

# Гальванические элементы из ряда концентраций, их потенциалы и способы вычислений



Учащиеся узнают, что электрическое напряжение можно также измерить между двумя одинаковыми полуэлементами и как использовать уравнение Нернста.

Химия

Физическая химия

Электрохимия

Электрохимические серии



Уровень сложности

средний



Размер группы

2



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

10 Минут

**PHYWE**  
excellence in science

## Информация для учителей

### Описание

**PHYWE**  
excellence in science

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 полужеек с разной концентрацией соли называются "концентрационными цепочками".

Измеряемое напряжение таких концентрационных цепей подчиняется закону, который нашел свое математическое выражение в так называемом "уравнении Нернста".

## Дополнительная информация для учителей

**PHYWE**  
excellence in science

### Предварите.



Студенты уже должны уметь определять стандартные потенциалы и изготавливать необходимые электроды.

### Принцип



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.

## Другая информация об учителях (2/5)

**PHYWE**  
excellence in science

### Цель



Учащиеся узнают, что электрическое напряжение можно также измерить между двумя одинаковыми полуэлементами и как использовать уравнение Нернста. Вводится термин "концентрационная цепь".

### Задачи



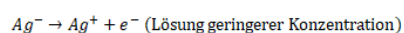
Необходимо изготовить полуэлементы серебро/нитрат серебра, концентрация ионов серебра в которых отличается друг от друга на величину, равную десяти. Измеряются напряжения между возможными комбинациями этих полуэлементов. Их оценка приводит к выводу уравнения Нернста.

## Другая информация об учителях (3/5)

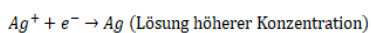
### Прочая информация (1/3)

Процессы на электродах:

Процесс окисления (анод):



процесс восстановления (катод):



## Другая информация об учителях (4/5)

### Другая информация (2/3)

Из таблицы видно, что напряжения или разности потенциалов этих концентрационных цепей изменяются пропорционально логарифму коэффициента  $c_1$  и  $c_2$ , а не пропорционально концентрации.

Lösungskonzentration $c$ (red)	Lösungskonzentration $c$ (ox)	$\frac{c_1}{c_2}$	$\frac{\log c_1}{c_2}$	gemessene Spannung $V$ - (20 °C)
0,1	0,01	10	1	$1 * 0,058$
0,01	0,001	10	1	$1 * 0,058$
0,001	0,0001	10	1	$1 * 0,058$
0,1	0,001	100	2	$2 * 0,058 = 0,116$
0,01	0,0001	100	2	$2 * 0,058 = 0,116$
0,1	0,0001	1000	3	$3 * 0,058 = 0,174$



## Другая информация о преподавателях (5/5)

**PHYWE**  
excellence in science

### Другая информация (3/3)

С помощью этого можно рассчитать разность потенциалов концентрационных цепей согласно уравнению

$$\Delta E = 0,058V \cdot \frac{\log c_1(\text{red})}{c_2(\text{ox})}$$

Это соотношение применимо к моновалентным ионам, например, ионам серебра. Для многовалентных ионов напряжение уменьшается с ростом валентности (n). Затем он применяет

$$\Delta E = \frac{0,058V}{c_2(\text{ox})}$$

С помощью этого "уравнения Нернста" можно рассчитать потенциалы концентрационных цепей.

## Указания по технике безопасности

**PHYWE**  
excellence in science

- Носите защитные очки.
- Фразы H- и P- см. в соответствующих паспортах безопасности.
- К этому эксперименту применимы общие инструкции по безопасному проведению экспериментов на уроках естествознания.

**PHYWE**  
excellence in science

## Информация для учеников

### Мотивация

**PHYWE**  
excellence in science

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 можно измерять и между одинаковыми полуэлементами, которые отличаются только концентрацией солевых растворов.

## Задачи

**PHYWE**  
excellence in science

Вам предстоит изготовить полуэлементы серебро/нитрат серебра, концентрация ионов серебра в которых отличается друг от друга на величину, равную десяти.

Измеряются напряжения между возможными комбинациями этих полуэлементов. Их оценка приводит к выводу уравнения Нернста.

## 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	Блок с 8 углублениями, d=40 мм	37682-00	1
7	Крышки для блока с углублениями, 8 шт.	37683-00	1
8	Серебряная фольга, 150X150X0,1мм, 25 г	31839-04	1
9	Мензурка, высокая, 50 мл	46025-00	5



## Подготовка

**PHYWE**  
excellence in science

### Производство необходимых решений

- **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 нитрата серебра (0,001 моль/л):** Добавьте 50 мл приготовленного раствора нитрата серебра (0,01 моль/л) к 450 мл дистиллированной воды.
- **Раствор нитрата серебра (0,0001 моль/л):** Добавьте 50 мл приготовленного раствора нитрата серебра (0,001 моль/л) к 450 мл дистиллированной воды.

## Подготовка (1\2)

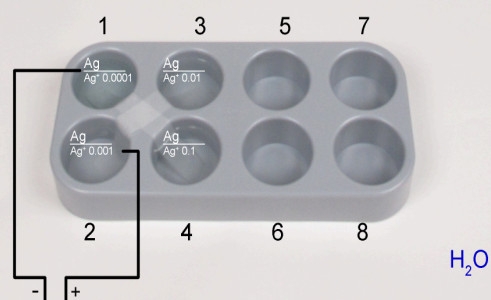
**PHYWE**  
excellence in science

Заполните измерительные ячейки с 1 по 4 указанными растворами нитрата серебра (рис. справа).

Начните с ячейки 1 с концентрацией 0,0001 моль/л, в ячейку 2 введите 0,001 моль/л, в ячейку 3 - 0,01 моль/л и в ячейку 4 - 0,1 моль раствора.

Затем соедините 4 измерительные ячейки токовыми клещами из полосок фильтровальной бумаги, но на этот раз не смоченной в растворе нитрата калия (рис. справа).

Вместо раствора нитрата калия дайте растворам нитрата серебра из соответствующих измерительных ячеек, которые должны быть соединены, подняться от погруженных концов бумаги в полоски, пока они не



Заполните измерительные ячейки

## Структура (2/2)

**PHYWE**  
excellence in science

Убедитесь, что пересекающиеся полоски бумаги расположены близко друг к другу, чтобы обеспечить хорошее прохождение тока во всех направлениях.

Крышки на измерительные ячейки устанавливать не нужно. Однако держите наготове мензурку с чистой водой, чтобы промывать серебряные электроды после каждого измерения.

Затем подключите синий соединительный провод к гнезду заземления (минусовой вход) и красный соединительный провод к гнезду напряжения (плюсовой вход) измерительного прибора. На другие концы соединительных проводов установите зажимы типа "крокодил", которые, в свою очередь, удерживают серебряные электроды.



Экспериментальная установка

## Выполнение работы

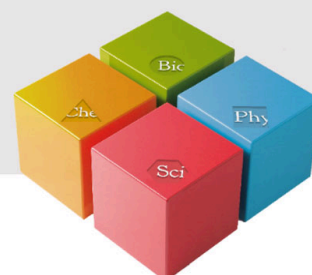
**PHYWE**  
excellence in science

Теперь сначала измерьте напряжения между последовательными концентрациями раствора, погружая электрод, подключенный к гнезду заземления измерительного прибора, в раствор с более низкой концентрацией, а другой электрод - в раствор со следующей более высокой концентрацией (он всегда образует положительный полюс такой концентрационной цепочки).

Поэтому измеряются и отмечаются напряжения между полуэлементами 1 + 2, 2 + 3, 3 + 4. Однако, прежде чем окунать электроды в следующие более концентрированные растворы, кратко промойте их в стакане с чистой (дистиллированной) водой (стряхните капли).



Экспериментирование



# Протокол

## Задание 1

Какие процессы происходят на электродах (анод, катод)?

- $Ag^- \rightarrow Ag^+ + e^-$  (Lösung höherer Konzentration)(анод, окисление)
- $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$  (Lösung höherer Konzentration)(катод, восстановление)
- $Ag^- \rightarrow Ag^+ + e^-$  (Lösung geringerer Konzentration)(анод, окисление)

✓ Проверьте

## Задание 2

Что можно рассчитать с помощью уравнения Нернста?

- Уравнение Нернста может быть использовано для расчета силы тока в параллельных цепях.
- Для расчета разности потенциалов концентрационных цепей можно использовать уравнение Нернста.
- Уравнение Нернста может быть использовано для расчета разности потенциалов окислительно-восстановительных пар.
- Уравнение Нернста может быть использовано для расчета силы тока в последовательных цепях.

✓ Проверьте

## Задание 3

Выберите уравнение Нернста.

$\Delta E = \frac{0,058V}{c_2(ox)}$

$\Delta E = \frac{0,058V}{2c_2(ox)}$

$\Delta E = 5 + \frac{0,058V}{c_2(ox)}$

✓ Проверьте

Слайд	Оценка/Всего
Слайд 18: Уравнение реакции анод	0/2
Слайд 19: уравнение Нернста	0/1
Слайд 20: Уравнение Нернста 2	0/1

Всего

 Решения Повторите