



Урок 57. Электролиты и перенос заряда

Листы ученика. Ответы и примечания учителю — в отдельной части.

Естественно-научный практикум · 8-9 классы

Урок 57 из 64 · 45 минут · Модуль «Объединяем науки»

Уровень: Базовый исследовательский. 8 класс - работа с формулами и опорами; 9 класс - самостоятельная проверка условий и ограничений.

Вся программа курса

Сахар и соль растворились в воде. Почему одинаково прозрачные растворы дают разные показания электрического прибора?

Проверяемый результат:

Объяснить перенос заряда ионами, вычислить проводимость заданной ячейки и отделить состав раствора от влияния температуры и геометрии.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и проверяемое предположение

Даны две прозрачные пробы: раствор сахара и раствор NaCl. Наблюдатель заключил: «Раз растворились одинаково, ток будет одинаков». Предложите за 2 минуты, какие частицы способны двигать заряд, за 2 - какие условия нужно сравнить, за 1 - проверяемую гипотезу. Ни внешний вид, ни растворение сами по себе не определяют проводимость.

02. Объяснение и разобранный пример

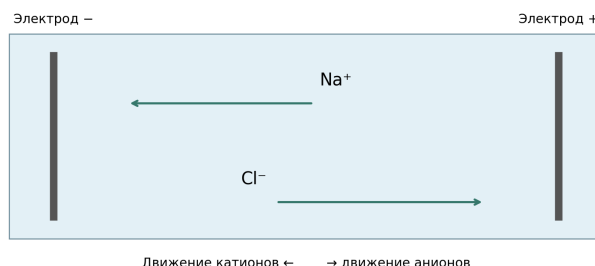
5-14 минут · Понятия, расчёт и ограничения

В металлических проводах носителями тока являются электроны, в водном растворе электролита - подвижные положительные и отрицательные ионы. $\text{NaCl(тв.)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{водн.}) + \text{Cl}^-(\text{водн.})$: число атомов и суммарный заряд сохранены. Положительные ионы движутся к отрицательному электроду, отрицательные - к положительному; оба движения дают вклад в электрический ток. Раствор в целом остаётся почти электронейтральным. Сахар растворяется преимущественно в виде незаряженных молекул.

Для одной измерительной ячейки $G=I/U$. При $U=2,0$ В и $I=1,20$ мА получаем $G=0,60$ мСм. мА/В=мСм. Это проводимость данной ячейки, не удельная электропроводность вещества: последняя требует учёта площади электродов и расстояния между ними. Сравнение составов допустимо при одинаковых температуре, геометрии и методике прибора. Измеритель может использовать переменный сигнал, уменьшающий влияние электродных процессов; домашний постоянный ток не эквивалентен ему.

3 минуты - носители заряда; 3 - разобранный расчёт; 3 - единицы и контролируемые условия.

Перенос заряда в растворе: ионы двух знаков



Направления движения двух знаков ионов во внешнем поле. Схема раствора NaCl условная: размеры, число частиц и расстояния не в масштабе; электроны не проходят через раствор как через металлический провод.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Первая серия

Проба при 20 °C	U, В	I, mA
Вода после подготовки	2,0	0,02
Сахар, 0,010 моль/л	2,0	0,03
NaCl, 0,005 моль/л	2,0	0,60
NaCl, 0,010 моль/л	2,0	1,20

Все значения - учебные данные одной ячейки; для тока указана инструментальная неопределённость $\pm 0,02$ мА. 2 минуты - отметьте контроль; 4 - найдите четыре G; 3 - сравните сахар с водой и две концентрации соли; 2 - оформите вывод. Продукт: G с единицами и осторожное сравнение. Нельзя объявлять слабый сигнал сахара доказательством образования его ионов.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельный перенос

В ту же ячейку помещена та же проба NaCl при 20 °C: $I=1,20$ мА; при 30 °C: $I=1,50$ мА; напряжение в обоих случаях 2,0 В. Другая группа получила 2,40 мА при 20 °C, но уменьшила расстояние между электродами вдвое. За 4 минуты найдите G и относительное изменение при нагревании; за 2 объясните влияние геометрии; за 2 предложите честный повтор. Данные не дают права сравнивать концентрации двух групп.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Аргумент и обоснованный вывод

2 минуты - оцените тезис «любой проводящий раствор безопасен»; 3 - отделите измеряемую величину от неизвестных свойств, предложите альтернативы происхождению малого тока; 2 - запишите границу вывода. Не обсуждайте способы проверки растворов на вкус или с бытовой сетью.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственное решение

$U=2,0$ В, $I=0,80$ мА. За 3 минуты найдите G; запишите диссоциацию CaCl_2 с сохранением заряда; назовите носители тока в растворе и одно контролируемое условие. 1 минута - сверка, 1 - исправление; четыре критерия по 1 баллу.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Таблица подготовленных показаний, калькулятор, карточки $\text{Na}^+/\text{Cl}^-/\text{Ca}^{2+}$. Предпосылки: заряд, ток, напряжение, раствор. Работа только с бумажной моделью: не собирать электролизёр, не использовать сеть, кислоты или соли неизвестного состава, не пробовать растворы. Реальная проводимость измеряется штатным школьным прибором по его инструкции, но для выполнения этого урока прибор не нужен. 8 класс получает $G=I/U$; 9 класс оценивает контроль и пределы вывода.

Минуты	Работа	Проверяемый продукт
0-5	Проблемная ситуация	Вопрос и проверяемое предположение
5-14	Понятия и разобранный пример	Пояснение величин и метода
14-25	Практика 1	Расчёт, схема или протокол по данным
25-33	Практика 2	Решение на новых условиях
33-40	Обсуждение	Аргумент, альтернатива и вывод
40-45	Индивидуальная проверка	Самостоятельный ответ и исправление

Все тексты, рисунки и данные включены. Без регистрации: распечатайте ученическую часть PDF или используйте доску. Ответы открывайте после самостоятельной попытки. Минуты включают чтение, записи и переходы. В конце соберите индивидуальную работу. 0-1 балл: разобрать пример повторно; 2-3: уточнить пропущенное звено; 4: объяснить ограничение модели. Это обратная связь, не обязательная школьная отметка.

Разбор практики 1 и критерии

G : 0,010; 0,015; 0,30; 0,60 мСм. Разность токов сахара и воды 0,01 мА меньше суммы неопределённостей 0,04 мА: надёжное различие этими данными не установлено. При увеличении заданной концентрации NaCl вдвое ток здесь вырос вдвое. Это характеристика двух разбавленных учебных проб, не универсальная пропорциональность при любых концентрациях.

Ответ и объяснение практики 2

$G_{20}=0,60$ мСм; $G_{30}=0,75$ мСм; прирост $(0,75-0,60)/0,60=25\%$. У другой группы $G=1,20$ мСм. Геометрия ячейки изменилась, поэтому это не доказательство большей концентрации. Повтор: та же проба, те же электроды и расстояние, одинаковая температура и режим измерения; вернуть 20 °C и проверить воспроизводимость.

Опора для обсуждения

Проводимость подтверждает наличие переносчиков заряда в данной системе, но не идентифицирует все вещества и не показывает питьевую безопасность. Малый ток может зависеть от воды, загрязнения, фона и неопределённости. Сильный электролит - характеристика образования ионов, а не синоним большого тока в любой ячейке.

Ключ и критерии индивидуальной работы

$G=0,40$ мСм. $\text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^-$: суммарный заряд 0, один Ca и два Cl. Носители - подвижные ионы обоих знаков. Контроль: температура или геометрия электродов. По 1 баллу за расчёт с единицей, уравнение, носители и контроль.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Электрические явления в химии	Связывает ток с ионами	Объясняет различие сахара и соли
Занятие №7: электролитическая диссоциация и электролиз	Анализирует готовые измерения вместо опасной сборки	Различает перенос заряда и электродную реакцию

Опора - раздел «Объединяем науки» опубликованной программы на 64 часа. Это самостоятельный урок на 45 минут. Подробный сценарий, распределение времени и учебные числовые серии - методическая разработка. Предоставленные данные не выдаются за опыт, проведённый авторами или этим классом.

Исходная программа

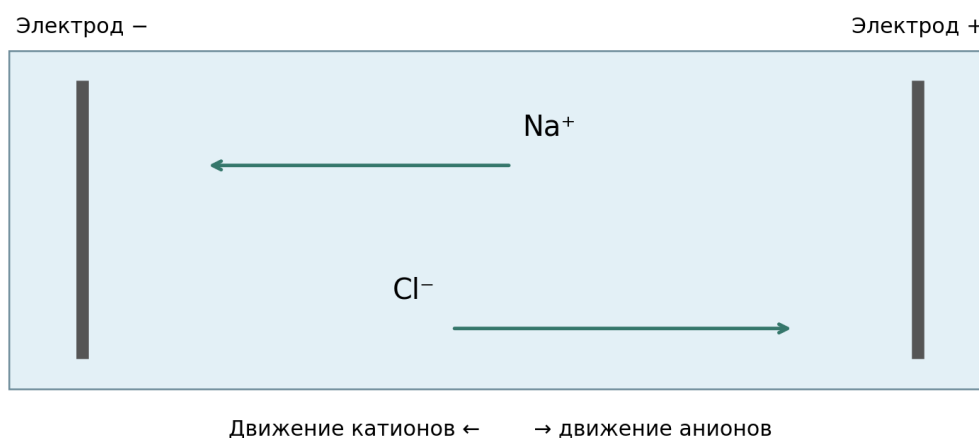
Источники и права на изображения

OpenStax: электролиты

Источники проверены 15.10.2026. Числовые наборы и графики - учебные модели, не результаты проведённых авторами опытов. Оригинальные схемы подготовлены порталом «Школы России» для этого урока, не являются фотографиями. Ответы и примечания учителю в PDF выделены отдельно.

Иллюстрация: увеличенная копия для печати

Перенос заряда в растворе: ионы двух знаков



Направления движения двух знаков ионов во внешнем поле. Схема раствора NaCl условная: размеры, число частиц и расстояния не в масштабе; электроны не проходят через раствор как через металлический провод.