

Гидролиз солей



Екатерина
Дацук



Андрей
Степенин

Соль образована...	Отношение к гидролизу	Среда водного раствора	Окраска индикаторов
Сильным основанием Сильной кислотой NaCl , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KClO_3 ...	Гидролизу не подвергается	Нейтральная $\text{pH} = 7$	<input checked="" type="checkbox"/> Лакмус <input type="checkbox"/> Фенолфталеин <input type="checkbox"/> Метилоранж
Сильным основанием Слабой кислотой RbHS , K_2CO_3 , NaF ...	Гидролиз по аниону	Щелочная $\text{pH} > 7$	<input checked="" type="checkbox"/> Лакмус <input checked="" type="checkbox"/> Фенолфталеин <input type="checkbox"/> Метилоранж
Слабым основанием Сильной кислотой CuCl_2 , $\text{Be}(\text{NO}_3)_2$, ZnSO_4 ...	Гидролиз по катиону	Кислая $\text{pH} < 7$	<input type="checkbox"/> Лакмус <input type="checkbox"/> Фенолфталеин <input checked="" type="checkbox"/> Метилоранж
Слабым основанием Слабой кислотой NH_4F , $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn}$...	Гидролиз* по катиону и аниону	Может быть любой, определяется по данным из справочников	

* Необратим, если у соли стоит «?» или «–» в таблице растворимости: $\text{Al}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2\text{S} \uparrow$

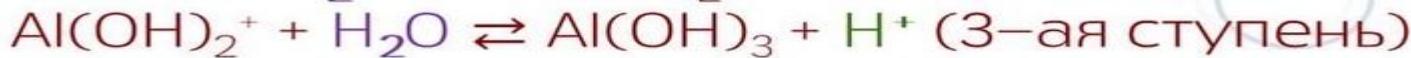
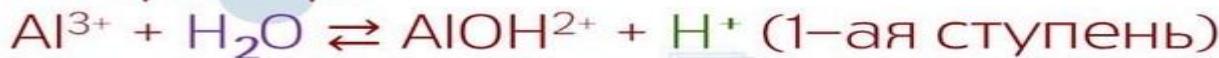
Подавление и усиление гидролиза

Гидролиз по катиону

Гидролиз соли по катиону представляет собой процесс, описываемый уравнениями следующего вида:



Например:



1. В левой части уравнений, описывающих процессы гидролиза, находится вода. Следовательно, разбавление раствора усиливает гидролиз (добавление воды \Rightarrow увеличение концентрации реагента \Rightarrow смещение равновесия вправо).
2. В правой части уравнений находятся катионы водорода. Следовательно, добавление кислот подавляет гидролиз (кислота диссоциирует с образованием катионов H^+ \Rightarrow их концентрация растёт \Rightarrow равновесие смещается влево).

- Катионы H^+ можно нейтрализовать, добавив в раствор щёлочь. Катионы OH^- , образующиеся при диссоциации щелочей, связываются с катионами H^+ ($\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$), уменьшая их концентрацию. Равновесие при этом смещается вправо. Следовательно, добавление щелочей усиливает гидролиз по катиону.
- Добавление солей слабых кислот, в растворах которых также присутствуют ионы OH^- , рассмотрено отдельно в разделе «Взаимное усиление гидролиза».

Гидролиз по аниону

Гидролиз соли по аниону описывается уравнениями следующего вида:



Например:



1. Аналогично рассмотренному ранее гидролизу по катиону – гидролиз по аниону усиливается при разбавлении раствора.

4.

Гидролиз по аниону

Гидролиз соли по аниону описывается уравнениями следующего вида:



Например:



1. Аналогично рассмотренному ранее гидролизу по катиону – гидролиз по аниону усиливается при разбавлении раствора.

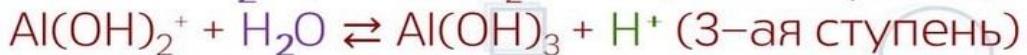
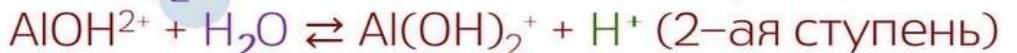
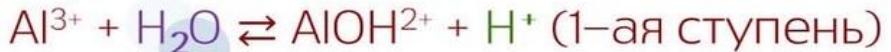
2. Так как в правой части уравнения находятся катионы OH^- , то добавление щелочей подавляет гидролиз, смещающая равновесие процессов гидролиза влево.
3. При добавлении кислоты к раствору происходит диссоциация кислоты с образованием катионов H^+ . Эти катионы взаимодействуют с анионами OH^- (по реакции $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$), уменьшая их концентрацию. Равновесие при этом смещается вправо. Таким образом, добавление кислот усиливает гидролиз по аниону.
4. Добавление солей слабых оснований, растворы которых также содержат ионы H^+ , рассмотрено отдельно в разделе «Взаимное усиление гидролиза».

Взаимное усиление гидролиза

Взаимное усиление гидролиза происходит при смешивании растворов солей, одна из которых гидролизована по катиону, а другая – по аниону.

Рассмотрим взаимное усиление гидролиза на конкретном примере. Пусть первая соль – хлорид алюминия (гидролизована по катиону), а вторая – сульфид натрия (гидролизована по аниону).

Запишем уравнения процессов гидролиза первой соли:



И второй:

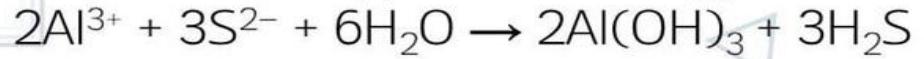


Если растворы этих солей смешать – катионы H^+ и OH^- нейтрализуют друг друга:

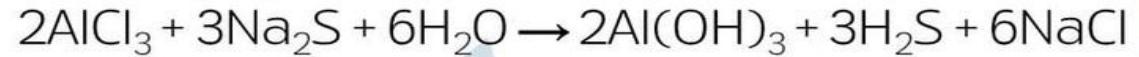


Концентрации обоих ионов резко упадут, вследствие чего равновесия всех процессов гидролиза смещаются вправо. Как следствие, процессы гидролиза по катиону и аниону протекают необратимо, и образуются продукты гидролиза по последним ступеням – Al(OH)_3 и H_2S .

Запишем ионное уравнение гидролиза:



Молекулярное уравнение:

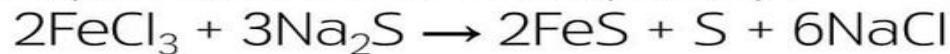


Если в результате взаимного усиления гидролиза не образуются продукты, покидающие раствор (газы и осадки), то гидролиз по катиону и аниону может протекать обратимо, несмотря на взаимное усиление гидролиза. Так, например, обратимо гидролизуется по аниону и катиону ацетат аммония $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ (аммиак, хоть и является газом, очень хорошо растворим в воде).

В каком случае взаимное усиление гидролиза протекает обратимо, можно определить по таблице растворимости. Например, напротив ацетата аммония стоит буква «Р», т.е. вещество в растворе существует. Так, например, при смешивании растворов CH_3COONa и NH_4Cl происходит взаимное усиление гидролиза, но процессы гидролиза протекают обратимо.

Окислительно-восстановительные процессы

Если катион и анион могут вступать друг с другом в окислительно-восстановительные реакции, то вместо реакций гидролиза могут протекать ОВР. Например:



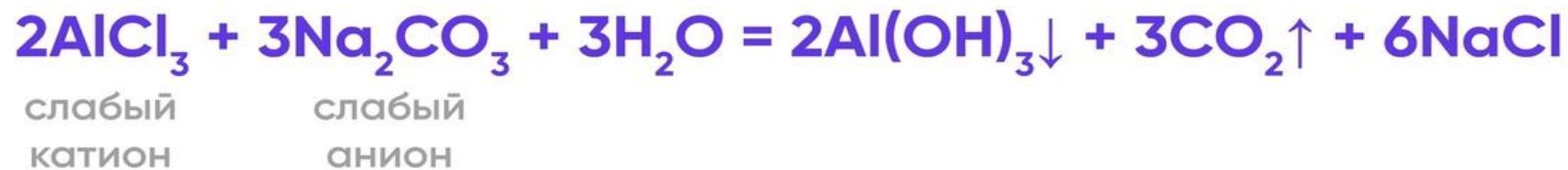
Примечание

Амфотерные гидроксиды могут выступать в роли слабых кислот и слабых оснований. При этом важно отметить, что по общей классификации они являются именно амфотерными гидроксидами!

СОВМЕСТНЫЙ (ДВОЙНОЙ) ГИДРОЛИЗ

В реакцию с водой вступает два вещества: катион и анион из разных веществ (**гидролиз по катиону и аниону**).

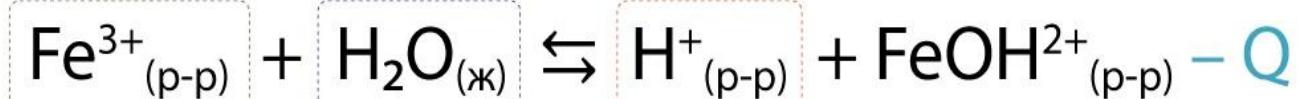
В данном случае гидролизуются две соли: у одной из них слабый катион, у другой – слабый анион:



- Сильные ионы соединяются в соль: $\text{Na}^+ + \text{Cl}^- = \text{NaCl}$
- Слабый катион даёт с водой гидроксид: $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al(OH)}_3$
- Слабый анион даёт с водой газ: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

чтобы сместить равновесие вправо →

Гидролиз по катиону



Повышаем
концентрацию
ионов Fe^{3+}
добавляем Р соль
сильной кислоты
с данным катионом

Приливаем
воду

Связываем H^{+}
добавляем щелочь
или гидролизующуюся
только по аниону соль

Нагреваем
раствор

Гидролиз по аниону



Повышаем
концентрацию
ионов NO_2^{-}
добавляем Р соль
сильного основания
с данным анионом

Приливаем
воду

Связываем OH^{-}
добавляем кислоту
или гидролизующуюся
только по катиону соль

Нагреваем
раствор



Екатерина
Дацук



Андрей
Степенин

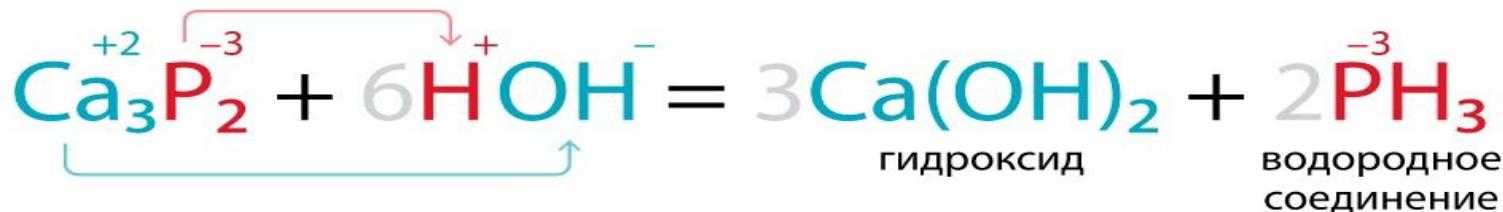
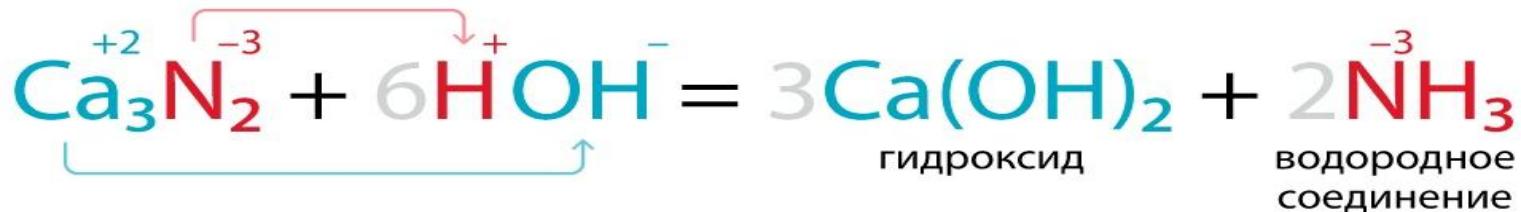
Гидролиз нитридов и фосфидов



Екатерина
Дацук

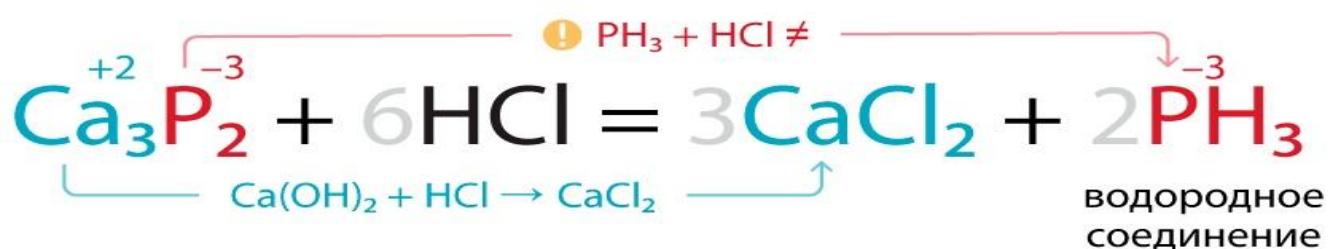
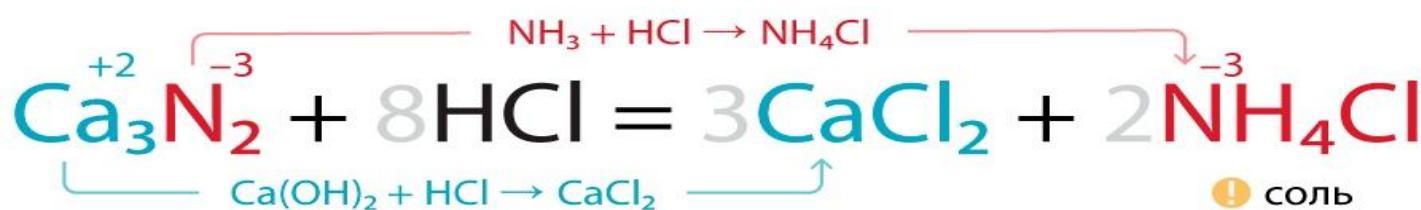


Андрей
Степенин



Кислотный гидролиз нитридов и фосфидов

Чтобы написать реакцию, берем продукты из первой схемы и смотрим, реагируют ли они с кислотой (тут она в избытке).



Гидролиз PCl_5



Екатерина
Дацук

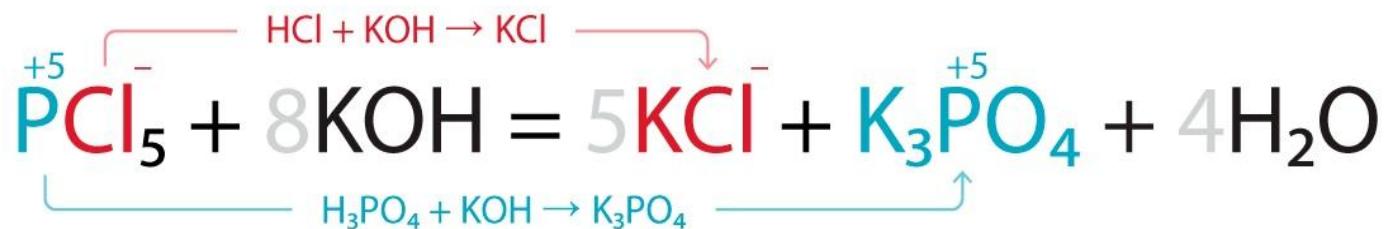


Андрей
Степенин



Щелочной гидролиз PCl_5

Чтобы написать реакцию, берем продукты из первой схемы и смотрим, реагируют ли они со щелочью.



При недостатке щелочи образуется кислая соль, например:



