	<i>a</i>
HCl	S	NH₃	<i>w</i>	NH₄Cl	<i>a</i>
HNO₃	S	NaOH	S	NaNO₃	<i>n</i>
H₂SO₄	S	NaOH	S	NaHSO₄	<i>a</i>
H₂SO₄	S	2NaOH	S	Na₂SO₄	<i>n</i>
H₂SO₄	S	Ca(OH)₂	S	CaSO₄	<i>n</i>
H₂SO₄	S	Mg(OH)₂	<i>w</i>	MgSO₄	<i>a</i>
H₂SO₄	S	Cu(OH)₂	<i>w</i>	CuSO₄	<i>a</i>
H₂CO₃	<i>w</i>	NaOH	S	NaHCO₃	<i>b</i>
H₂CO₃	<i>w</i>	2NaOH	S	Na₂CO₃	<i>b</i>
H₂SO₃	<i>w</i>	2NaOH	S	Na₂SO₃	<i>b</i>
H₂SO₄	S	KOH	S	KHSO₄	<i>a</i>
H₂SO₄	S	2KOH	S	K₂SO₄	<i>n</i>

青字の場合は、正塩ではないので、規則は適用できない。ここにあげた3つの場合を覚えておけば十分である。
NaHSO₄ (KHSO₄) は、**H₂SO₄** を **NaOH (KOH)** で完全に中和する途中の生成物だから酸性と考えてよい。

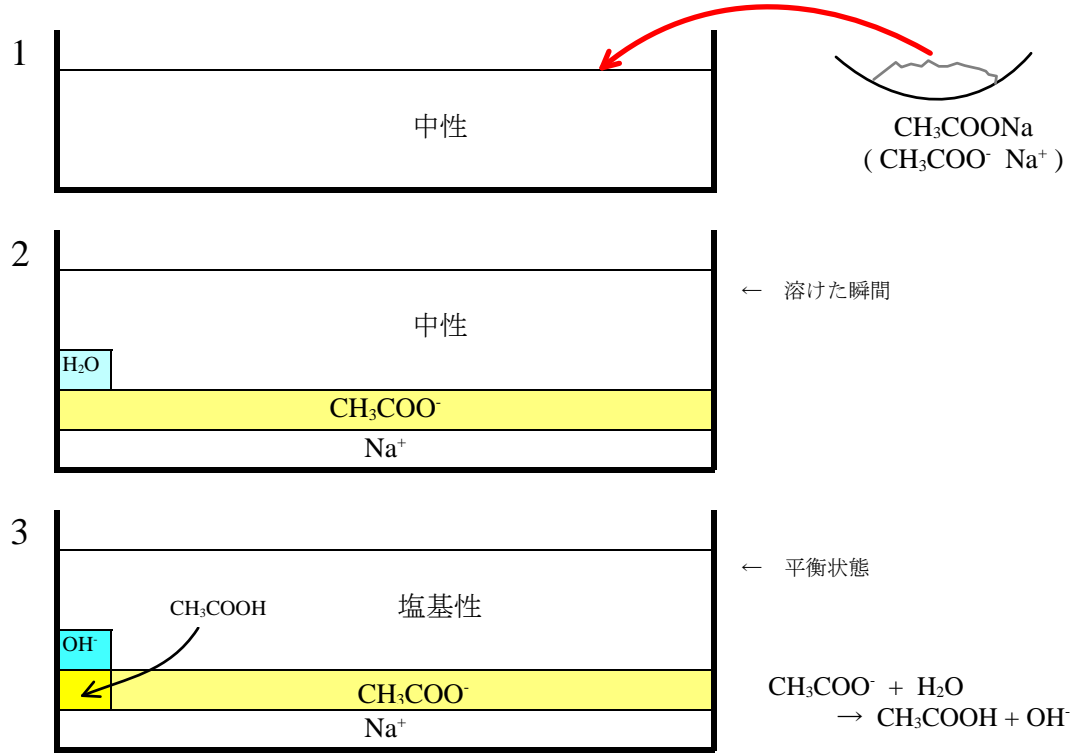
CH₃COOH 水溶液を, NaOH 水溶液で滴定した場合,
中和点ではなぜ塩基性になるか



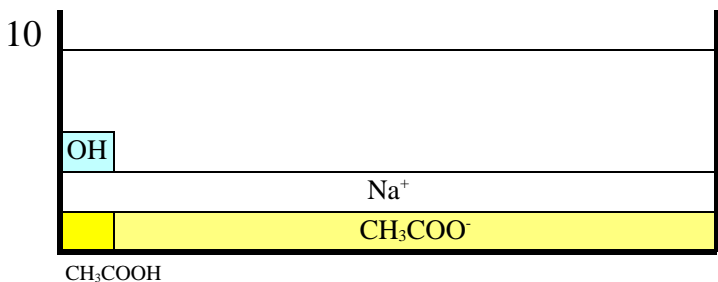


塩の加水分解

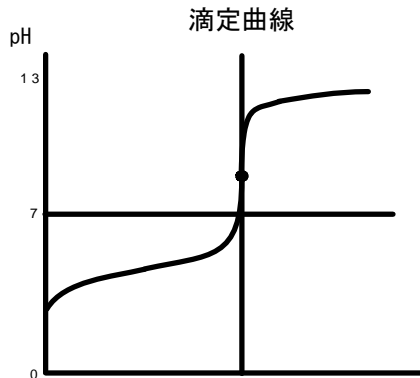
酢酸ナトリウム (CH_3COONa) を水に溶かした場合



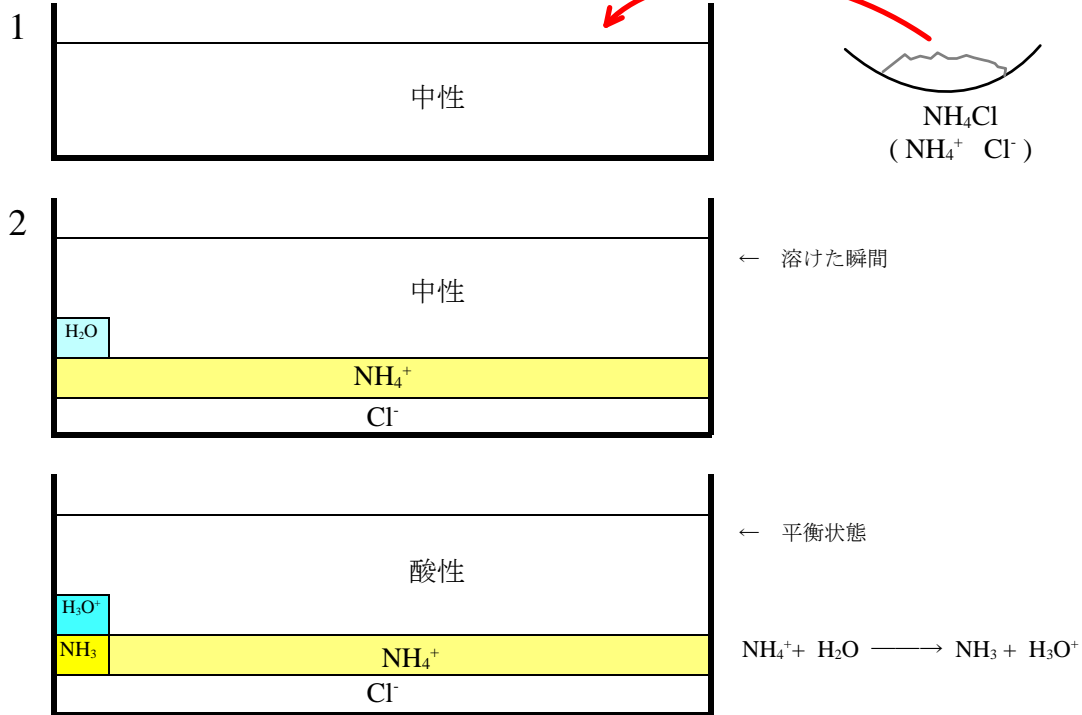
[参考] 酢酸と水酸化ナトリウム水溶液が中和して酢酸ナトリウム (CH_3COONa) ができた場合



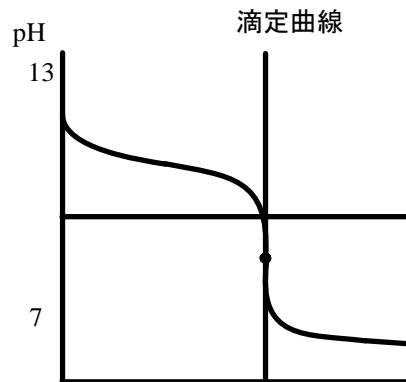
電離しない CH_3COOH が残る
 OH^- があるから、塩基性になる



塩化アンモニウム (NH₄Cl) を水に溶かした場合



[参考] アンモニア水溶液を塩酸で中和して塩化アンモニウム (NH₄Cl) ができた場合



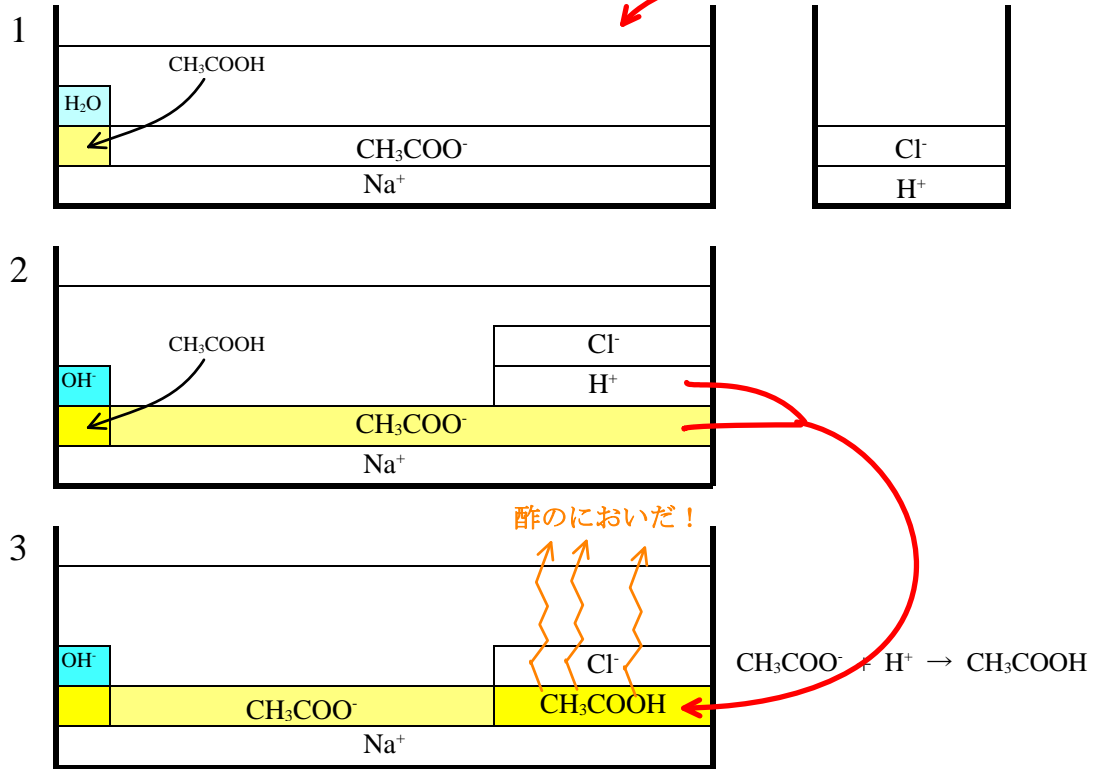
正塩の水溶液の液性

酸		塩基		塩
強酸	+	強塩基	→	中性
強酸	+	弱塩基	→	酸性
弱酸	+	強塩基	→	塩基性
弱酸	+	弱塩基	→	

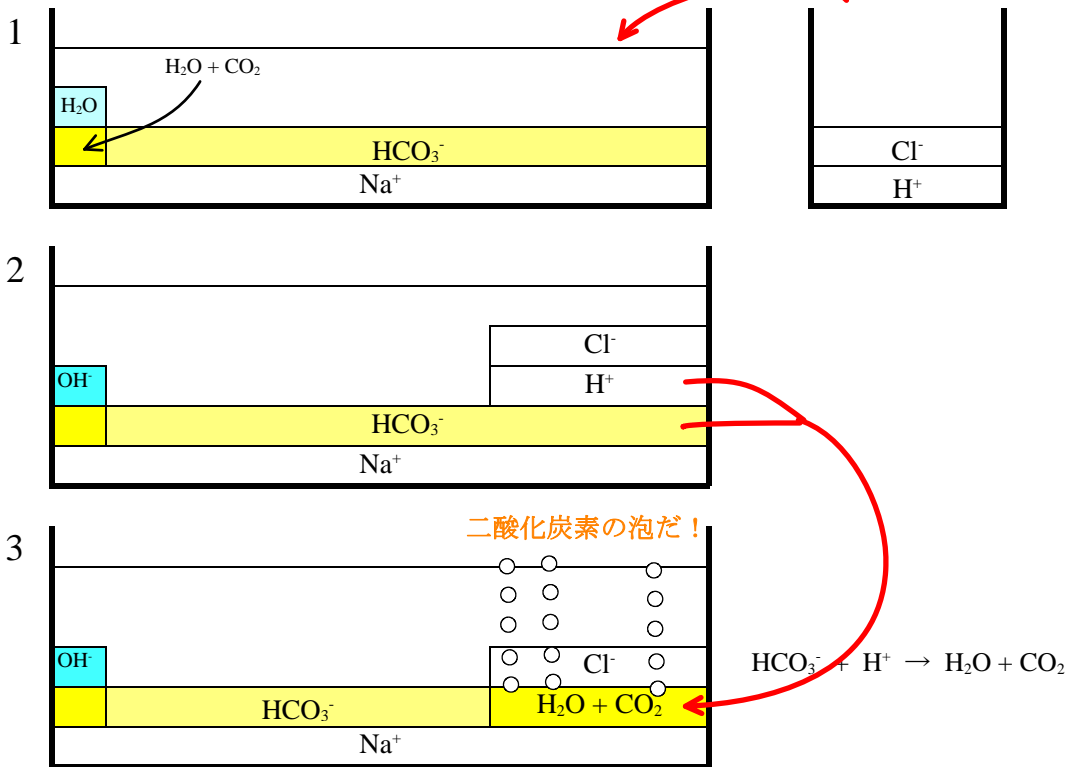
弱酸の塩，弱塩基の塩の反応

強い酸が弱い酸を追い出す
強い塩基が弱い塩基を追い出す

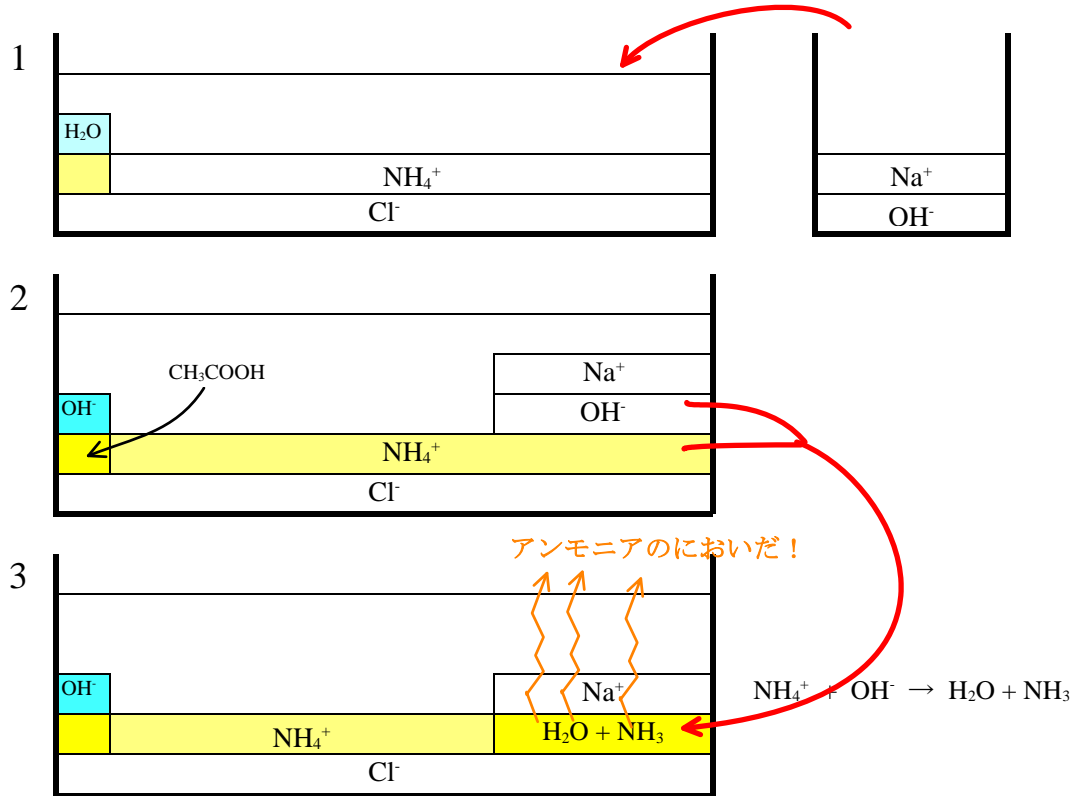
酢酸ナトリウム水溶液に塩酸を加えた場合



炭酸水素ナトリウム水溶液に塩酸を加えた場合



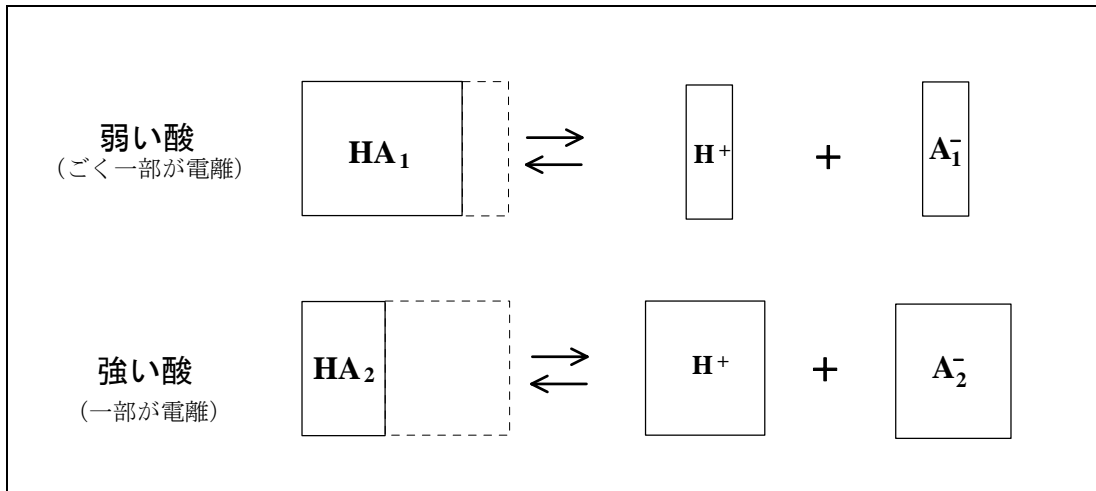
塩化アンモニウム水溶液に水酸化ナトリウムを加えた場合



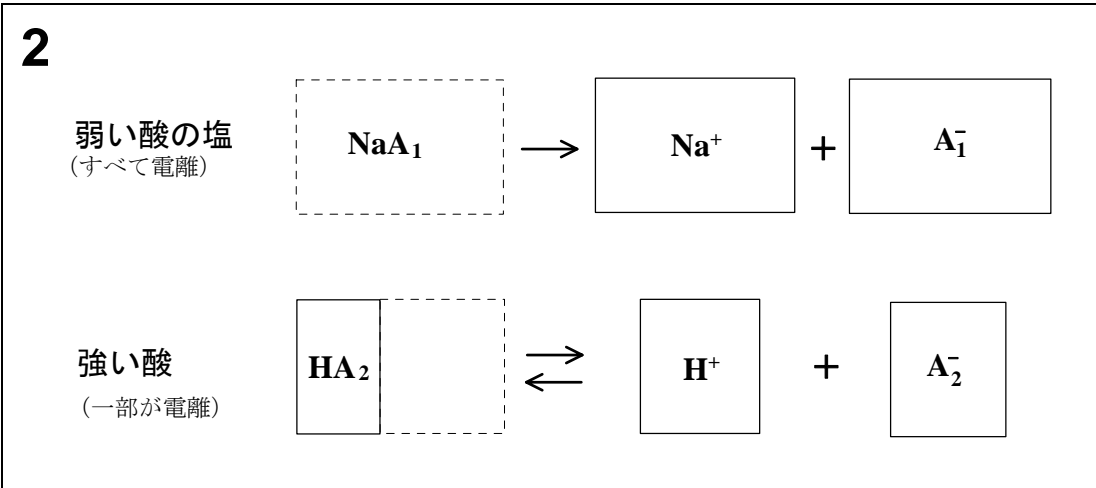
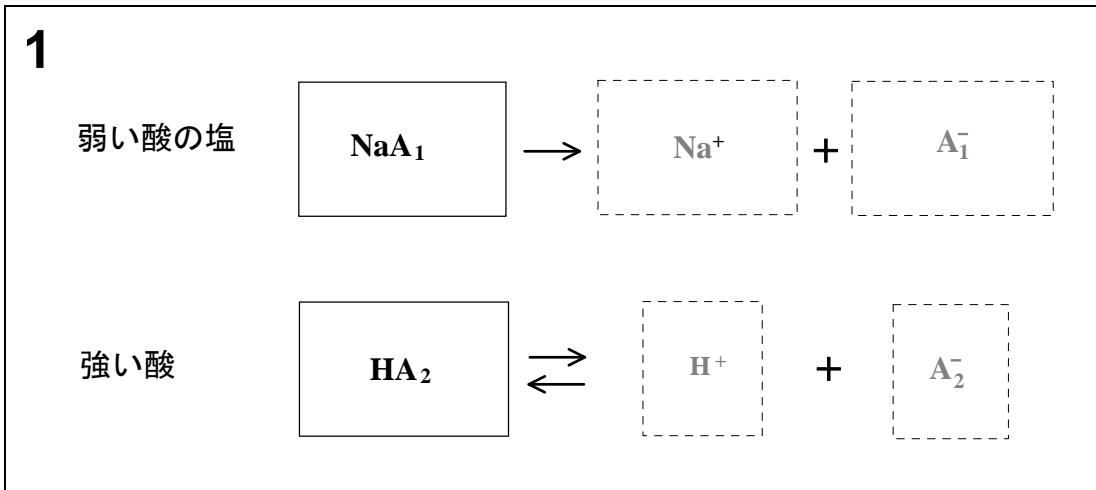
弱い酸の塩		強い酸		弱い酸		
CaF_2	+	H_2SO_4	\rightarrow	HF	+	CaSO_4
FeS	+	H_2SO_4	\rightarrow	H_2S	+	FeSO_4
FeS	+	2HCl	\rightarrow	H_2S	+	FeCl_2
NaHSO_3	+	H_2SO_4	\rightarrow	$\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$	+	NaHSO_4
Na_2CO_3	+	H_2SO_4	\rightarrow	$\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	+	Na_2SO_4
CaCO_3	+	2HCl	\rightarrow	$\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	+	CaCl_2
NaHCO_3	+	HCl	\rightarrow	$\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	+	NaCl
Na_2CO_3	+	2HCl	\rightarrow	$\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	+	2NaCl
$2 \text{CH}_3\text{COONa}$	+	H_2SO_4	\rightarrow	$2 \text{CH}_3\text{COOH}$	+	Na_2SO_4

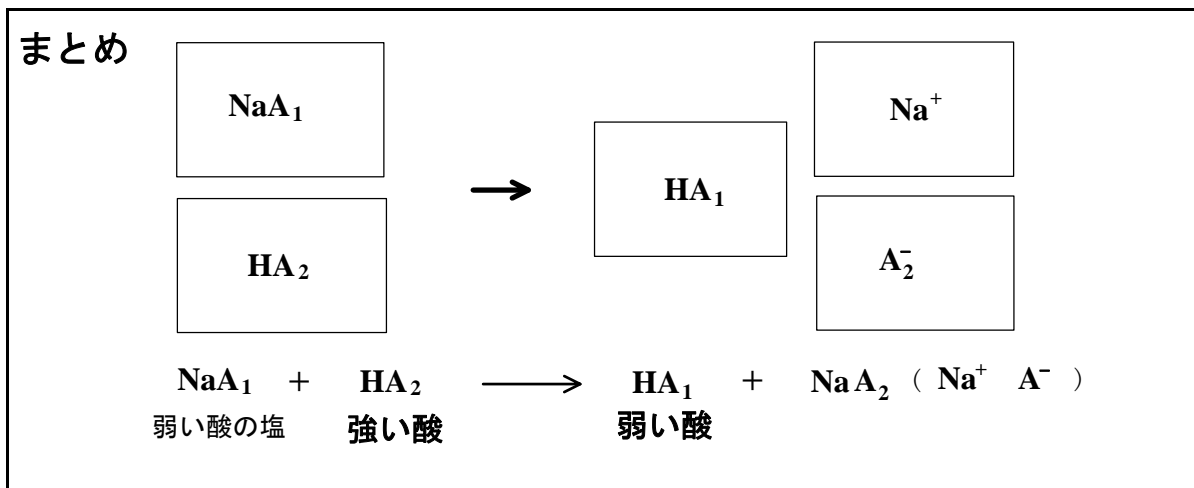
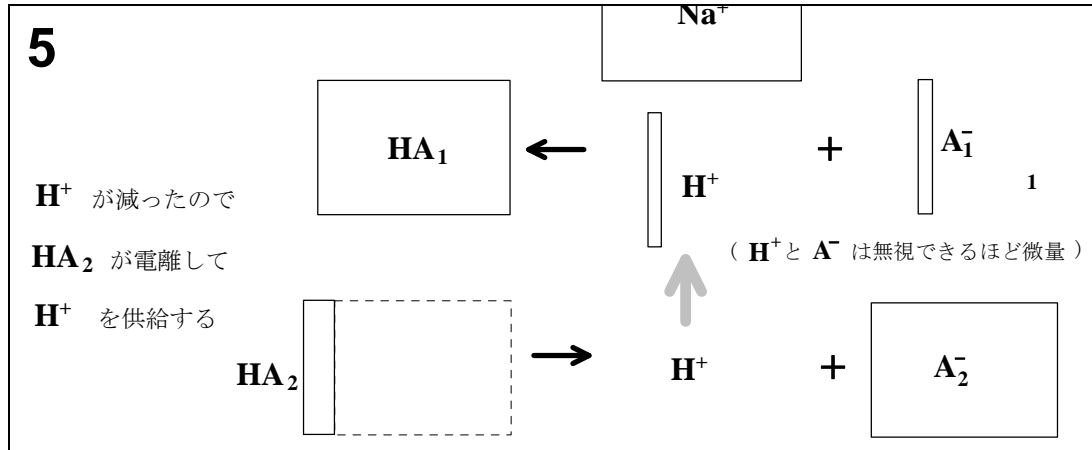
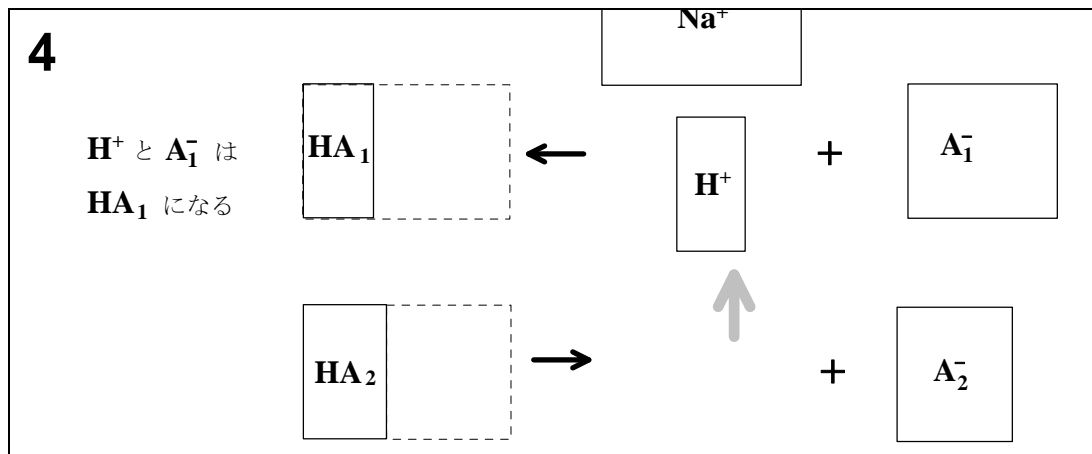
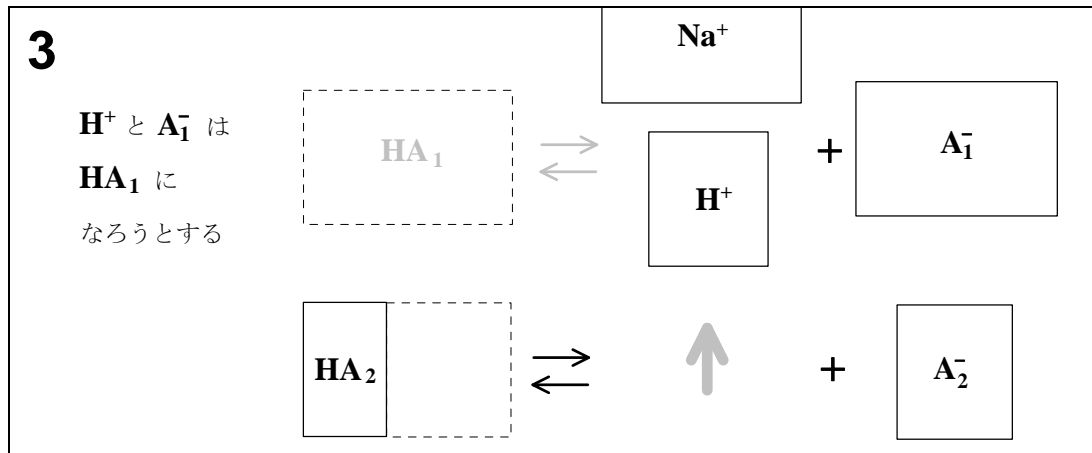
弱い塩基の塩		強い塩基		弱い塩基		
$2 \text{NH}_4\text{Cl}$	+	Ca(OH)	\rightarrow	2NH_3	+	$\text{CaCl}_2 + 2$

弱い酸と強い酸



強い酸が弱い酸を追い出すとは





強い酸 が 弱い酸 を追い出す
 強い塩基 が 弱い塩基 を追い出す

弱い酸の塩	強い酸	→	弱い酸	+	
	+		HF	+	CaSO ₄
	+		H ₂ S	+	FeSO ₄
	+		H ₂ S	+	FeCl ₂
	+		H ₂ O + SO ₂ (H ₂ SO ₃)	+	NaHSO ₄
	+		H ₂ O + CO ₂ (H ₂ CO ₃)	+	Na ₂ SO ₄
	+		H ₂ O + CO ₂ (H ₂ CO ₃)	+	CaCl ₂
	+		H ₂ O + CO ₂ (H ₂ CO ₃)	+	NaCl
	+		H ₂ O + CO ₂ (H ₂ CO ₃)	+	2 NaCl
	+		2 CH ₃ COOH	+	Na ₂ SO ₄
弱い塩基の塩	強い塩基	→	弱い塩基	+	
	+		2 NH ₃	+	CaCl ₂ + 2 H ₂ O

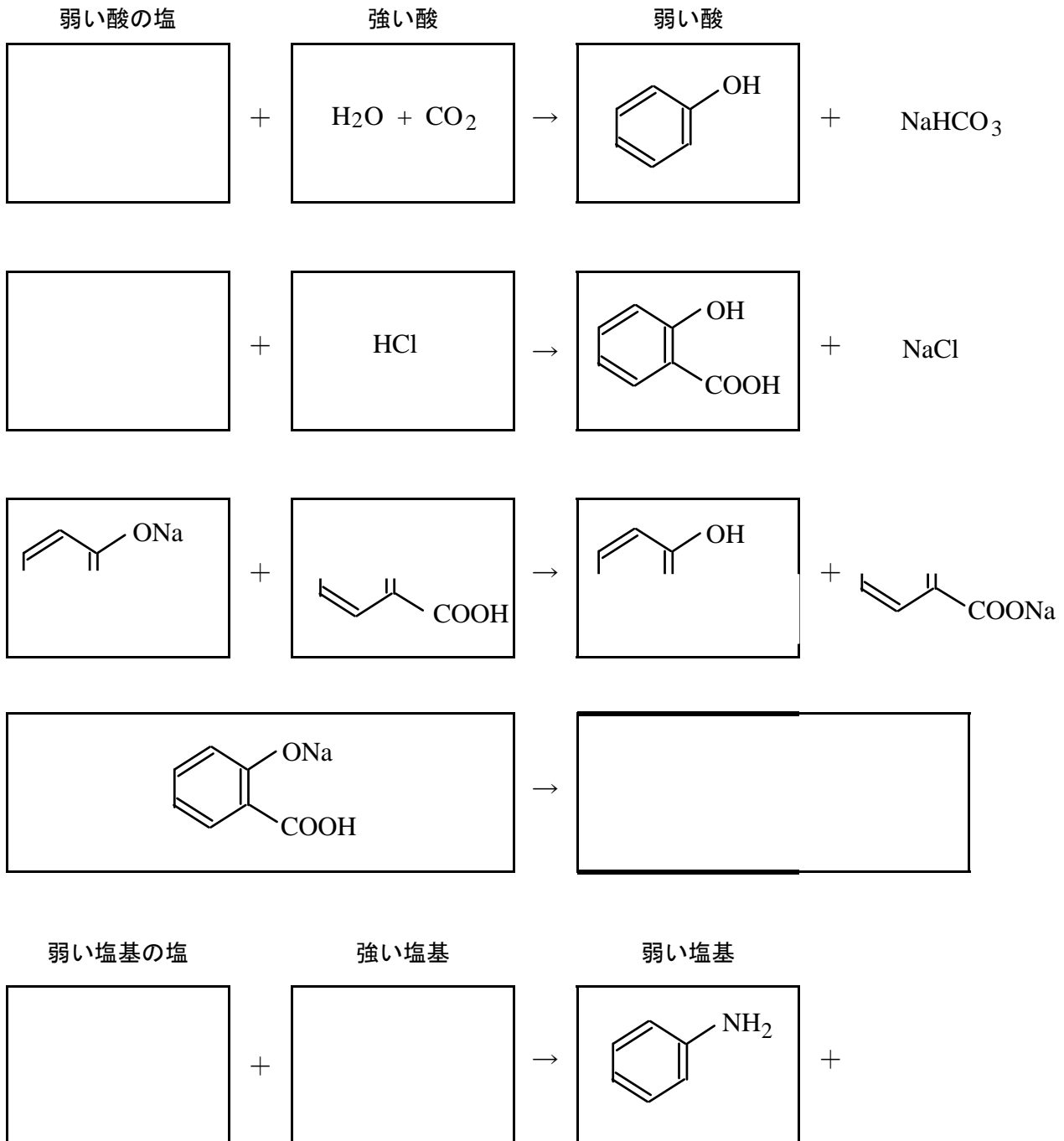
酸の強弱



強い酸 が 弱い酸 を追い出す
強い塩基 が 弱い塩基 を追い出す

弱い酸の塩		強い酸		弱い酸		
CaF ₂	+	H ₂ SO ₄	→	HF	+	CaSO ₄
FeS	+	H ₂ SO ₄	→	H ₂ S	+	FeSO ₄
FeS	+	2 HCl	→	H ₂ S	+	FeCl ₂
NaHSO ₃	+	H ₂ SO ₄	→	H ₂ O + SO ₂ (H ₂ SO ₃)	+	NaHSO ₄
Na ₂ CO ₃	+	H ₂ SO ₄	→	H ₂ O + CO ₂ (H ₂ CO ₃)	+	Na ₂ SO ₄
CaCO ₃	+	2 HCl	→	H ₂ O + CO ₂ (H ₂ CO ₃)	+	CaCl ₂
NaHCO ₃	+	HCl	→	H ₂ O + CO ₂ (H ₂ CO ₃)	+	NaCl
Na ₂ CO ₃	+	2 HCl	→	H ₂ O + CO ₂ (H ₂ CO ₃)	+	2 NaCl
2 CH ₃ COONa	+	H ₂ SO ₄	→	2 CH ₃ COOH	+	Na ₂ SO ₄
<hr/>						
弱い塩基の塩		強い塩基		弱い塩基		
2 NH ₄ Cl	+	Ca(OH) ₂	→	2 NH ₃	+	CaCl ₂ + 2 H ₂ O

強い酸 が 弱い酸 を追い出す
 強い塩基 が 弱い塩基 を追い出す



強い酸 が 弱い酸 を追い出す
 強い塩基 が 弱い塩基 を追い出す

