

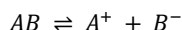
Электролитическая диссоциация: зависимость проводимости от концентрации электролита

Цели эксперимента

- Понять, что соли в растворе разделяются на ионы.
- Для определения проводимости ионов в растворах.
- Отметить, что проводимость зависит от концентрации.
- Определить взаимосвязь между концентрацией и проводимостью различных электролитов.
- Закон квадратного корня Кольрауша и закон разбавления Оствальда.

Введение

Растворенные в растворе соли, называемые электролитами, существуют в форме анионов и катионов. Они диссоциируют по следующей схеме.



Уравнение описывает разложение вещества на его ионы в водном растворе, т. е. его диссоциацию. Проводимость разбавленного раствора электролита зависит от многих факторов. Среди них - количество ионов в растворе. Прочность электролита зависит от степени, в которой молекулы химического соединения в растворе диссоциируют на ионы, другими словами, от того, насколько велико количество ионов в растворе. Диссоциация соли характеризуется степенью диссоциации α .



Рисунок 1 Экспериментальная установка

$$\alpha = \frac{\text{число разложившихся молекул}}{\text{общее число молекул}}$$

Для слабых электролитов выполняется $\alpha \ll 1$; для сильных электролитов $\alpha \approx 1$. Например, HCl_{aq} является сильным электролитом, поскольку она может быть полностью диссоциирована. С другой стороны, уксусная кислота является слабым электролитом, и не может быть полностью диссоциированной.

Данный эксперимент показывает, что степень диссоциации α зависит от концентрации, особенно для малых значений α (слабые электролиты). Таким образом, степень диссоциации является функцией концентрации $\alpha = f(c)$. Это можно увидеть по увеличению проводимости G по мере уменьшения концентрации. Более высокая проводимость означает, что в растворе теперь находится больше ионов.

Поскольку проводимость зависит от многих факторов, для получения сопоставимых значений вводится удельная проводимость. Её можно определить по измеренному току I , площади поперечного сечения электрода q , зазору между электродами A и объему жидкости V при известной проводимости.

$$\kappa = \frac{G \cdot A \cdot l}{V}$$

Для проводимости G применяется закон Ома.

$$G = \frac{1}{R} = \frac{I}{U}$$


Явление диссоциации и поведение проводимости было впервые описано в 1900 году немецким физико-химиком Фридрихом Кольраушем. Это явление названо в его честь и известно в литературе как закон квадратного корня Кольрауша. Он описывает только сильные электролиты, и не пригоден для слабых, таких как уксусная кислота. Их исследования были проведены немецким химиком и философом Вильгельмом Оствальдом, который в конечном итоге объяснил их поведение. Этот закон известен как закон Оствальда о разведении.

В этом эксперименте будет измеряться проводимость уксусной кислоты при различных концентрациях. Затем на основе полученных результатов будет рассчитана удельная проводимость.

Меры предосторожности

ОСТОРОЖНО! Концентрированная уксусная кислота вызывает коррозию. Наденьте защитные очки и лабораторный халат!

Концентрированная уксусная кислота



Осторожно

Факторы опасности

H226 Воспламеняющаяся жидкость и пар
 H314 Вызывает серьезные ожоги кожи и повреждения глаз
 H290 Может вызвать коррозию металлов

Меры предосторожности

P280 Пользоваться защитными перчатками/защитной одеждой/средствами защиты глаз/лица
 P301 + P330 + P331 При проглатывании: Прополоскать рот. Не вызывать рвоту
 P301+P310 При проглатывании: Немедленно обратиться в токсикологический центр или к специалисту
 P305+P351+P338 При попадании в глаза: Осторожно промыть глаза водой в течение нескольких минут. Снять контактные линзы, если вы пользуетесь ими и если это легко сделать. Продолжить промывание глаз

Оборудование и химикаты

- 1 Демонстрационный блок электрохимии
- 1 Панельная рама C50
- 1 Таблица электрохимии, CPS
- 1 Набор аксессуаров для электрохимии
- 1 Электролизный элемент
- 2 Зажима из крокодиловой кожи
- 2 Никелевых электрода
- 2 Соединительных провода
- 1 Поддон для капельницы
- 1 Мерный цилиндр, 25 мл
- 1 Стеклоянная мешалка
- 1 Конц. уксусная кислота, 250 мл
- 1 Вода, чистая, 1 л

Подготовка к эксперименту

Подготовка к эксперименту

Два блока полуэлементов объедините в одну электролизную ячейку. Поместите по одному никелевому электроду в каждую из двух крайних каналов электролизера. Затем установите подготовленную электролизную ячейку с поддоном для капельницы на поддон демонстрационного устройства (см. рис.1).

Подключите по одному выходному разъему каждого источника питания (5) к никелевому электроду, с помощью зажима "крокодил". В источнике питания установите переключатель (2) в положение переменного тока (AC). Повторите для переключателя на измерительном блоке (8). Включите индикатор измерения источника питания (переключатель (6)) (см. рис. 2 и рис. 3).

Проведение эксперимента

Установите значение переменного тока (AC) на 10 В, используя диск управления (3) в источнике питания (см. рис. 2). При каждом измерении, прежде чем снимать показания тока, отрегулируйте напряжение до 10 В.

Сначала залейте 20 мл концентрированной уксусной кислоты в желоб, запишите значение тока. Добавляйте по 20 мл дистиллированной воды, перемешивая стеклянной мешалкой, запишите значение тока (при необходимости, регулируйте

значение напряжения). Завершите измерение после добавления примерно 180 - 200 мл дистиллированной воды.

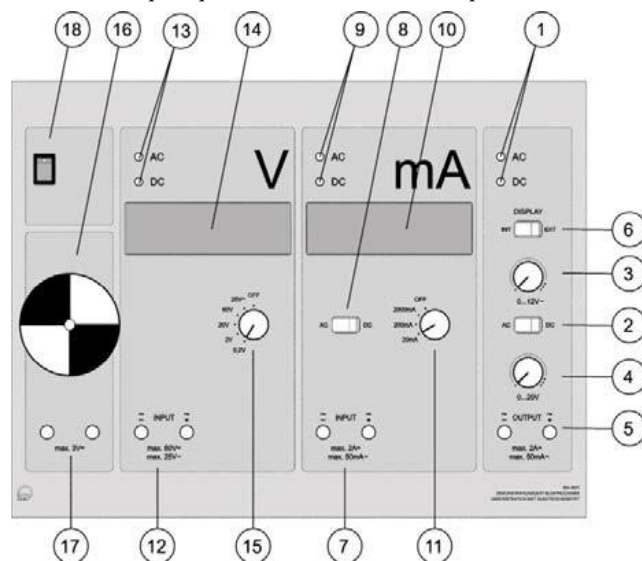


Рисунок 2 Эскиз демонстрационного блока.

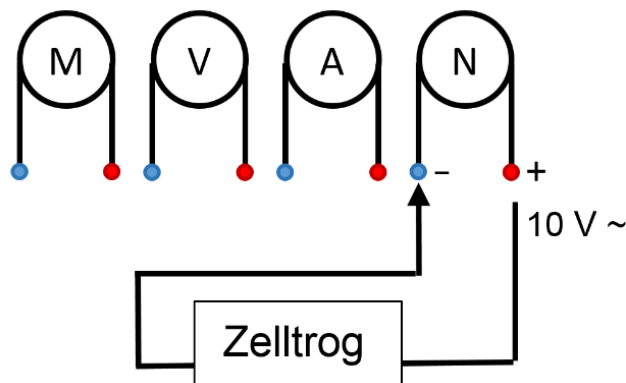


Рисунок 3 Схема для эксперимента.

Наблюдение

Сначала проводимость увеличивается по мере уменьшения концентрации уксусной кислоты. С определенного момента проводимость снова уменьшается.

В следующей таблице приведены экспериментально полученные данные тока и объемы воды. Рассчитаны объемные содержания уксусной кислоты.

Таблица 1 Результаты измерения, зависящего от концентрации.

№.	Объём уксус (мл)	Объём H ₂ O (мл)	Ток (mA)	Объём % уксус
1	20	0		
2	20	20		
3	20	40		
4	20	60		
5	20	80		
6	20	100		
7	20	120		
8	20	140		
9	20	160		
10	20	180		
11	20	200		

Оценка

Удельная проводимость κ может быть рассчитана при определенных силах тока. Необходимо исключить увеличение проводимости из-за увеличения площади поперечного сечения электрода в результате увеличения высоты заполнения.

Применяется следующее

$$\kappa = \frac{\dot{G} \cdot A}{S} = \frac{G \cdot A \cdot l}{V}$$

Площадь поперечного сечения электрода q задается как

$$S = \frac{V}{l}$$

Поскольку зазор между электродами A и длина l электролизера остаются постоянными, и каждый раз добавляется 20 мл воды, можно легко рассчитать удельную проводимость κ . Для первого измерения получается

$$\begin{aligned} \kappa &= \frac{0.015}{20 \text{ мл}} \cdot 9 \text{ см} \cdot 11 \text{ см} && G \text{ проводимость (См)} \\ &= 0.074 \frac{\text{мСм}}{\text{см}} && \kappa \text{ удельная проводимость (См/см)} \end{aligned}$$

Проводимость G определяется: I сила тока (мА)

$$G = \frac{1}{R} = \frac{I}{U} = \frac{0.15}{10} \text{ мСм} \quad U \text{ напряжение (В)}$$

Прделайте то же самое для остальных измерений. Все измерения приведены в таблице 2.

Таблица 2 Рассчитана электропроводность и удельная электропроводность эксперимента.

№	Проводимость G (мСм)	Удельная проводимость κ (мСм/см)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		

Результаты

Графическая зависимость удельной электропроводности растворов уксусной кислоты от концентрации показана на рис. 4.

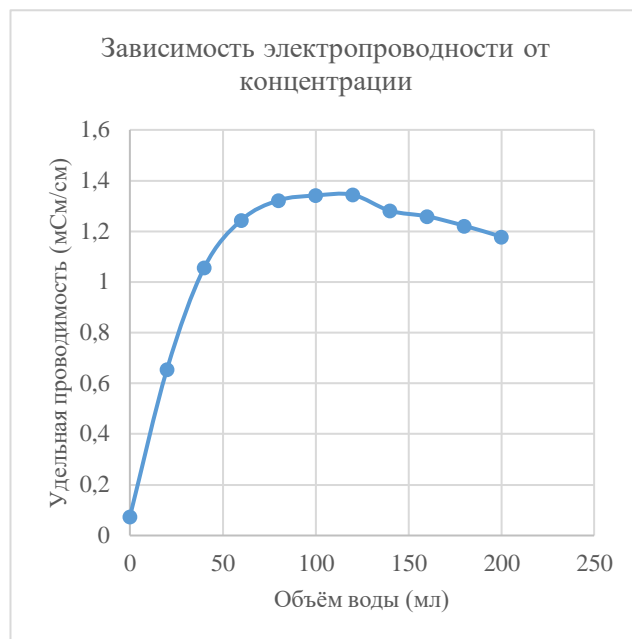


Рисунок 4 Зависимость электропроводности от концентрации.

Как показано на графике на рис. 4, удельная проводимость уксусной кислоты сначала увеличивается, несмотря на увеличение разбавления. Это можно объяснить более сильной диссоциацией (увеличением степени диссоциации α).

Максимально возможная степень диссоциации достигается при добавлении 120 мл воды ($\alpha(\text{уксусная кислота}) \leq 3,125 \text{ об.}\%$).

Последующее уменьшение кривой проводимости объясняется эффектом разбавления, вызванным водой, который теперь больше не уравнивается дальнейшим увеличением степени диссоциации.

Аналогичные кривые можно получить и для других кислот. Например, максимальная проводимость для серной кислоты наблюдается при концентрации около 30%.

Очистка и утилизация

Раствор уксусной кислоты можно утилизировать в лабораторной раковине с большим количеством воды. Тщательно промойте, а затем высушите желоб и электроды.