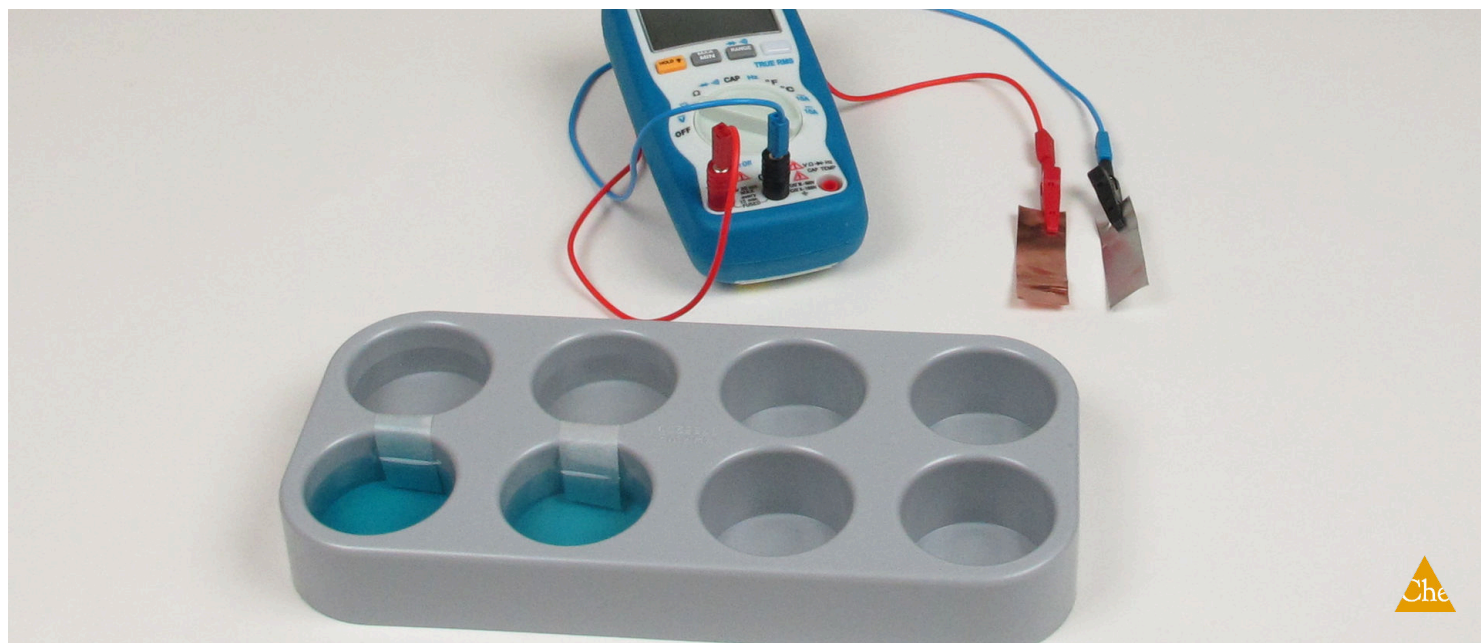


Медь / цинк в гальванических элементах (Элементы Даниэля)



С помощью этого эксперимента ученики узнают об одном из самых классических гальванических элементов - элементе Даниэля.

Химия

Физическая химия

Электрохимия

Набор по электрохимии



Уровень сложности

средний



Размер группы

2



Время подготовки

10 Минут



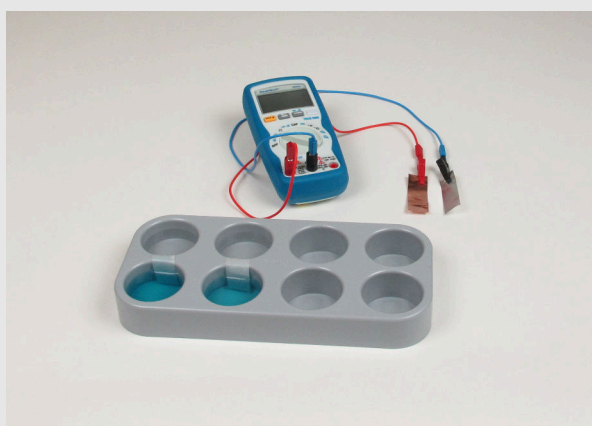
Время выполнения

20 Минут



Информация для учителей

Описание



Экспериментальная установка

Два электрода в солевом растворе представляют собой простейшую базовую форму батареи. В принципе, эта структура является источником электричества, через который генерируется напряжение.

Открытие и дальнейшее развитие так называемых гальванических элементов, более известных как батарейки, имеет для людей особенно большое значение. Помимо прочего, это делает возможным мобильное питание самых разнообразных электрических устройств, что оказывает значительное влияние на наш сегодняшний уровень жизни.

Известным гальваническим элементом является элемент Даниэлла, который состоит из цинковой и медной полуэлементов. Элемент Даниэля часто используется в качестве модели гальванических элементов по дидактическим причинам (простая конструкция, быстрое выполнение).

Дополнительная информация для учителей (1/7)

PHYWE
excellence in science

Предварительные знания



Студенты уже должны знать, что такое гальванический элемент и как он устроен.

Принцип



В полном "гальваническом элементе" два различных металлических электрода погружены в водные растворы одной из своих солей.

Дополнительная информация для учителей

PHYWE
excellence in science

Цель



С помощью этого эксперимента студенты узнают об одном из самых классических гальванических элементов - элементе Даниэля. Кроме того, вводятся понятия потенциала и разности потенциалов. Если разность потенциалов измеряется в стандартных условиях, она соответствует напряжению разомкнутой цепи гальванического элемента.

Задачи



Учащиеся строят 2 гальванических медно-цинковых элемента и исследуют их. Они отличаются только концентрацией растворов солей металлов.

Дополнительная информация для учителей (3/7)

Дополнительная информация (1/4)

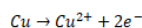
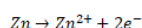
В этом эксперименте необходимо построить полный гальванический элемент. Можно ввести термины "потенциал" и "разность потенциалов". В полном "гальваническом элементе" (также называемом гальваническим элементом) два различных металлических электрода погружены в водные растворы одной из своих солей. В медной или цинковой ячейке медный электрод погружается в раствор сульфата меди, а цинковый электрод - в раствор сульфата цинка.

Чтобы обеспечить транспортировку тока между двумя растворами, между ними устанавливается проводящее соединение с помощью так называемого "токового ключа". В описанной здесь ячейке, а также в ячейках, обсуждаемых далее, этот токовый ключ состоит из полоски фильтровальной бумаги, пропитанной раствором нитрата калия, один конец которой погружен в один из двух растворов. Система из металлического электрода и связанного с ним солевого раствора называется "полуэлементом". Таким образом, полный гальванический элемент состоит из двух полуэлементов и соединительного токового ключа.

Дополнительная информация для учителей (4/7)

Дополнительная информация (2/4)

Известно, что оба металла стремятся перейти в растворенное состояние в водных растворах.



Мы уже познакомились с этим явлением, как давления раствора. Его также называют потенциалом раствора или просто потенциалом. Поскольку каждый металл (как и другие вещества) имеет определенный потенциал раствора, указанные процессы окисления протекают с различной интенсивностью.

Эта разница в интенсивности приводит к разности потенциалов, которая проявляется в виде электрического постоянного напряжения, как только два полуэлемента соединяются друг с другом описанным способом.

Дополнительная информация для учителей (5/7)

Дополнительная информация (3/4)

Разность потенциалов между цинковым полуэлементом и медным полуэлементом составляет около 1,1 В-. Рассматривая приведенные выше уравнения как равновесные реакции, можно сделать вывод, что равновесие более смещено вправо при окислении цинка, чем меди. Соответственно, на цинковом электроде будет накапливаться больше электронов, чем на медном, что делает цинковый электрод отрицательным полюсом, а медный - положительным.

Если цинковый электрод соединен с медным электродом металлической проволокой, электроны перетекают с цинкового электрода на медный. Таким образом, гальванический элемент стал источником тока. Однако этот поток электронов нарушает равновесные состояния на поверхности электродов. Благодаря оттоку электронов все больше атомов цинка переходят в ионное состояние, а электроны, притекающие к медному электроду, разряжают ионы меди на его поверхности, т.е. уменьшают их.

Дополнительная информация для учителей

Дополнительная информация (4/4)

$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ (Oxidationsvorgang: Anode) процесс окисления Анод

$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ (Reduktionsvorgang: Kathode) процесс восстановления Катод

Таким образом, окисление цинка приводит к восстановлению ионов меди до меди. Этот процесс можно непосредственно наблюдать в дополнительном эксперименте, кратковременно окунув цинковый электрод один раз в раствор сульфата меди. Затем мелкодисперсная медь немедленно отделяется, образуя на цинке серо-черный слой, который невозможно смыть струей воды. Для обозначения электродов электрохимических ячеек было решено, что электрод, на котором происходят процессы окисления, т.е. где отбираются или отдаются электроны, называется "анодом". Электрод, на котором происходят восстановительные процессы, является "катодом". Если в качестве источника тока используется медно-цинковый элемент, отрицательный полюс (цинковый электрод) является анодом, а положительный полюс (медный электрод) - катодом.

Дополнительная информация для

Дополнительная информация информация (5/5)

Разница между потенциалами двух полуэлементов дает напряжение разомкнутой цепи при измерении без тока. Если эти измерения проводятся в стандартных условиях, то напряжение разомкнутой цепи соответствует разности между стандартными потенциалами.

Между двумя полуэлементами потенциал $\Delta E = E_{\text{катод}} - E_{\text{анод}}$ (в примере медно-цинкового элемента $E_{\text{медь}} - E_{\text{цинк}} = 1.10 \text{ V}$). Если он измеряется в стандартных условиях (температура 25°C , концентрация 1 моль/л , давление $1,013 \text{ бар}$), то этот потенциал соответствует стандартному потенциалу или напряжению разомкнутой цепи гальванического элемента.

Потенциал (или напряжение) в разомкнутой цепи называется напряжением разомкнутой цепи, потенциал в замкнутой цепи называется напряжением на зажимах. Напряжение разомкнутой цепи всегда выше, чем напряжение на зажимах.

Указания по технике безопасности

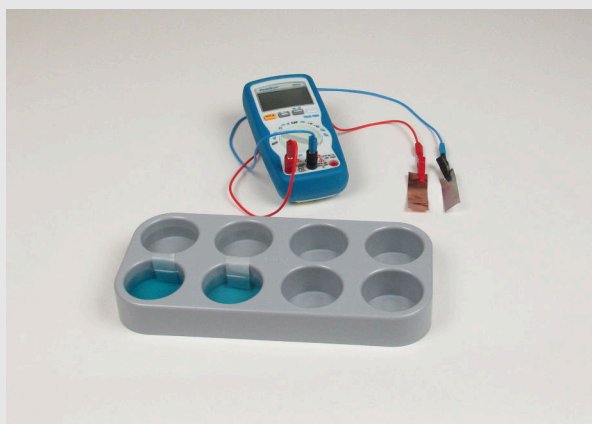


- Во время эксперимента все должны носить защитные очки!
- Растворы сульфата цинка концентрации $c = 1,0 \text{ моль/л}$ оказывают раздражающее действие.
- К этому эксперименту применимы общие правила по технике безопасности на уроках естествознания.



Информация для учеников

Мотивация



Экспериментальная установка

Транспортабельные источники питания сегодня необходимо для многих вещей в нашей повседневной жизни: Смартфоны, часы, видеоигры, кардиостимуляторы и слуховые аппараты. Можете ли вы представить, какой была жизнь без них?

Поэтому важной вехой для человечества стало открытие и дальнейшее развитие так называемых гальванических элементов, более известных как батареи.

В этом эксперименте вы будете исследовать один из самых известных гальванических элементов, так называемый элемент Даниэля, медно-цинкового элемента.

Задачи



В полном "гальваническом элементе" два разных металлических электрода погружены в водные растворы одной из своих солей. В медно-цинковой ячейке медный электрод погружается в раствор сульфата меди, а цинковый электрод - в раствор сульфата цинка. Чтобы обеспечить транспортировку тока между двумя растворами, между ними устанавливается проводящее соединение с помощью так называемого "токового ключа".

Необходимо построить и исследовать 2 гальванических медно-цинковых элемента, которые отличаются друг от друга только концентрациями растворов солей металлов.

Материал

Позиция	Материал	Пункт No.	Количество
1	Цифровой мультиметр, 3 1/2 разрядный дисплей с NiCr-Ni термопарой	07122-00	1
2	Соединительный проводник, 2 мм-штепсель, 500 мм, красный	07356-01	1
3	Соединительный проводник, 2 мм-штепсель, 500 мм, синий	07356-04	1
4	Переходной штекер, гнездо 4 мм/ 2 мм, 2 шт.	11620-27	2
5	Зажим типа "Крокодил", с изоляцией, 2 мм, 2 шт.	07275-00	2
6	Набор электродов (Al, Fe, Pb, Zn, Cu)	07856-00	2
7	Наждачная ткань, 158x224 мм, 2 шт.	01606-00	1
8	Блок с 8 углублениями, d=40 мм	37682-00	1
9	Крышки для блока с углублениями, 8 шт.	37683-00	1
10	Мензурка, высокая, 50 мл	46025-00	4
11	Капельница, пластмасса, 50 мл	33920-00	1

Подготовка

PHYWE
excellence in science

Подготовка необходимых растворов

- **Раствор сульфата меди (0,1 моль/л):** Добавьте 7,95 г сульфата меди в 250 мл дистиллированной воды. Хорошо перемешайте и доведите до 500 мл дистиллированной водой.
- **Раствор сульфата меди (1 моль/л):** Добавьте 15,9 г сульфата меди в 250 мл дистиллированной воды. Хорошо перемешайте и доведите до 500 мл дистиллированной водой.
- **Раствор сульфата цинка (0,1 моль/л):** Добавьте 8,05 г сульфата цинка к 250 мл дистиллированной воды. Хорошо перемешайте и доведите до 500 мл дистиллированной водой.
- **Раствор сульфата цинка (1 моль/л):** Добавьте 16,1 г сульфата цинка к 250 мл дистиллированной воды. Хорошо перемешайте и доведите до 500 мл дистиллированной водой.
- **Нитрат калия (1 моль/л):** Добавьте 55,5 г нитрата калия к 250 мл дистиллированной воды. Хорошо перемешайте и доведите до 500 мл дистиллированной водой.

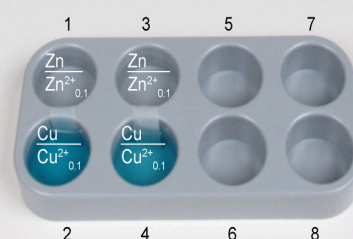
Подготовка

PHYWE
excellence in science

Залейте растворы в соответствующие измерительные ячейки блока измерительных ячеек, как указано на рисунке.

Соедините измерительные ячейки с полосками фильтровальной бумаги, смоченными в растворе нитрата калия.

Сначала поместите медный электрод (медный лист) в разбавленный раствор сульфата меди (измерительная ячейка 1), а цинковый электрод - в разбавленный раствор сульфата цинка (измерительная ячейка 2).



Залейте растворы в соответствующие измерительные ячейки блока измерительных ячеек

Выполнение работы

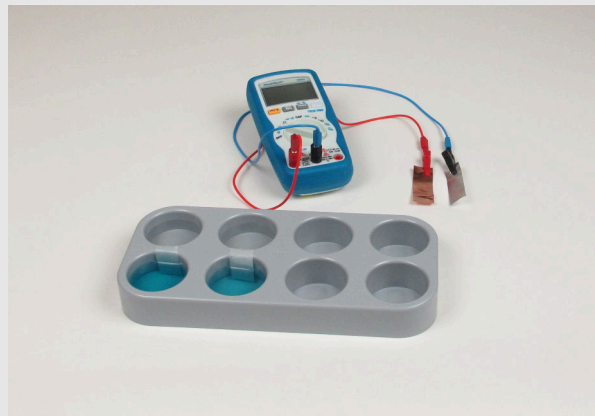
PHYWE
excellence in science

Установите мультиметр на диапазон измерения 2 вольта и тип напряжения - постоянное напряжение.

Затем подключите гнездо заземления измерительного прибора к цинковому электроду (отрицательный полюс), а гнездо вольты к медному электроду (положительный полюс) и измерьте электрическое напряжение ячейки.

Затем таким же образом измерьте напряжение на ячейке с 1 молярным раствором. (Электроды должны быть предварительно вновь подключены).

Для сравнения, справа снова показана экспериментальная установка.



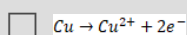
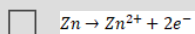
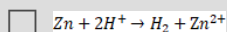
Экспериментальная установка

PHYWE
excellence in science

Протокол

Задание 1

Известно, что металлы стремятся перейти в растворенное состояние в водных растворах. Выберите уравнения растворов меди и цинка, если вы их видите.

☐ Не может быть уравнения раствора меди и цинка, потому что оба являются полуметаллами.☒ Проверьте

Задание 2

Как по-другому называется "давление раствора"?

☐ Такого понятия, как давление раствора, не существует, как не существует и другого термина для его обозначения.☐ Пневматическое давление.☐ Осмотическое давление.☐ Термин "печать раствора" защищен патентом, и не должно быть других похожих терминов.☒ Проверьте

Задание 3

Выберите правильные утверждения для "ключа электричества".

- ☐ Таким образом, полный гальванический элемент состоит из двух полуэлементов и соединительного токового ключа.
- ☐ Чтобы обеспечить транспортировку тока между двумя растворами, между ними устанавливается проводящее соединение с помощью так называемого "токового ключа".
- ☐ В ячейке, описанной в данном эксперименте, этот ключ тока состоит из полоски фильтровальной бумаги, пропитанной раствором нитрата калия, один конец которой погружен в каждый из двух растворов.

✓ Проверьте

Задание 4

Рассчитайте стандартный потенциал ($\Rightarrow$ напряжение разомкнутой цепи) элемента Даниэля

- ☐ Стандартный потенциал или напряжение разомкнутой цепи составляет 1,1 вольт
- ☐ Стандартный потенциал или напряжение разомкнутой цепи составляет - 1,1 вольт
- ☐ Стандартный потенциал или напряжение разомкнутой цепи составляет 0,76 вольт

✓ Проверьте

Задание 5

Какие утверждения верны?

- ☐ Потенциал (или напряжение) двух полуэлементов в разомкнутой цепи называется напряжением разомкнутой цепи.
- ☐ Если измерения проводятся в стандартных условиях, то напряжение разомкнутой цепи соответствует разности стандартных потенциалов
- ☐ Между двумя полуэлементами потенциал $\Delta E = E_{\text{Катод}} - E_{\text{Анод}}$

 Проверьте

Слайд	Оценка/Всего
Слайд 19: Уравнение решения	0/2
Слайд 20: Давление раствора	0/1
Слайд 21: Клавиша питания	0/3
Слайд 22: Стандартный потенциал или напряжение разомкнутой цепи гал...	0/1
Слайд 23: Реферат: Элемент Даниэля	0/3

Всего  0/10 Решения Повторите