



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



**Кафедра биологии растений и химии**

# **ХИМИЯ**

**Лабораторный практикум**

**Лабораторная работа  
Изучение адсорбции уксусной кислоты  
на поверхности почвы**



## Лабораторная работа

### Изучение адсорбции уксусной кислоты на поверхности почвы

**Цель работы:** изучить адсорбцию уксусной кислоты на поверхности почвы.

**Оборудование и реактивы:** бюретка, почва, фенолфталеин, четыре конические колбы на  $250 \text{ см}^3$  с пробками и четыре конические колбы на  $100\text{--}150 \text{ см}^3$ , четыре стаканчика на  $100 \text{ см}^3$ , четыре воронки, круглые фильтры, пипетки на  $50$  и  $10 \text{ см}^3$ ;  $0,025 \text{ М}$ ,  $0,05 \text{ М}$ ,  $0,1 \text{ М}$ ,  $0,2 \text{ М}$  растворы  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;  $0,1 \text{ М}$  раствор  $\text{NaOH}$ .

**Ход опыта.** На технохимических весах берут навески по  $5 \text{ г}$  почвы и вносят в четыре сухие колбы, отмеряют по  $50 \text{ см}^3$  растворов уксусной кислоты, указанной концентрации, и заливают навески почвы. Колбы закрывают пробками, встряхивают и оставляют на  $15\text{--}20$  мин, время от времени повторяя встряхивание. В это время точно определяют начальную концентрацию  $C_0$  растворов уксусной кислоты. Для этого берут пипеткой по  $10 \text{ см}^3$  исходных растворов уксусной кислоты и титруют  $0,1 \text{ М}$  раствором  $\text{NaOH}$  с индикатором фенолфталеином (две капли). Концентрацию  $C_0$  выражают в миллимолях  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , содержащихся в  $1 \text{ мл}$  раствора.

Пример. Для определения *точной концентрации кислоты* взяли  $10 \text{ см}^3$  *приблизительно*  $0,025 \text{ М}$  раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (концентрация в колбе 1) и затратили при титровании  $2,52 \text{ см}^3$   $0,1 \text{ М}$  раствора  $\text{NaOH}$ . молярная концентрация раствора кислоты, исходя из уравнения  $C_K \cdot V_K = C_{\text{ш}} \cdot V_{\text{ш}}$ , будет следующей:

$$C_K = (2,52 \cdot 0,1) / 10 = 0,0252 \text{ М}$$

В  $1000 \text{ см}^3$  раствора будет содержаться  $0,0252$  моль, или  $25,2$  ммоль,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , а в  $1 \text{ см}^3$  –  $0,0252$  ммоль. Значит, начальная концентрация в колбе 1  $C_0 = 0,0252$  ммоль/ $\text{см}^3$ . Аналогичным образом рассчитывают точную концентрацию  $C_0$  в колбах 2, 3 и 4.

Через  $15\text{--}20$  мин после наступления равновесия растворы отделяют от почвы фильтрованием в отдельные колбочки. Почву при этом не взбалтывают, а сливают отстоявшийся раствор на фильтр, отбрасывая первые порции фильтрата. Равновесную концентрацию кислоты в фильтрате  $C_1$  также определяют титрованием. Для этого берут, как и в первом случае, пипеткой  $10 \text{ см}^3$  раствора, добавляют две капли фенолфталеина, титруют  $0,1 \text{ М}$  раствором  $\text{NaOH}$  и рассчитывают равновесную концентрацию  $C_1$  уксусной кислоты.

Количество адсорбированной  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ( $x$ ) в миллимолях на  $5 \text{ г}$  почвы находят по формуле  $x = (C_0 - C_1) \cdot 50$ . Количество миллимолей уксусной кислоты, адсорбированных  $1 \text{ г}$  почвы, находят путем деления разности  $x$  на навеску почвы  $m$ , равную  $5 \text{ г}$  ( $x/m$ , ммоль/ $\text{г}$ ). Полученные данные заносят в таблицу. По данным опыта на миллиметровой бумаге строят изотерму адсорбции, причем по оси абсцисс наносят значение  $C_1$ , а по оси ординат –  $x/m$ .



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



Показатели	Номер колбы			
	1	2	3	4
1. Объем взятых кислот, см <sup>3</sup>	50	50	50	50
2. Приблизительная концентрация данных растворов, М	0,02 5	0,05	0, 1	0, 2
3. Количество 0,1М NaOH, затраченное на титрование исходных растворов кислот, см <sup>3</sup>				
4. Точная концентрация, М				
5. Концентрация раствора кислот C <sub>0</sub> , ммоль/ см <sup>3</sup>				
6. Количество 0,1 М NaOH, затраченное на титрование растворов кислот после адсорбции, см <sup>3</sup>				
7. Точная концентрация этих растворов, М				
8. Концентрация равновесных растворов кислот C <sub>1</sub> , ммоль/ см <sup>3</sup>				
9. Количество ммольей CH <sub>3</sub> COOH, адсорбированное 5 г почвы, $x = (C_0 - C_1) \cdot 50$				
10. Количество CH <sub>3</sub> COOH, адсорбированное 1 г почвы (x/м, ммоль/г)				

Логарифмическую форму изотермы адсорбции строят, откладывая по оси абсцисс  $\lg C_1$ , а на оси ординат –  $\lg x/m$ . Найденные точки должны лежать на прямой линии. Константы K и  $1/n$ , входящие в уравнение Фрейндлиха, находят графически из логарифмической прямой адсорбции. Величина  $1/n$  будет представлять собой тангенс угла наклона прямой к оси абсцисс, а отрезок, отсекаемый прямой на оси ординат, соответствует значению величины  $\lg K$ . Масштаб по обеим осям должен быть выбран одинаковым.



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