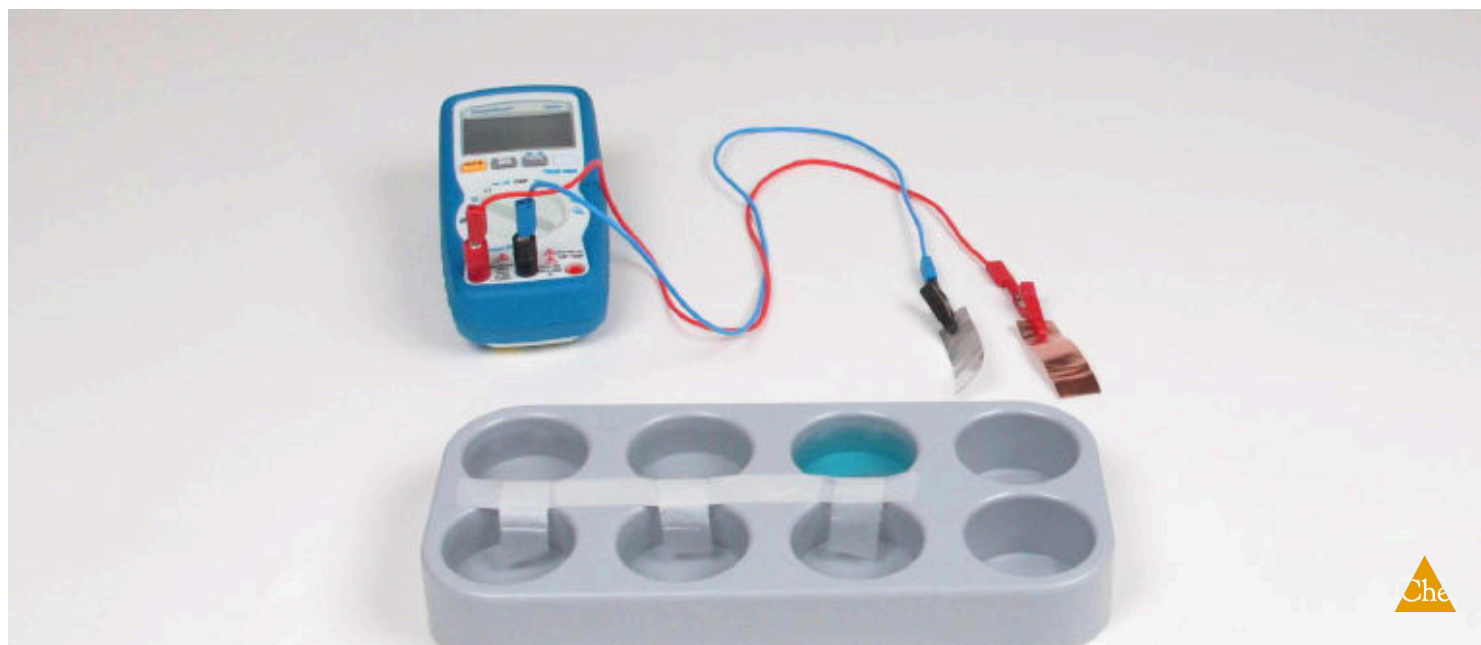


Подготовка упрощенного стандартного водородного электрода и измерения некоторых стандартных потенциалов



В ходе эксперимента учащиеся изготовят упрощенный стандартный водородный электрод. Кроме того, далее будет рассмотрен термин "стандартный потенциал".

Химия

Физическая химия

Электрохимия

Гальванические и топливные элементы



Уровень сложности

средний



Размер группы

2



Время подготовки

10 Минут



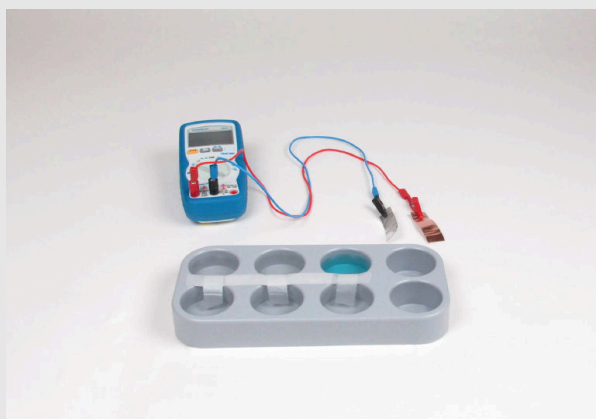
Время выполнения

30 Минут



Информация для учителей

Описание



Экспериментальная установка

Напряжение постоянного тока разного уровня возникает между различными металлами, как только они объединяются в гальванические элементы. Эти напряжения являются количественным выражением разности потенциалов между соответствующими взаимосвязанными полуэлементами. Разность потенциалов различных металлов может быть измерена при их соединении в гальванических элементах. Теперь это позволяет присвоить относительное значение потенциала каждому металлу (а также другим окислительно-восстановительным парам), как только он соединяется с всегда одинаковым электродом сравнения, образуя гальваническую ячейку.

В качестве такого эталонного электрода по договоренности был определен так называемый "стандартный водородный электрод".

Дополнительная информация для учителей (1/7)

Предварительные знания



Студенты должны иметь опыт работы с гальваническими элементами в теории и на практике. Они также должны знать, что такое стандартный водородный электрод и что такое стандартные потенциалы.

Принцип



Используя стандартные потенциалы, можно легко рассчитать разность потенциалов или напряжения между всеми комбинациями металлов в соответствии с уравнением:

$$\Delta E = E^0(\text{Kathode}) - E^0(\text{Anode})$$

Дополнительная информация для учителей (2/7)

Цель



В ходе эксперимента студенты изготовят упрощенный стандартный водородный электрод, чтобы углубить понимание принципа его работы и конструкции. Кроме того, более подробно будет рассмотрен термин "стандартный потенциал".

Задачи

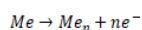


Платиновый электрод должен быть заряжен водородом при электролизе серной кислоты. Затем этот электрод последовательно соединяют с 4 полуэлементами из разных металлов, образуя гальванические элементы. Полученные напряжения измеряются и записываются в серию напряжений в соответствии с величиной.

Дополнительная информация для учителей (3/7)

Дополнительная информация (1/5)

В предыдущих экспериментах было замечено, что между различными металлами при их соединении в гальванических элементах возникают постоянные напряжения различной величины. Эти напряжения являются количественным выражением разности потенциалов между взаимосвязанными полуэлементами. Потенциалы металлов основаны на окислительно-восстановительных процессах.



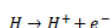
Чем больше склонность металла к растворению, тем дальше вправо находится равновесие такого окислительно-восстановительного процесса. Однако, поскольку невозможно самостоятельно измерить эту склонность раствора или потенциал металла в полужелке, невозможно также присвоить ему конкретный порядок величины. Однако, как показали предыдущие эксперименты, разница между потенциалами различных металлов измерима, когда они объединены в гальванические элементы.

Дополнительная информация для учителей

Дополнительная информация (2/5)

Теперь это позволяет присвоить относительное значение потенциала каждому металлу (а также другим окислительно-восстановительным парам), как только он соединяется с всегда одинаковым электродом сравнения, образуя гальваническую ячейку. В качестве такого эталонного электрода по договоренности был определен так называемый "стандартный водородный электрод". Он имеет следующую структуру:

Платиновый лист, электролитически покрытый мельчайшими частицами платины (= платиновое ушко), погружается в качестве электрода в 1 моль соляной кислоты. На этот электрод подается мелкопузырчатый поток водорода под давлением 1013 мбар (= 1013 гектопаскалей). Температура должна составлять 25 °C. В результате каталитического эффекта платиновый лист покрывается закрытым слоем атомарного водорода по всей поверхности, так что платиновый электрод практически становится водородным электродом. На таком электроде может происходить окислительно-восстановительный процесс:



Дополнительная информация для учителей (5/7)

Дополнительная информация (3/5)

Если соединить такой стандартный водородный электрод в качестве полуэлемента с полуэлементом из металла, образуя гальванический элемент, можно измерить напряжение как между двумя металлическими полуэлементами. По договоренности, потенциал стандартного водородного электрода теперь устанавливается на значение ± 0 , а напряжение, измеренное на такой ячейке, определяется как стандартный потенциал соответствующего используемого металла. Таким образом, стандартный потенциал металла - это не что иное, как разность потенциалов между этим металлом и стандартным водородным электродом.

Поскольку изготовить стандартный водородный электрод сложно, для последующих экспериментов используется упрощенная версия, которую можно изготовить с небольшими средствами и которая приводит к измеренным значениям, очень близким к литературным.

Разности потенциалов редокс-пары по отношению к стандартному водородному электроду (редокс-паре) называются СТАНДАРТНЫМИ ПОТЕНЦИАЛАМИ, как уже упоминалось выше. Если в полученную серию измерений включить потенциал водорода с заданным значением ± 0 , то получится следующая серия:

Дополнительная информация для учителей (6/7)

Дополнительная информация (4/5)

Металлы, расположенные таким образом в соответствии со стандартными потенциалами, образуют так называемую СЕРИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ. В следующей таблице приведены точные значения стандартных потенциалов всех важных металлов.

Stoff	Standardpotenzial E^0	Redoxsystem
Zink (Zn)	-0,75 bis -0,76 V	$Zn^{2+} + 2 e^-$
Blei (Pb)	-0,12 bis -0,13 V	$Pb^{2+} + 2 e^-$
Wasserstoff (H)	± 0 V	$H^+ + e^-$
Kupfer (Cu)	+0,34 bis +0,35 V	$Cu^{2+} + 2 e^-$
Silber (Ag)	+0,79 bis +0,80 V	$Ag^+ + e^-$

Дополнительная информация для учителей (7/7)

Дополнительная информация (5/5)

Metall	Redoxsystem	Standardpotenzial ($E^0/V-$)
Cäsium (Cs)	$Cs^+ + e^-$	-2,92
Kalium (K)	$K^+ + e^-$	-2,924
Calcium (Ca)	$Ca^{2+} + 2 e^-$	-2,868
Natrium (Na)	$Na^+ + e^-$	-2,71
Magnesium (Mg)	$Mg^{2+} + 2 e^-$	-2,375
Aluminium (Al)	$Al^{3+} + 3 e^-$	-1,662
Zink (Zn)	$Zn^{2+} + 2 e^-$	-0,7628
Chrom (Cr)	$Cr^{3+} + 3 e^-$	-0,744
Eisen (Fe)	$Fe^{2+} + 2 e^-$	-0,409
Cobalt (Co)	$Co^{2+} + 2 e^-$	-0,28
Nickel (Ni)	$Ni^{2+} + 2 e^-$	-0,23
Zinn (Sn)	$Sn^{2+} + 2 e^-$	-0,136
Blei (Pb)	$Pb^{2+} + 2 e^-$	-0,126
Wasserstoff (H)	$H^+ + e^-$	±0
Kupfer (Cu)	$Cu^{2+} + 2 e^-$	+0,3402
Silber (Ag)	$Ag^+ + e^-$	+0,7996
Platin (Pt)	$Pt^{2+} + 2 e^-$	+1,20
Gold (Au)	$Au^{3+} + 3 e^-$	+1,42

Пожалуйста, нажмите на кнопку, чтобы увеличить таблицу:



Указания по технике безопасности

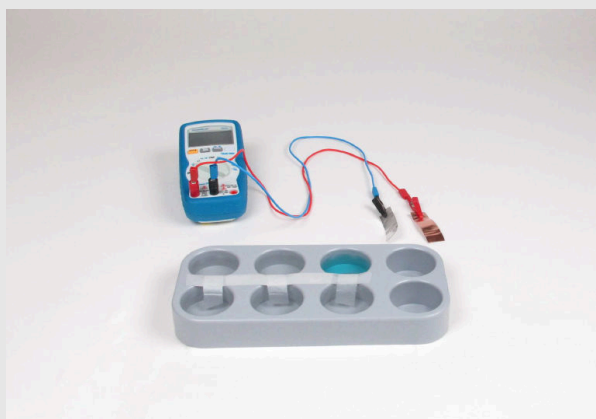


- Надевайте защитные очки и перчатки.
- Свинец и нитрат свинца токсичны при вдыхании и проглатывании с риском кумулятивного эффекта. Они также могут впитываться через кожу. Избегайте любого контакта химических веществ с глазами и кожей.
- Растворы сульфата цинка концентрации $c = 1,0$ моль/л и серной кислоты концентрации $c = 0,5$ моль/л оказывают раздражающее действие.
- К этому эксперименту применимы общие правила техники безопасности на уроках естествознания.



Информация для учеников

Мотивация



Экспериментальная установка

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.

Если мы используем различные металлы в гальванических элементах, мы можем измерить разницу между потенциалами.

Задачи



Платиновый электрод должен быть заряжен водородом при электролизе серной кислоты. Затем этот электрод последовательно соединяют с 4 полуэлементами из разных металлов, образуя гальванические элементы.

Полученные напряжения измеряются и записываются в серию напряжений в соответствии с величиной и знаком.

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	1
6	Набор электродов (Al, Fe, Pb, Zn, Cu)	07856-00	2
7	Блок с 8 углублениями, d=40 мм	37682-00	1
8	Крышки для блока с углублениями, 8 шт.	37683-00	1
9	Серебряная фольга, 150X150X0,1мм, 25 г	31839-04	1
10	Графитовый электрод, d=5, l=150, 6 шт.	44510-00	1
11	Платиновый электрод, короткий	45207-00	1
12	Мензурка, высокая, 50 мл	46025-00	5
13	Капельница, пластмасса, 50 мл	33920-00	1
14	Плоская батарея, 4,5 В, 3R 12 DIN 40869	07496-01	1

Подготовка (1/2)



Подготовка необходимых растворов

- **Серная кислота (0,5 моль/л):** Налейте 100 мл дистиллированной воды в мензурку. Добавьте 13,8 мл 96 % серной кислоты и доведите до 500 мл дистиллированной водой.
- **Раствор сульфата меди (1 моль/л):** Добавьте 79,5 г сульфата меди в 250 мл дистиллированной воды. Хорошо перемешайте и доведите до 500 мл дистиллированной водой.
- **Раствор нитрата свинца (1 моль/л):** Добавьте 166 г нитрата свинца в 250 мл дистиллированной воды. Хорошо перемешайте и доведите до 500 мл дистиллированной водой.

Подготовка (2/2)



Подготовка необходимых растворов

- **раствор сульфата цинка 1 моль/л):** Добавьте 80,5 г сульфата цинка к 250 мл дистиллированной воды. Хорошо перемешайте и доведите до 500 мл дистиллированной водой.
- **Раствор нитрата серебра (0,1 моль/л):** Добавьте 8,49 г нитрата серебра к 250 мл дистиллированной воды. Хорошо перемешайте и доведите до 500 мл дистиллированной водой.
- **Раствор нитрата калия (1 моль/л):** Добавьте 55,5 г нитрата калия к 250 мл дистиллированной воды. Хорошо перемешайте и доведите до 500 мл дистиллированной водой.

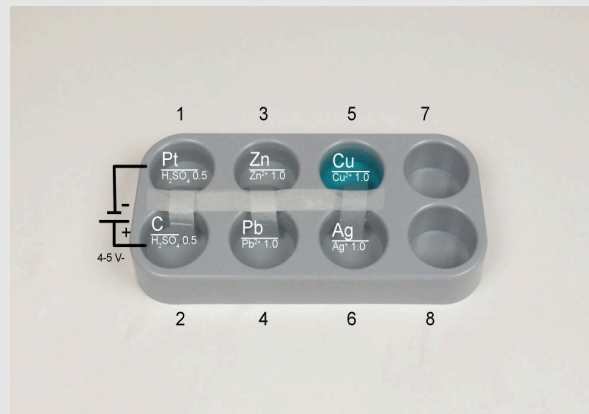
Подготовка

PHYWE
excellence in science

Распределите серную кислоту и другие растворы в измерительные ячейки 1-6 (рис. справа).

Соедините все эти измерительные ячейки между собой токовыми ключами, сделанными из смоченных полосок фильтровальной бумаги (раствор нитрата калия). Сначала поместите токовые ключи между парами измерительных ячеек 1/2, 3/4 и 5/6, а затем соедините их друг с другом полоской смоченной фильтровальной бумаги вдоль центральной линии блока измерительных ячеек.

Наденьте крышки на все 6 мерных ячеек. Затем вставьте платиновый электрод в измерительную ячейку 1, графитовый электрод в ячейку 2 и указанные металлические электроды в ячейки 3-6.



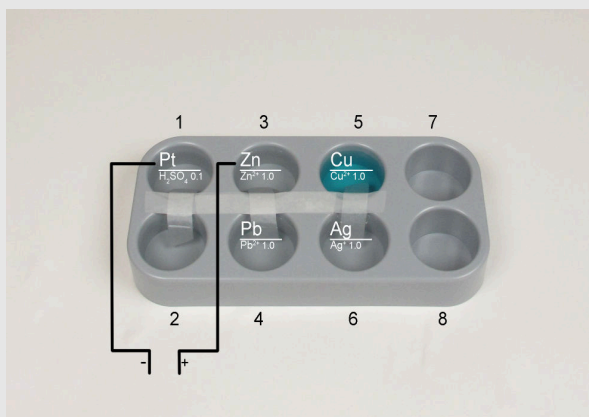
Распределите растворы в измерительных ячейках

Выполнение работы

PHYWE
excellence in science

Подключите платиновый электрод к отрицательному полюсу плоской батареи (4,5 В) или другого источника постоянного напряжения, а угольный электрод - к положительному полюсу. В результате начавшегося электролиза на катоде образуется водород, а на аноде - кислород.

После электролиза в течение 2-3 минут платиновый электрод покрывается невидимым слоем водорода, что практически создает упрощенный стандартный водородный электрод, с помощью которого можно проводить некоторые измерения. Теперь подключите этот водородный электрод (полуэлемент 1) к гнезду заземления измерительного прибора (установка 2 V-) (рис. справа), а гнездо вольты к полуэлементам 3-6 последовательно.



Подключите этот водородный электрод к гнезду заземления мультиметра.



Протокол

Задание 1

Что такое стандартный потенциал металла?

- ☐ Стандартный потенциал металла всегда обозначается значением 2.
- ☐ Стандартный потенциал металла - это не что иное, как разность потенциалов между этим металлом и стандартным водородным электродом.
- ☐ Для металлов не существует стандартного потенциала, только для неметаллов.
- ☐ Стандартный потенциал металла - это не что иное, как разность потенциалов между этим металлом и неметаллом.

✓ Проверьте

Задание 2

По отношению к каким металлам водородный электрод образует положительный или отрицательный полюс?

- ☐ Положительный полюс: медь, серебро Минусовой полюс: свинец, цинк, калий
- ☐ Положительный полюс: - Минусовой полюс: медь, серебро, свинец, цинк, калий
- ☐ Минусовой полюс: медь, серебро Положительный полюс: свинец, цинк, калий
- ☐ Положительный полюс: медь, серебро, свинец, цинк, калий Минусовой полюс: -

✓ Проверьте

Задание 3

Почему для создания водородного электрода в этом эксперименте использовалась не соляная кислота, как это обычно бывает, а 0,5 молярная серная кислота?

- ☐ В целях безопасности. При электролизе серной кислоты хлор не образуется.
- ☐ По соображениям стоимости. Соляная кислота очень дорогая.
- ☐ В целях безопасности. В результате электролиза серной кислоты образуется хлор, который оказывает оздоравливающее действие.

✓ Проверьте

Слайд	Оценка/Всего
Слайд 20: Стандартный потенциал	0/1
Слайд 21: Водородный электрод Металлы	0/1
Слайд 22: Водородный электрод	0/1

Всего



0/3

 Решения Повторите