

Лабораторная работа 8

Определение степени и константы диссоциации слабого электролита методом измерения электропроводности

8.1 Цель работы

Определить константу диссоциации уксусной кислоты. Определить зависимость её удельной и эквивалентной электропроводностей и степени диссоциации от концентрации.

8.2 Теоретическое введение

Сопротивление проводника R прямо пропорционально его длине l и обратно пропорционально поперечному сечению S :

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad (8.1)$$

где ρ – удельное сопротивление (сопротивление проводника длиной 1 см и поперечным сечением в 1 см²), Ом · см.

Величина, обратная удельному сопротивлению, называется удельной электропроводностью:

$$\chi = \frac{1}{\rho}$$

Соответственно,

$$R = \frac{l}{\chi S} \quad (8.2)$$

или

$$\chi = \frac{l}{RS} \quad (8.3)$$

В случае растворов электролитов под S и l можно было бы понимать, соответственно, площадь электродов и расстояние между ними. Однако на самом деле ток проводит не только слой раствора между электродами. Кроме того сила тока зависит также от того, как повернуты электроды по отношению друг к другу и тому подобных факторов. Для учета этих обстоятельств вводят коэффициент φ :

$$\chi = \varphi \frac{l}{S} \frac{1}{R}$$

или

$$\chi R = \varphi \frac{l}{S}$$

Величина, стоящая справа, зависит только от свойств сосуда (формы, геометрии электродов,

размеров и т.д.). Её называют константа сосуда ξ . Итак,

$$\chi R = \xi \quad (8.4)$$

Для определения постоянной сосуда в нём измеряют сопротивление стандартного раствора, удельное сопротивление которого известно. В качестве стандартного раствора используется, например, $\frac{1}{50}$ N раствор KCl. Удельная электропроводность хлористого калия в зависимости от температуры приведена в табл. 8.1.

Таблица 8.1

$t, ^\circ\text{C}$	$\chi, \text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\chi, \text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$
10	0,001994	18	0,002397
11	0,002043	19	0,002449
12	0,002093	20	0,002501
13	0,002142	21	0,002553
14	0,002193	22	0,002606
15	0,002243	23	0,002659
16	0,002293	24	0,002712
17	0,002345	25	0,002765

Для характеристики растворов электролитов большое значение имеет эквивалентная электропроводность, определяемая соотношением

$$\lambda = \frac{\chi \cdot 1000}{c}, \quad (8.5)$$

где 1000 – это коэффициент перевода концентрации из г-экв/л в г-экв/см³.

Эквивалентная электропроводность λ слабого электролита связана с подвижностями ионов l_+ и l_- и степенью диссоциации α определяется по формуле

$$\lambda = \alpha (l_+ + l_-) \quad (8.6)$$

Для бесконечно разбавленного раствора

$$\lambda_\infty = (l_+ + l_-), \quad (8.7)$$

где λ_∞ – предельная эквивалентная электропроводность.

Отсюда

$$\alpha = \frac{\lambda}{\lambda_\infty} \quad (8.8)$$

Константа диссоциации слабого электролита, распадающегося на два иона, может быть вычислена по уравнению:

$$K = \frac{\alpha^2 c}{1 - \alpha} \quad (8.9)$$

Для расчёта предельной эквивалентной электропроводности уксусной кислоты используются соотношения:

$$l_{\text{H}^+} = 315[1 + 0,0154(t - 18)], \text{ см}^2/(\text{Ом} \cdot \text{г-экв.})$$

и

$$l_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 35,5[1 + 0,0238(t - 18)], \text{ см}^2/(\text{Ом} \cdot \text{г-экв.}),$$

где t – температура опыта, °C.

8.3 Порядок выполнения работы

1. Промыть керамический сосуд, ополоснуть электроды на штативе дистиллированной водой.
2. Измерение сопротивления электролита начинать с раствора $\text{KCl} \left(\frac{1}{50} \text{ N} \right)$. В керамический сосуд налить 20 мл раствора, отмеренные мерным цилиндром. Поставить сосуд на специальный держатель штатива и поднять его до упора электрода в дно сосуда.
3. На панели моста сопротивления переменного тока Р-577 (рис. 8.1) переключатель I поставить в положение " 10^2 " (нижняя строка).
4. Включить прибор переключателем 4 (поставить в положение " \sim внутр.").
5. Для измерения сопротивления, перемещая лимбы 3 (целые числа) и 2 (десятые и сотые) до красной черты, добиться максимального приближения стрелки указателя равновесия к "0". Записать показания с лимбов 3 и 2. Выключить прибор переключателем 4 (положение "выкл.").
6. Вылить в сливной стакан раствор $\text{KCl} \left(\frac{1}{50} \text{ N} \right)$. Тщательно промыть цилиндр, керамический сосуд и электрод дистиллированной водой и сполоснуть исследуемым раствором наименьшей концентрации.
7. На панели приборов переключатель 4 поставить в положение " 10^3 " (нижняя строка) для измерения сопротивления растворов уксусной кислоты (CH_3COOH) или оставить в положении " 10^2 " для растворов муравьиной кислоты (HCOOH) и при дальнейших измерениях оставить переключатель I в этом положении.
8. Налить в керамический сосуд 20 мл исследуемого раствора кислоты наименьшей концентрации и измерить сопротивление (см. пп. 4 и 5).
9. Провести последовательно измерения сопротивлений, следуя от растворов с меньшей концентрацией к большей. Промывать стакан при переходе к следующей концентрации не нужно.
10. Исследованные растворы кислот сливать в стакан и после проведения лабораторной работы вылить в раковину и промыть стакан водой.
11. Результаты вычислений занести в табл. 8.2.

Таблица 8.2

№	c , г-экв./л	R , Ом	χ , Ом ⁻¹ ·см ⁻¹	λ , Ом ⁻¹ ·см ² ·г-экв. ⁻¹	α	K
1	KCl 1/50N					
2	CH ₃ COOH 1/16N					
3	CH ₃ COOH 1/8N					
4	CH ₃ COOH 1/4N					
5	CH ₃ COOH 1/2N					
6	CH ₃ COOH 1N					

Видео: [Часть 1](#)

По результатам лабораторной работы рассчитайте удельную электропроводность (χ), эквивалентную электропроводность (λ), степень диссоциации (α) и константу диссоциации (K) для растворов уксусной кислоты всех концентраций. Постройте графики зависимости удельной электропроводности (χ), степени диссоциации (α) и константы диссоциации (K) от концентрации.