**Лабораторное занятие № 9**

**Тема:** Жидкие среды организма. Буферные системы: классификация, состав, свойства. Роль буферных систем в организме человека.

Цель занятия: Сформировать знания состава, свойств и механизмов действия буферных систем организма для понимания их биологической роли. Постоянство реакции среды живых организмов обеспечивается прежде всего наличием пяти кислотных буферных систем: гидрокарбонатной, фосфатной, белковой, гемоглобиновой и оксигемоглобиновой (система гемоглобин-оксигемоглобин).

Исходный уровень: Из школьного курса знать:

1. Химическое равновесие и прогнозирование его смещения. Принцип Ле-Шателье.
2. Автопротолиз воды. Константа автопротолиза воды.
3. Водородный и гидроксидный показатели. Соотношение между [Н+] и [ОН–], рН и рОН.
4. Сильные и слабые электролиты. Степень диссоциации слабого электролита.
5. Амфолиты. ИЭТ.

Основные понятия темы: Буферные системы, буферная емкость, кислотно-основное состояние организма, щелочной резерв крови, алкалоз, ацидоз.

Вопросы к занятию:

1. Буферные системы: определение, состав, классификация.
2. Уравнение Гендерсона-Гассельбаха для расчета рН кислотных и основных буферных систем.
3. Механизм действия буферных систем при добавлении кислоты и щелочи (на примере ацетатной, аммиачной и белковой), разбавлении водой.
4. Буферная емкость и факторы на нее влияющие. Зона буферного действия.
5. Буферные системы крови: состав, классификация, рН, механизм действия гидрокарбонатной, фосфатной и белковой буферных систем при взаимодействии с кислотами и щелочами (ионная форма).
6. Понятие о кислотно-основном состоянии организма: определение, механизмы, регуляция.
7. Щелочной резерв крови (%, ммоль/л), коррекция КОС при его нарушениях.
8. Механизм буферного действия системы гемоглобин-оксигемоглобин.

Хронокарта занятия

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Этапы и содержание занятия | Используемые методы (в т.ч., интерактивные) | Время, мин. |
| 1.  2. | Организационный момент.  Объявление темы, цели занятия, выяснение непонятных вопросов.  Текущий письменный контроль на входе | Вводная беседа. | 5  10 |
| 4. | Устный опрос  Отработка практических умений и навыков. Проведение лабораторных работ | демонстрационное | 30  30 |
| 3 | Заключительная часть занятия:  Обобщение, выводы по теме.  Контроль качества формируемых компетенций (их элементов) студентов по теме занятия. Проверка тетрадей. |  | 15 |

**Лабораторные работа № 1 ПРИГОТОВЛЕНИЕ БУФЕРНЫХ РАСТВОРОВ**

**Цель работы:** Освоить методику приготовления буферных растворов. Установить зависимость рН буферных растворов от различных факторов.

**Теоретическая часть.**

Буферными называются растворы, достаточно стойко поддерживающие на постоянном уровне концентрацию ионов Н+, а, следовательно, рН при добавлении к ним небольших количеств щелочей и сильных кислот, а также при разбавлении.

Буферные растворы препятствуют изменению концентрации ионов Н+ только в определённом интервале значений рН, который называется зоной буферного действия.

Компоненты буферного раствора, противодействующие изменению рН, называются буферной системой.

Пример:

Ацетатный буферный раствор состоит из уксусной кислоты, ацетата натрия и воды.

Ацетатная буферная система состоит из уксусной кислоты и ацетат-аниона. Нейтрализация щелочей и сильных кислот происходит по уравнениям:

1. СН3СООН + OH– = СН3СОО– + H2O
2. СН3СОО– + Н+ = СН3СООH.

рН кислотных буферных растворов рассчитывается по уравнению Гендерсона–Гассельбаха, которое имеет два варианта:

1. ![](data:application/x-msmetafile;base64,)
2. ![](data:application/x-msmetafile;base64,)

Если компоненты буферного раствора имеют одинаковые молярные концентрации эквивалентов, то уравнение Гендерсона–Гассельбаха примет следующий вид:

1. ![](data:application/x-msmetafile;base64,).

Уравнение Гендерсона–Гассельбаха используется для приготовления буферных растворов.

**Ход работы:** В семь пробирок одинакового диаметра налейте 0,2 М растворы уксусной кислоты и ацетата натрия в объёмах указанных в таблице 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица 1 | | | | | | | |
| № пробирки | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| СН3СООН, мл | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 0,5 | 0,2 |
| СН3СООNа, мл | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 9,5 | 9,8 |
| Цвет индикатора |  |  |  |  |  |  |  |
| рН по индикатору |  |  |  |  |  |  |  |
| Расчётное значение рН |  |  |  |  |  |  |  |

Прибавьте во все пробирки по 3 капли индикатора метилового красного. Встряхните каждую пробирку таким образом, чтобы произошло равномерное распределение окраски раствора по всему объёму. Окраску буферных растворов отметьте в таблице. Пользуясь таблицей 2, найдите значение рН для каждого раствора.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица 2. Цвет индикатора метилового красного *в зоне?? перемены окраски* | | | | | | |
| рН | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 |
| Цвет | Красный | Оранжево-красный | Оранжевый | Оранжево-желтый | Желтый | Лимонно-желтый |

**Результат:**

*Рассчитайте* значения рН в каждой из семи пробирок, используя уравнение Гендерсона–Гассельбаха.

*Укажите* зону буферного действия ацетатной буферной системы.

*Объясните*, почему в 5, 6 и 7 пробирках индикатор метиловый красный имеет один и тот же цвет.

Примечания:

Кк (СН3СООН) = 1,85∙105; lg 1,85 = 0,27; lg 3 = 0,48; lg 5 = 0,70; lg 7 = 0,85; lg 9 = 0,95; lg 19 = 1,28; lg 49 = 1,69.

**Вывод:**

Укажите факторы, влияющие на рН буферного раствора.

**Лабораторная работа № 2 ВЛИЯНИЕ РАЗБАВЛЕНИЯ НА РН БУФЕРНОГО РАСТВОРА.**

**Цель работы:** Установить зависимость рН буферного раствора от разбавления его водой.

**Ход работы.** В пробирке приготовьте буферный раствор, состоящий из 5 мл 0,2 М раствора СН3СООН и 5 мл 0,2 М раствора СН3СООNа. 2 мл этого раствора перенесите в другую пробирку, в которую добавьте 6 мл воды. В третью пробирку налейте 2 мл 0,2 М раствора уксусной кислоты и также добавьте 6 мл воды. Во все три пробирки прилейте по 2 капли индикатора метилового оранжевого. Встряхните каждую пробирку таким образом, чтобы произошло равномерное распределение окраски раствора по всему объёму. Сравните окраску растворов.

**Результат:**

Результаты внесите в таблицу.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  пробирки | Исходные реактивы | Объем исходных реактивов, мл | Объем добавляемой воды, мл | Индикатор | Окраска раствора |
| 1 | СН3СООН+ СН3СООNa | 8 | - | Метиловый красный |  |
| 2 | СН3СООН+ СН3СООNa | 2 | 6 | Метиловый красный |  |
| 3 | СН3СООН | 2 | 6 | Метиловый красный |  |

**Химизм:**

**Вывод:**

*Объясните* постоянство рН буферных растворов, используя уравнение Гендерсона-Гассельбаха.

*Объясните* изменение рН раствора уксусной кислоты при разбавлении.

**Лабораторная работа № 3 ВЛИЯНИЕ КИСЛОТЫ И ЩЕЛОЧИ НА РН БУФЕРНОГО РАСТВОРА.**

**Цель работы:** Изучить влияние кислоты и щелочи на рН буферного раствора.

**Теоретическая часть.**

При добавлении сильной кислоты к кислотному буферному раствору в реакцию вступает солевой компонент. При этом сильная кислота превращается в эквивалентное количество слабой кислоты, являющейся компонентом буферной системы.

При добавлении щелочи к кислотному буферному раствору срабатывает кислотный компонент. В результате реакции щёлочь превращается в эквивалентное количество воды, ии

**Ход работы:** В трех пробирках приготовьте по 10 мл ацетатного буферного раствора. Для этого добавьте 5 мл 0,2 М раствора уксусной кислоты к 5 мл 0,2 М раствора ацетата натрия. В первую пробирку прибавьте 5 капель 0,1 М раствора соляной кислоты, во вторую – 5 капель 0,1 М раствора едкого натра, в третью – 5 капель воды. Во все пробирки внесите по 2 капли индикатора метилового красного. Встряхните каждую пробирку таким образом, чтобы произошло равномерное распределение окраски раствора по всему объёму. Сравните окраску растворов.

**Результат:**

Результаты впишите в таблицу.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № пробирки | Исследуемый раствор | Добавляемый реактив | Индикатор | Окраска раствора |
| 1 | Ацетатная БС | HCl | Метиловый красный |  |
| 2 | Ацетатная БС | NaOH | Метиловый красный |  |
| 3 | Ацетатная БС | H2O | Метиловый красный |  |

**Химизм:**

*Напишите* уравнения реакций (молекулярная и ионная формы).

*Объясните* механизм действия ацетатной буферной системы.

**Вывод:**

*Объясните* полученные результаты, используя понятие «зона буферного действия».

**Задачи:**

1. Аммиачная буферная система состоит из двух составных частей.

*Классифицируйте* её по составу и природе компонентов.

*Укажите* интервал значений рН, внутри которого эта система обладает буферной емкостью.

*Напишите* уравнения реакций, отражающих механизм её действия (ионная форма).

*Объясните*, почему аммиачная буферная система не входит в состав крови.

1. *Рассчитайте* изменение рН фосфатной буферной системы при уменьшении концентрации кислотного компонента в 20 раз (lg 20 = 1,3).
2. Вщ ацетатного буферного раствора равна 0,05 моль/л.

Рассчитайте объем (мл) 0,2 М раствора NаОН, который необходимо добавить к 50 мл буферного раствора, чтобы изменить его рН от 4,1 до 5,2.

1. Концентрация ионов водорода в крови больного равняется 2,4610-8 моль/л.

*Рассчитайте* рН крови (lg 2,46 = 0,39).

*Назовите* состояние, возникающее при данном нарушении КОС.

*Укажите*, чем характеризуется это состояние с точки зрения протолитического гомеостаза.

**Вопросы и задания для контроля усвоения темы:** глава 8.1 вопросы и задания № 27- 34 стр. 358 Ершов Ю.А. Биохимия человека учебник для вузов.

Основная учебная литература:

1. Ершов, Ю. А.  Биохимия человека: учебник для вузов/ Ю. А. Ершов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 466 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02577-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/423741

2. Конспект лекции.

Дополнительная литература:

1. Ершов, Ю. А.  Биохимия человека : учебник для академического бакалавриата / Ю. А. Ершов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 374 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02577-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: [https://urait.ru/bcode/444080](https://urait.ru/bcode/444080" \t "_blank)

2. Ершов Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов [Текст]: учебник для вузов / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд; под ред. Ю. А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2015. – 560 с.