

## ЗАНЯТИЕ 1.2

### «БУФЕРНЫЕ СИСТЕМЫ: КЛАССИФИКАЦИЯ, СОСТАВ, СВОЙСТВА. БУФЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА»

Организм можно определить как физико-химическую систему, существующую в окружающей среде в стационарном состоянии. Для обеспечения стационарного состояния у всех организмов выработались разнообразные анатомические, физиологические и поведенческие приспособления, служащие одной цели – сохранению постоянства внутренней среды. Это относительное динамическое постоянство внутренней среды (крови, лимфы, тканевой жидкости) и устойчивость основных физиологических функций организма человека и животных называется гомеостазом.

Роль буферных систем в организме заключается в поддержании постоянства рН (кислотно-основной гомеостаз) для обеспечения протекания биохимических процессов в нужном направлении. Последнее же осуществляется правильной работой ферментов.

*Цель занятия:*

1. Сформировать представление о буферных системах как двухкомпонентных системах (кислотный и основной компонент), обладающих рядом специфических свойств;
2. Сформировать умение рассчитывать рН буферных растворов и их буферную емкость;
3. Охарактеризовать буферные системы организма человека (гидрокарбонатная, гидрофосфатная, белковая, гемоглобиновая);
4. Познакомиться с различными способами определения кислотности среды, уметь выбирать конкретный способ в зависимости от задачи исследования;

*Необходимый исходный уровень:*

Студент должен знать:

- понятие о сильных и слабых электролитах, степени диссоциации, константе диссоциации;
- основы протолитической теории кислот и оснований;
- ионное произведение воды, понятие о рН водных растворов
- свойства и принципы использования важнейших индикаторов (метиловый оранжевый, фенолфталеин, лакмус).

*Основные понятия темы:*

буферная система, буферная емкость, рН, ионы водорода, кислотность, основность/щелочность, константа кислотности, буферные системы организма человека (гидрокарбонатная, гидрофосфатная, белковая, гемоглобиновая), индикаторы, изоэлектрическая точка.

#### **ОСНОВНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов/ Ю.А.Ершов и др., 1993: с. 108-119.
2. Биохимия /под ред. Л.А.Даниловой.- 2020.- с.256-258.

#### **ВОПРОСЫ К ЗАНЯТИЮ**

1. Понятие об электролитах. Сильные и слабые электролиты. Константа ионизации слабого элетролита.

2. Понятие о кислотах и основаниях. Теория кислот и оснований Бренстеда. Протолитические процессы и равновесия.

3. Вода как слабый электролит. Ионное произведение воды. Водородный показатель – рН.

4. Представление о рН различных жидких сред организма (кровь, пищеварительные соки, цитозоль клеток, матрикс митохондрий) и его биологическое значение.

5. Буферные системы: определение, состав и классификация. Типы буферных систем с примерами: слабая кислота и ее анион, анионы кислой и средней соли или двух кислых солей, слабое основание и его катион, ионы и молекулы амфолитов (аминокислот и белков)

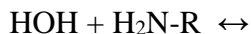
6. Буферное действие – основной механизм протолитического гомеостаза организма. Количественные закономерности буферного действия: уравнение Гендерсона-Гассельбаха. Расчет рН буферных систем

7. Механизм действия буферных систем. Буферная емкость. Зона буферного действия.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ** (Домашнее задание)

1. Написать реакцию автопротолиза воды и выражение константы автопротолиза по закону действующих масс.

2. Дописать уравнения протолитических равновесий:



3. Написать схему буферного действия следующих систем: *гидрокарбонатной буферной системы, гидрофосфатной буферной системы.*

#### **6. Решить задачи:**

6.1. Рассчитать рН ацетатной буферной смеси, состоящей из 50 мл 1 М раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и 150 мл 1 М раствора  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .  $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,75 \cdot 10^{-5}$ .

6.3. Рассчитайте концентрацию ионов водорода в ацетатной смеси, в которой соотношение соли и кислоты 6:1,5.  $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .

6.5 Буферный раствор приготовлен из 1,5 мл 0,2 М раствора дигидрофосфата натрия и 8,5 мл 0,2 М раствора гидрофосфата натрия. Одинакова ли буферная ёмкость этого раствора по кислоте и по щелочи? Объясните.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **Приготовление ацетатного буферного раствора и исследование его буферного действия**

Ацетатный буфер состоит из слабой уксусной кислоты и ее соли — ацетата натрия. Исходя из уравнения Гендерсона-Гассельбаха, рН кислотного буферного раствора зависит от константы диссоциации кислоты и соотношения концентраций кислоты и соли. Таким образом, смешивая два исходных раствора кислоты и соли в разных соотношениях, получают буферные растворы с различным рН. Исходя из рК уксусной кислоты, равной 4,76, можно рассчитать диапазон буферного действия этого буферного раствора:  $\text{рН} = \pm \text{рК} \alpha$ .

### Работа №1 Приготовление буферных растворов

В 7 одинаковых по толщине пробирок наливают 0,2н растворы уксусной кислоты и ацетата натрия в следующих соотношениях:

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7
CH <sub>3</sub> COOH,мл	9	7	5	3	1	0,5	0,2
CH <sub>3</sub> COONa,мл	1	3	5	7	9	9,5	9,8
Окраска индикатора							
pH по индикатору							
Рассчитанный pH							

В каждую пробирку прибавляют по 3 капли индикатора метилового красного и перемешивают. Окраску буферных растворов записывают в таблицу, по цвету индикатора в пробирке определяют значение pH для каждого раствора.

*Какой состав имеет ацетатный буферный раствор?*

*Рассчитайте pH приготовленных растворов. В каком диапазоне значений pH действует ацетатная буферная система?*

*Где можно использовать данный буферный раствор?*

*При каком значении pH ацетатная буферная система имеет максимальную буферную емкость?*

**ВЫВОД:**

### Работа №2. Влияние разбавления на pH буферного раствора.

При разбавлении происходит уменьшение концентрации компонентов буферной системы, но соотношение компонентов не меняется, следовательно, исходя из уравнения Гендерсона-Гасселбаха, pH буферного раствора должно оставаться прежним.

Ход работы: В пробирке готовят буферный раствор, состоящий из 5 мл 0,2н раствора уксусной кислоты и 5 мл 0,2н раствора ацетата натрия. 2 мл этого раствора переносят в другую пробирку, в которую добавляют 6 мл воды. В третью пробирку наливают 2 мл 0,2н раствора уксусной кислоты и также добавляют 6 мл воды. Во все пробирки добавляют по 2 капли метилового красного. После перемешивания сравнивают окраску растворов.

*Как влияет разбавление на pH буферного раствора. Почему?*

*Подумайте, как влияет разбавление на буферную емкость раствора?*

**ВЫВОД:**

### Работа №3. Влияние кислоты и щелочи на pH буферного раствора.

Основная функция буферных систем – сохранение pH на постоянном уровне при добавлении небольших количеств кислот и щелочей.

Ход работы: В трех пробирках готовят по 10 мл ацетатного буфера (см. Работу №2). В первую пробирку прибавляют 5 капель 0,1н соляной кислоты, во 2-ю — 5 капель 0,1н раствора гидроксида натрия, в третью (контроль) — 5 капель воды. Во все пробирки вносят по 2 капли метилового красного и перемешивают. Сравнивают окраску растворов.

*Смещает ли кислота рН буферного раствора? А щелочь?*

**ВЫВОД:**