

Лабораторная работа

Определение константы диссоциации уксусной кислоты методом кондуктометрии

Александров Максим, Кузнецов Роман, Тналиев Тимур
Б04-202

27 марта 2024

1 Цель работы:

Исследовать электрические свойства раствора уксусной кислоты и определить его константу диссоциации.

2 Оборудование и реактивы:

Кондуктор "Анион 4100" и измерительная ячейка; раствор KCl с концентрацией 0.01 М; раствор слабого электролита с концентрацией 0.01 М (уксусная кислота); стакан стеклянный лабораторный (10 мл); два мерных цилиндра (10 мл); дистиллированная вода.

3 Теоретическое введение:

Электрохимия - это раздел физической химии, в котором изучают физико-химические свойства ионных систем, а также процессы и явления на границах раздела фаз с участием заряженных частиц (электронов или ионов)

Электролит - это система, обладающая в жидком или твердом состоянии ионной проводимостью. Соответственно, различают твердые электролиты, расплавы и растворы электролитов. Электролиты относятся к проводникам второго рода.

Если раствор электролита поместить в электрическое поле, то ионы начнут смещаться по направлению силовых линий поля. Направленное перемещение ионов электролита будет представлять собойхождение электрического тока через электролит. Чем больше заряд иона и чем большее количество ионов пройдет в секунду через сечение раствора, тем больше будет его электрическая проводимость.

Согласно термодинамической теории, предложенной А.С. Аррениусом, электролит в растворе обладает способностью при растворении в различных растворителях распадаться на ионы.

Диссоциация - это химическая реакция между растворителем и электролитом, которая сопровождается выделением или поглощением тепла и изменением объема: $\Delta H \neq 0$, $\Delta V \neq 0$. Диссоциация электролитов характеризуется степенью диссоциации.

Степень диссоциации - это отношение числа молекул электролита, распавшихся в растворе на ионы, к первоначальному числу молекул.

Константа равновесия реакции диссоциации слабого электролита называется константой диссоциации.

Электрическая проводимость - это способность растворов электролитов проводить электрический ток.

Молярная электрическая проводимость (λ) - это электрическая проводимость объема раствора электролита, содержащего 1 моль, растворенного вещества и находящегося между двумя параллельными электродами, расположенными на расстоянии 1 м друг от друга.

Кондуктометрия основана на измерении электрической проводимости растворов. На основе электропроводности можно сделать рациональный выбор раствора электролита. Кондуктометрия позволяет автоматизировать контроль производства в процессах, имеющих дело с растворами электролитов или расплавами, определять содержание солей в различных растворах при испарении воды для контроля ее качества.

Степень диссоциации электролита α_i рассчитывается по формуле:

$$\alpha_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_\infty} \quad (1)$$

λ_i - молярная электрическая проводимость, λ_∞ - молярная электрическая проводимость при концентрации раствора, стремящейся к нулю.

Константа диссоциации слабого электролита K_D определяется для каждого значения концентрации раствора c_i по уравнению:

$$K_D = \frac{c_i \cdot \alpha_i^2}{1 - \alpha_i} \quad (2)$$

В итоге получается:

$$K_D = \frac{c_i \cdot \lambda^2}{\lambda_\infty(\lambda_\infty - \lambda)} \quad (3)$$

или:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_\infty} + \frac{c}{K_D \lambda_\infty^2} \quad (4)$$

Если построить график зависимости $\frac{1}{\lambda}(c)$, то по тангенсу угла его наклона можно определить константу диссоциации:

$$K_D = \frac{1}{\tan(\alpha) \lambda_\infty^2} \quad (5)$$

4 Ход работы:

Экспериментальная часть данной лабораторной работы состоит из 2-ух этапов:

- 1) Определение постоянной кондуктометрической ячейки;
- 2) Определение константы и степени диссоциации слабого электролита.

№	1	2	3	4	5	6	7	8
$c, 0.01 \text{ моль}$	1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128
$\chi_i, \text{мкСм/см}$	455.9	332.5	236.9	154.1	117.3	83.4	60.8	46.1
$\lambda_i, \text{См}^*\text{см}^2/\text{моль}$	45.6	66.5	94.7	123.2	187.7	266.8	389.3	589.4
$\alpha_i, 10^{-2}$	1.02	1.50	2.13	2.78	4.23	6.02	8.78	13.29

Таблица 1: Результаты измерений

Для KCl получили следующее: $\kappa_{KCl} = 1.300 \text{ мСм/см}$ ($t = 25.1 \text{ }^\circ\text{C}$).

Из специальной таблицы берем удельную электрическую проводимость χ_{KCl} при $25 \text{ }^\circ\text{C}$ и 0.01 M .

Получаем значение: 0.001417 См/м .

Считаем значение постоянной кондуктометрической ячейки:

$$\varphi = \frac{\chi_{KCl}}{\kappa_{KCl}} = 1.1454$$

Молярную электрическую проводимость считаем по следующей формуле: $\lambda_i = \frac{1000\chi_i}{c_i}$

Далее строим график (В разделе Приложения), и по методу наименьших квадратов строим прямую. С тангенса угла наклона находим K_D , также при экстраполяции находим значение $\frac{1}{\lambda_\infty}$. Получаем следующие значения:

$$\frac{1}{\lambda_\infty} = 0.0002256 \text{ моль/См}^* \text{ см}^2;$$

$$K_D = 1.09 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}.$$

5 Вывод:

В результате данного эксперимента были изучены электрические свойства уксусной кислоты и были получены константы диссоциации. Константа диссоциации K_D оказалось равна $1.09 \cdot 10^{-6}$ (Табличное значение: $1.8 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$). Значения отличаются в 18 раз. Это объясняется тем, что при каждом уменьшении концентрации на 50 процентов мы могли неточно делать само переливание (Мы могли налить чуть больше воды, и с каждым разом это ошибка накапливалась). Еще стоит отметить, что результаты зависели от методики обработки, которую можно выполнять по-разному. Также была получена удельная электрическая проводимость KCl: 1.300 м/См , табличное значение для $25 \text{ }^\circ\text{C}$ составляет 1.280 мСм/см . Получаем погрешность в 1.5 процента. В конце эксперимента мы сравнивали удельные проводимости дистиллированной воды и проточной воды. Соответственно были получены следующие значения: 4.71 мкСм/см и 257 мкСм/см . Такое отличие связано с тем, что в проточной воде больше солей (А они являются сильными электролитами), поэтому и удельная проводимость больше, чем у дистиллированной воды.

6 Приложения:

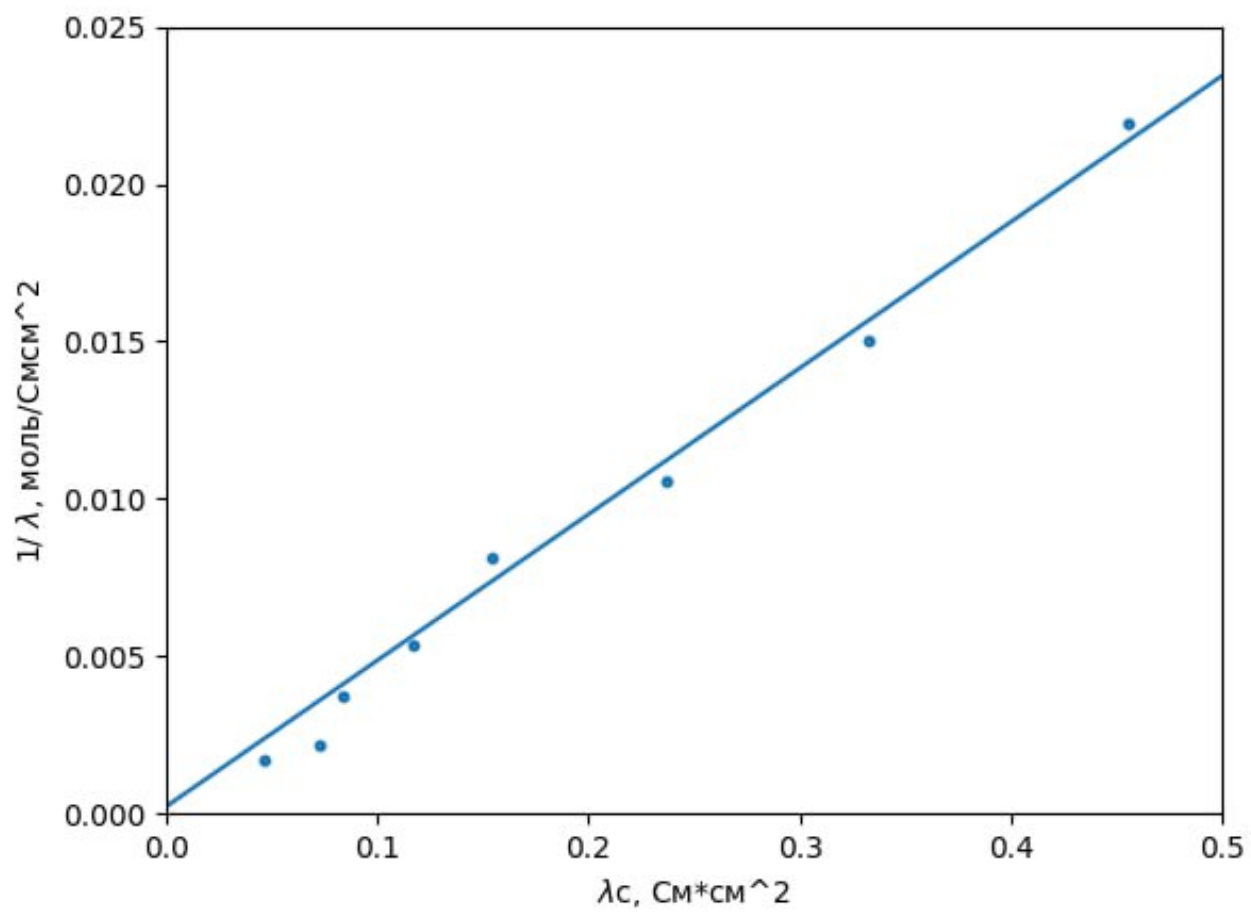


Рис. 1: График $\frac{1}{\lambda}(\lambda c)$