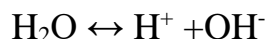


**Лекция**  
**«Водородным показатель pH. Среда растворов»**

1. Ионное произведение воды
2. Среда водных растворов. Водородный показатель
3. Методы определения среды и pH растворов
4. Биологическое значение pH

**1. Ионное произведение воды**

Вода, являясь весьма слабым электролитом, в очень малой степени диссоциирует на ионы:



Применим к этому обратимому процессу закон действующих масс.

$$K = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]},$$

где  $K$  – константа диссоциации воды, которую можно вычислить, например, используя значения электрической проводимости. При 22°C

$$K = 1,8 \cdot 10^{-16}.$$

Так как вода диссоциирует крайне мало, то в уравнении концентрацию воды  $[\text{H}_2\text{O}]$  можно считать величиной постоянной. Численно  $[\text{H}_2\text{O}] = 1000/18 = 55,56$  моль/л. Уравнение можно переписать так:

$$K[\text{H}_2\text{O}] = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = K_{\text{в}}.$$

$K_{\text{в}}$  – постоянная величина – называется ионным произведением воды. Подставляя значения  $K$  и  $[\text{H}_2\text{O}]$  в уравнение, получаем численное значение ионного произведения воды при 22 °C:

$$K_{\text{в}} = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 1,8 \cdot 10^{-16} \cdot 55,56 = 10^{-14}.$$

Значит,  $K_{\text{в}} = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$

$K_{\text{в}}$  – величина постоянная при постоянной температуре.

**2. Среда водных растворов. Водородный показатель**

**Среда водных растворов** – определяется соотношением концентраций двух ионов  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$ , которые всегда присутствуют в воде и в водном растворе любого вещества.

1) *нейтральная среда*

для чистой воды концентрация ионов водорода равна концентрации гидроксид-ионов, так как из одного моля воды образуется один моль ионов  $\text{H}^+$  и один моль ионов  $\text{OH}^-$ . Следовательно, концентрация этих ионов при 22°C  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7}$  моль/л.

2) *кислая среда*

если к чистой воде добавить кислоты, то  $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$  и  $[\text{H}^+] > 10^{-7}$  моль/л.

3) *щелочная среда*

если к воде добавить щелочи, то  $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$  и  $[\text{H}^+] < 10^{-7}$  моль/л.

Чтобы избежать неудобств, связанных с применением чисел с отрицательными показателями степени, концентрацию водородных ионов принято

выражать через водородный показатель и обозначать символом рН.

**Водородным показателем рН** называют десятичный логарифм концентрации водородных ионов, взятый с обратным знаком:

$$pH = -\lg[H^+] \text{ или } [H^+] = 10^{-pH},$$

где  $[H^+]$  – концентрация ионов водорода, моль/л.

Понятие «водородный показатель» было введено датским химиком Селенсом в 1909 г.: буква «р» – начальная буква датского слова *potenz* – математическая степень, буква Н – символ водорода.

С помощью рН реакция растворов характеризуется так:

нейтральная рН=7, кислая рН<7, щелочная рН>7.

Аналогично концентрацию  $OH^-$ -ионов можно выразить через показатель гидроксид-ионов рОН:

**гидроксильным показателем рОН** называют десятичный логарифм концентрации гидроксильных ионов, взятый с обратным знаком:

$$pOH = -\lg[OH^-] \text{ или } [OH^-] = 10^{-pOH},$$

где  $[OH^-]$  – концентрация гидроксид-ионов, моль/л.

Прологарифмировав уравнение будем иметь рН + рОН=14; рОН=14–рН.

### 3. Методы определения среды и рН растворов

*Качественно характер среды* определяют с помощью индикаторов – это слабые органические кислоты и основания, изменяющие свою окраску в зависимости от среды раствора, т.е. рН раствора. Например, лакмус: в кислой среде – красный, в щелочной – синий, для определения нейтральной не используется; фенолфталеин: в кислой среде – бесцветный, в щелочной – малиновый.

Кроме этого водородный показатель можно просто и удобно определять с помощью индикаторной бумаги – полоски специальной бумаги, содержащей ряд индикаторных красок. Если смочить полоску такой бумаги исследуемым раствором, то она приобретает характерную окраску, которую сравнивают с эталонами цветов рН (шкала).

*Истинное значение рН* определяют с помощью приборов рН-метров, используя потенциометрический метод.

### 4. Биологическое значение рН

Величина рН имеет большое значение в химических и биологических процессах, т.к. в зависимости от характера среды эти процессы могут протекать с разными скоростями и в разных направлениях.

Поэтому определение рН растворов очень важно в медицине, науке, технике с/х.

Все физиологические жидкости в живом организме имеют постоянные значения рН. Изменение рН крови или желудочного сока является диагностическим тестом в медицине. Отклонение рН от нормальных величин даже на 0,01 единицы свидетельствует о патологических процессах в организме

Так при нормальной кислотности:

желудочный сок рН=1,7 (сильнокислая реакция)  
кровь рН=7,4 (слабощелочная)  
слюна рН=6,9 (слабокислая)  
слезы рН=7 (нейтральная).

Соки некоторых овощей и плодов имеют следующие значения рН:  
огурец 6,92, редька 5,32, щавель 3,74, картофель 5,82, морковь 6,67.