

Определение константы диссоциации уксусной кислоты методом кондуктометрии

*Работу выполнили
студенты группы Б04-202:*

*Беляев Юрий,
Борисов Павел,
Фейзрахманов Эмир.*

Цель работы: исследовать электрические свойства раствора уксусной кислоты и определить его константу диссоциации

Оборудование: кондуктометр «Анион 4100» и измерительная ячейка, раствор слабого электролита с концентрацией ~ 11 М, стеклянные стаканы лабораторные, мерные цилиндры (100 мл и 10 мл), дистиллированная вода.
Дополнительно: проточная вода, раствор KCl с концентрацией 0,01 М, стеклянная палочка

Теоретическая часть

Степень диссоциации электролита α_i рассчитывается по формуле:

$$\alpha_i = \frac{\lambda_i}{\lambda^\infty}$$

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:

$$K_D = \frac{c_i * \alpha_i^2}{1 - \alpha_i}$$

В итоге получается:

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

или

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

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

$$K_D = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha * (\lambda^\infty)^2}$$

Практическая часть

В 100 мл дистиллированной воды опустим пластины кондуктометра. Будем добавлять по 50 мкл (0,55 ммоль) и измерять удельную проводимость (таблица 1).

Измерим удельную проводимость KCl. Она практически совпадает с табличным значением. Также измерим удельную проводимость дистиллированной и проточной воды. Проводимость проточной воды больше.

Обработка результатов

c, 0.01 M	κ , мкСм/см	λ_i , См*см ² /моль	α_i	K_D , 10 ⁻⁵ моль/л
0.55	113.2	20.58	0.0527	1.61
1.1	162.1	14.74	0.0377	1.63
1.65	198	12	0.0307	1.61
2.2	228.9	10.4	0.0266	1.6
2.74	256.3	9.35	0.0239	1.61
3.29	280.7	8.53	0.0218	1.6
3.84	301	7.84	0.0201	1.58
4.38	321	7.33	0.0188	1.57
4.93	340	6.9	0.0177	1.57
5.47	359	6.56	0.0168	1.57
6.02	376	6.25	0.016	1.57
6.56	392	5.98	0.0153	1.56
7.1	409	5.76	0.0147	1.57
7.65	424	5.54	0.0142	1.56
8.19	438	5.35	0.0137	1.56
8.73	452	5.18	0.0133	1.56
9.27	465	5.02	0.0128	1.55
9.81	479	4.88	0.0125	1.55
10.35	492	4.75	0.0122	1.55
10.89	504	4.63	0.0119	1.55
11.43	516	4.51	0.0115	1.54
11.97	527	4.4	0.0113	1.54
12.51	538	4.3	0.011	1.53
$K_D(\text{справочное}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$		$K_D(\text{среднее}) = 1,57 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$		
		$K_D(\text{график}) = 1,64 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$		

Таблица 1. Экспериментальные данные определения константы диссоциации слабого электролита и результаты их обработки

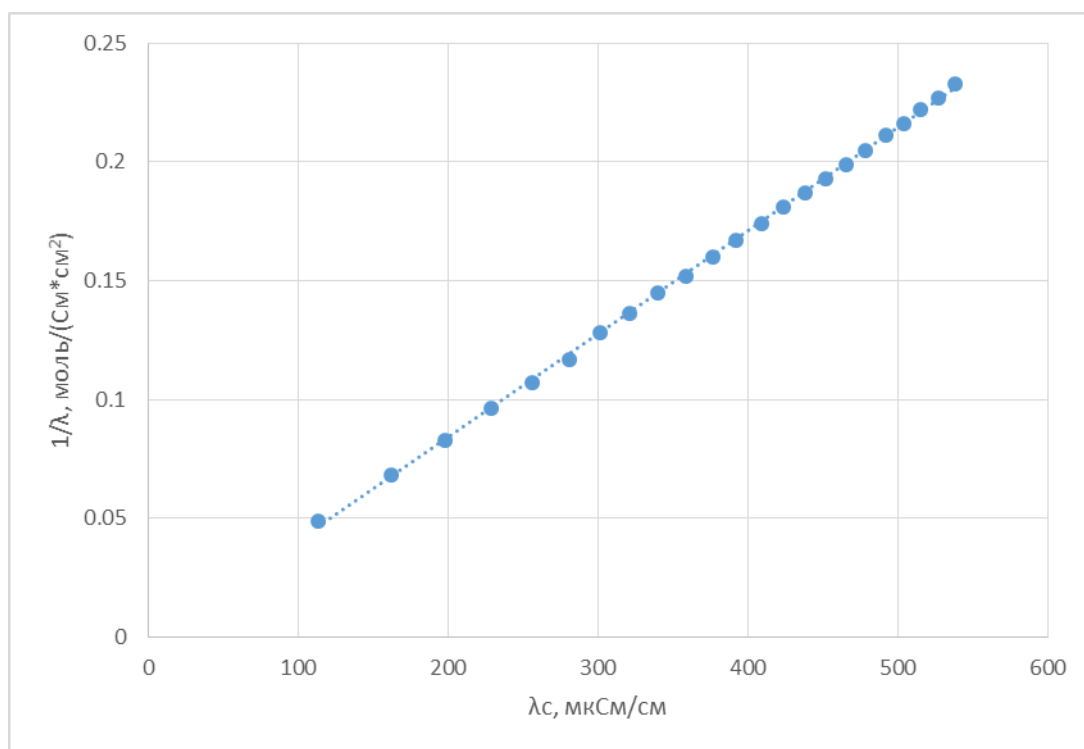


Рисунок 1. График для вычисления константы диссоциации

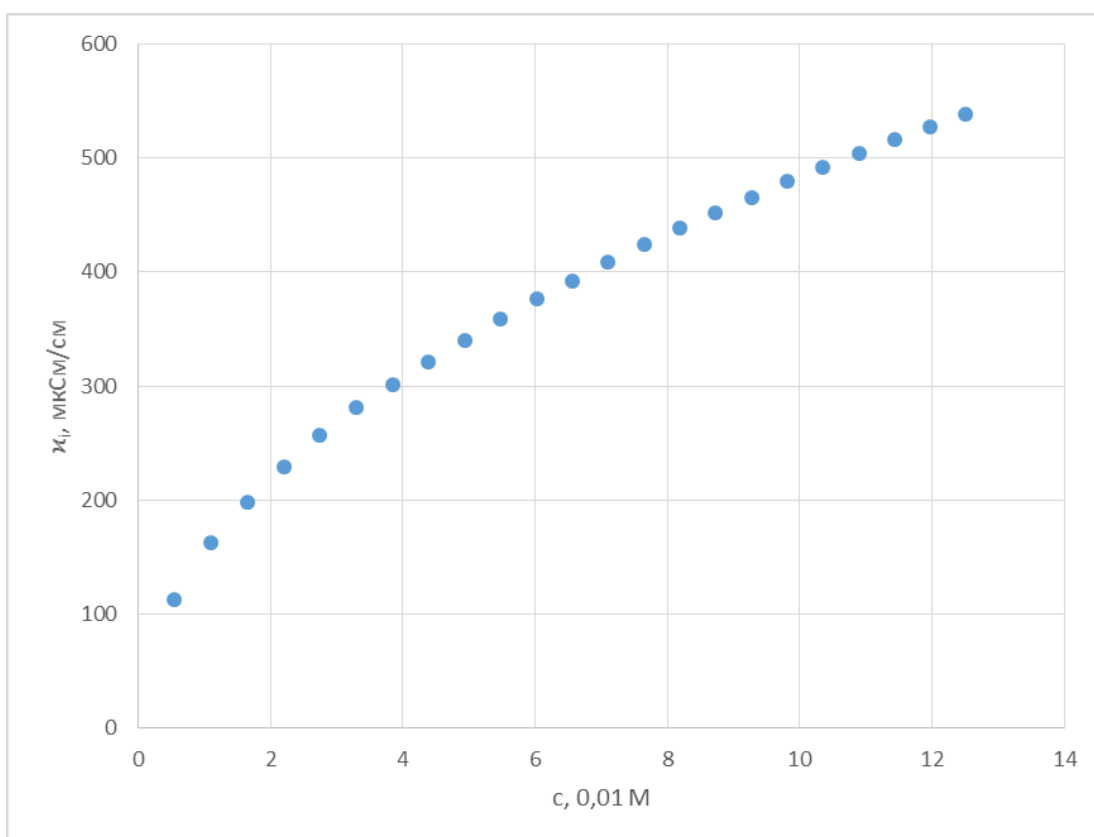


Рисунок 2. График зависимости удельной электрической проводимости от концентрации уксусной кислоты

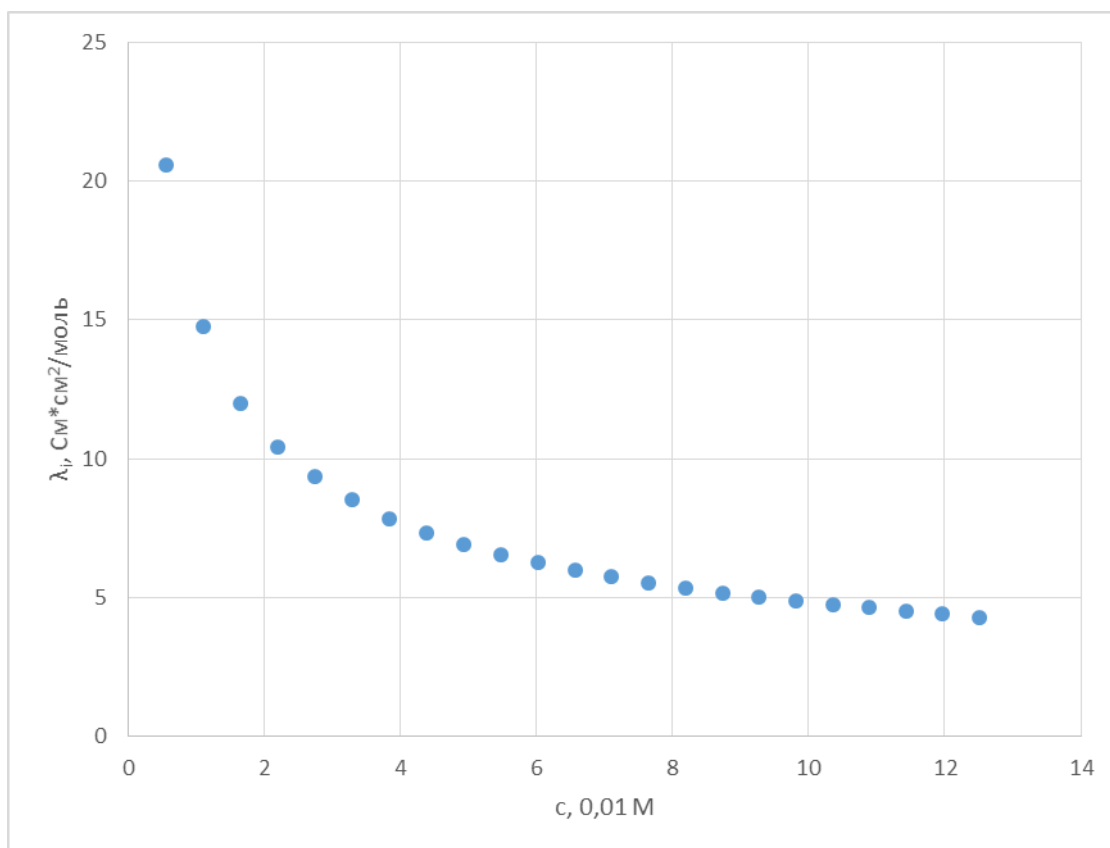


Рисунок 3. График зависимости молярной электрической концентрации от концентрации уксусной кислоты

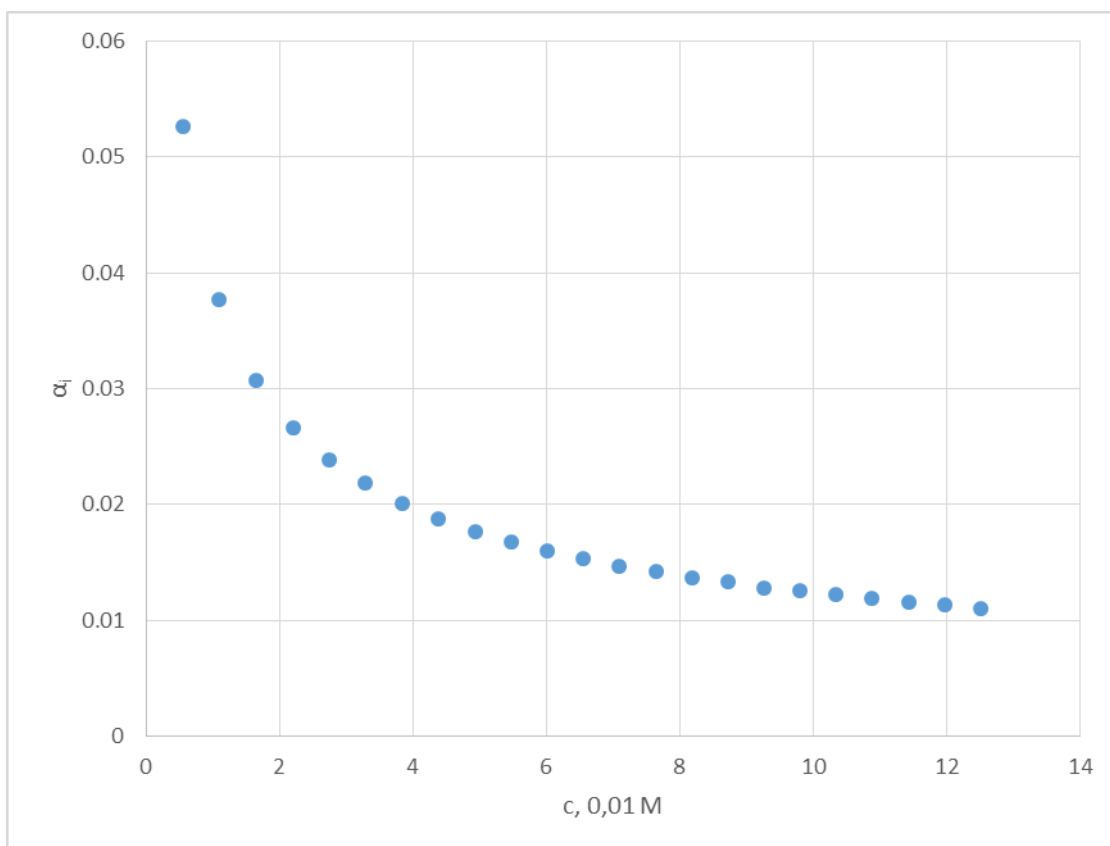


Рисунок 4. График зависимости степени диссоциации от концентрации уксусной кислоты

С помощью рис. 1 по *методу наименьших квадратов* определим константу диссоциации K_D . К сожалению, график пересекается с осью ординат под осью абсцисс ($\lambda^\infty < 0$), так что придётся использовать табличное значение молярной электрической проводимости в предельно разбавленном растворе. В итоге все полученные значения K_D приведены в таблице 1.

Вывод: в результате эксперимента были получены значения константы диссоциации для уксусной кислоты различными способами, также были получены зависимости степени диссоциации и проводимостей от концентрации той же кислоты. Константа диссоциации оказалась меньше табличной [Бондарь, Тюльков] (ошибка 12,5%). Это объясняется тем, что при увеличении концентрации величины, которыми мы пренебрегаем при расчётах (например, средний коэффициент активности электролита), вносят все больший вклад в измерения. *Была получена удельная электрическая проводимость KCl: 1,280 мСм/см, табличное значение для 23°C: 1,359 мСм/см (ошибка 6,2%). Было произведено сравнение удельных проводимостей дистиллированной воды: 4,62 мкСм/см и проточной воды: 251 мкСм/см. Неудивительно, что у проточной воды проводимость больше: в ней содержатся соли – сильные электролиты, – которыми эта вода обрабатывается.*