Тема:
Гидролиз солей

Гидролиз солей – реакция ионного обмена соли с водой с образованием слабого электролита (вода, слабая кислота, слабое основание)

Кислоты	
Слабые электролиты	Сильные электролиты
HF H_2S HCN H_2Se $HSCN$ H_2Te	HCl HBr HI
H_2SO_3 H_2CO_3 H_2SiO_3 HNO_2 $HClO_2$ $HClO$ H_3PO_4 (по II иIII ступени)	HNO_3 H_2SO_4 $HClO_4$ H_2SeO_4 $HClO_3$ H_2CrO_4 $HMnO_4$ $H_2Cr_2O_7$

Основания

Сильные электролиты	Слабые электролиты
щелочи $MeOH$, где Me: Li, Na, K, Rb, Cs основания $Me(OH)_2$, где Me: Ca, Sr, Ba, Ra	все остальные, нерастворимые в воде основания $Mg(OH)_2$, $Fe(OH)_2$, $Cu(OH)_2$ в т.ч. и амфотерные гидроксиды

Тип соли	Тип гидролиза	Реакция среды раствора
I соль образована сильным основанием и сильной кислотой	—— **не подвергается гидролизу**	нейтральная $[H^+]=[OH^-]$, pH=7
II соль образована слабым основанием и сильной кислотой	**по катиону**	Кислая $[H^+]>[OH^-]$, pH<7
III соль образована сильным основанием и слабой кислотой	**по аниону**	Щелочная $[H^+]<[OH^-]$, pH>7
IV соль образована слабым основанием и слабой кислотой	**и по катиону и по аниону**	а) нейтральная, pH=7 $K_а \approx K_в$ б) слабокислая, pH<7 $K_а > K_в$ в) слабощелочная, pH>7 $K_а < K_в$

Na_2CO_3

$NaOH$ — сильное основание

H_2CO_3 — слабая кислота

$[OH]^- > [H]^+$

Щелочная среда

$AlCl_3$

$Al(OH)_3$ — слабое основание

HCl — сильная кислота

$[OH]^- < [H]^+$

Кислотная среда

$NaCl$

$NaOH$ — сильное основание

HCl — сильная кислота

$[OH]^- = [H]^+$

Среда нейтральная

$NaCl + H_2O \not\rightleftharpoons$

1. Соли, образованные сильным основанием и слабой кислотой

$$NaNO_2 + H_2O \rightleftharpoons NaOH + HNO_2$$

$$Na^+ + NO_2^- + HOH \rightleftharpoons Na^+ + HNO_2 + OH^-$$

$$NO_2^- + H_2O \rightleftharpoons HNO_2 + OH^-$$

$$K_г = \frac{[HNO_2][OH^-]}{[NO_2^-]} = \frac{K_w}{K_a}$$

K_a – константа диссоциации слабой кислоты

Ступенчатый гидролиз по многозарядному аниону

I ступень: $K_2CO_3 + H_2O \rightleftarrows KHCO_3 + KOH$

$$CO_3^{2-} + H_2O \rightleftarrows HCO_3^- + OH^-$$

$$K_{r1} = \frac{[HCO_3^-][OH^-]}{[CO_3^{2-}]} = \frac{K_w}{K_{a2}}$$

II ступень: $KHCO_3 + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3 + KOH$

$$HCO_3^- + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3 + OH^-$$

$$K_{r2} = \frac{[H_2CO_3][OH^-]}{[HCO_3^-]} = \frac{K_w}{K_{a1}}$$

$$\mathbf{K_{r1} > K_{r2}}$$

1. Соли, образованные сильным основанием и слабой кислотой

K_2CO_3 → KOH (сил.) + H_2CO_3 (слаб.)

$K_2CO_3 \rightarrow 2K^+ + CO_3^{2-}$

$HOH \rightleftharpoons OH^- + H^+$

Остаются в растворе

Соединяются

Число ступеней гидролиза $= n - 1 = 2 - 1 = 1$

$$CO_3^{2-} + H^+OH^- \rightleftharpoons HCO_3^- + OH^-$$

Щелочная среда

$$2K^+ + CO_3^{2-} + H^+OH^- \rightleftharpoons 2K^+ + HCO_3^- + OH^-$$

$$K_2CO_3 + HOH \rightleftharpoons KHCO_3 + KOH$$

Гидрокарбонат калия

гидролиз по аниону

Индикатор	Окраска
	pH > 7 щелочная
Фенолфталеин	малиновая
Метилоранж	желтая
Лакмус	синяя

2. Соли, образованные слабым основанием и сильной кислотой

$$NH_4Cl + H_2O \rightleftarrows NH_4OH + HCl$$

$$NH_4^+ + Cl^- + HOH \rightleftarrows NH_4OH + Cl^- + H^+$$

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_4OH + H^+$$

$$K_г = \frac{[NH_4OH][H^+]}{[NH_4^+]} = \frac{K_w}{K_в}$$

$K_в$ – константа диссоциации слабого основания

Ступенчатый гидролиз по многозарядному катиону

I ступень $MgCl_2 + H_2O \rightleftarrows MgOHCl + HCl$

$Mg^{2+} + H_2O \rightleftarrows MgOH^+ + H^+$

$$K_{г1} = \frac{[MgOH^+][H^+]}{[Mg^{2+}]} = \frac{K_w}{K_{в2}}$$

II ступень $MgOHCl + H_2O \rightleftarrows Mg(OH)_2 + HCl$

$MgOH^+ + H_2O \rightleftarrows Mg(OH)_2 + H^+$

$$K_{г2} = \frac{[Mg(OH)_2][H^+]}{[MgOH^+]} = \frac{K_w}{K_{в1}}$$

$$K_{г1} > K_{г2}$$

2. Соли, образованные слабым основанием и сильной кислотой.

$AlCl_3$ → $Al(OH)_3$ (слаб.)

$AlCl_3$ → HCl (сил.)

$AlCl_3 \rightarrow Al^{3+} + 3\,Cl^-$

$HOH \rightleftharpoons OH^- + H^+$

Соединяются

Остаются в растворе

Число ступеней гидролиза $= n - 1 = 3 - 1 = 2$

1 ступень:

$$Al^{3+} + H^{+}OH^{-} \rightleftharpoons AlOH^{2+} + H^{+}$$

2 ступень:

$$AlOH^{2+} + H^{+}OH^{-} \rightleftharpoons Al(OH)_2^{+} + H^{+}$$

Кислая среда

$$Al^{3+} + 3Cl^{-} + 2HOH \rightleftharpoons Al(OH)_2^{+} + 2H^{+} + 3Cl^{-}$$

$$Al^{3+} + 3Cl^{-} + 2HOH \rightleftharpoons Al(OH)_2^{+} + 2H^{+} + 3Cl^{-}$$

$$AlCl_3 + 2\ HOH \rightleftharpoons Al(OH)_2Cl + 2\ HCl$$

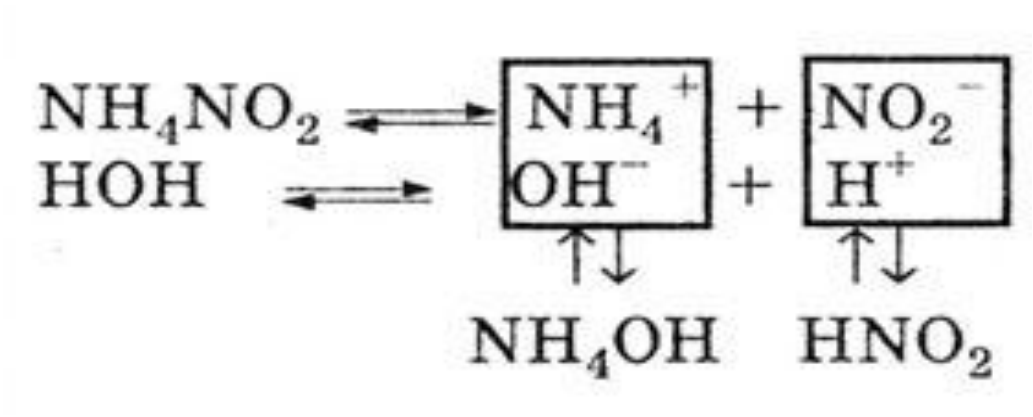
Дигидроксохлорид алюминия

гидролиз по катиону

Индикатор	Окраска
	pH < 7 кислая
Фенолфталеин	бесцветный
Метилоранж	розовый
Лакмус	красный

3. Соли, образованные слабым основанием и слабой кислотой

$$NH_4NO_2 + H_2O \rightleftarrows NH_4OH + HNO_2$$



$$K_г = \frac{[NH_4OH][HNO_2]}{[NH_4^+][NO_2^-]} = \frac{K_w}{K_a K_в}$$

3. Соли, образованные слабым основанием и слабой кислотой.

многозарядный анион

$(NH_4)_2S \rightarrow NH_4OH$ (слаб.)

$(NH_4)_2S \rightarrow H_2S$ (слаб.)

$$(NH_4)_2S \rightarrow 2NH_4^+ + S^{2-}$$

$$HOH \rightleftharpoons OH^- + H^+$$

Соединяются с образованием NH_4OH

Соединяются с образованием H_2S

$$2NH_4^+ + S^{2-} + 2H^+OH^- \rightarrow 2NH_4OH + H_2S\uparrow$$

$$(NH_4)_2S + 2HOH \longrightarrow 2NH_4OH + H_2S\uparrow$$

Гидролиз идет до конца.

гидролиз по аниону и по катиону

Индикатор	Окраска
	pH = 7 нейтральная
Фенолфталеин	бесцветный
Метилоранж	оранжевый
Лакмус	фиолетовый

Гидролиз некоторых солей также идет до конца, например,

$$Al_2S_3 + 6H_2O \rightarrow 2\,Al(OH)_3\downarrow + 3\,H_2S\uparrow,$$

т.к. образуются осадок и газообразное вещество

4. Соли, образованные сильным основанием и сильной кислотой.

гидролизу не подвергаются

NaCl

- NaOH (сил.)
- HCl (сил.)

$NaCl + HOH \not\rightleftharpoons$

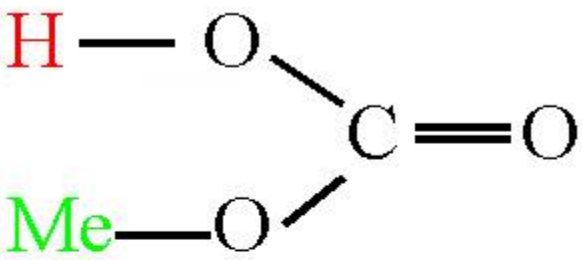
Реакция среды нейтральная

Урок. Химический опыт. Гидролиз солей угольной кислоты

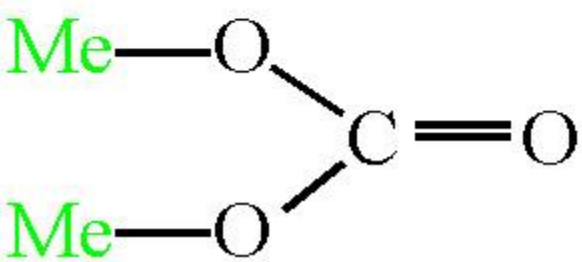
00:45 01:54

1 Опыт позволяет продемонстрировать гидролиз солей угольной кислоты в водном растворе.

ГИДРОКАРБОНАТЫ



КАРБОНАТЫ



$$Na_2CO_3 \rightleftarrows 2Na^+ + CO_3^{2-}$$

$$HOH \rightleftarrows OH^- + H^+$$

$$\uparrow\downarrow$$

$$HCO_3^-$$

Взаимное усиление гидролиза солей II и III типа

$$MgCl_2 + K_2CO_3 + H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2\downarrow + CO_2\uparrow + KCl$$

$$Mg^{2+} + 2Cl^- + 2K^+ + CO_3^{2-} + HOH \longrightarrow Mg(OH)_2\downarrow + CO_2\uparrow + 2K^+ + 2Cl^-$$

$$Mg^{2+} + CO_3^{2-} + H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2\downarrow + CO_2\uparrow$$

Гидролиз по аниону
Протекание процесса
2
Идет
Среда раствора
3
щелочная [OH⁻] > [H⁺]
Состав соли
1
СЛк-та
С.осн
Обратимость процесса
4
обратимый
Смещение равновесия в случае обратимости
5
влево (←)
Способы усиления гидролиза
6
разбавление раствора
повышение температуры
удаление продуктов (↓↑)
Способы подавления гидролиза
7
добавление продуктов (к-та или щелочь)
концентрирование продуктов, понижение температуры
Значение гидролиза
8
в неживой природе
в живой природе
в жизни человека

Гидролиз по катиону
Протекание процесса
2
Идет
Среда раствора
3
кислотная [H⁺] > [OH⁻]
Обратимость процесса
4
обратимый
Смещение равновесия в случае обратимости
5
влево (←)
Способы усиления гидролиза
6
разбавление раствора
повышение температуры
удаление продуктов (↓↑)
Способы подавления гидролиза
7
концентрирование продуктов
понижение температуры
добавление продуктов (к-та или щелочь)
Значение гидролиза
8
в неживой природе
в живой природе
в жизни человека
Состав соли
1
С к-та
СП осн