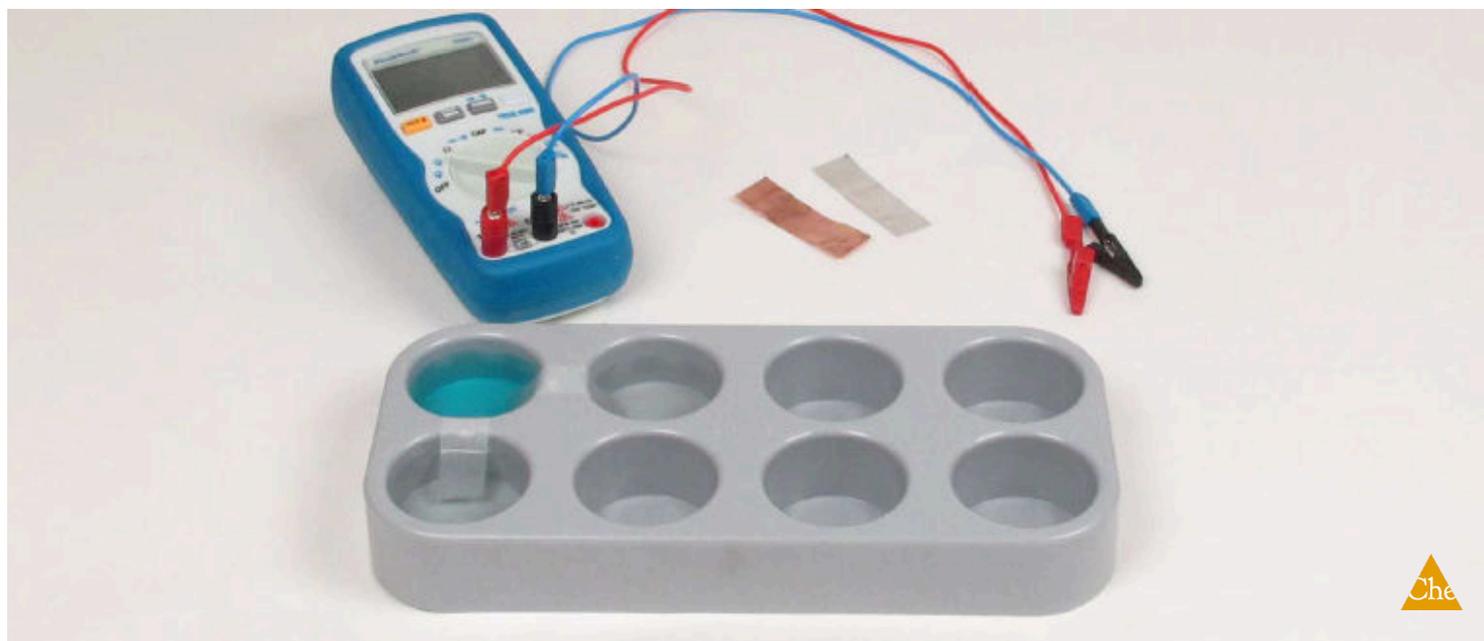


Гальванические элементы с различными окислительно-восстановительными парами / концентрациями и расчет их потенциалов



Студенты узнают, как уравнение Нернста может также использоваться для расчета гальванических элементов, состоящих из различных окислительно-восстановительных пар с различной концентрацией раствора.

Химия

Физическая химия

Электрохимия

Гальванические и топливные элементы



Уровень сложности

средний



Размер группы

2



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

10 Минут



Информация для учителей

Описание



Экспериментальная установка

Электрические напряжения могут быть измерены не только между полуэлементами из различных металлов в их солевых растворах, но и между полуэлементами одного типа, которые отличаются только концентрацией их солевых растворов.

Такие пары одинаковых полуячеек с разной концентрацией соли называются "концентрационными рядами". Измеряемое напряжение таких концентрационных рядов подчиняется закону, который нашел свое математическое выражение в так называемом "уравнении Нернста".

Дополнительная информация для учителей (1/5)

PHYWE
excellence in science

Предварительные знания



Студенты уже должны уметь определять стандартные потенциалы и изготавливать необходимые электроды. Они также должны уже знать уравнение Нернста.

Принцип



Уравнение Нернста также можно использовать для расчета гальванических элементов, состоящих из различных окислительно-восстановительных пар с различной концентрацией раствора.

Дополнительная информация для учителей (2/5)

PHYWE
excellence in science

Цель



Студенты узнают, как уравнение Нернста может также использоваться для расчета гальванических элементов, состоящих из различных окислительно-восстановительных пар с различной концентрацией раствора.

Задачи



Студенты проверяют теоретические расчеты уравнения Нернста с различными окислительно-восстановительными парами с различной концентрацией раствора на практике.

Дополнительная информация для учителей (3/5)

PHYWE
excellence in science

Дополнительная информация (1/3)

Если, например, гальванический элемент состоит из медного полуэлемента с 1 молярным раствором сульфата меди (стандартный медный элемент) и серебряного полуэлемента с 0,1 молярным раствором нитрата серебра, то напряжение получается из следующей зависимости:

$$\Delta E = E(Ag / Ag^+) - E^0(Cu / Cu^{2+})$$

E - потенциал серебряного полуэлемента, который образует катод (процесс восстановления) в этой системе. $E^0(Cu / Cu^{2+})$ - стандартный потенциал медного полуэлемента, т.е. +0,34 В-. Потенциал серебряного электрода с концентрацией раствора 0,1 моль/л получается из разности стандартного потенциала $E^0(Ag / Ag^+)$ серебряного полуэлемента и потенциала концентрационной цепочки серебряных полуэлементов с концентрациями $c_1 = 1$ моль/л и $c_2 = 0,1$ моль/л согласно уравнению Нернста, т.е. из

Дополнительная информация для учителей (4/5)

PHYWE
excellence in science

Дополнительная информация (2/3)

$$E = E^0(Ag / Ag^+) - \frac{0,058V}{c_2(\alpha x)}$$

Подстановка этого выражения в выше приведенное уравнение дает напряжение описанного гальванического элемента:

$E = E^0(Ag / Ag^+) - 0,058V$ Поскольку ионы серебра моновалентны, $n = 1$; и логарифм коэффициента c_1 и c_2 в нашем примере также равен 1.

Дополнительная информация для учителей (5/5)

Дополнительная информация (3/3)

Тогда напряжение на описанном элементе составляет

$$\Delta E = 0,799V - 0,058V - 0,34V = 0,401V$$

Если бы концентрация ионов серебра в серебряном полуэлементе была не 0,1 моль, а 0,01 моль, напряжение на этом элементе составило бы

$$\Delta E = 0,799V - 2 \times 0,058V - 0,34V = 0,343V$$

Указания по технике безопасности



- Носите защитные очки.
- К этому эксперименту применимы общие правила техники безопасности на уроках естествознания.



Информация для учеников

Мотивация



Экспериментальная установка

Вы уже узнали, что в современном мире мы больше не можем обходиться без батарей. Вы также можете изготовить различные электроды.

До сих пор электрические напряжения двух металлов измерялись в одной и той же концентрации соли. Однако это работает и в обратную сторону:

В этом эксперименте вы узнаете, что электрическое напряжение также можно измерить между двумя окислительно-восстановительными парами с различной концентрацией раствора.

Задачи

PHYWE
excellence in science

Проверьте расчеты уравнения Нернста, которые вы найдете в подготовительной части.

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	1
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	Мензурка, высокая, 50 мл	46025-00	3
8	Блок с 8 углублениями, d=40 мм	37682-00	1
9	Крышки для блока с углублениями, 8 шт.	37683-00	1
10	Серебряная фольга, 150X150X0,1мм, 25 г	31839-04	1

Подготовка (1/4)

Подготовка необходимых растворов

- **Раствор нитрата серебра (0,1 моль/л):** Добавьте 8,49 г нитрата серебра в 250 мл дистиллированной воды. Хорошо перемешайте и доведите до 500 мл дистиллированной водой.
- **Раствор нитрата серебра (0,01 моль/л):** Добавьте 50 мл приготовленного раствора нитрата серебра (0,1 моль/л) к 450 мл дистиллированной воды.
- **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.

Подготовка (2/4)

Расчеты (1/3)

Если, например, гальванический элемент состоит из медного полуэлемента с 1 молярным раствором сульфата меди (стандартный медный элемент) и серебряного полуэлемента с 0,1 молярным раствором нитрата серебра, то напряжение получается из следующей зависимости:

$$\Delta E = E(Ag / Ag^+) - E^0(Cu / Cu^{2+})$$

E - потенциал серебряного полуэлемента, который образует катод (процесс восстановления) в этой системе. $E^0(Cu / Cu^{2+})$ - стандартный потенциал медного полуэлемента, т.е. +0,34 В-. Потенциал серебряного электрода с концентрацией раствора 0,1 моль/л получается из разности стандартного потенциала $E^0(Ag / Ag^+)$ серебряного полуэлемента и потенциала концентрационной цепочки серебряных полуэлементов с концентрациями $c_1 = 1$ моль/л и $c_2 = 0,1$ моль/л, т.е. из

Подготовка (3/4)

PHYWE
excellence in science

Расчеты (2/3)

$$E = E^0(Ag / Ag^+) - \frac{0,058V}{c_2(ax)}$$

Подстановка этого выражения в вышеприведенное уравнение дает напряжение описанного гальванического элемента:

$E = E^0(Ag / Ag^+) - 0,058V$ Поскольку ионы серебра моновалентны, $n = 1$; и логарифм коэффициента c_1 и c_2 в нашем примере также равен 1.

Подготовка (4/4)

PHYWE
excellence in science

Расчеты (3/3)

Тогда напряжение на описанном элементе составляет

$$\Delta E = 0,799V - 0,058V - 0,34V = 0,401V$$

Если бы концентрация ионов серебра в серебряном полуэлементе была не 0,1 моль, а 0,01 моль, напряжение на этом элементе составило бы

$$\Delta E = 0,799V - 2 \times 0,058V - 0,34V = 0,343V$$

Эти расчеты должны быть проверены в эксперименте.

Подготовка

PHYWE
excellence in science

Заполните измерительную ячейку 1 раствором сульфата меди ($c = 1$ моль/л), измерительную ячейку 2 - раствором нитрата серебра $c = 0,1$ моль/л и измерительную ячейку 3 - раствором нитрата серебра $c = 0,01$ моль/л (рис. справа).

Затем соедините измерительную ячейку 1 кондуктивно с измерительными ячейками 2 и 3 с помощью токовых ключей, изготовленных из полосок фильтровальной бумаги.

Текущие ключи не пропитаны раствором нитрата калия.

Вместо этого дайте растворам из двух соединяемых измерительных ячеек подняться от концов бумаги, пока они не встретятся в середине полосок.

Заполните измерительные ячейки

Выполнение работы

PHYWE
excellence in science

Накройте измерительные ячейки и вставьте медный электрод в раствор сульфата меди измерительной ячейки 1, а серебряный электрод - в измерительную ячейку 2.

Подключите медный электрод отрицательным полюсом к гнезду заземления измерительного прибора, а серебряный электрод положительным полюсом к гнезду напряжения.

Измерьте напряжение на этом гальваническом элементе. Затем вставьте серебряный электрод (после высыхания капель раствора) в измерительную ячейку 3 с концентрацией раствора $c = 0,01$ моль/л и измерьте напряжение здесь же.

Теперь поместите электрод, подключенный к гнезду заземления (на синем соединительном проводе), в наиболее разбавленный раствор (измерительная ячейка 1), а электрод, подключенный к гнезду вольты, в следующий наименьший разбавленный раствор (измерительная ячейка 2) и измерьте напряжение.

Затем таким же образом измерьте напряжения между измерительными ячейками 2 и 3, 3 и 4, 4 и 5. Запишите измеренные значения. Затем измерьте напряжения между ячейками 1 + 3, 1 + 4 и 2 + 4.



Протокол

Задание 1

Можно ли измерить электрическое напряжение только между двумя полуэлементами из разных металлов в их солевых растворах?

- Ни один из ответов не является правильным.
- Нет, в том числе и между похожими полуклетками, которые отличаются друг от друга только концентрациями своих солевых растворов.
- Да, это невозможно в других полуклетках.
- Нет, но в других полуэлементах напряжение всегда ровно 1 В.

✓ Проверьте

Задание 2

Как вы называете пары одинаковых полуэлементов с разной концентрацией соли?

- Пары одинаковых полуячеек с разными концентрациями соли называются "концентрационными пирамидами".
- Пары одинаковых полуэлементов с разными концентрациями соли называются "концентрационными рядами".
- Сопряжение одних и тех же полуэлементов с разными концентрациями соли называется "концентрационными напряжениями".

✓ Проверьте

Задание 3

Выберите уравнение, которое представляет концентрацию ионов серебра в серебряной полуячейке как 0,01 моль, а не 0,1 моль.

- $\Delta E = 0,799V - 0,058V - 0,34V = 0,401V$
- Ни одно из уравнений не соответствовало вопросу.
- $\Delta E = 0,799V - 2 \times 0,058V - 0,34V = 0,343V$

✓ Проверьте

Слайд	Оценка/Всего
Слайд 20: Напряжение полупроводника	0/2
Слайд 21: Назначение	0/1
Слайд 22: Уравнение	0/1

Всего  0/4

 Решения

 Повторите