

ИОННЫЕ РЕАКЦИИ.

Ионные реакции в растворе

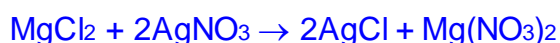
Реакции ионного обмена - это реакции между ионами, образовавшимися в результате диссоциации электролитов.

Правила составления ионных уравнений реакций

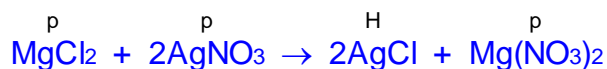
1. Нерастворимые в воде соединения (простые вещества, оксиды, некоторые кислоты, основания и соли) не диссоциируют.
2. В реакциях используют растворы веществ, поэтому даже малорастворимые вещества находятся в растворах в виде ионов.
3. Если малорастворимое вещество образуется в результате реакции, то при записи ионного уравнения его считают нерастворимым.
4. Сумма электрических зарядов ионов в левой и в правой части уравнения должна быть одинаковой.

Порядок составления ионных уравнений реакции

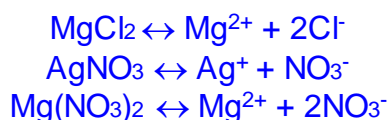
1. Записывают молекулярное уравнение реакции



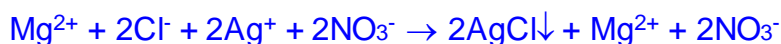
2. Определяют растворимость каждого из веществ с помощью таблицы растворимости



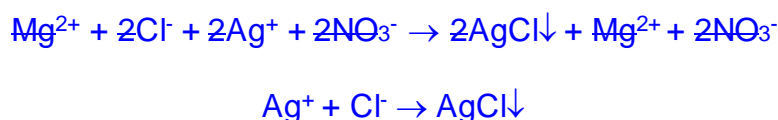
3. Записывают уравнения диссоциации растворимых в воде исходных веществ и продуктов реакции:



4. Записывают полное ионное уравнение реакции

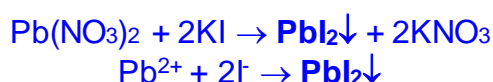


5. Составляют сокращенное ионное уравнение, сокращая одинаковые ионы с обеих сторон:

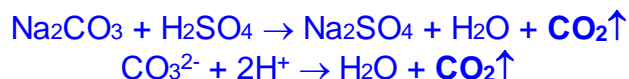


Условия необратимости реакций ионного обмена

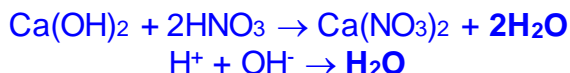
1. Если образуется осадок (\downarrow) ([смотри таблицу растворимости](#))



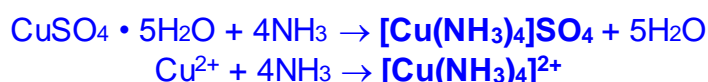
2. Если выделяется газ (\uparrow)



3. Если образуется малодиссоциированное вещество (H_2O)



4. Если образуются комплексные соединения (малодиссоциированные комплексные ионы)



В тех случаях, когда нет ионов, которые могут связываться между собой с образованием осадка, газа, малодиссоциированных соединений (H_2O) или комплексных ионов реакции обмена обратимы \leftrightarrow .

Растворимость солей, кислот и оснований в воде

Таблица. Таблица растворимости солей, кислот и оснований в воде

Катион анион	H^+	NH_4^+	K^+	Na^+	Ag^+	Ba^{2+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Zn^{2+}	Cu^{2+}	Hg^{2+}	Pb^{2+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Al^{3+}
OH^-		P	P	P	-	P	M	M	H	H	-	H	H	H	H
NO_3^-	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Cl^-	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P
S^{2-}	P	P	P	P	H	P	-	-	H	H	H	H	H	H	-
SO_3^{2-}	P	P	P	P	M	M	M	P	M	-	-	H	M	-	-
SO_4^{2-}	P	P	P	P	M	H	M	P	P	P	-	M	P	P	P
CO_3^{2-}	P	P	P	P	H	H	H	H	H	-	H	H	H	-	-
SiO_3^{2-}	H	-	P	P	H	H	H	H	H	-	-	H	H	-	-
PO_4^{3-}	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
CH_3COO^-	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P

P - растворимое (>1 г в 100 г воды);

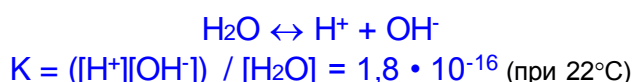
M - малорастворимое (0,001 г - 1г в 100 г воды);

H - нерастворимое (< 0,001 г в 100 г воды);

- - разлагается водой или не существует.

Ионное произведение воды

Вода является слабым электролитом и в незначительной степени диссоциирует на ионы по реакции:



В знаменателе дроби - концентрация недиссоциированных молекул воды, которую можно считать постоянной и определить в 1 л, приняв массу 1 л воды за 1000 г.

$$[\text{H}_2\text{O}] = 1000 / 18 = 55,56 \text{ молей}$$

Тогда

$$K = ([\text{H}^+][\text{OH}^-]) / 55,56 = 1,8 \cdot 10^{-16}$$

или $([\text{H}^+][\text{OH}^-]) = 1 \cdot 10^{-14}$ (ионное произведение воды)

рН раствора

Величина **рН** используется для характеристики кислотности раствора. Если концентрация ионов водорода равна $[\text{H}^+]$, то

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$$

В чистой воде

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

В кислых растворах

$$[\text{H}^+] > [\text{OH}^-] \text{ и } \text{pH} < 7$$

например, в 10^{-3} М растворе **HCl**
 $\text{pH} = 3$

В щелочных растворах

$$[\text{H}^+] < [\text{OH}^-] \text{ и } \text{pH} > 7$$

например, в 10^{-2} М растворе **NaOH**
 $\text{pOH} = -\lg 2 \cdot 10^{-2} = 2 - \lg 2 = 1,7$
 $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 1,7 = 12,3$

Таблица. Изменение окраски кислотно-основных индикаторов в зависимости от **рН** раствора

Название	Окраска индикатора в среде		
	Кислая $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$ $\text{pH} < 7$	Нейтральная $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$ $\text{pH} = 7$	Щелочная $[\text{OH}^-] > [\text{H}^+]$ $\text{pH} > 7$
Лакмус	красный	фиолетовый	синий
Фенолфталеин	бесцветный	бесцветный	малиновый
Метилоранж	розовый	оранжевый	желтый

Для более точного определения значения **рН** растворов используют сложную смесь нескольких индикаторов, нанесенную на фильтровальную бумагу (так называемый "Универсальный индикатор Кольтгоффа"). Полоску индикаторной бумаги обмакивают в исследуемый раствор, кладут на белую непромокаемую подложку и быстро сравнивают окраску полоски с эталонной шкалой для **рН**:

