



Учреждение образования
«Белорусская государственная
орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»



Кафедра биологии растений и химии

ХИМИЯ

Лабораторный практикум

**Лабораторная работа
Свойства буферных растворов**



Лабораторная работа Свойства буферных растворов

Цель работы: приготовить буферные растворы и изучить их свойства.

Оборудование и реактивы: шесть бюреток с соответствующими растворами, пипетки, шесть колб для титрования, шесть стаканчиков на 100 см³, шесть пробирок со штативом; 0,1М и 0,2М растворы CH₃COOH, 0,1М и 0,2М растворы CH₃COONa, 0,01М, 0,1 М и 1М растворы HCl, 0,1М и 1М растворы NaOH, 0,9%-ный раствор NaCl, раствор универсального индикатора со шкалой, универсальная индикаторная бумага, фенолфталеин, метилоранж.

Опыт 1. Приготовление буферных растворов. Готовят в трех пронумерованных колбах а, б и в по 30 см³ ацетатных буферных растворов следующего состава:

а) 24 см³ 0,2 М раствора CH₃COOH + 6 см³ 0,2 М раствора CH₃COONa;

б) 6 см³ 0,2 М раствора CH₃COOH + 24 см³ 0,2 М раствора CH₃COONa;

в) 15 см³ 0,2 М раствора CH₃COOH + 15 см³ 0,2 М раствора CH₃COONa.

Содержимое колб перемешивают встряхиванием. Рассчитывают рН буферов, используя следующие уравнения:

$$[H^+] = K_k \frac{C_{\text{кислоты}} \cdot V_{\text{кислоты}}}{C_{\text{соли}} \cdot V_{\text{соли}}}, \quad \text{pH} = -\lg[H^+].$$

Измеряют рН буферных растворов на рН-метре и сопоставить полученные данные с расчетными. Сделать вывод о влиянии соотношения концентрации кислоты и соли на рН буферных растворов.

Опыт 2. Разбавление буферных растворов. Берут пипеткой по 10 см³ буфера из колбы а (опыт 1) и переносят еще в две колбы – 1 и 2. Раствор в колбе 1 разбавляют в 2,5 раза добавлением 15 см³ дистиллированной воды, а в колбе 2 – в 5 раз добавлением 40 см³ воды. Содержимое колб перемешивают встряхиванием. Затем в три пронумерованные пробирки отбирают пипеткой из колб а, 1 и 2 по 5 см³ буферного раствора и прибавляют в каждую пробирку по три капли универсального индикатора. Сопоставляют окраску неразбавленного раствора (пробирка 1) с окраской разбавленных (колбы 1, 2 и пробирки 2, 3) и делают вывод о влиянии разбавления на рН буферных растворов. Сопоставление окраски лучше выполнять над листом белой бумаги сверху пробирок через всю толщу буферных растворов.

Опыт 3. Действие кислот и щелочей. Для работы взять шесть пронумерованных пробирок одинакового диаметра. В пробирки 1 и 4 наливают по 2 см³ 0,2 М раствора уксусной кислоты и по 3 см³ 0,2 М ацетата натрия. Рассчитывают рН полученных буферных растворов. В пробирки 2 и 5 наливают по 5 см³ физиологического раствора (0,9%-ный раствор хлорида натрия), в пробирки 3 и 6 – по 5 см³ дистиллированной воды. В пробирки 1, 2, 3 добавляют по три капли фенолфталеина и на белом фоне прибавляют, считая капли, 1 М раствор NaOH до появления малино-



вой окраски. Затем в пробирки 4, 5, 6 добавляют по три капли метилоранжа и на белом фоне прибавляют, считая капли, 1 М раствор HCl до появления оранжево-розовой окраски. Результаты наблюдений записывают в таблицу.

Число капель 1 М раствора	Ацетатный буфер	Физиологический раствор	Вода
NaOH	Пробирка 1	Пробирка 2	Пробирка 3
HCl	Пробирка 4	Пробирка 5	Пробирка 6

Опыт 4. Определение буферной емкости. 1. Готовят два буферных раствора, pH которых отличается на единицу. Для этого в первую колбу для титрования приливают пипетками по 5 см³ 0,2 М растворов CH₃COOH и CH₃COONa. Во второй колбе готовят раствор сравнения с pH (на единицу меньше): приливают 9 см³ 0,2 М раствора CH₃COOH и 1 см³ 0,2 М раствора CH₃COONa. Рассчитывают и записывают значение pH в таблицу.

В обе колбы добавляют по три капли метилоранжа и содержимое первой колбы титруют 0,1 М раствором HCl до получения одинаковой окраски с раствором сравнения (колба 2). По уравнению рассчитывают буферную емкость:

$$B = \frac{C_{\text{экр}} \cdot V}{V_{\text{буф}}}$$

2. Аналогично готовят два буферных раствора, pH которых отличается на единицу, используя 0,1 М растворы CH₃COOH и CH₃COONa. В первую колбу приливают по 5 см³ 0,1 М растворов CH₃COOH и CH₃COONa. В другой колбе готовят раствор сравнения, имеющий pH на единицу меньше, сливая 9 см³ 0,1 М раствора CH₃COOH и 1 см³ 0,1 М раствора CH₃COONa. Вычисляют значения pH приготовленных растворов. Затем в обе колбы добавляют по три капли метилоранжа и буферный раствор в первой колбе титруют 0,1 М раствором HCl до получения одинаковой окраски индикатора в растворе сравнения (буфер в колбе 2).

Рассчитывают буферную емкость и записывают все данные в таблицу.

Исследуемый буферный раствор	pH ₁	pH ₂	C _к	V _к	Буферная емкость,
5 см ³ 0,2 М раствора CH ₃ COOH + 5 см ³ 0,2 М раствора CH ₃ COONa					
5 см ³ 0,1 М раствора CH ₃ COOH + 5 см ³ 0,1 М раствора CH ₃ COONa					

На основании полученных данных сделать выводы:

- изменяется ли pH буферных растворов при изменении концентрации CH₃COOH и CH₃COONa, но при неизменном их соотношении;
- влияет ли концентрация соли и кислоты на буферную емкость.



Учреждение образования
«Белорусская государственная
орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»



Опыт 5. Определение буферной емкости почвенной вытяжки. Отвешивают на технохимических весах 20 г почвы, переносят ее в коническую колбу, приливают 100 см³ воды и встряхивают в течение 3 мин. Затем фильтруют через складчатый фильтр и определяют рН фильтрата. В две колбы отмеривают по 20 см³ приготовленной почвенной вытяжки. В одну из колб прибавляют две капли фенолфталеина и титруют 0,1 М раствором NaOH до появления слабого малинового окрашивания, в другую добавляют две-три капли индикатора метилового красного и титруют 0,1 М раствором HCl до появления оранжево-розового окрашивания. Рассчитывают буферную емкость. Для сравнения выполняют такой же опыт с раствором, приготовленным из дистиллированной воды с добавлением к нему щелочи или кислоты до достижения такой же величины рН, как и у почвенной вытяжки.

По результатам опыта делают вывод о буферной емкости почвы.



Учреждение образования
«Белорусская государственная
орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»



ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Н. С. Ахметов. – М.: Высш. шк., 2006. – 743. .
2. Барковский, Е. В. Аналитическая химия: Учеб. пособие/ Е. В. Барковский. – Мн.: Высш. шк., 2004. – 351 с.
3. Барковский, Е. В. Введение в химию биогенных элементов и химический анализ: Учеб. пос./ Е. В. Барковский, С. В. Ткачев и др. – М.: Высш. шк., 1997. –126 с.
4. Болдырев, А. И. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1983.
5. Гольбрайх, З. Е. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие/ З. Е. Гольбрайх.–М.:ООО «Издательство Астрель»,2004.–383с
6. Грандберг, И.И. Органическая химия: Учеб. для студ. вузов обучающихся на агрономических специальностях/ И. И. Грандберг. – М.: Дрофа, 2004. –672 с.
7. Князев Д. А. Неорганическая химия: Учебник для вузов/ Д. А. Князев, С. Н. Смаригин. – М.: Высш. шк., 1990. – 430 с.
8. Руководство к изучению курса “Общая и неорганическая химия”: Пособие для студентов нехимических специальностей / И. Е. Шиманович [и др.]; под ред. И.Е. Шимановича. – 3-е изд. – Минск: РИВШ, 2008. – 112 с.
9. Химия. Курс лекций: учебно-методическое пособие / О. В. Поддубная [и др.]. – Горки : БГСХА, 2024. – 383 с.
10. Химия. Лабораторный практикум: учеб. пособие/А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная, И. В. Ковалева, Т. В. Булак.–Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 320 с.
11. Угай Я. А. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Я. А. Угай. 4-е изд. – М.: Высш. шк., 2004. – 440 с.
12. Химия: учебно-методический комплекс: Учебно-методическое пособие / О. В. Поддубная, И.В. Ковалева и др. – Горки: БГСХА, 2011. – 452 с. ISBN 978-985-467-359-2
13. Хмельницкий, Р. А. Физическая и коллоидная химия: Учебник для вузов/ Р. А. Хмельницкий. – М.: Высш. шк., 1988.
14. Цитович, Н. К. Курс аналитической химии: Учебник для вузов/ Н. К. Цитович. – М.: Высш. шк., 1987. – 397 с.
15. Цыганов, А. Р. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие / А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 236 с.
16. Щербина, А.Э. Органическая химия. Задачи и упражнения: Учеб. пособие / А.Э. Щербина, Л.Г. Матусевич, И.В. Сенько. – Минск : Новое знание, 2007. – 304 с.

Дополнительная

1. Белясова, Н.А. Биохимия и молекулярная биология: Учеб. пособие/ Н.А. Белясова. – Минск: Книжный дом, 2004. – 416 с.
2. Введение в лабораторный практикум по неорганической химии: Учеб. пособие / В.В. Свиридов, Г.А.Попкович и др. – Мн : Высш. шк., 2003. – 96 с.
3. Дорохова, Е. Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа: Учебник для почвенно-агрохимических специальностей / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. – М.: Высш. шк., 1991. – 354 с.
4. Жарский, И. М. Теоретические основы химии: сборник задач: Учеб. пособие. – Минск.: Аверсев, 2004. – 397 с.
5. Практикум по общей и биоорганической химии: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. В. А. Попкова. – 3-е изд. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 240 с.
6. Слесарев, В. И. Химия: основы химии живого: Учебник для вузов / В. И. Слесарев. – СПб: Химиздат, 2001. – 784 с.
7. Степин, Б. Д. Неорганическая химия: Учебник для вузов/ Б. Д. Степин, А.А. Цветков. – М.: Высш. шк., 1994. – 608 с.

Справочники:

1. Краткий химический справочник. – М.: Химия, 1977.
2. Кольман, Я. Наглядная биохимия: Пер. с нем/ Я.Кольман, К.Г. Рем. – М.: Мир, 2000. – 469 с.
3. Лидин, Р.А. Химические свойства неорганических веществ/ Под ред. Р.А. Лидина. – 5-е изд., стер. – М.: КолосС, 2008, – 480 с.



Учреждение образования
«Белорусская государственная
орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»



Составители
Поддубная Ольга Владимировна
Ковалева Ирина Владимировна