Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения   
Российской Федерации

ФГБОУ ВО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России

##### 

##### ***Медико-психолого-фармацевтический факультет***

Кафедра биологической химии с курсами медицинской, фармацевтической и токсикологической химии

**Отчёт по лабораторной работе**

По дисциплине «Химия»

Тема: «**Кислотно-основные буферные растворы. Приготовление буферных растворов по заданному рН. Применение метода нейтрализации для определения буферной емкости сыворотки крови. Исследование влияния разбавления на рН и буферную емкость**»

Выполнил(а): студент(ка)

Группы \_\_\_\_\_\_

ФИО

Проверил:

доцент Залога А.Н.

Красноярск 2022

 **Теоретическая часть**

Буфер как сопряженная кислотно-основная пара характеризуется определенным значением рКа. *Если компоненты сопряженной кислотно-основной буферной пары будут находиться в соотношении 1:1*, то буфер будет поддерживать рН в точке рКа. Это видно из уравнения Гендерсона-Гассельбаха:

рНбуфера = рКа(кислота/основание) + ,

где квадратные скобки обозначают равновесную молярную концентрацию компонента.

Из этого же уравнения следует: *если один из компонентов буфера преобладает над другим в 10 раз (что допустимо по определению буфера)*, то буфер будет поддерживать рН в зоне рКа ±1. Эту зону называют зоной буферного действия.

При выборе буфера руководствуются тем, чтобы его рКа была как можно ближе к требуемому значению рН, поскольку такой буфер будет иметь примерно одинаковое содержание своих компоневтов и в одинаковой степени эффективности защищать от сильных кислот и щелочей.

Если равновесные молярные концентрации в буферном уравнении заменить на аналитические, то буферное уравнение примет вид:

рНбуфера = рКа(к/о) + .

Это уравнение используют на практике для расчета объемов растворов компонентов (кислотного и основного), из которых будет готовится буфер с заданным рН.

Способность буферных растворов поддерживать постоянство pH (в зоне буферного действия рН=рКа(к/о)±1) небезгранична. Она характеризуется буферной емкостью.

***Буферная ёмкость (B)*** – это количество эквивалентов сильного электролита, которое надо прилить к 1 л буфера, чтобы изменить его рН на единицу.

Отсюда, общая формула для расчета: , (моль/л),

где **|∆**pH| – это разность (по абсолютной величине) между исходным значением рН буфера (рН1) и каким-либо фиксированным с помощью индикатора значением (рН2) после добавления сильного электролита:

**|∆**pH|=|pH2-pH1|

*Различают буферную ёмкость по кислоте* **Ba** *и* *буферную ёмкость по основанию* **Bb**.

***Буферная ёмкость по кислоте Ва*** – это количество эквивалентов сильной кислоты (обычно HCl), которое надо прилить к 1 л буфера, чтобы уменьшить его рН на единицу. Отсюда, формула для расчета:

, моль/л

***Буферная ёмкость по основанию Bb*** – это количество эквивалентов сильного основания (обычно NaOH), которое надо прилить к 1 л буфера, чтобы увеличить его рН на единицу. Отсюда, формула для расчета:

, моль/л

Буферная емкость напрямую зависит от концентрации компонентов, составляющих буфер: чем больше концентрация кислотного (основного) компонента, тем выше буферная емкость по основанию (кислоте). Сравнивая буферную емкость по кислоте и по основанию, можно судить, какой компонент буфера преобладает.

Судя по рН крови у здоровых людей (7,4 – и это больше, чем рКа главных буферных систем плазмы крови), можно предположить преобладание в крови оснόвных компонентов (гидрокарбонатов гидрофосфатов и др.) над кислотными (соответственно, угольной кислотой Cдигидрофосфатами и др.). Это позволило говорить о так называемом «щелочном резерве» организма. Наличие «щелочного резерва» имеет биологический смысл, поскольку позволяет предупреждать закисление организма продуктами катаболизма, главным образом, кислотного характера (это молочная кислота, пировиноградная кислота, углекислота, фосфорная кислота, щавелевая кислота, мочевая кислота, аспарагиновая и глутаминовая аминокислоты и др.). В наличии «щелочного резерва» организма можно убедиться и при исследовании буферной емкости крови.

В норме у здорового человека в сыворотке крови Ва=29 ммоль/л, Вb=12 ммоль/л.

**Цель работы**: 1) Выбрать подходящий буфер по заданному значению рН, приготовить его и исследовать влияние разведения буфера на рН.   
2) Определить буферную ёмкость сыворотки крови по кислоте и по основанию методом нейтрализации и сравнить эти показатели между собой, а также с нормальными показателями. Установить влияние разведения на буферную емкость.

**Оборудование и реактивы.**

1. Бюретки
2. Пипетки на 5 мл и груши
3. Колбочки конические для титрования
4. Химические стаканчики, мензурки
5. Уксусная кислота СН3СООН 0,1М
6. Ацетат натрия СН3СООNa 0,1 М
7. Дигидрофосфат натрия NaH2PO4 0,1М
8. Гидрофосфат натрия Na2HPO4 0,1 М
9. Гидроксид натрия NaOH 0,1э
10. Соляная кислота HCl 0,1 э
11. Индикаторы: спиртовые растворы 0,1% фенолфталеина и 0,1% метилового желтого.
12. Универсальная индикаторная бумага

**Практическая часть** 

**Задача 1.** Выбрать и приготовить подходящий буфер в объеме 20 мл для поддержания заданного значения рН.

*Порядок выполнения задачи (опыта) №1:*

1) Получить от преподавателя индивидуальные значения рН.

2) С учетом этого значения рН выбрать подходящий буфер из двух представленных: ацетатного - рКа 4,8 и фосфатного – рКа 6,8.

3) Рассчитать объемы компонентов выбранного буфера с учетом того, что концентрации компонентов одинаковы.

4) Отмерить пипеткой (или мензуркой) рассчитанные объемы кислотного и основного компонентов буфера и перенести их в стаканчик. Перемешать.

5) Определить рН приготовленного буфера по индикаторной бумажке и использовать этот буфер для решения задачи 2.

**Задача 2.** Выяснить и объяснить, что произойдет с рН буфера при разбавлении его водой.

*Порядок выполнения задачи (опыта) №2:*

1) В отдельный стаканчик отмерить пипеткой 1 мл буферного раствора, приготовленного в первом опыте. Это будет *опытная* проба. Исходный буфер послужит *контролем*.

2) Разбавить опытную пробу водой в 10 раз.

3) С помощью индикаторной бумажки определить рН в опытной пробе и полученное значение сравнить с контролем.

4) Сделать вывод и объяснить результат.

**Задача 3.** Определить буферную емкость сыворотки крови по кислоте и по основанию, используя метод нейтрализации.

*Порядок выполнения задачи (опыта) №3:*

1. Заполнить бюретку титрованным (0,1э) раствором HCl.
2. В две колбы для титрования внести пипеткой по 5 мл сыворотки крови, рН которой 7,4.
3. В одну из колб прибавить 2-3 капли индикатора метилового желтого и титровать из бюретки раствором НСl до появления оранжевой окраски (рН ≈ 3,4).
4. По бюретке отметить объём израсходованной кислоты и, зная её концентрацию, рассчитать буферную емкость сыворотки крови по кислоте.
5. Слить из бюретки раствор HCl и промыть бюретку водой.
6. Заполнить бюретку титрованным (0,1э) раствором NaOH.
7. Во вторую колбу с сывороткой крови прибавить 2 капли фенолфталеина и титровать из бюретки раствором NаОН до появления малиновой окраски (рН ≈ 9,4).
8. Отметить по бюретке объём потраченной щёлочи и, зная его концентрацию, рассчитать буферную ёмкость сыворотки крови по основанию.
9. Убедиться, что буферная ёмкость сыворотки крови по кислоте больше, чем буферная ёмкость по основанию. Сравнить с нормами и сделать вывод.

*# Если необходимо выяснить ошибку эксперимента, то каждое титрование следует повторять пять раз и сделать статистическую обработку результатов по необходимому параметру.*

**Задача 4.** Выяснить и объяснить, что произойдет с буферной емкостью сыворотки крови при разбавлении ее водой.

*Порядок выполнения задачи (опыта) №4:*

1. Развести 5 мл сыворотки крови в 2 раза водой. Разделить пробу на две части.
2. Одну часть протитровать титрованным раствором HCl в присутствии индикатора метилового желтого, а другую часть – титрованным раствором NaOH в присутствии фенолфталеина. Записать объемы титрантов, потраченные на титрование, и рассчитать буферные емкости сыворотки крови по кислоте и по основанию.
3. Сделать выводы и обосновать влияние разведения сыворотки на буферную емкость.

**Вопросы для защиты лабораторной работы**.

1. От чего зависит рН буферного раствора?
2. Каким будет значение рН буферного раствора, если кислота и сопряженная ей основание содержатся в эквимолярных количествах (т. е их равновесные молярные концентрации в буфере одинаковы)?
3. Каким будет значение рН буферного раствора при преобладании кислоты или основания?
4. При каких значениях рН буфер будет в одинаковой степени защищать от сильных кислот и сильных оснований (т.е. иметь оптимальную буферную емкость)?
5. Как правильно выбрать буфер для поддержания требуемого рН?
6. Как рассчитать соотношение объемов исходных компонентов буфера по заданному рН, если аналитические концентрации этих компонентов одинаковы? Какой параметр нужно задать дополнительно, чтобы рассчитать объем каждого компонента буфера?
7. Какую общую формулу можно использовать для расчета объема кислотного компонента буфера.
8. Почему при добавлении к буферу воды рН не меняется?
9. Для чего определяют буферную емкость по кислоте, по основанию?
10. Принцип метода определения буферной емкости. Для чего здесь используется метиловый желтый, фенолфталеин?
11. Как и в каких единицах рассчитывают буферную емкость по кислоте или по основанию?
12. От чего зависит буферная емкость?
13. Почему буферная емкость крови по кислоте оказывается больше, чем по основанию (причинно-следственная связь)?
14. О чем может свидетельствовать уменьшение буферной емкости крови по кислоте?
15. Как изменится буферная емкость при добавлении к буферу воды? Ответ обосновать.
16. До какого конечного объема надо долить водой 2 мл буфера, чтобы развести его в 10 раз?
17. Основной буфер плазмы крови. Как он работает (показать механизм действия схематично и с помощью уравнений реакции)?
18. Что такое щелочной резерв организма? На какие показатели крови и как отразится его уменьшение?
19. Почему при рассмотрении нарушений кислотно-основного равновесия (КОР) (ацидозов, алкалозов) прибегают к такому параметру как парциальное давление углекислого газа ()?