

# Гидролиз солей

## 11 класс

Учитель биологии и химии

Бородина О.В.



# Цели урока:

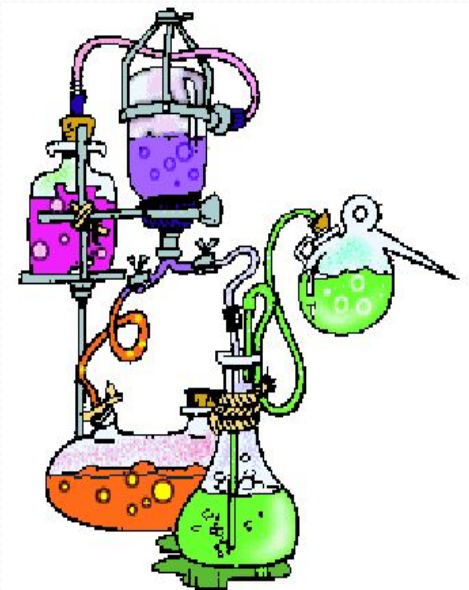
- **1) Образовательные:** сформировать у учащихся понятие о гидролизе солей, научить составлять уравнения реакций гидролиза различных солей. Углубить знания учащихся об обратимых химических реакциях. Закрепить практические навыки определения среды раствора. Совершенствовать умения в работе с тестовыми заданиями разных типов.
- **2) Развивающие:** развивать у учащихся умения сравнивать и анализировать теоретические сведения, применять их на практике, делать выводы; выделять главное в процессе демонстрации опыта, развивать логическое мышление.
- **3) Воспитательные:** формировать материалистическое представление об окружающем мире, воспитывать осознанное представление о химии как производительной силе общества, воспитывать чувство ответственности за сохранение окружающей среды.

# Задачи:

- Совершенствовать умение работать с учебным материалом, научить составлять уравнения гидролиза в молекулярном и ионном виде.
- Сравнить состав и свойства солей, прогнозировать реакцию среды раствора соли на основе анализа её состава, уметь строить аналогию и самостоятельно делать выводы по результатам проведенных опытов.
- Сформировать понимание практического значения гидролиза в природе и жизни человека.

# «Повторение основных важнейших опорных знаний»

- Дать определения :
- -ЭЛЕКТРОЛИТЫ
- НЕЭЛЕКТРОЛИТЫ
- -Электролитическая диссоциация
- Определение солей в свете теории электролитической диссоциации.



# Изучение нового материала

- **Гидролиз солей** - это химическое взаимодействие ионов соли с ионами воды, приводящее к образованию слабого электролита.
- **Гидролиз в переводе с греческого « разложение водой»**
- **Процесс гидролиза может быть обратимым и необратимым**

# Запомни!

- К обратимому гидролизу относится гидролиз солей, в которых есть « сильный » компонент , к необратимым - нет
- « СИЛЬНОГО » компонента.



# 4 ТИПА СОЛЕЙ:

- соль, образованная сильной кислотой и слабым основанием (**AlCl<sub>3</sub>**);
- сильным основанием и слабой кислотой (**Na<sub>2</sub>S**);
- сильным основанием и сильной кислотой (**NaCl**);
- слабым основанием и слабой кислотой (**CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>**).

# 1). Гидролиз не возможен

- Соль, образованная **сильным основанием и сильной кислотой** (**KBr, NaCl, NaNO<sub>3</sub>**), гидролизу подвергаться не будет, так как в этом случае слабый электролит не образуется.
- pH таких растворов = **7**. Реакция среды остается нейтральной.



## 2). Гидролиз по катиону (в реакцию с водой вступает только катион)

- В соли, образованной слабым основанием **и сильной кислотой** ( **$\text{FeCl}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{MgSO}_4$** ) гидролизу подвергается катион:
- **$\text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})\text{Cl} + \text{HCl}$**   
 **$\text{Fe}^{2+} + 2\text{Cl}^- + \text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{FeOH}^+ + 2\text{Cl}^- + \text{H}^+$**
- В результате гидролиза образуется слабый электролит, **ион  $\text{H}^+$**  и другие ионы.
- **pH раствора  $< 7$  (раствор приобретает кислую реакцию).**

### 3). Гидролиз по аниону (в реакцию с водой вступает только анион)

- Соль, образованная **сильным основанием** и слабой кислотой (**KClO, K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>COONa**) подвергается гидролизу по аниону, в результате чего образуется слабый электролит, **гидроксид ион** и другие ионы.
- **$K_2SiO_3 + H_2O \Rightarrow KHSiO_3 + KOH$**   
 **$2K^+ + SiO_3^{2-} + H^+ + OH^- \Rightarrow HSiO_3^- + 2K^+ + OH^-$**
- pH таких растворов **> 7** (раствор приобретает щелочную реакцию).

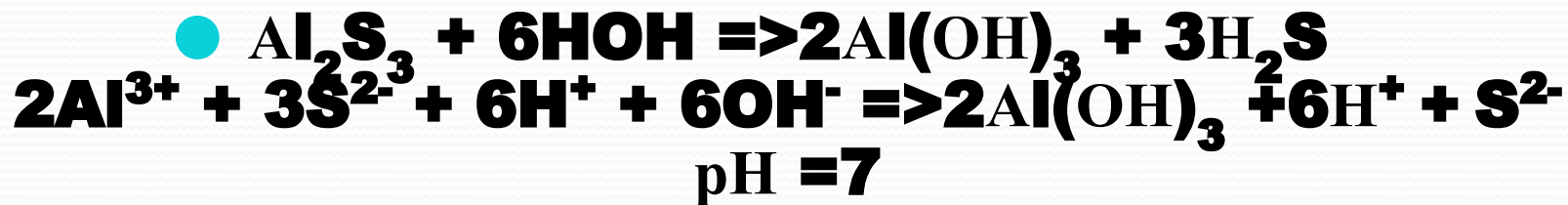
# ВЫВОД

- По аниону соли, как правило, гидролизуются обратимо;
- Химическое равновесие смещено влево;
- Реакция среды щелочная (pH **7**) ➔
- При гидролизе солей, образованных слабыми многоосновными кислотами, получаются кислые соли.



Соль, образованная **слабым** основанием и **слабой** кислотой ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ), гидролизуется и по катиону, и по аниону.

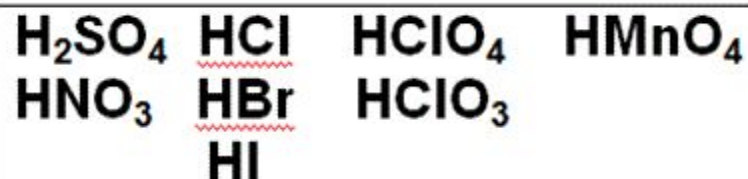
- В результате образуется **малодиссоциирующее** основание и **кислота**. pH растворов таких солей зависит от относительной силы кислоты и основания. Мерой силы кислоты и основания является константа диссоциации соответствующего реактива.
- Реакция среды этих растворов может быть нейтральной, слабокислой или слабощелочной:



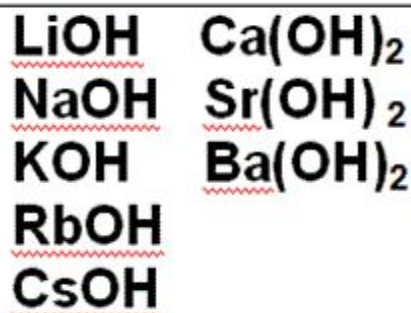
Прежде всего, разберем, какие кислоты и основания относятся к сильным и слабым. Рассмотрим таблицу.

## СИЛЬНЫЕ

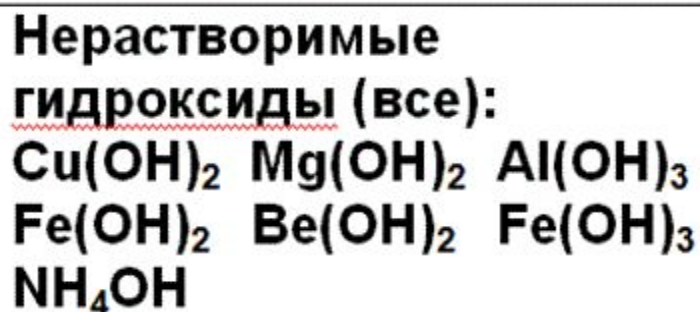
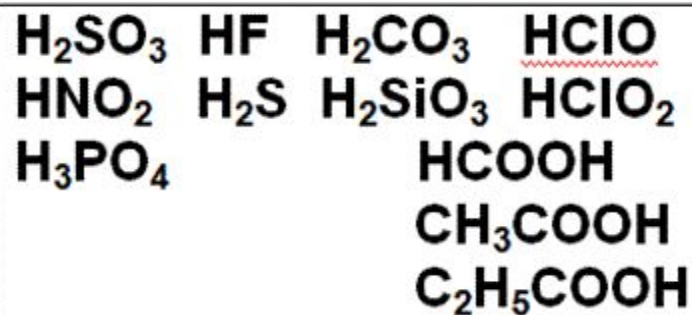
### КИСЛОТЫ



### ОСНОВАНИЯ



## СЛАБЫЕ



РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, ОСНОВАНИЙ, СОЛЕЙ В ВОДЕ И ЦВЕТ ОСАДКА

ИОНЫ		ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ ПО КАТИОНУ																					
		КАТИОНЫ ГИДРОКСИДОВ (ОСНОВАНИЙ)																					
		СИЛЬНЫХ						СЛАБЫХ						АМФОТЕРНЫХ						СЛАБО амфотерных			
		H <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Be <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	
OH <sup>-</sup>	гидроксид		р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	нитрат	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	сульфат	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
I <sup>-</sup>	иодид	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
Br <sup>-</sup>	бромид	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
Cl <sup>-</sup>	хлорид	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	сульфит	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	ортофосфат	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	ацетат	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	карбонат	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
S <sup>2-</sup>	сульфид	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	метасиликат	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р

ОКРАСКА ИНДИКАТОРОВ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

индикатор	среда		
	кислотная	нейтральная	щелочная
лизмус	красный	фиолетовый	синий
фенолфталеин	бесцветный	бесцветный	малиновый
метилоранж	красный	оранжевый	желтый

р - растворимые; р↑ - летучие или распадаются с выделением газа; М - малорастворимые; Н<sup>+</sup> - осадок основной соли вследствие гидролиза; Гд - соль разлагается водой; черточка (-) - вещество не существует. Цвета осадков: Вл - белый, Бж - бледно-желтый, Бр - бурый, Гл - голубой, Ж - желтый, З - зеленый, К - красный, Ок - оранжево-красный, Рз - розовый, С - синий, Сз - серовато-зеленый, Ср - серый, Т - телесный, Ч - черный.

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	HF	HNO <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub> COOH	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	HCN	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	
→ сила кислот ослабевает, гидролиз солей по аниону усиливается →										
Ni <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Co <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup>
→ гидролиз солей по катиону усиливается →										

	Сильная кислота, слабое основание	Слабая кислота, сильное основание	Слабая кислота, слабое основание	Сильная кислота, сильное основание
Направление гидролиза	По катиону	По аниону	По катиону и по аниону	Гидролиз не идет
Характер среды	Кислая	Щелочная	Близкая к нейтральной	Нейтральная
Продукты реакции	Кислота и основная соль	Основание и кислая соль	Довольно разнообразны	-

# ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ

ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ УВЕЛИЧИВАЕТСЯ 

Li K Ca Na Ba Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb **H** Cu Hg Ag Pt Au

 ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ УВЕЛИЧИВАЕТСЯ

## ОКРАСКА ИНДИКАТОРОВ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

Индикаторы	цвет индикатора в среде		
	нейтральная $[H^+] = [OH^-]$	кислая $H^+$	щелочная $OH^-$
Лакмус	синеватый	красный	синий
Фенолфталеин	бесцветный	бесцветный	малиновый
Метилоранж	оранжевый	розовый	желтый

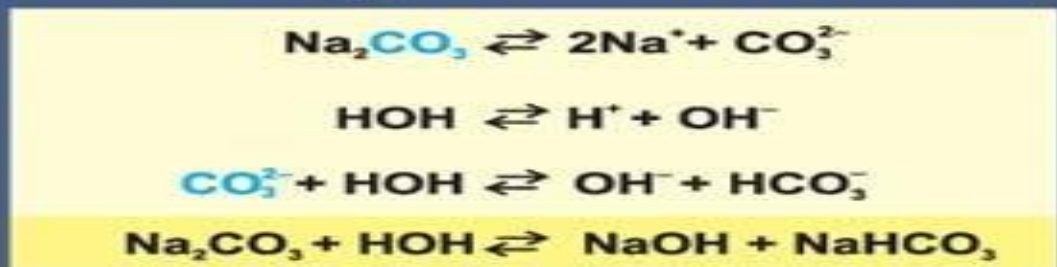




## ГИДРОЛИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СОЛЕЙ



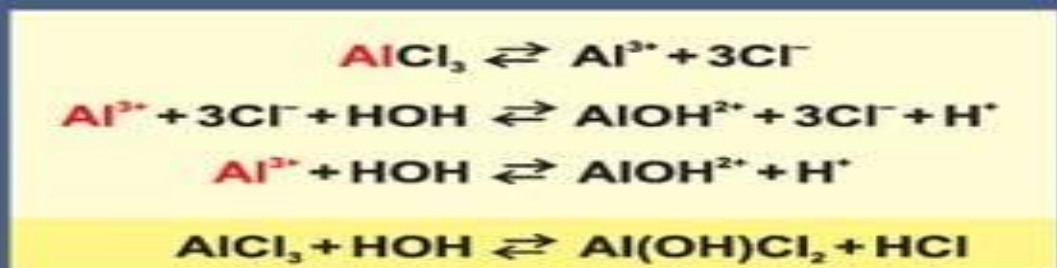
Гидролиз по аниону



$[\text{OH}^-] > [\text{H}^+]$   
ЩЕЛОЧНАЯ СРЕДА



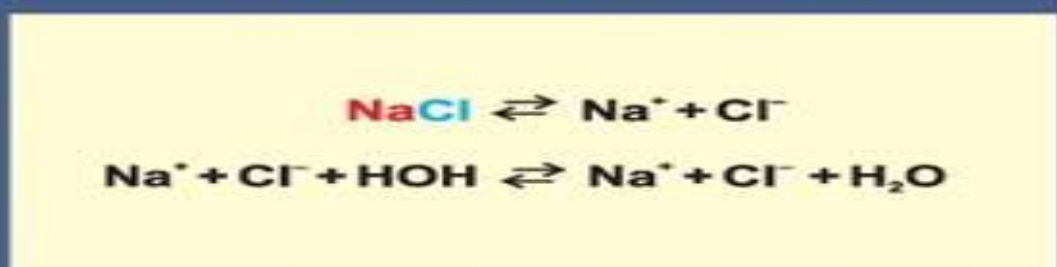
Гидролиз по катиону



$[\text{OH}^-] < [\text{H}^+]$   
КИСЛАЯ СРЕДА



Гидролиз не идет



$[\text{OH}^-] = [\text{H}^+]$   
НЕЙТРАЛЬНАЯ СРЕДА

### Шкала значений pH и окраска некоторых индикаторов



Лакмус	Метилоранж	Фенолфталеин	Лакмус	Метилоранж	Фенолфталеин
--------	------------	--------------	--------	------------	--------------

# Гидролиз многокислотных солей и многоосновных кислот проходит ступенчато

- **Например**, гидролиз хлорида железа (II) включает две ступени:
- 1-ая ступень  $\text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{Fe}(\text{OH})\text{Cl} + \text{HCl}$   
 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{Cl}^- + \text{H}^+ + \text{OH}^- \Rightarrow \text{Fe}(\text{OH})^+ + 2\text{Cl}^- + \text{H}^+$
- 2-ая ступень  $\text{Fe}(\text{OH})\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{HCl}$   
 $\text{Fe}(\text{OH})^+ + \text{Cl}^- + \text{H}^+ + \text{OH}^- \Rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}^+ + \text{Cl}^-$

# Гидролиз карбоната натрия

включает две ступени:

- **1-ая ступень**  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaOH}$   
 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{OH}^- \Rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- + 2\text{Na}^+$
- **2-ая ступень**  $\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2\text{CO}_3$   
 $\text{HCO}_3^- + \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{OH}^- \Rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^- + \text{Na}^+$

# Алгоритм составления уравнений гидролиза солей

## Ход рассуждений

1. Определяем силу электролита – основания и кислоты, которыми образована рассматриваемая соль.

Помните! Гидролиз всегда протекает по слабому электролиту, сильный электролит находится в растворе в виде ионов, которые не связываются водой.

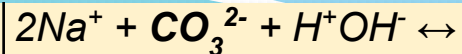
## Пример



Кислота	Основания
<u>Слабые</u> - $\text{CH}_3\text{COOH}$ , $\text{H}_2\text{CO}_3$ , $\text{H}_2\text{S}$ , $\text{HClO}$ , $\text{HClO}_2$ <u>Средней силы</u> - $\text{H}_3\text{PO}_4$ <u>Сильные</u> - $\text{HCl}$ , $\text{HBr}$ , $\text{HI}$ , $\text{HNO}_3$ , $\text{HClO}_4$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$	<u>Слабые</u> – все нерастворимые в воде основания и $\text{NH}_4\text{OH}$ <u>Сильные</u> – щёлочи (искл. $\text{NH}_4\text{OH}$ )

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  – карбонат натрия, соль образованная сильным основанием ( $\text{NaOH}$ ) и слабой кислотой ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )

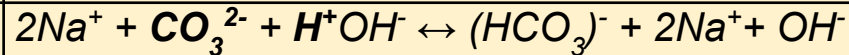
2. Записываем диссоциацию соли в водном растворе, определяем ион слабого электролита, входящий в состав соли:



*Это гидролиз по аниону*

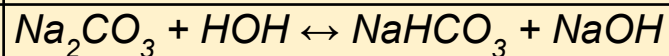
*От слабого электролита в соли присутствует анион  $\text{CO}_3^{2-}$ , он будет связываться молекулами воды в слабый электролит – происходит гидролиз по аниону.*

3. Записываем полное ионное уравнение гидролиза – ион слабого электролита связывается молекулами воды



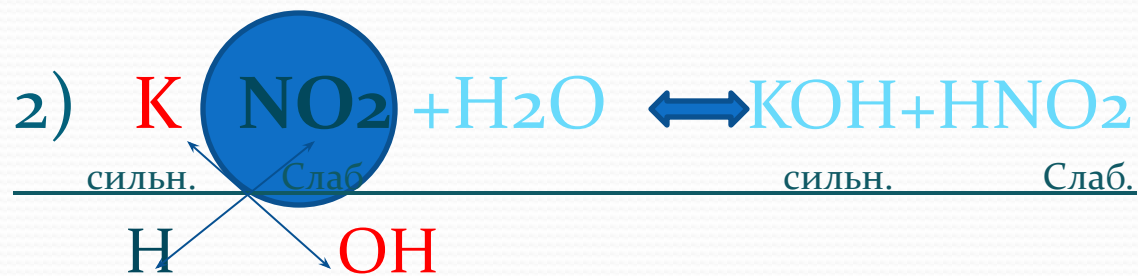
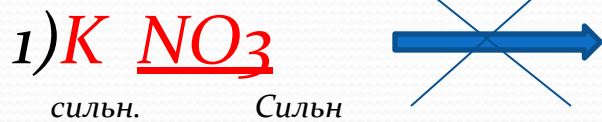
*В продуктах реакции присутствуют ионы  $\text{OH}^-$ , следовательно, среда щелочная  $\text{pH} > 7$*

4. Записываем молекулярное гидролиза



# ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ

№1. Определите среду водных растворов (рН) и тип гидролиза:



Среду определяем по принципу силы (кто сильнее )

Среда щелочная



# Задания

- 4. Соль  $\text{NaNO}_3$  образована сильной кислотой ( $\text{HNO}_3$ ) и сильным основанием ( $\text{NaOH}$ ). Гидролиз не идет, новых соединений не образуется, кислотность среды не изменяется.
- 5. Соль  $\text{NiSO}_4$  образована сильной кислотой ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) и слабым основанием ( $\text{Ni(OH)}_2$ ). Идет гидролиз по катиону, в ходе реакции образуются кислота и основная соль.
- 6. Карбонат калия образован слабой кислотой ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) и сильным основанием ( $\text{KOH}$ ). Гидролиз по аниону, образование щелочи и кислой соли. Щелочная среда раствора.
- 7. Сульфид алюминия образован слабой кислотой ( $\text{H}_2\text{S}$ ) и слабым основанием ( $\text{Al(OH)}_3$ ). Идет гидролиз как по катиону, так и по аниону. Необратимая реакция. В ходе процесса образуются  $\text{H}_2\text{S}$  и гидроксид алюминия. Кислотность среды меняется в незначительной степени.



# Задание 8

- Сравните реакцию среды в растворах солей, не проводя вычислений: а)  **$\text{Na}_2\text{SO}_4$** ; б)  **$\text{Na}_2\text{SO}_3$** ; в)  **$\text{Na}_2\text{CO}_3$** .



# Решение

а) Соль  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  – сульфат натрия, образована сильной кислотой (серной –  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) и сильным основанием (гидроксидом натрия –  $\text{NaOH}$ ). Гидролизу подвергаются соли, содержащие слабый ион. Поскольку в этом соединении его нет, гидролиза не происходит и среда будет нейтральная.

# решение

- б) Соль  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  – сульфат натрия, образована слабой кислотой (сернистой –  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) и сильным основанием (гидроксидом натрия –  $\text{NaOH}$ ). Гидролизу подвергаются соли, содержащие слабый ион. В этом соединении им является сульфит-анион, следовательно, среда будет щелочная.

# решение

- в) Соль  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – сульфат натрия, образована слабой кислотой (угольной –  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) и сильным основанием (гидроксидом натрия –  $\text{NaOH}$ ). Гидролизу подвергаются соли, содержащие слабый ион. В этом соединении им является карбонат-анион, следовательно, среда будет щелочная.

## Задание

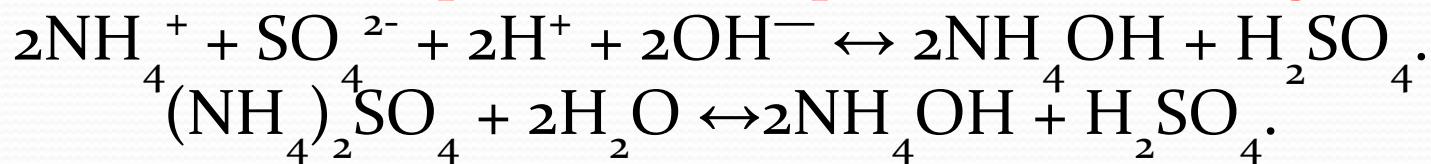
Напишите уравнение гидролиза соли  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , укажите реакцию среды в растворе.

## Решение

Сначала запишем уравнения диссоциации соли и воды:

$$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \leftrightarrow 2\text{NH}_4^+ + \text{SO}_4^{2-}$$
$$\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$$

Выясним слабый ион. Сульфат натрия – соль, образованная **сильной кислотой** – серной ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) и **слабым основанием** – гидроксидом аммония ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ).  
**Следовательно, протекает гидролиз по катиону:**



Наличие в растворе ионов водорода свидетельствует о том, **что среда кислая.**

# Установите соответствие между формулой соли и отношением её к гидролизу.

Формула соли	Отношение к гидролизу
А. А) $\text{CaCO}_3$	1) Гидролиз по катиону
Б. Б) $\text{CsNO}_2$	2. гидролиз по аниону
В. В) $\text{CrCl}_3$	3. гидролиз и по катиону и по аниону
Г. $\text{Mg}(\text{HCOO})_2$	4. гидролиз не идёт
Ответ	4213



# Задание

- Какие из солей подвергаются гидролизу:  $KCl$ ,  $K_2S$ ,  $ZnCl_2$ ,  $Pb(NO_3)_2$ ,  $Ca_3(PO_4)_2$ ,  $LiNO_2$ ,  $CsSiO_3$ ,  $AlBr_3$ ,  $Na_2SO_4$ ? (Как вы это определили?) (красным самостоятельно)

Запишите уравнения реакций гидролиза в ионном и молекулярном виде . Укажите среду растворов и окраску лакмусов в них

# Решение

●  $KCl$  - соль **сильного основания - КОН**, и **сильной кислоты - HCl** - гидролизу не подвергается.

$K_2S$  - соль **сильного основания - КОН**, и **слабой кислоты -  $H_2S$**  Гидролиз пойдет по аниону -

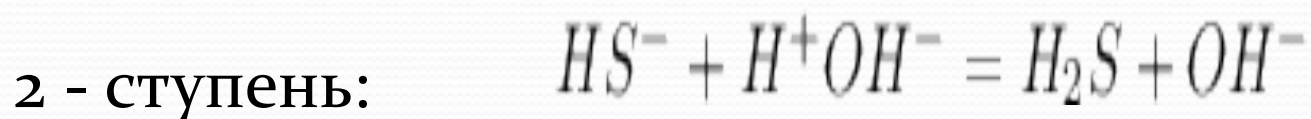
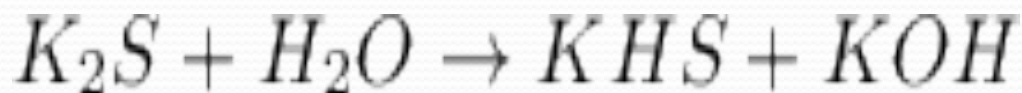
● 1 – степень

● Гидроксид - анионы говорят нам о том, что среда - щелочная - **лакмус синий**



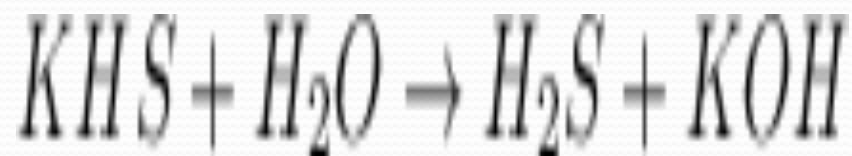


# Молекулярный Вид:



- снова щелочная среда, лакмус - синий

Молекулярный вид:



# Подведение итогов . Выставление оценок

- Урок я усвоил на :
- Я знаю
- Я умею
- Мне было интересно
- Вызвало трудности



# Домашнее задание

- Параграф 21 стр.93
- Задача 1. Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза солей  $\text{Li}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{CuCl}_2$ .  
Какое значение рН ( $\text{pH} \geq 7$ ,  $\text{pH} \leq 7$ ) имеют растворы этих солей?



# Решение

- $\text{Li}_3\text{PO}_4$  – соль, образованная сильным основанием и слабой кислотой, гидролиз по аниону
- $\text{Li}_3\text{PO}_4 \leftrightarrow 3\text{Li}^+ + \text{PO}_4^{3-}$
- I ступень  $\text{PO}_4^{3-} + \text{HON} = \text{HPO}_4^{2-} + \text{OH}^-$ ,  $\text{pH} > 7$
- $\text{Li}_3\text{PO}_4 + \text{HON} = \text{Li}_2\text{HPO}_4 + \text{LiOH}$
- II ступень  $\text{HPO}_4^{2-} + \text{HON} = \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{OH}^-$ ,  $\text{pH} > 7$
- $\text{Li}_2\text{HPO}_4 + \text{HON} = \text{LiH}_2\text{PO}_4 + \text{LiOH}$
- III ступень  $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{HON} = \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{OH}^-$ ,  $\text{pH} > 7$
- $\text{LiH}_2\text{PO}_4 + \text{HON} = \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{LiOH}$

# Решение

- **KCl** – соль, образованная сильным основанием и сильной кислотой, **гидролизу не подвергается**, **pH ≈ 7**
- 
- **CuCl<sub>2</sub>** — соль, образованная слабым основанием и сильной кислотой, **гидролиз по катиону**
- **CuCl<sub>2</sub> ↔ Cu<sup>2+</sup> + 2Cl<sup>-</sup>**
- I ступень **Cu<sup>2+</sup> + HOH ↔ (CuOH)<sup>+</sup> + H<sup>+</sup>, pH < 7**
- **CuCl<sub>2</sub> + HOH ↔ (CuOH)Cl + HCl**
- II ступень **(CuOH)<sup>+</sup> + HOH ↔ Cu(OH)<sub>2</sub> + H<sup>+</sup>, pH < 7**
- **(CuOH)Cl + HOH ↔ Cu(OH)<sub>2</sub> + HCl**

# Молодцы !

Спасибо за урок!

