

# Гидролиз солей



Екатерина  
Дацук



Андрей  
Степенин

Соль образована...	Отношение к гидролизу	Среда водного раствора	Окраска индикаторов
Сильным основанием Сильной кислотой NaCl, Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , KClO <sub>3</sub> ...	Гидролизу не подвергается	Нейтральная pH = 7	<input checked="" type="checkbox"/> Лакмус <input type="checkbox"/> Фенолфталеин <input checked="" type="checkbox"/> Метилоранж
Сильным основанием Слабой кислотой RbHS, K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , NaF ...	Гидролиз по аниону	Щелочная pH > 7	<input checked="" type="checkbox"/> Лакмус <input checked="" type="checkbox"/> Фенолфталеин <input checked="" type="checkbox"/> Метилоранж
Слабым основанием Сильной кислотой CuCl <sub>2</sub> , Be(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , ZnSO <sub>4</sub> ...	Гидролиз по катиону	Кислая pH < 7	<input checked="" type="checkbox"/> Лакмус <input type="checkbox"/> Фенолфталеин <input checked="" type="checkbox"/> Метилоранж
Слабым основанием Слабой кислотой NH <sub>4</sub> F, (CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> Zn...	Гидролиз* по катиону и аниону	Может быть любой, определяется по данным из справочников	

\* Необратим, если у соли стоит «?» или «—» в таблице растворимости:  $Al_2S_3 + 6H_2O = 2Al(OH)_3\downarrow + 3H_2S\uparrow$

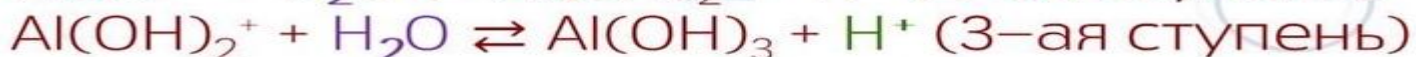
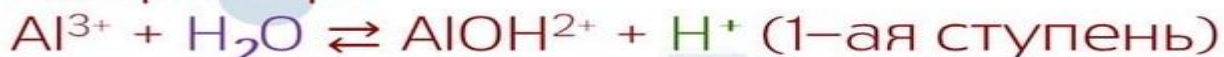
## Подавление и усиление гидролиза

### 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).

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

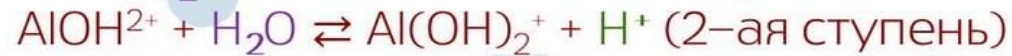
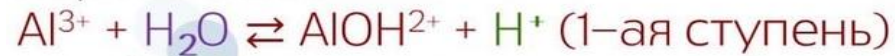
2. Так как в правой части уравнения находятся катионы  $\text{OH}^-$ , то добавление щелочей подавляет гидролиз, смещая равновесие процессов гидролиза влево.
3. При добавлении кислоты к раствору происходит диссоциация кислоты с образованием катионов  $\text{H}^+$ . Эти катионы взаимодействуют с анионами  $\text{OH}^-$  (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  $\text{H}^+$ , 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:

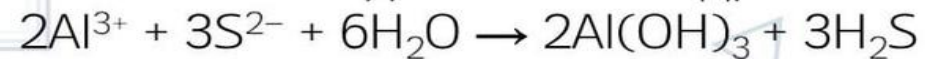


Если растворы этих солей смешать – катионы  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$  нейтрализуют друг друга:

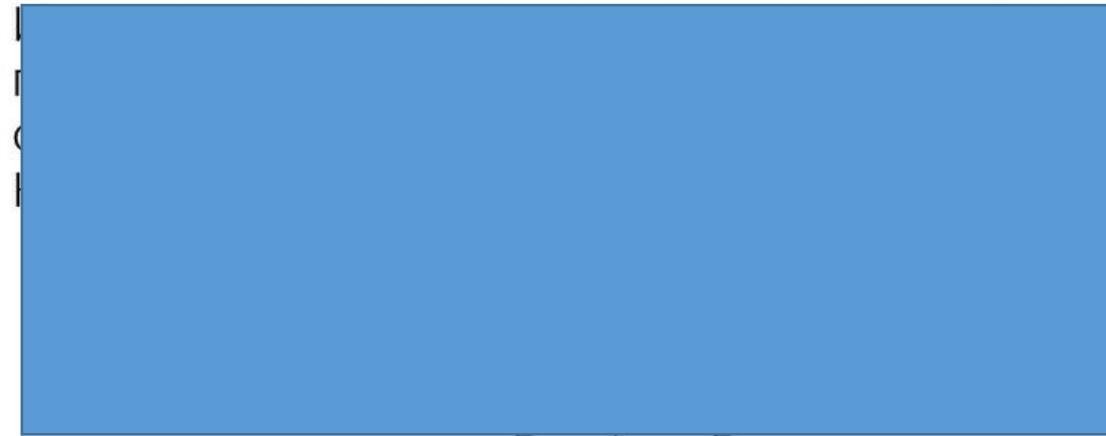
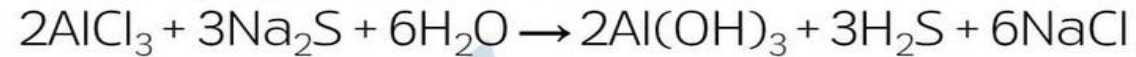


Концентрации обоих ионов резко упадут, вследствие чего равновесия всех процессов гидролиза сместятся вправо. Как следствие, процессы гидролиза по катиону и аниону протекают необратимо, и образуются продукты гидролиза по последним ступеням –  $\text{Al(OH)}_3$  и  $\text{H}_2\text{S}$ .

Запишем ионное уравнение гидролиза:



Молекулярное уравнение:

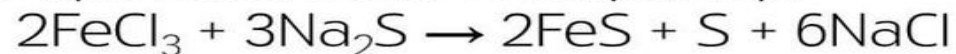


Если в результате взаимного усиления гидролиза не образуются продукты, покидающие раствор (газы и осадки), то гидролиз по катиону и аниону может протекать обратимо, несмотря на взаимное усиление гидролиза. Так, например, обратимо гидролизуется по аниону и катиону ацетат аммония  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  (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  $\text{CH}_3\text{COONa}$  и  $\text{NH}_4\text{Cl}$  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!



# СОВМЕСТИМЫЙ (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:



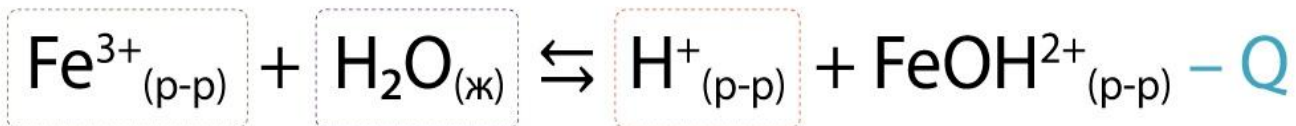
слабый  
катион

слабый  
анион

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



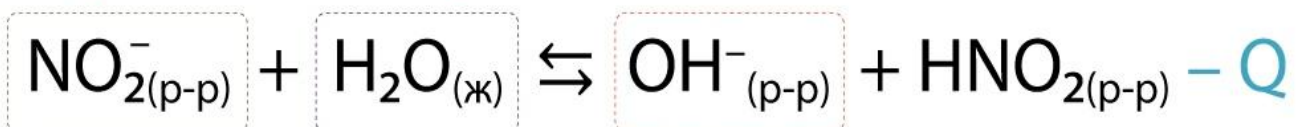
Повышаем  
концентрацию  
ионов  $\text{Fe}^{3+}$   
добавляем Р соль  
сильной кислоты  
с данным катионом

Приливаем  
воду

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

Нагреваем  
раствор

## Гидролиз по аниону



Повышаем  
концентрацию  
ионов  $\text{NO}_2^{-}$   
добавляем Р соль  
сильного основания  
с данным анионом

Приливаем  
воду

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

Нагреваем  
раствор



Екатерина  
Дацук



Андрей  
Степенин

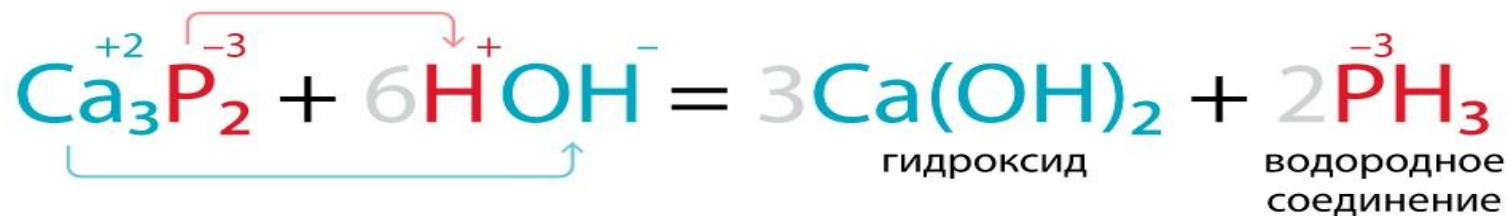
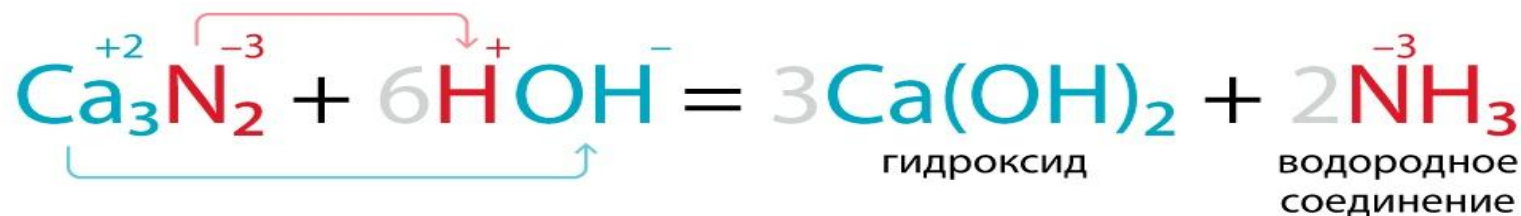
## Гидролиз нитридов и фосфидов



Екатерина  
Дацук

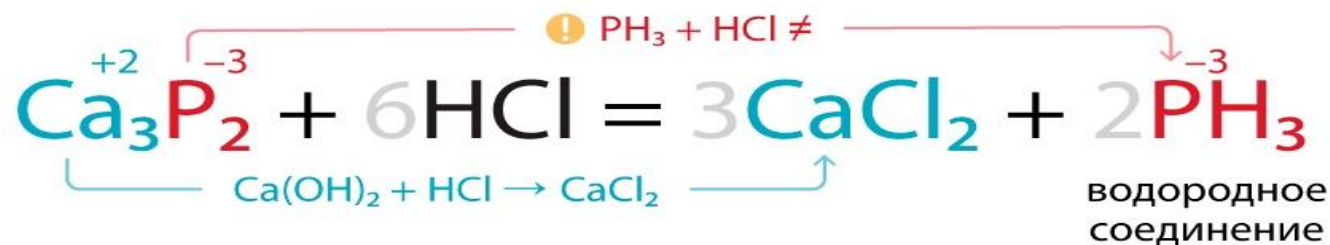
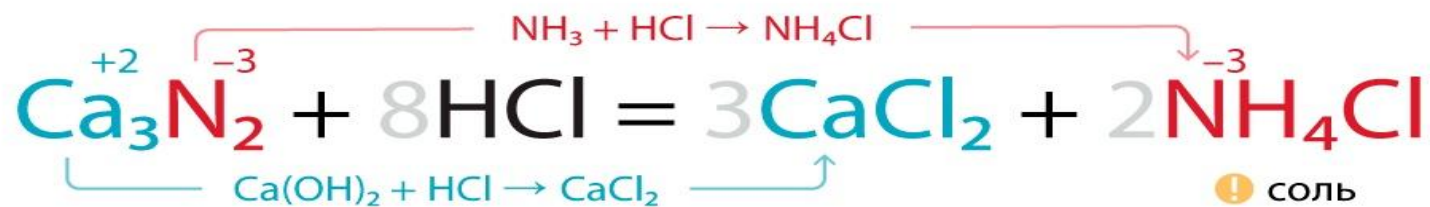


Андрей  
Степенин



## 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 $\text{PCl}_5$



Екатерина  
Дацук



Андрей  
Степенин



## Щелочной гидролиз $\text{PCl}_5$

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



При недостатке щелочи образуется кислая соль, например:



