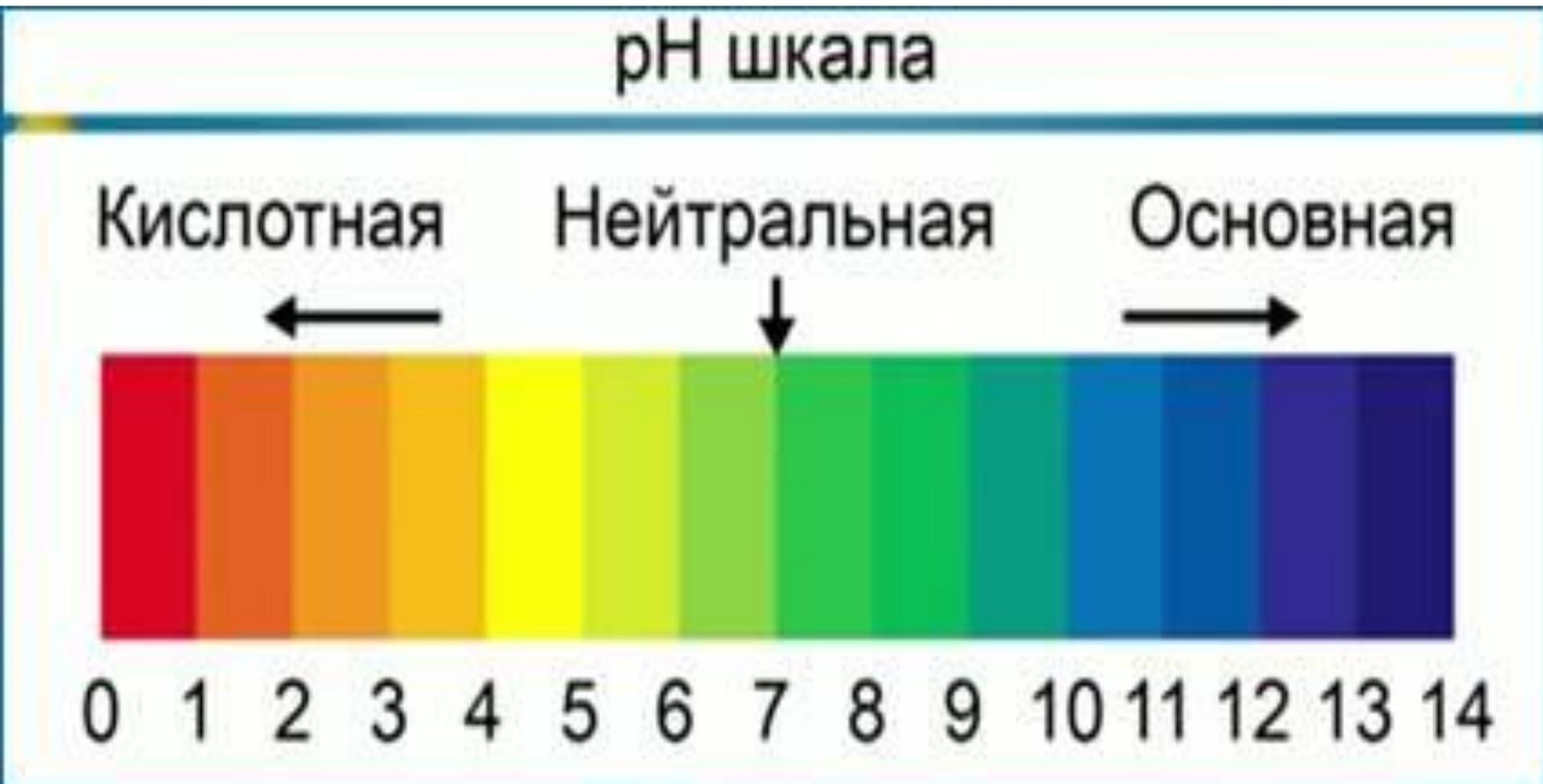


Ионные равновесия в растворах электролитов



Цель обучения

- 1) Определять ионные равновесия в растворах электролитов;
- 2) Доказывать качественный состав растворов кислот, гидроксидов и солей по значениям pH растворов.

- Водные растворы могут быть нейтральными, кислыми или щелочными. В кислых растворах содержится избыток ионов H^+ , а в щелочных – избыток ионов OH^- . В нейтральных растворах количество этих ионов всегда одинаково и при этом чрезвычайно мало – по 10^{-7} моль/л каждого иона (о том, как это выяснилось, чуть позже). Низкая концентрация ионов H^+ и OH^- в нейтральном растворе вполне объяснима – ведь эти ионы охотно реагируют друг с другом, поскольку в результате образуется прочное, малодиссоциированное соединение H_2O . Таким образом, в нейтральном растворе присутствуют только те ионы H^+ и OH^- , которые образовались из самой воды естественным путем, в результате ее обратимой диссоциации:

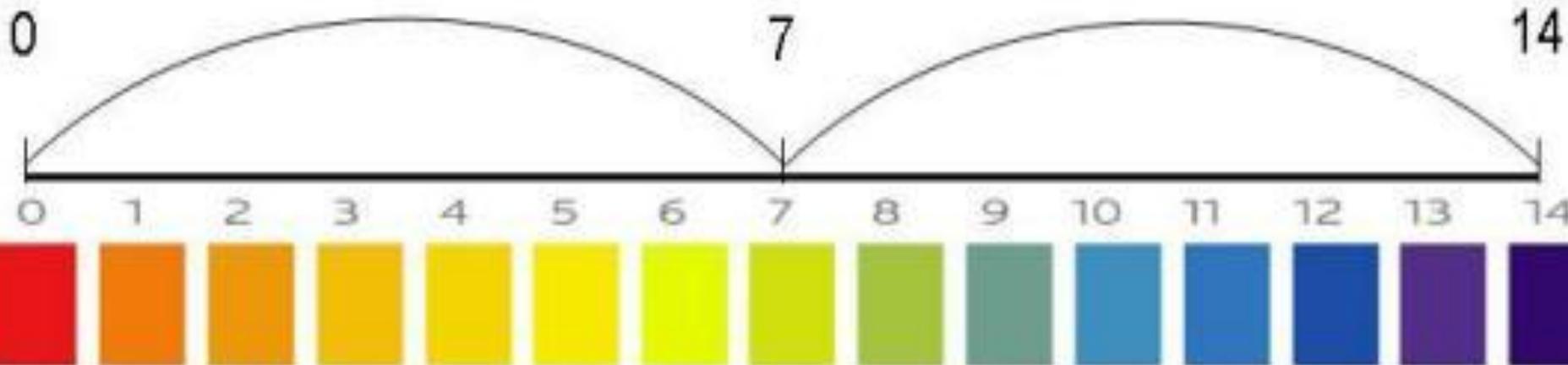
- Впрочем, даже для такого слабого электролита, как вода, можно измерить константу диссоциации K_d :
- Эта константа настолько мала, что содержанием свободных ионов в чистой воде, казалось бы, можно спокойно пренебречь! Однако в химии растворов эта величина пригодилась для создания шкалы рН (читается «пэ-аш»), с помощью которой количественно выражают кислотность или щелочность растворов с гораздо более высоким содержанием ионов H^+ или OH^- .

Шкала рН. Ниже шкалы показаны цвета универсальной индикаторной бумаги. Цвет бумажной полоски изменяется в зависимости от рН раствора, которым она смочена.

шкала рН

кислая среда

щелочная среда



Кисотно-основные индикаторы - это соединения, окраска которых меняется в зависимости от кислотности среды.

Изменение окраски кислотно-основных индикаторов в зависимости от pH раствора

Название	Окраска индикаторов в среде		
	среда кислая	среда нейтральная	среда щелочная
фенилфталеин	бесцветный	бесцветный	розовый
метилоранж	красный	оранжевый	жёлтый
лакмус	красный	фиолетовый	синий

- **Алгоритм составления реакций ионного обмена**
- Записывают молекулярное уравнение и расставляют коэффициенты. При записи химических формул продуктов реакции важно помнить, что сумма зарядов в молекуле должна быть равна нулю.
- Составляют полное ионное уравнение, в котором учитывают результат диссоциации и исходных веществ, и продуктов реакции обмена. В виде ионов записывают все растворимые соединения (обозначенные в таблице растворимости буквой «Р» (хорошо растворимые в воде), исключение – гидроксид кальция). Формулы нерастворимых веществ, газов, оксидов, воды записывают в молекулярном виде. Подсчитывают **суммарный коэффициент реакции**, для чего складывают все коэффициенты в правой и левой части уравнения.
- Для получения сокращенной ионной формы уравнения, приводят подобные, то есть сокращают одинаковые ионы до и после знака равенства в уравнении. Коэффициенты должны быть минимальны, а суммы зарядов в левой и правой части уравнения должны быть одинаковы. Подсчитывают суммарный коэффициент в сокращенной форме (аналогично полной форме).
- Сокращенная ионная форма уравнения отражает *суть прошедшей химической реакции*.

- Реакции, протекающие между ионами в растворах электролитов называются **реакциями ионного обмена (РИО)**.
- В ходе РИО не происходит изменение степеней окисления элементов, поэтому РИО не являются окислительно-восстановительными.
- Критерием необратимости реакций ионного обмена служит образование слабого электролита.

- Реакции ионного обмена протекают практически необратимо в случае, если один из образующихся продуктов реакции "уходит" из сферы реакции в виде:
 - газа,
 - осадка
 - или слабодиссоциирующего электролита (например, воды).

Алгоритм составления уравнений ионного обмена

- Составим уравнение реакции между гидроксидом железа (III) и азотной кислотой.
- $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- Запишем данное уравнение в ионной форме:
- (Гидроксид железа (III) является нерастворимым основанием, поэтому не подвергается электролитической диссоциации. Вода – малодиссоциируемое вещество, на ионы в растворе практически недиссоциировано.)
- $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ + 3\text{NO}_3^- = \text{Fe}^{3+} + 3\text{NO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$
- Зачеркнем одинаковое количество нитрат-анионов слева и справа, запишем сокращенное ионное уравнение:
- $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
- Данная реакция протекает до конца, т.к. образуется малодиссоциируемое вещество – вода.

Пример 1

- *a) Молекулярное уравнение реакции щелочи с кислотой:*
- $\text{KOH (р)} + \text{HCl (р)} = \text{KCl(р)} + \text{H}_2\text{O (мд)}$
- Полное ионное уравнение реакции:
- $\text{K}^+ + \text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{Cl}^- = \text{K}^+ + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$
- Сокращенное ионное уравнение реакции:
- $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$

Пример 2

- Составим уравнение реакции между карбонатом натрия и нитратом магния.
- $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{NaNO}_3 + \text{MgCO}_3 \downarrow$
- Запишем данное уравнение в ионной форме:
- (Карбонат магния является нерастворимым в воде веществом, следовательно, на ионы не распадается.)
- $2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{Mg}^{2+} + 2\text{NO}_3^- = 2\text{Na}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{MgCO}_3 \downarrow$
- Зачеркнем одинаковое количество нитрат-анионов и катионов натрия слева и справа, запишем сокращенное ионное уравнение:
- $\text{CO}_3^{2-} + \text{Mg}^{2+} = \text{MgCO}_3 \downarrow$
- Данная реакция протекает до конца, т.к. образуется осадок – карбонат магния.

Пример 3

- Составим уравнение реакции между карбонатом натрия и азотной кислотой.
- $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HNO}_3 = 2\text{NaNO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- (Углекислый газ и вода – продукты разложения образующейся слабой угольной кислоты.)
- $2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 2\text{Na}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- Данная реакция протекает до конца, т.к. в результате нее выделяется газ и образуется вода.

Пример 4

- Составим два молекулярных уравнения реакций, которым соответствует следующее сокращенное ионное уравнение: $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3$.
- Сокращенное ионное уравнение показывает сущность реакции ионного обмена. В данном случае можно сказать, что для получения карбоната кальция необходимо, чтобы в состав первого вещества входили катионы кальция, а в состав второго – карбонат-анионы. Составим молекулярные уравнения реакций, удовлетворяющих этому условию:
- $\text{CaCl}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{KCl}$
- $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{NaNO}_3$
-

Задание для самостоятельной работы

- *Взаимодействие оснований с кислотами.* Запишите молекулярное, краткое и полное ионные уравнения взаимодействия гидроксида кальция и соляной кислоты. Рассчитайте суммарные коэффициенты в полной и сокращенной форме.

Домашнее задание

- Законспектировать материал
- Выполнить задание для самостоятельной работы