

ТЕМА 8. Учение о растворах (продолжение). Буферные растворы и системы.

Цель занятия:

Развитие, углубление и закрепление знаний о равновесиях в водных растворах электролитов. Формирование теоретических основ буферных систем и химических механизмов поддержания кислотно-основного равновесия в организме. Приобретение практических навыков приготовления буферных растворов с заданным значением pH.

Задачи занятия:

- 1) В процессе занятия необходимо сформировать и развить знания:
 - типы буферных систем и принципов их приготовления;
 - свойства буферных систем и их роли в поддержании кислотно-щелочного равновесия в организме;
 - буферная ёмкость и факторы, определяющие её;
 - кислотно-основные равновесия;
- 2) Сформировать и развить умения:
 - записывать состав буферных систем и уравнения реакций, характеризующие механизм их действия;
 - готовить буферные растворы с заданным значением pH;
 - производить расчеты, с которыми встречаются в практике применения буферных растворов;
- 3) Развить практические умения обращаться с лабораторным оборудованием, проводить химический эксперимент, соблюдая правила техники безопасности.
- 4) Воспитать ценностное отношение к химическим объектам.

Мотивационная характеристика необходимости изучения темы:

Нормальная жизнедеятельность организма невозможна без поддержания постоянных характеристик (температура, осмотическое давление, концентрация веществ) во внутриклеточных и тканевых жидкостях организма. Одной из постоянных характеристик организма является значение pH всех жидких сред организма (изогидрия). Сохранение постоянства pH жидких сред имеет для организма жизненно важное значение, поскольку все биохимические и физиологические процессы с участием гормонов и ферментов протекают только в строго определенном интервале значений pH. Кроме того, ионы водорода являются катализаторами многих биохимических процессов, а даже небольшие изменения концентрации ионов H^+ в крови и межтканевых жидкостях сильно влияют на величину осмотического давления в этих биожидкостях. Отклонение pH крови от нормы (7,36) всего лишь на несколько сотых приводит к нарушению процессов жизнедеятельности организма. В настоящее время доказано влияние pH слюны на процессы минерализации и деминерализации эмали зубов.

Ограниченное постоянство pH в различных средах нашего организма поддерживается в первую очередь физико-химическим путем - буферными системами.

В химических, токсикологических, санитарно-гигиенических и клинических лабораториях буферные растворы применяются для поддержания постоянства pH среды, например, при изучении свойств белков, ферментов, гормонов и других биологически активных веществ; при выделении токсинов из биологического материала и их анализе; для приготовления инъекционных растворов, кровезаменителей и стабилизации ряда лекарственных веществ. Определение pH ряда биологических жидкостей (мочи, желудочного сока) является важным диагностическим тестом, поскольку различные заболевания сопровождаются нарушением кислотно-щелочного равновесия. Это является предметом изучения клинических дисциплин.

Вопросы для самоподготовки:

1. Ниже приведены средние значения pH некоторых биологических жидкостей: слюна – 6,8, желудочный сок – 1,5, сок желудочной железы – 7,8, моча – 6,3, кровь – 7,4. Рассчитайте концентрацию ионов водорода в каждой из жидкостей. Результаты оформите в виде таблицы:

Биологическая жидкость	Среднее значение pH	Концентрация ионов H^+ , моль/л

2. Из двух растворов: 1) NH_4Cl , $c = 1$ моль/л; 2) NH_3 , $c = 1$ моль/л приготовили 3 буферных раствора (а, б, в), смешивая раствор 1 с раствором 2 в следующих соотношениях:

Буферный раствор	Раствор 1, $c(NH_4Cl) = 1$ моль/л	Раствор 2, $c(NH_3) = 1$ моль/л
а	6 мл	2 мл
б	4 мл	4 мл
в	2 мл	6 мл

Рассчитайте pH исходных растворов 1 и 2 и pH буферных растворов: а, б, в.

3. Сколько мл 0,05 М раствора HCl надо прибавить к 100 мл крови для изменения pH от 7,36 до 7,0. Буферная емкость крови по кислоте равна 0,05 моль/л.

Ознакомиться с решением типовых задач (см. Н.Л.Глинка "Задачи и упражнения по общей химии", гл.VII.3, примеры 1, 2, 4).

Вопросы для аудиторного контроля знаний:

Классификация буферных систем и механизм их действия: равновесие между процессами электролитической диссоциации и гидролиза в паре

сопряжённой кислоты и основания. Расчет pH буферных систем по уравнению Гендерсона-Гассельбаха. Буферная емкость, факторы, влияющие на её величину. Буферные системы крови: гидрокарбонатная, гемоглобиновая, фосфатная и белковая. Понятие о кислотно-щелочном равновесии в биологических жидкостях. Респираторный и метаболический ацидоз и ацидемия, алкалоз и алкалемия.

Тесты для проверки уровня знаний:

1. Алкалоз – это
2. Определите pH буферного раствора, полученного смешиванием 1 мл 1 М раствора CH_3COOH ($K_d = 1,8 \cdot 10^{-5}$) и 100 мл 0,1 М раствора CH_3COONa .
3. При 298 К $[\text{H}^+]$ в водном растворе HCl равна 10^{-2} моль/л. Рассчитайте рОН этого раствора ...
4. Сравните общую кислотность 0,1 М раствора CH_3COOH и 0,1 М раствора HCl ...
5. Кислотные буферные системы эффективно поддерживают pH в диапазоне ...
6. Приведите уравнение для расчета pH ацетатного буфера ...
7. Наибольшая доля в буферной ёмкости в плазме крови у буфера.
8. Определите рОН буферного раствора, полученного смешиванием 100 мл 0,1 М раствора NH_4Cl и 1 мл 1 М раствора $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ($K_d = 1,8 \cdot 10^{-5}$).
9. Для приготовления буферного раствора с заданным значением pH надо знать:
10. Можно ли приготовить фосфатный буфер с pH равным 4 (константа диссоциации кислоты равна $6,2 \cdot 10^{-8}$)?

Учебно-исследовательская работа (УИРС):

«Свойства буферных растворов»

ЦЕЛЬ: изучить зависимость pH буферных растворов от соотношения концентраций компонентов, разведения и добавления небольших количеств сильных кислот и оснований.

Задание №1. Установление зависимости pH буферных растворов от соотношения концентраций составных частей и от разведения

Ход работы:

1. Приготовьте 3 буферных раствора со следующими соотношениями концентраций CH_3COOH и CH_3COONa : 9/1; 5/5; 1/9. Каждый приготовленный раствор перемешайте.
2. Приготовьте 3 буферных раствора с таким же соотношением концентраций компонентов, но более разбавленные. Для этого возьмите по 1 мл приготовленных ранее буферных растворов и добавьте к каждому по 8 мл воды. Каждый разбавленный раствор перемешайте.

- Во все приготовленные растворы добавьте по 3 капли спиртового раствора лакмоида. Растворы перемешайте.
- Сравните на белом фоне окраску растворов и запишите. Рассчитайте pH приготовленных растворов. Константа ионизации уксусной кислоты (K)= $1,85 \cdot 10^{-5}$.
- Результаты наблюдений и расчетов представьте в таблицу:

№ пробирки	1	2	3
Соотношение концентрация $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$	9/1	5/5	1/9
Цвет раствора после добавления лакмоида			
№ пробирки с разбавленным буферным раствором	1"	2"	3"
Соотношение концентраций $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$ в разбавленном растворе			
Цвет раствора после добавления лакмоида			
pH			
Расчеты	$\text{pH}_1 =$	$\text{pH}_2 =$	$\text{pH}_3 =$

- Сделайте выводы на основании сравнения окраски в 1, 2, 3 пробирках, а также 1 и 1"; 2 и 2"; 3 и 3" и объясните полученные выводы.

Задание №2. Выяснение отношения буферных растворов к добавлению небольших количеств сильных кислот и оснований

- Приготовьте 2 одинаковых буферных раствора, сливая по 4мл 0,1М раствора CH_3COOH и 6мл 0,1 М раствора CH_3COONa .
- В обе пробирки добавьте по 3 капли спиртового раствора лакмоида. Растворы перемешайте.
- В одну пробирку добавьте 5 капель 0,1 М раствора HCl ; во вторую 5 капель 0,1 М раствора NaOH . Растворы в обеих пробирках перемешайте и запишите их окраску.
- Результаты представьте в виде таблицы и объясните их.

Буферный раствор	1	2
Окраска после добавления лакмоида		
Окраска после добавления 0,1 М NaOH		
Окраска после добавления 0,1 М HCl		

Задания для самостоятельной работы:

- На основе какой системы из четырех приведенных ниже можно приготовить буферный раствор с pH, 7,4:
 - $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$;
 - $\text{H}_3\text{PO}_4/\text{KH}_2\text{PO}_4$;
 - HCl/KCl ;
 - $\text{KH}_2\text{PO}_4/\text{K}_2\text{HPO}_4$?

2. Какие из перечисленных ниже веществ и в каких сочетаниях можно взять для приготовления буферных растворов: NH_4OH , CH_3COOH , HCl , NaOH , Na_2HPO_4 , NaH_2PO_4 ?
3. Как объяснить механизм буферного действия фосфатного буфера при добавлении к нему небольших количеств: а) HCl , б) NaOH ?
4. Как приготовить буферный раствор с заданным значением pH, что для этого нужно знать?
5. Что такое активная, общая и потенциальная кислотность? Одинаковы ли значения этих кислотностей для:
а) 0,1 М HCl ;
б) 0,1 М CH_3COOH ?
6. Назовите буферные системы крови в порядке возрастания их буферной ёмкости, укажите компоненты, которые их составляют.
7. Какие механизмы обеспечивают pH биосред организма постоянным?
8. В чем заключается взаимодействие буферных систем организма?
9. Покажите на конкретном примере взаимодействие гемоглобиновой и гидрокарбонатной буферной систем в условиях организма?

Список литературы:

Основная:

1. Общая химия: учебное пособие / С.В.Ткачёв, В.В.Хрусталёв. – Минск: Вышэйшая школа, 2020. – гл.7 (7.5), гл.8.
2. Ершов, Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учеб. для студентов мед., биол., агроп., ветеринар., экол. вузов / Ю. А. Ершов, В. А. Попков, А. С. Берлянд; под ред. Ю. А. Ершова. – 10-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2014. - гл.3, (3.4, 3.6);
3. Общая и бионеорганическая химия : пособие для студентов учреждений высш. образования, обучающихся по специальностям: 1-79 01 01 «Лечебное дело», 1-79 01 02 «Педиатрия», 1-79 01 07 «Стоматология», 1-79 01 08 «Фармация» / В. П. Хейдоров [и др.] ; М-во здравоохранения Республики Беларусь, УО «Витебский гос. ордена Дружбы народов мед. ун-т» ; под ред. В. П. Хейдорова. - Витебск : [ВГМУ], 2023. –глава 5, 5.4.

Дополнительная:

1. Болтromeюк, В.В. Общая химия: пособие для студентов обучающихся по специальностям 1-79 01 01 «Лечебное дело», 1-79 01 02 «Педиатрия», 1-79 01 04 «Медико-диагностическое дело», 1-79 01 05 «Медико-психологическое дело», 1-79 01 06 «Сестринское дело» / В.В. Болтromeюк. – Гродно: ГрГМУ, 2020. – 576 с.