

Занятие № 7

Тема: Роль буферных систем в организме человека.

Цель: Сформировать знания механизмов действия буферных систем организма, их взаимосвязи и роли в поддержании кислотно-основного гомеостаза.

Значимость темы: Кислотно-основное состояние организма человека поддерживается с помощью ряда физиологических и физико-химических механизмов. К последним относится буферное действие, ионный обмен и диффузия.

Исходный уровень.

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

Содержание занятия.

Вопросы для рассмотрения:

1. Буферные системы крови: состав, классификация, распределение в плазме и эритроцитах, механизм действия гидрокарбонатной, фосфатной, белковой буферных систем в избытке кислот и оснований (ионная форма), рН крови в норме, рН артериальной и венозной крови.
2. Механизм буферного действия системы гемоглобин-оксигемоглобин в легких и периферических тканях.
3. Понятие о кислотно-основном состоянии организма: определение, механизмы, регуляция.
4. Щелочной резерв крови (% , ммоль/л), коррекция КОС при его нарушениях.
5. Механизм буферного действия системы гемоглобин-оксигемоглобин.

Задачи

1. $B_{щ}$ ацетатного буферного раствора равна 0,05 моль/л.
Рассчитайте объем (мл) 0,2 М раствора NaOH, который необходимо добавить к 50 мл буферного раствора, чтобы изменить его рН от 4,1 до 5,2.
2. Рассчитайте, приблизительно в каком интервале находятся зоны буферного действия ацетатного и аммиачного буферных растворов.
 $K_d(CH_3COOH) = K(NH_4OH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ моль/л, $lg 1,8 = 0,25$.
3. *Концентрации кислотного и солевого компонентов фосфатной буферной системы относятся как 1:19.
Объясните, будет ли рН данной буферной системы входить в зону буферного действия (рН: 6,2 – 8,2).
Подтвердите ваше предположение расчетами.
 $K_d(H_2PO_4^-) = 6,2 \cdot 10^{-8}$ моль/л; $lg 6,2 = 0,79$; $lg 19 = 1,28$.
4. Концентрация ионов водорода в крови больного равняется $2,46 \cdot 10^{-8}$ 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.

Примечание: Задача, отмеченная звездочкой, необязательна для решения (бонусная).

Лабораторные работы

Опыт №1. Влияние разбавления на pH буферного раствора.

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

Ход работы. В пробирке приготовьте буферный раствор, состоящий из 5 мл 0,2 М раствора CH_3COOH и 5 мл 0,2 М раствора CH_3COONa . 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. Результаты внесите в таблицу.

№ пробирки	Исходные реактивы	Объем исходных реактивов, мл	Объем добавляемой воды, мл	Индикатор	Окраска раствора
1	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$	8	-	Метилоранжевый	красный
2	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$	2	6	Метилоранжевый	красный
3	CH_3COOH	2	6	Метилоранжевый	красный

Вывод:

Объясните постоянство pH буферных растворов, используя уравнение Гендерсона-Гассельбаха.

Объясните изменение pH раствора уксусной кислоты при разбавлении.

Опыт №2. Влияние кислоты и щелочи на pH буферного раствора.

Цель работы: Изучить влияние кислоты и щелочи на pH 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.

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. Результаты впишите в таблицу.

№ пробирки	Исследуемый раствор	Добавляемый реактив	Индикатор	Окраска раствора
1	Ацетатная БС	HCl	Метилоранжевый	

			красный	
2	Ацетатная БС	NaOH	Метилловый красный	
3	Ацетатная БС	H ₂ O	Метилловый красный	

Результаты:

Напишите уравнения реакций (молекулярная и ионная формы).

Объясните механизм действия ацетатной буферной системы.

Вывод:

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

Рекомендуемая литература:

1. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учебник для вузов / Ю.А. Ершов, В.А. Попков, А.С. Берлянд; Под. ред. Ю.А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2014. – 560 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс.
2. Ершов Ю.А., Попков А.А., Берлянд А.С. и др. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов. Под. ред. Ю.А. Ершова – М.: Высшая школа, 1993. С. 108-119.
3. Равич-Щербо М.И., Новиков В.В. Физическая и коллоидная химия. М.: Высшая школа, 1975, ч. 1, гл. V, с. 90-100.
4. Ленский А.С. Введение в бионеорганическую и биофизическую химию. М.: Высшая школа, 1989, с. 151-160.