

# Гальванічні елементи з ряду концентрацій, їхні потенціали та способи обчислень



Учні дізнаються, що електричну напругу можна також виміряти між двома подібними напівелементами і як використовувати рівняння Нернста.

| Chemistry                                                                                                            | Physical chemistry                                                                                       | Electrochemistry                                                                                                     | Electrochemical voltage series                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>Рівень складності<br>середній | <br>Розмір групи<br>- | <br>Час підготовки<br>10 хвилини | <br>Час виконання<br>10 хвилини |

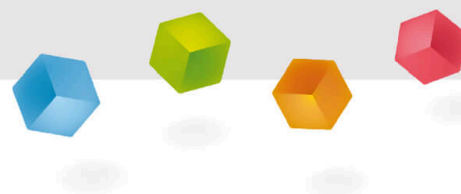
This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/64c17564cfd139000206ace2>

PHYWE

## Інформація для вчителів



### Опис

PHYWE



Експериментальна установка

Електричну напругу можна вимірювати не тільки між напівелементами з різних металів у їхніх сольових розчинах, а й між однотипними напівелементами, які відрізняються лише концентрацією сольових розчинів. Такі пари однакових напівелементів з різними концентраціями солей називаються "концентраційними рядів (ланцюгами)".

Вимірювана напруга таких рядів (ланцюгами) відповідає закону, який знайшов своє математичне вираження у так званому "рівнянні Нернста".

## Додаткова інформація для вчителів (1/5)

PHYWE

### Попередні знання



Учні вже повинні вміти визначати стандартні потенціали та виготовляти необхідні електроди.

### Принцип



Електричні напруги можна виміряти не тільки між напівелементами з різних металів у їхніх сольових розчинах, а й між напівелементами одного типу, які відрізняються тільки концентрацією їхніх сольових розчинів.

## Інша інформація про вчителів (2/5)

PHYWE

### Мета



Учні дізнаються, що електричну напругу можна також виміряти між двома однаковими напівелементами та як використовувати рівняння Нернста. Вводиться термін "концентраційний ряд (ланцюг)".

### Завдання



Необхідно виготовити напівелементи срібло/нітрат срібла, концентрації іонів срібла в яких відрізняються одна від одної в десять разів. Вимірюються напруги між можливими комбінаціями цих напівелементів. Їх оцінка призводить до виведення рівняння Нернста.

## Інша інформація про вчителів (3/5)

PHYWE

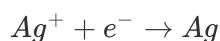
## Інша інформація (1/3)

Процеси на електродах:

Процес окислення (анод):



процес відновлення (катод):



Якщо елемент складається з двох однакових напівелементів, які відрізняються лише концентрацією, такий елемент також називають концентраційним (окремий випадок гальванічного елемента). Зазвичай у напівелементі з меншою концентрацією атоми металу окиснюються, тоді як у напівелементі з більшою концентрацією іони металу відновлюються.

## Інша інформація про вчителів (4/5)

PHYWE

## Інша інформація (2/3)

З таблиці видно, що напруги або різниці потенціалів (5) цих концентраційних ланцюжків змінюються пропорційно логарифму добутку  $c_1$  і  $c_2$  (4), а не пропорційно концентрації. Тут (1) - концентрація розчину відновленої форми, (2) - концентрація окисленої форми, (3) - частка (1) і (2):

| (1)   | (2)    | (3)  | (4) | (5)                 |
|-------|--------|------|-----|---------------------|
| 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   | $3 * 0,058 = 0,174$ |



## Інша інформація про викладачів (5/5)

PHYWE

### Інша інформація (3/3)

За допомогою цього можна розрахувати різницю потенціалів концентраційних рядів (ланцюгів) за формулою:

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

Це співвідношення можна застосувати до моновалентних іонів, наприклад, іонів срібла. Для багатовалентних іонів напруга зменшується зі зростанням валентності ( $n$ ). Тоді застосовується:

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

За допомогою цього рівняння Нернста можна розрахувати потенціали концентраційних ланцюгів.

## Інструкції з техніки безпеки

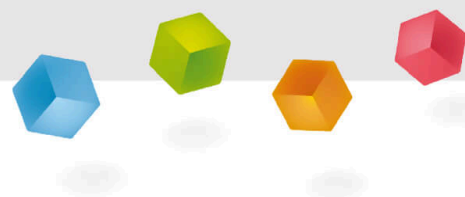
PHYWE



- Одягніть захисні окуляри.
- Правила роботи з небезпечними речовинами наведено у відповідних паспортах безпеки.
- До цього експерименту застосовуються загальні інструкції щодо безпечного проведення експериментів на уроках з природничих наук.

PHYWE

## Інформація для учнів



## Мотивація

PHYWE



Експериментальна установка

Ви вже дізналися, що в сучасному світі ми вже не можемо обійтися без батарейок. Крім того, Ви вже вмієте виготовляти різні електроди.

Досі електричну напругу двох металів вимірювали при однаковій концентрації солі. Однак це працює і навпаки.

У цьому експерименті можна дізнатися, що електричну напругу можна виміряти між подібними напівелементами, які відрізняються лише концентрацією розчинів солей.

## Завдання

PHYWE



Виготовте напівелементи срібло/нітрат срібла, концентрації іонів срібла в яких відрізняються одна від одної у десятому степені.

Виміряйте напруги між можливими комбінаціями цих напівелементів. Їх оцінка призводить до виведення рівняння Нернста.

## Матеріал

PHYWE

| Позиція | Матеріал                                                                          | Пункт №. | Кількість |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|
| 1       | <a href="#">Цифровий мультиметр, 3 1/2 розрядний дисплей з NiCr-Ni термопарою</a> | 07122-00 | 1         |
| 2       | <a href="#">З'єднувальний провідник, 2 мм-штепсель, 500 мм, червоний</a>          | 07356-01 | 1         |
| 3       | <a href="#">З'єднувальний провідник, 2 мм-штепсель, 500 мм, синій</a>             | 07356-04 | 1         |
| 4       | <a href="#">Перехідний штекер, гніздо 4 мм/ 2 мм, 2 шт.</a>                       | 11620-27 | 1         |
| 5       | <a href="#">Затискач типу "Крокодил", з ізоляцією, 2 мм, 2 шт.</a>                | 07275-00 | 1         |
| 6       | <a href="#">Блок із 8 заглибленнями, d=40 мм</a>                                  | 37682-00 | 1         |
| 7       | <a href="#">Кришки для блоку з заглибленнями, 8 шт.</a>                           | 37683-00 | 1         |
| 8       | Лист срібла, 150 x 150 x 0,1 мм, 1 шт (приблизно 25 г)                            | 31839-04 | 1         |
| 9       | <a href="#">Мензурка, висока, 50 мл</a>                                           | 46025-00 | 5         |

## Підготовка необхідних розчинів

PHYWE

### Підготовка необхідних розчинів

- **Розчин нітрату срібла (0,1 моль/л):** Додайте 8,49 г нітрату срібла до 250 мл дистильованої води. Добре перемішайте і доведіть до 500 мл дистильованою водою.
- **Розчин нітрату срібла (0,01 моль/л):** Додайте 50 мл приготованого розчину нітрату срібла (0,1 моль/л) до 450 мл дистильованої води.
- **Розчин нітрату срібла (0,001 моль/л):** Додайте 50 мл приготованого розчину нітрату срібла (0,01 моль/л) до 450 мл дистильованої води.
- **Розчин нітрату срібла (0,0001 моль/л):** Додайте 50 мл приготованого розчину нітрату срібла (0,001 моль/л) до 450 мл дистильованої води.

## Підготовка (1\2)

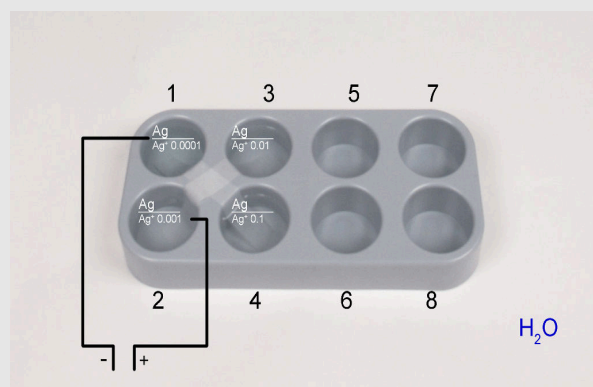
PHYWE

Заповніть вимірювальні комірки з 1 по 4 зазначеними розчинами нітрату срібла (рис. праворуч).

Почніть з комірки 1 з концентрацією 0,0001 моль/л, у комірку 2 введіть 0,001 моль/л, у комірку 3 - 0,01 моль/л і в комірку 4 - 0,1 моль розчину.

Потім з'єднайте 4 вимірювальні комірки струмовими ключами, виготовленими зі смужок фільтрувального паперу, але цього разу не змоченими в розчині нітрату калію (рис. праворуч).

Замість розчину нітрату калію нехай розчини нітрату срібла з відповідних вимірювальних комірок, що з'єднуються, піднімаються з занурених кінців паперу в смужки, поки вони не зустрінуться посередині.



Заповніть вимірювальні комірки



## Структура (2/2)

PHYWE

Переконайтеся, що смужки паперу, які перетинаються, знаходяться близько одна до одної, щоб забезпечити добре протікання струму в усіх напрямках.

Не обов'язково накривати вимірювальні комірки кришками. Однак тримайте наготові склянку з чистою водою для промивання срібних електродів після кожного вимірювання.

Потім підключіть синій з'єднувальний провід до роз'єму заземлення вимірювального приладу (негативний полюс) і червоний з'єднувальний провід до роз'єму для підключення напруги (позитивний полюс) вимірювального приладу. Закріпіть інші кінці з'єднувальних провідників за допомогою затискачів типу "крокодил", які, в свою чергу, утримують срібні електроди.



Експериментальна установка

## Виконання роботи

PHYWE

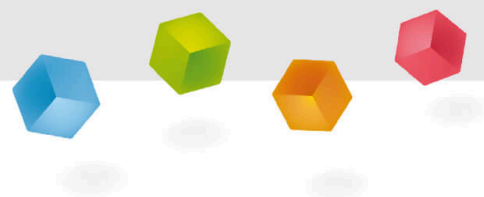
Тепер спочатку виміряйте напругу між відповідними послідовними концентраціями розчину, зануривши електрод, підключений до роз'єму заземлення вимірювального приладу, в розчин з нижчою концентрацією, а інший електрод - у розчин з наступною вищою концентрацією (він завжди утворює позитивний полюс такого концентраційного ряду).

Таким чином, вимірюються і записуються напруги між напівелементами 1 + 2, 2 + 3, 3 + 4. Однак перед тим, як занурювати електроди в наступні більш концентровані розчини, коротко промийте їх у мензурці чистою (дистильованою) водою (струсіть краплі).



Експериментальна установка

PHYWE



# Протокол

## Завдання 1

PHYWE

Які процеси відбуваються на електродах (анод, катод)?

- ☐ окислення (анод), відновлення (катод)
- ☐ відновлення (катод), відновлення (анод)
- ☐ окислення (катод), відновлення (анод)

✓ Перевірте

## Завдання 2

PHYWE

Що можна розрахувати за допомогою рівняння Нернста?

- ☐ Рівняння Нернста може бути використано для розрахунку сили струму в паралельних колах.
- ☐ Рівняння Нернста може бути використано для розрахунку різниці потенціалів окисно-відновних пар.
- ☐ Рівняння Нернста може бути використане для розрахунку сили струму в послідовних колах.
- ☐ Рівняння Нернста може бути використане для розрахунку різниці потенціалів концентраційних рядів (ланцюгів).

✓ Перевірте

## Завдання 3

PHYWE

Виберіть рівняння Нернста.

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

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

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

✓ Перевірте

| Слайд                           | Оцінка / Усього |
|---------------------------------|-----------------|
| Слайд 18: Рівняння реакції анод | 0/1             |
| Слайд 19: рівняння Нернста      | 0/1             |
| Слайд 20: Рівняння Нернста 2    | 0/1             |

Усього  0/3

 Рішення

 Повторіть