

Лабораторная работа

Определение константы диссоциации уксусной кислоты методом кондуктометрии

Рябов Олег, Шистко Степан
Б04-302

18 апреля 2025 г.

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 испарен 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:

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

или:

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

Если построить график зависимости $\frac{1}{\lambda}(\lambda c)$, 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
c , 0.01 моль/л	1	1/2	1/4	1/8	1/16
k_i , мкСм/см	142.8	99.8	68.8	49.10	43
λ_i , См*см ² /моль	18.5	26.0	35.8	51.1	89.5
α_i	0.038	0.054	0.074	0.106	0.185

Таблица 1: Результаты измерений

Для KCl получили следующее: $\kappa_{KCl} = 1.108$ мСм/см ($t = 25.6$ °C).

Из специальной таблицы берем удельную электрическую проводимость χ_{KCl} при 26 °C и 0.01 М.

Получаем значение: 0.001441 См/м.

Считаем значение постоянной кондуктометрической ячейки:

$$\varphi = \frac{\chi_{KCl}}{\kappa_{KCl}} = 1.3005$$

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:

$$\frac{1}{\lambda_\infty} = 0.002068 \text{ моль/См} \cdot \text{см}^2;$$

$$K_D = 1.52 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}.$$

5 Вывод:

В результате данного эксперимента были изучены электрические свойства уксусной кислоты и были получены константы диссоциации. Константа диссоциации K_D оказалась равна $1.52 \cdot 10^{-5}$ (Табличное значение: $1.8 \cdot 10^{-5}$ моль/л). Значения отличаются на 15 процентов. Это объясняется тем, что при каждом уменьшении концентрации на 50 процентов мы могли неточно делать само переливание. В конце эксперимента мы сравнивали удельные проводимости дистиллированной воды и проточной воды. Соответственно были получены следующие значения: 45 мкСм/см и 221.1 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. А достаточно больше значение у дистиллята может быть связано с остатками уксусной кислоты в ячейке. Так же была снята серия точек по данной методике, но при концентрациях в 1000 раз больше Мы попали на характерный пик, то есть при концентрации 2.94 моль/л наблюдается максимум проводимости. Данное поведение можно объяснить природой взаимодействия атомов в растворе, то есть при больших концентрациях сольватация не полная или ее вообще нет, что затрудняет образование ионов, а так же уже образованные ионы начинают экранировать друг друга.

6 Приложения:

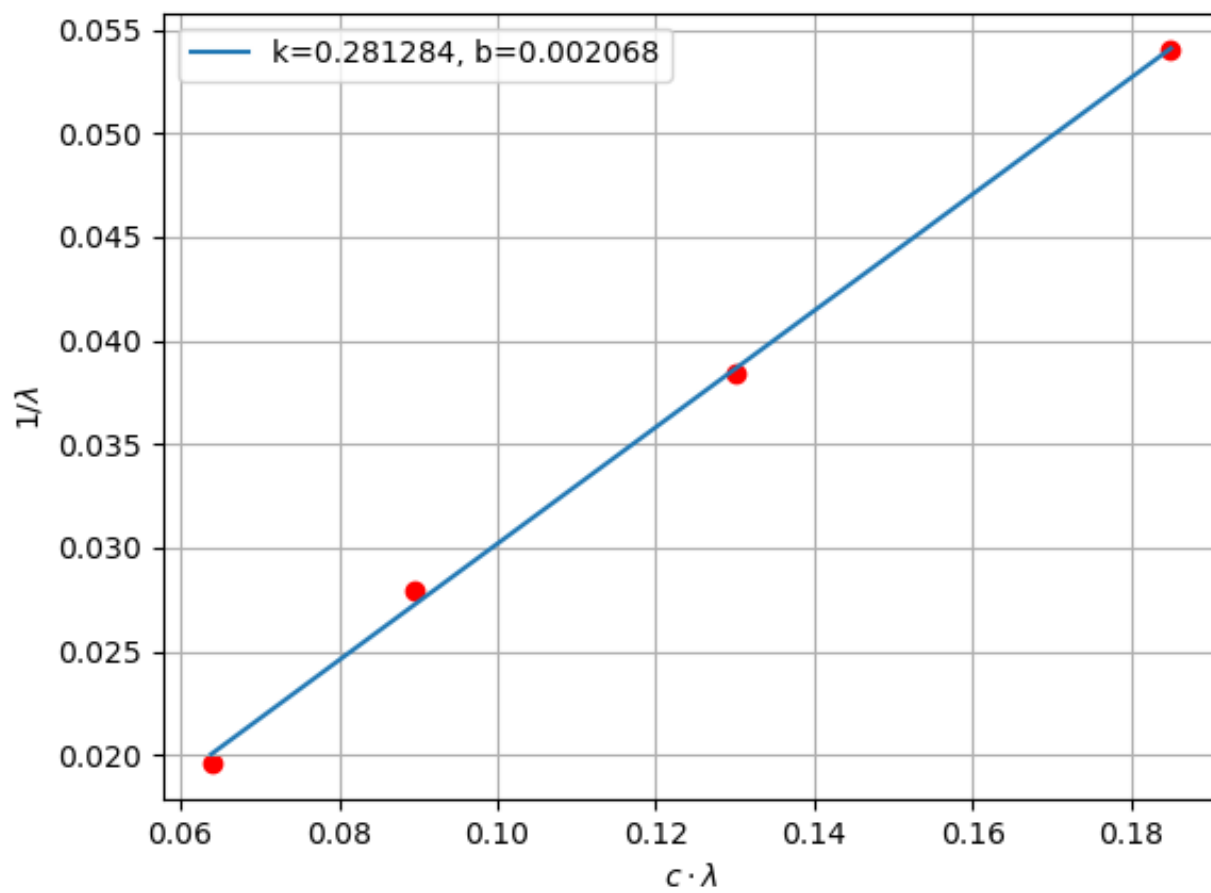


Рис. 1: График $\frac{1}{\lambda}(c)$

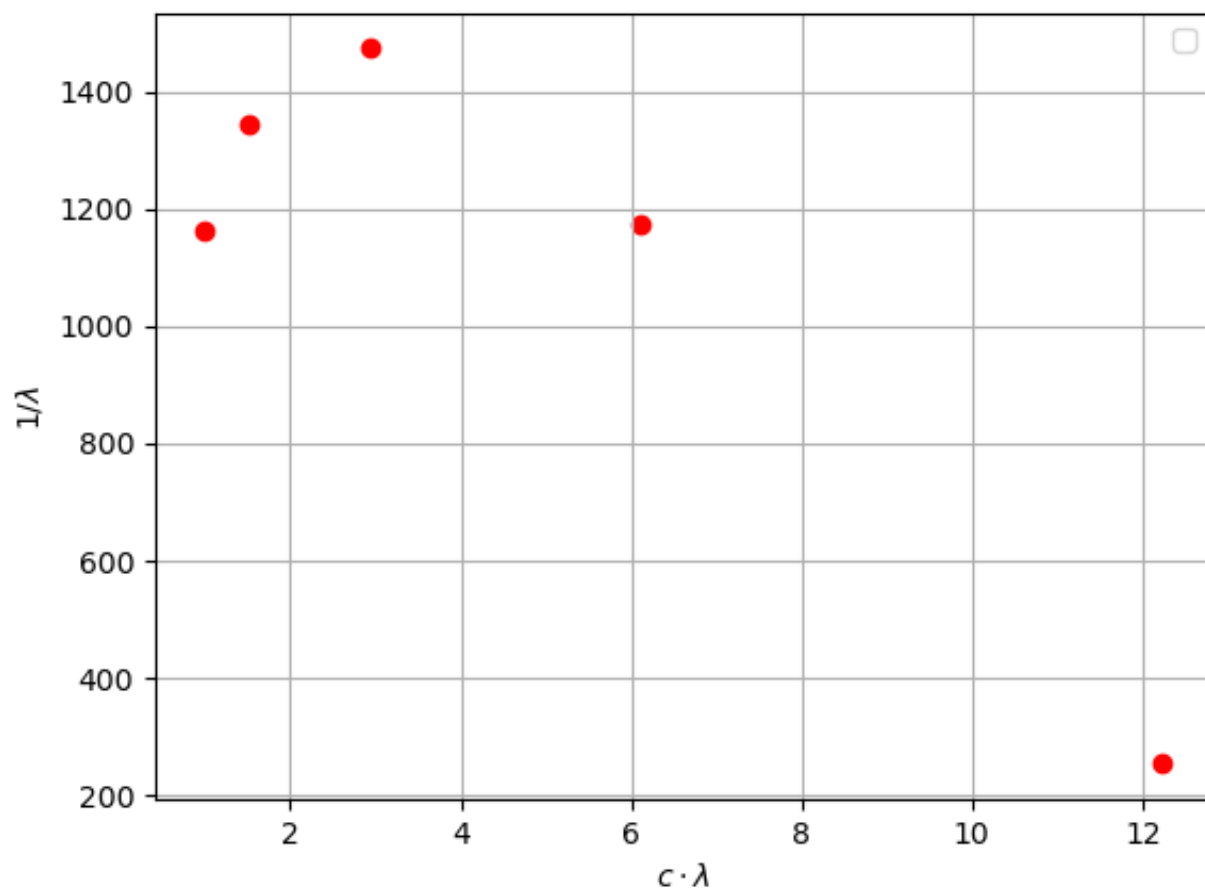


Рис. 2: График $\frac{1}{\lambda}(\lambda c)$