



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



**Кафедра биологии растений и химии**

# **ХИМИЯ**

**Лабораторный практикум**

**Лабораторная работа  
Потенциометрическое титрование**



## Лабораторная работа Потенциметрическое титрование

**Цель работы:** изучить потенциметрическое титрование сильной кислоты сильным основанием и построить кривые потенциметрического титрования.

Метод потенциметрического титрования получил широкое распространение в практике аналитического определения кислот, оснований и ряда других веществ. Сущность метода состоит в том, что *конечная точка титрования находится по резкому изменению потенциала индикаторного электрода*. Вблизи точки эквивалентности потенциал индикаторного электрода изменяется скачком при добавлении нескольких капелек титранта.

**Оборудование и реактивы:** пипетки, промывалка, стаканчики, фильтровальная бумага, буферные растворы для настройки приборов, растворы: 0,1М HCl, 0,1М CH<sub>3</sub>COOH, 0,1 М NaOH.

Потенциметрическое титрование применяют для реакций нейтрализации, осаждения, комплексообразования, окислительно-восстановительных. Во всех перечисленных случаях индикаторный электрод должен быть обратимым либо по отношению к ионам водорода в растворе, либо по отношению к ионам, образующим комплексное или труднорастворимое соединение, выпадающее в осадок. В качестве индикаторного электрода при потенциметрическом титровании обычно используют стеклянный электрод, а в качестве электрода сравнения – хлорсеребряный.

**Опыт 1. Потенциметрическое титрование сильной кислоты сильным основанием.** В стакан объемом 100 или 200 см<sup>3</sup> отмеряют с помощью пипетки точный указанный преподавателем объем раствора HCl, концентрацию которого необходимо определить и ставят стакан на столик магнитной мешалки. Опускают в раствор электроды, включают мешалку и измеряют pH исследуемого раствора с помощью любого потенциметра. Затем из бюретки приливают по 1 см<sup>3</sup> 0,1 М раствора NaOH при непрерывном перемешивании и после добавления каждой порции щелочи записывают показания pH-метра. При приближении к точке эквивалентности pH исследуемого раствора резко возрастает, что указывает на конец титрования.

Приливание щелочи производят до тех пор, пока pH раствора не станет равной 12–13. Полученные результаты записывают в таблицу.

V см <sup>3</sup>	ΔV см <sup>3</sup>	pH	ΔpH	ΔpH / ΔV
0,1 М NaOH	0,1 М NaOH			
0				
1 и т. д.				

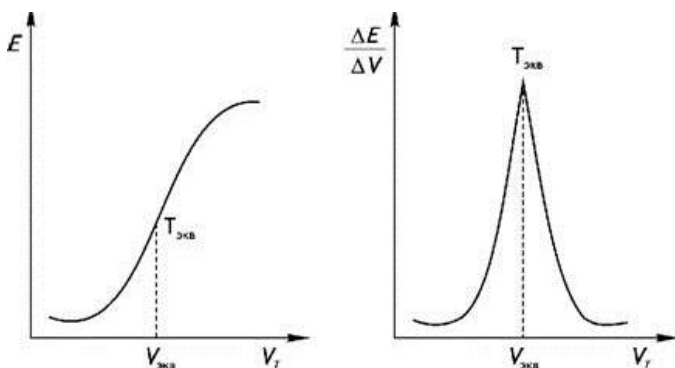
На основании таблицы строят интегральную и дифференциальную кривые титрования в координатах: зависимость э. д. с. или pH (ось ординат) от добавления определенного объема титранта (ось абсцисс), pH = f (V см<sup>3</sup> титранта). Эквивалентную точку находят по перегибу на кривой титрования (рис. 23)..

Однако более удобно следить не за изменением величины э. д. с. или pH раствора, а за отношением изменения этих величин к соответствующему изменению объ-



ема прибавленного титранта, т. е.  $\Delta E / \Delta V = f(V \text{ мл титранта})$  или  $\Delta pH / \Delta V = f(V \text{ см}^3 \text{ титранта})$ , где  $\Delta E = E_2 - E_1$ , или  $\Delta pH = pH_2 - pH_1$  – разность потенциалов или pH между двумя измерениями, а  $\Delta V = V_2 - V_1$  – разница в объемах титранта при первом и втором измерениях.

Откладывая на оси ординат значение  $\Delta E / \Delta V$  или  $\Delta pH / \Delta V$ , а на оси абсцисс – объем прилитого титранта, строят дифференциальную кривую титрования. Эквивалентную точку находят по вершине возврата.



**Рис. 22. Интегральная (слева) и дифференциальная (справа) кривые потенциметрического титрования**

Найти по графику точку эквивалентности, а затем эквивалентный объем щелочи и рассчитать массу кислоты:

$$\begin{aligned}C_{\text{экв(HCl)}} &= (C_{\text{экв(NaOH)}} \cdot V_{\text{(NaOH)}}) / V_{\text{(HCl)}}, \\T_{\text{(HCl)}} &= (C_{\text{экв(HCl)}} \cdot M_{\text{экв(HCl)}}) / 1000, \\m_{\text{(HCl)}} &= T_{\text{(HCl)}} \cdot V_{\text{(HCl)}}.\end{aligned}$$

*По результатам работы сделать вывод.*



## 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. Смарилин. – 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. Лабораторный практикум: учеб. пособие/А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная, И. В. Ковалева, Т. В. Булак.–Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 320 с.
10. Угай Я. А. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Я. А. Угай. 4-е изд. – М.: Высш. шк., 2004. – 440 с.
11. 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
12. Хмельницкий, Р. А. Физическая и коллоидная химия: Учебник для вузов/ Р. А. Хмельницкий. – М.: Высш. шк., 1988.
13. Цитович, Н. К. Курс аналитической химии: Учебник для вузов/ Н. К. Цитович. – М.: Высш. шк., 1987. – 403 с.
14. Цыганов, А. Р. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие / А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 236 с.
15. 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

**Мохова** Елена Владимировна

**Шагитова** Марина Николаевна