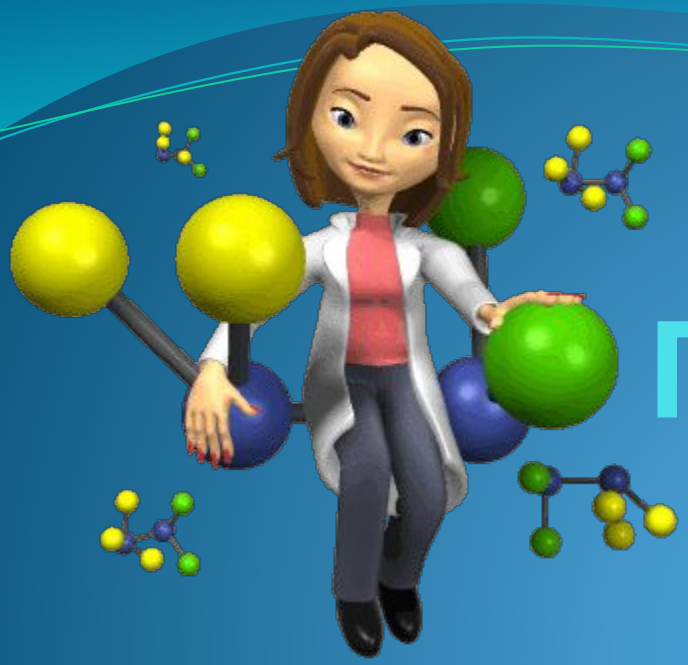


Гидролиз солей 11 класс

Учитель биологии и химии
Бородина О.В.

Цели урока:

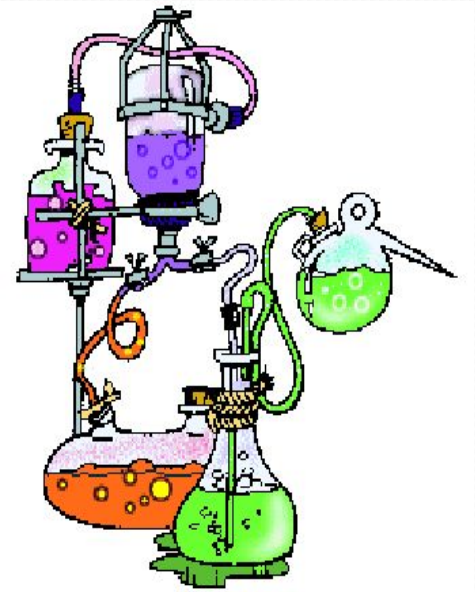
- **1) Образовательные:** сформировать у учащихся понятие о гидролизе солей, научить составлять уравнения реакций гидролиза различных солей. Углубить знания учащихся об обратимых химических реакциях. Закрепить практические навыки определения среды раствора. Совершенствовать умения в работе с тестовыми 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.
- Сравнивать 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 **(ALCI3);**
- сильным основанием и слабой кислотой **(Na2 S);**
- сильным основанием и сильной кислотой **(NaCl);**
- слабым основанием и слабой кислотой **(**CH**3**COO**NH4).**

1). Гидролиз не возможен

- Соль, образованная сильным основанием и сильной кислотой **(KBr, $NaCl$, $NaNO_3$)**, 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 ($FeCl_2$, NH_4Cl, $Al_2(SO_4)_3$,$MgSO_4$) гидролизу подвергается катион:
- $FeCl_2 + HOH \Leftrightarrow Fe(OH)Cl + HCl$
  $Fe^{2+} + 2Cl^- + H^+ + OH^- \Leftrightarrow FeOH^+ + 2Cl^- + H^+$
- В результате гидролиза образуется слабый электролит, ион 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_2SiO_3, Na_2CO_3, CH_3COONa**) подвергается гидролизу по аниону, в результате чего образуется слабый электролит, гидроксид ион и другие ионы.
- **$K_2SiO_3 + HOH \Rightarrow KHSiO_3 + KOH$**
  $2K^+ + SiO_3^{2-} + H^+ + OH^- \Rightarrow HSiO_3^- + 2K^+ + OH^-$
- 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 (CH_3COONH_4, $(NH_4)_2CO_3$, Al_2S_3), гидролизуется и по катиону, и по аниону.

- В результате образуется малодиссоциирующие 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:
  - $Al_2S_3 + 6HOH \Rightarrow 2Al(OH)_3 + 3H_2S$

$$2Al^{3+} + 3S^{2-} + 6H^+ + 6OH^- \Rightarrow 2Al(OH)_3 + 6H^+ + S^{2-}$$

pH =7

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

С И Л Ь Н Ы Е	
КИСЛОТЫ	**ОСНОВАНИЯ**
H_2SO_4 HCl $HClO_4$ $HMnO_4$ HNO_3 HBr $HClO_3$ HI	$LiOH$ $Ca(OH)_2$ $NaOH$ $Sr(OH)_2$ KOH $Ba(OH)_2$ $RbOH$ $CsOH$
С Л А Б Ы Е	
H_2SO_3 HF H_2CO_3 $HClO$ HNO_2 H_2S H_2SiO_3 $HClO_2$ H_3PO_4 $HCOOH$ CH_3COOH C_2H_5COOH	**Нерастворимые гидроксиды (все):** $Cu(OH)_2$ $Mg(OH)_2$ $Al(OH)_3$ $Fe(OH)_2$ $Be(OH)_2$ $Fe(OH)_3$ NH_4OH

РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, ОСНОВАНИЙ, СОЛЕЙ В ВОДЕ И ЦВЕТ ОСАДКА

				ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ ПО КАТИОНУ																				
				КАТИОНЫ ГИДРОКСИДОВ (ОСНОВАНИЙ)																				
				СИЛЬНЫХ						СЛАБЫХ							АМФОТЕРНЫХ						СЛАБО амфотерных	
			ИОНЫ	H^+	K^+	Na^+	Li^+	Ba^{2+}	Ca^{2+}	NH_4^+	Mg^{2+}	Fe^{2+}	Ni^{2+}	Mn^{2+}	Ag^+	Hg^{2+}	Al^{3+}	Cr^{3+}	Be^{2+}	Zn^{2+}	Pb^{2+}	Sn^{2+}	Fe^{3+}	Cu^{2+}
			OH^- гидроксид		р	р	р	р	М	р↑	Бл	Бл	З	Бл	–	–	Бл	Сз	Бл	Бл	Бл	Бл	Бр	С
ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ ПО АНИОНУ	АНИОНЫ КИСЛОТ	СИЛЬНЫХ	NO_3^- нитрат	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	Гл	р	р
			SO_4^{2-} сульфат	р	р	р	р	Бл	М	р	р	р	р	р	М	$H^г$	р	р	р	р	Бл	р	р	р
			I^- иодид	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	Ж	К	р	М	р	р	Ж	Ок	–	–
			Br^- бромид	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	Бж	М	р	р	р	р	Бж	Гл	р	р
			Cl^- хлорид	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	Бл	р	р	р	р	р	Бл	р	р	р
		СЛАБЫХ	SO_3^{2-} сульфит	р↑	р	р	р	Бл	Бл	р	М	Сз	З	Бл	Бл	–	Гл	Гл	Гл	Бл	Бл	–	–	$H^г$
			PO_4^{3-} ортофосфат	р	р	р	Бл	Бл	Бл	р	Бл	Бл	З	Бл	Ж	Бл	Бл	З	Бл	Бл	Бл	Бл	Бж	Гл
			CH_3COO^- ацетат	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	М	р	Гл	р	$H^г$	р	р	Гл	–	р
			CO_3^{2-} карбонат	р↑	р	р	М	Бл	Бл	р	Бл	Бл	$H^г$	Бл	Бж	$H^г$	Гл	Гл	$H^г$	$H^г$	$H^г$	Гл	Гл	$H^г$
			S^{2-} сульфид	р↑	р	р	р	р	р	р	М	Ч	Ч	Т	Ч	Ч	Гл	Гл	Гл	Бл	Ч	Бр	–	Ч
			SiO_3^{2-} метасиликат	Бл	р	р	Бл	Бл	Бл	–	Бл	Ср	Гл	Т	–	–	Гл	Гл	Гл	Рз	Бл	Гл	Гл	$H^г$

ОКРАСКА ИНДИКАТОРОВ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

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

р – растворимые; р↑ – летучие или распадаются с выделением газа; М – малорастворимые; $H^г$ – осадок основной соли вследствие гидролиза; Гл – соль разлагается водой; черточка (–) – вещество не существует. Цвета осадков: Бл – 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_2SO_3	H_3PO_4	HF	HNO_2	CH_3COOH	H_2CO_3	H_2S	H_3BO_3	HCN	H_2SiO_3

→ сила кислот ослабевает, гидролиз солей по аниону усиливается →

Ni^{2+}	Mn^{2+}	NH_4^+	Co^{2+}	Zn^{2+}	Cu^{2+}	Fe^{2+}	Pb^{2+}	Al^{3+}	Cr^{3+}	Fe^{3+}

→ 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	фиолетовый	красный	синий
Фенолфталеин	бесцветный	бесцветный	малиновый
Метилоранж	оранжевый	розовый	желтый

11 РАСТВОРЫ. ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ

ГИДРОЛИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СОЛЕЙ

Гидролиз по аниону

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

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

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

$Na_2CO_3 + HOH \rightleftarrows NaOH + NaHCO_3$

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

ЩЕЛОЧНАЯ СРЕДА

Гидролиз по катиону

$AlCl_3 \rightleftarrows Al^{3+} + 3Cl^-$

$Al^{3+} + 3Cl^- + HOH \rightleftarrows AlOH^{2+} + 3Cl^- + H^+$

$Al^{3+} + HOH \rightleftarrows AlOH^{2+} + H^+$

$AlCl_3 + HOH \rightleftarrows Al(OH)Cl_2 + HCl$

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

КИСЛАЯ СРЕДА

Гидролиз не идет

$NaCl \rightleftarrows Na^+ + Cl^-$

$Na^+ + Cl^- + HOH \rightleftarrows Na^+ + Cl^- + H_2O$

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

НЕЙТРАЛЬНАЯ СРЕДА

Шкала значений pH и окраска некоторых индикаторов

$H_2O \rightleftarrows H^+ + OH^-$

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

$[H^+] = 10^{-7}$

КИСЛОТА $[H^+] > [OH^-]$

ОСНОВАНИЕ $[H^+] < [OH^-]$

-1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

Увеличение $[H^+]$ ← Нейтральная → Увеличение $[OH^-]$

Лакмус		Лакмус
Метилоранж		Метилоранж
Фенолфталеин		Фенолфталеин

Гидролиз многокислотных солей и многоосновных кислот проходит ступенчато

- Например, гидролиз хлорида железа (II) включает две ступени:
- <u>1-ая ступень</u> $FeCl_2 + HOH \Rightarrow Fe(OH)Cl + HCl$
  $Fe_2^+ + 2Cl^- + H^+ + OH^- \Rightarrow Fe(OH)^+ + 2Cl^- + H^+$
- <u>2-ая ступень</u> $Fe(OH)Cl + HOH \Rightarrow Fe(OH)_2 + HCl$
  $Fe(OH)^+ + Cl^- + H^+ + OH^- \Rightarrow Fe(OH)_2 + H^+ + Cl^-$

Гидролиз карбоната натрия включает две ступени:

- **1-ая ступень** $Na_2CO_3 + HOH \Rightarrow NaHCO_3 + NaOH$
  $CO_3^{2-} + 2Na^+ + H^+ + OH^- \Rightarrow HCO_3^- + OH^- + 2Na^+$
- **2-ая ступень** $NaHCO_3 + H_2O \Rightarrow NaOH + H_2CO_3$
  $HCO_3^- + Na^+ + H^+ + OH^- \Rightarrow H_2CO_3 + OH^- + Na^+$

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.

Кислота	Основания
Слабые - CH_3COOH, H_2CO_3, H_2S, $HClO$, $HClO_2$ *Средней силы* - H_3PO_4 *Сильные* - HCl, HBr, HI, HNO_3, $HClO_4$, H_2SO_4	*Слабые* – все нерастворимые в воде основания и NH_4OH *Сильные* – щёлочи (искл. NH_4OH)

Пример

Na_2CO_3 – карбонат натрия, соль образованная сильным основанием ($NaOH$) и слабой кислотой (H_2CO_3)

2. Записываем диссоциацию соли в водном растворе, определяем ион слабого электролита, входящий в состав соли:	$2Na^+ + \mathbf{CO_3^{2-}} + H^+OH^- \leftrightarrow$ *Это гидролиз по аниону* *От слабого электролита в соли присутствует анион 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	$2Na^+ + \mathbf{CO_3^{2-}} + \mathbf{H^+}OH^- \leftrightarrow (HCO_3)^- + 2Na^+ + OH^-$ *В продуктах реакции присутствуют ионы OH^-, следовательно, среда щелочная pH>7*
4. Записываем молекулярное гидролиза	$Na_2CO_3 + HOH \leftrightarrow NaHCO_3 + NaOH$

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ

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

1) KNO_3

сильн. *Сильн*

2) $K\ NO_2 + H_2O \rightleftarrows KOH + HNO_2$

сильн. Слаб. сильн. Слаб.

H OH

Среду определяем по принципу силы (кто сильнее)

Среда щелочная

Задание 3

- $Cu\,Cl_2 + 2HOH \longleftrightarrow Cu(OH)_2 + 2HCl$

слаб. сильн слаб сильн

Среда по принципу силы

КИСЛАЯ

Задания

- 4. Соль $NaNO_3$ образована сильной кислотой (HNO_3) и сильным основанием ($NaOH$). Гидролиз не идет, новых соединений не образуется, кислотность среды не изменяется.
- 5. Соль $NiSO_4$ образована сильной кислотой (H_2SO_4) и слабым основанием ($Ni(OH)_2$). Идет гидролиз по катиону, в ходе реакции образуются кислота и основная соль.
- 6. Карбонат калия образован слабой кислотой (H_2CO_3) и сильным основанием (KOH). Гидролиз по аниону, образование щелочи и кислой соли. Щелочная среда раствора.
- 7. Сульфид алюминия образован слабой кислотой (H_2S) и слабым основанием ($Al(OH)_3$). Идет гидролиз как по катиону, так и по аниону. Необратимая реакция. В ходе процесса образуются H_2S и гидроксид алюминия. Кислотность среды меняется в незначительной степени.

Задание 8

- Сравните реакцию среды в растворах солей**,** не проводя вычислений**:** а**)** $\mathbf{Na_2SO_4}$**;** б**)** $\mathbf{Na_2SO_3}$**;** в**)** $\mathbf{Na_2CO_3}$**.**

Решение

а) Соль Na_2SO_4 – сульфат натрия, образована сильной кислотой (серной – H_2SO_4) и сильным основанием (гидроксидом натрия – NaOH). Гидролизу подвергаются соли, содержащие слабый ион. Поскольку в этом соединении его нет, гидролиза не происходит и среда будет нейтральная.

решение

- б) Соль Na_2SO_3 – сульфат натрия, образована слабой кислотой (сернистой – H_2SO_3) и сильным основанием (гидроксидом натрия – NaOH). Гидролизу подвергаются соли, содержащие слабый ион. В этом соединении им является сульфит-анион, следовательно, среда будет щелочная.

решение

- в) Соль Na_2CO_3 – сульфат натрия, образована слабой кислотой (угольной – H_2CO_3) и сильным основанием (гидроксидом натрия – NaOH). Гидролизу подвергаются соли, содержащие слабый ион. В этом соединении им является карбонат-анион, следовательно, среда будет щелочная.

Задание

Напишите уравнение гидролиза соли $(NH_4)_2SO_4$, укажите реакцию среды в растворе.

Решение

Сначала запишем уравнения диссоциации соли и воды:$(NH_4)_2SO_4 \leftrightarrow 2NH_4^+ + SO_4^{2-}$.

$H_2O \leftrightarrow H^+ + OH^-$.

Выясним слабый ион. Сульфат натрия – соль, образованная сильной кислотой – серной (H_2SO_4) и слабым основанием – гидроксидом аммония (NH_4OH). Следовательно, протекает гидролиз по катиону:

$$2NH_4^+ + SO_4^{2-} + 2H^+ + 2OH^- \leftrightarrow 2NH_4OH + H_2SO_4.$$

$$(NH_4)_2SO_4 + 2H_2O \leftrightarrow 2NH_4OH + H_2SO_4.$$

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) $CaCO_3$	1)Гидролиз по катиону
Б. Б)$CsNO_2$	2. гидролиз по аниону
В. $CrCl_3$	3. гидролиз и по катиону и по аниону
Г. $Mg(HCOO)_2$	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.**

K2S- соль сильного основания - КОН, и слабой кислоты –H2S Гидролиз пойдет по аниону -

- 1 – ступень

$$S^{2-}$$

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

$$S^{2+} + H^{+}OH^{-} = HS^{-} + OH^{-}$$

Молекулярный Вид:

$$K_2S + H_2O \rightarrow KHS + KOH$$

2 - ступень: $HS^- + H^+OH^- = H_2S + OH^-$

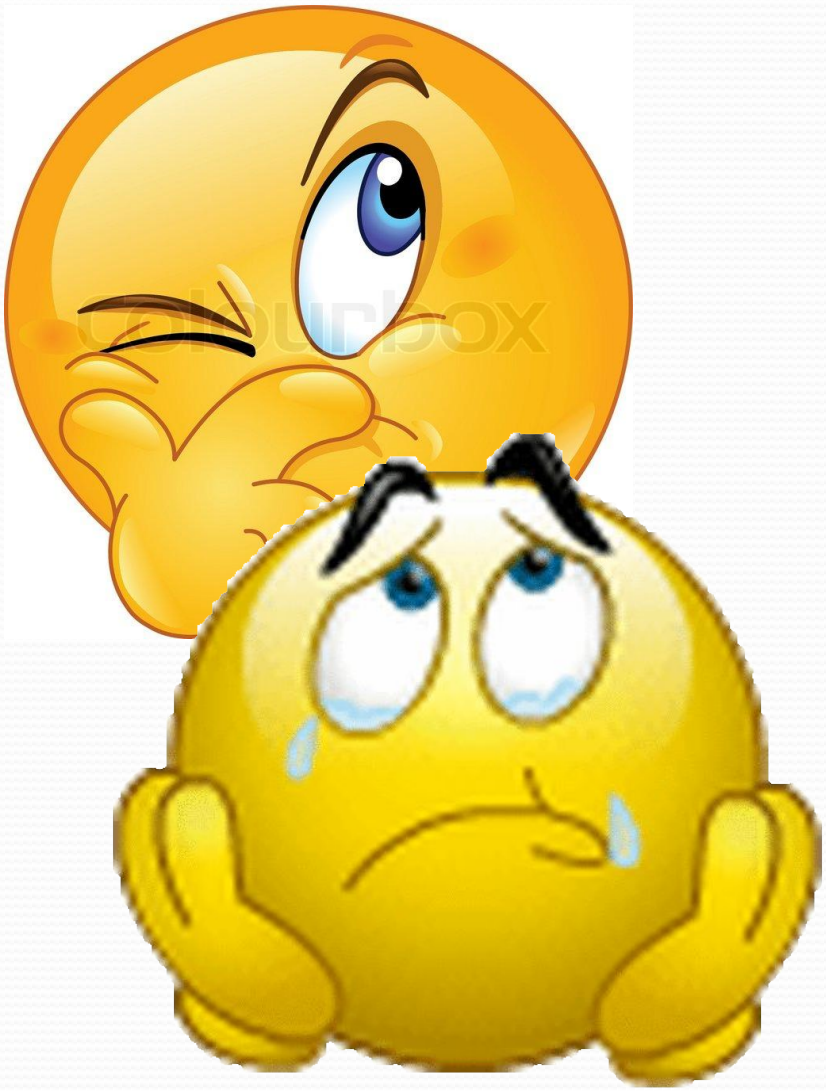
- снова щелочная среда, лакмус - синий

Молекулярный вид:

$$KHS + H_2O \rightarrow H_2S + KOH$$

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 Li_3PO_4, KCl, $CuCl_2$. Какое значение pH (pH ≥7, pH ≤ 7) имеют растворы этих солей?**

Решение

- **Li_3PO_4** – соль, образованная сильным основанием и слабой кислотой, **гидролиз по аниону**
- **$Li_3PO_4 \leftrightarrow 3Li^+ + PO_4^{3-}$**
- I ступень $PO_4^{3-} + HOH = HPO_4^{2-} + OH^-$, **pH > 7**
- $Li_3PO_4 + HOH = Li_2HPO_4 + LiOH$
- II ступень $HPO_4^{2-} + HOH = H_2PO_4^- + OH^-$, **pH > 7**
- $Li_2HPO_4 + HOH = LiH_2PO_4 + LiOH$
- III ступень $H_2PO_4^- + HOH = H_3PO_4 + OH^-$, **pH > 7**
- $LiH_2PO_4 + HOH = H_3PO_4 + LiOH$

Решение

- **KCl** – соль, образованная сильным основанием и сильной кислотой, **гидролизу не подвергается**, **pH ≈ 7**
-
- **$CuCl_2$** — соль, образованная слабым основанием и сильной кислотой, **гидролиз по катиону**
- **$CuCl_2 \leftrightarrow Cu^{2+} + 2Cl^{-}$**
- I ступень$Cu^{2+} + HOH \leftrightarrow (CuOH)^{+} + H^{+}$, **pH<7**
- $CuCl_2 + HOH \leftrightarrow (CuOH)Cl + HCl$
- II ступень$(CuOH)^{+} + HOH \leftrightarrow Cu(OH)_2 + H^{+}$, **pH<7**
- $(CuOH)Cl + HOH \leftrightarrow Cu(OH)_2 + HCl$

Молодцы !

- Спасибо за урок!