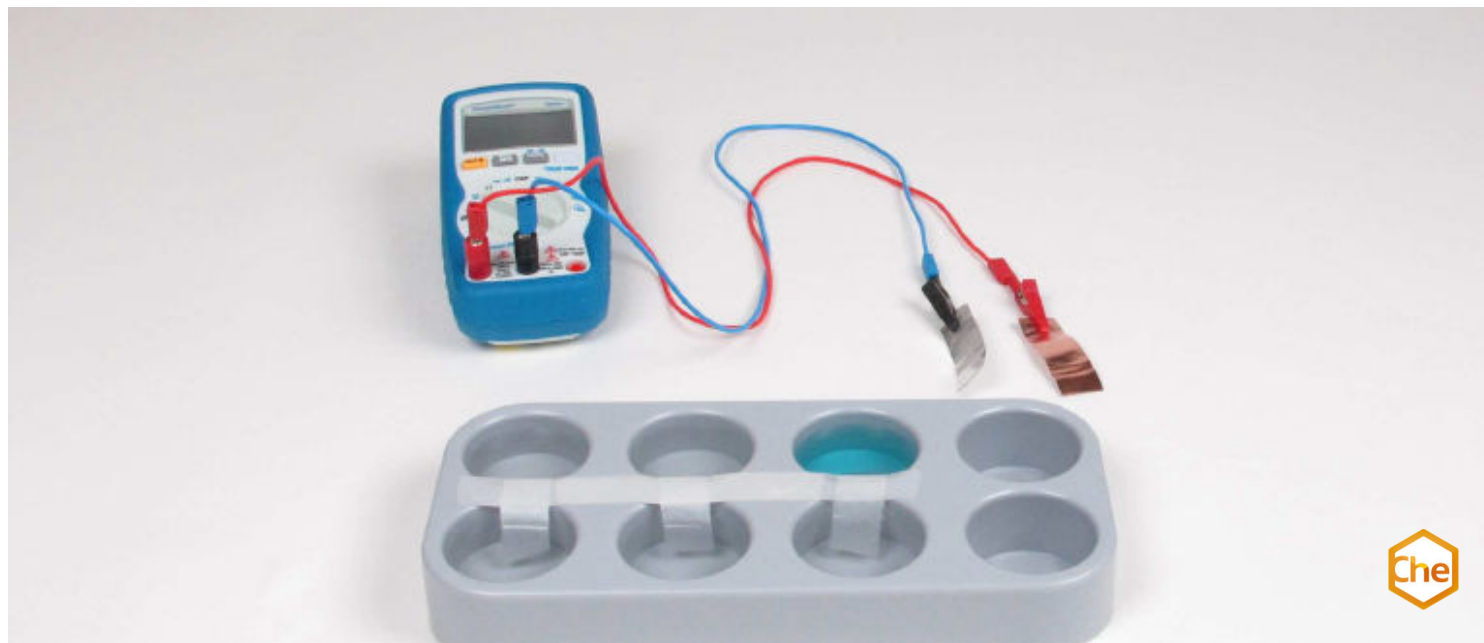


Підготовка спрощеного стандартного водневого електрода та вимірювання деяких стандартних потенціалів



Під час експерименту учні виготовлять спрощений стандартний водневий електрод. Крім того, далі буде розглянуто термін "стандартний потенціал".

Chemistry

Physical chemistry

Electrochemistry

Galvanic elements, fuel cells



Рівень складності

середній



Розмір групи

-



Час підготовки

10 хвилини



Час виконання

30 хвилини

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/64c2c552df2d8500026807d1>

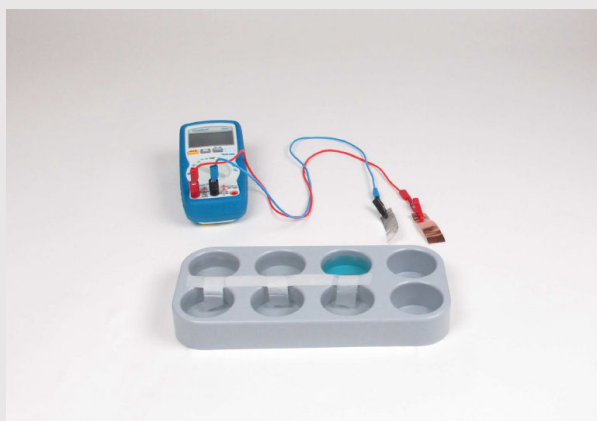
PHYWE

Інформація для вчителів



Опис

PHYWE



Експериментальна установка

Напруга постійного струму різного рівня виникає між різними металами, щойно вони об'єднуються в гальванічні елементи. Ці напруги є кількісним вираженням різниці потенціалів між відповідними взаємопов'язаними напівелементами. Різниця потенціалів різних металів може бути виміряна під час їхнього з'єднання в гальванічних елементах. Це дає змогу присвоїти відносне значення потенціалу кожному металу (а також іншим окисно-відновним парам), як тільки його під'єднано до гальванічного елемента з електродом порівняння, який завжди є одним і тим самим.

Такий еталонний електрод за спільною домовленістю було визначено як так званий "стандартний водневий електрод".

Додаткова інформація для вчителів (1/7)

PHYWE

Попередні

знання



Учні повинні мати досвід роботи з гальванічними елементами в теорії та на практиці. Вони також повинні знати, що таке стандартний водневий електрод і що таке стандартні потенціали.

Принцип



Використовуючи стандартні потенціали, можна легко розрахувати різницю потенціалів або напруги між усіма комбінаціями металів відповідно до рівняння:

$$\Delta E = E_{\text{Катод}}^0 - E_{\text{Анод}}^0$$

Додаткова інформація для вчителів (2/7)

PHYWE

Мета



Під час експерименту учні виготовлять спрощений стандартний водневий електрод, щоб поглибити розуміння принципу його роботи та конструкції. Крім того, більш детально буде розглянуто термін "стандартний потенціал".

Завдання



Платиновий електрод має бути заряджений воднем під час електролізу сірчаної кислоти. Потім цей електрод послідовно з'єднують із 4 напівелементами з різних металів, утворюючи гальванічні елементи. Отримані напруги вимірюють і записують у серію напруг відповідно до величини.

Додаткова інформація для вчителів (3/7)

PHYWE

Додаткова інформація (1/5)

У попередніх експериментах було помічено, що між різними металами під час їхнього з'єднання в гальванічних елементах виникають постійні напруги різної величини. Ці напруги є кількісним вираженням різниці потенціалів між взаємопов'язаними напівелементами. Потенціали металів засновані на окисно-відновних процесах:



Чим більша схильність металу до розчинення, тим далі праворуч перебуває рівновага такого окисно-відновного процесу. Однак, оскільки неможливо самостійно виміряти цю схильність розчину або потенціал металу в напівелементі, неможливо також присвоїти йому конкретний порядок величини. Однак, як показали попередні експерименти, різниця між потенціалами різних металів є вимірюваною, коли вони об'єднані в гальванічні елементи.

Додаткова інформація для вчителів (4/7)

PHYWE

Додаткова інформація (2/5)

Це дає змогу присвоїти відносно значення потенціалу кожному металу (а також іншим окисно-відновним парам), як тільки його під'єднано до гальванічного елемента з електродом порівняння, який завжди є одним і тим самим. Такий еталонний електрод за домовленістю було визначено як так званий "стандартний водневий електрод". Він має таку структуру:

Платиновий електрод, електролітично вкритий найдрібнішими частинками платини (= платинове вушко), занурюється як електрод в 1 моль соляної кислоти. На цей електрод подається дрібнобульбашковий потік водню під тиском 1013 мбар (= 1013 гПа). Температура має становити 25 °C. У результаті каталітичного ефекту цей електрод покривається закритим шаром атомарного водню по всій поверхні, так що платиновий електрод практично стає водневим електродом. На такому електроді може відбуватися окислювально-відновний процес:



Додаткова інформація для вчителів (5/7)

PHYWE

Додаткова інформація (3/5)

Якщо з'єднати такий стандартний водневий електрод як напівоеlement з напівоеlementом з металу, утворюючи гальванічний елемент, можна виміряти напругу як між двома металевими напівоеlementами. За домовленістю, потенціал стандартного водневого електрода тепер встановлюють на значення ± 0 , а напругу, виміряну на такій комірці, визначають як стандартний потенціал відповідного використовуваного металу. Таким чином, стандартний потенціал металу - це не що інше, як різниця потенціалів між цим металом і стандартним водневим електродом.

Оскільки виготовити стандартний водневий електрод складно, для подальших експериментів використовують спрощену версію, яку можна виготовити з невеликими коштами і яка призводить до виміряних значень, дуже близьких до табличних (довідкових).

Різниці потенціалів редокс-пари стосовно стандартного водневого електрода (редокс-пари) називаються СТАНДАРТНИМИ ПОТЕНЦІАЛАМИ, як уже згадувалося вище. Якщо в отриману серію вимірювань включити потенціал водню із заданим значенням ± 0 , то вийде така серія:

Додаткова інформація для вчителів (6/7)

PHYWE

Додаткова інформація (4/5)

Метали, розташовані таким чином відповідно до стандартних потенціалів, утворюють так звану СЕРІЮ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАПРУГ МЕТАЛІВ. У такій таблиці наведено точні значення стандартних потенціалів усіх важливих металів.

речовина	стандартний потенціал E^0	Редоксистема
Цинк (Zn)	-0,75 до -0,76 В	$Zn^{2+} + 2 e^-$
Свинець (Pb)	-0,12 до -0,13 В	$Pb^{2+} + 2 e^-$
Водень (H)	± 0 В	$H^+ + e^-$
Мідь (Cu)	+0,34 до +0,35 В	$Cu^{2+} + 2 e^-$
Срібло (Ag)	+0,79 до +0,80 В	$Ag^+ + e^-$

Додаткова інформація для вчителів (7/7)

PHYWE

Додаткова інформація (5/5)

Метал	Редокс - пари	Стандартний потенціал (E^0 , В —)
Цезій (Cs)	$Cs^+ + e^-$	-2,92
Калій (K)	$K^+ + e^-$	-2,924
Кальцій (Ca)	$Ca^{2+} + 2e^-$	-2,868
Натрій (Na)	$Na^+ + e^-$	-2,71
Магній (Mg)	$Mg^{2+} + 2e^-$	-2,375
Алюміній (Al)	$Al^{3+} + 3e^-$	-1,662
Цинк (Zn)	$Zn^{2+} + 2e^-$	-0,7628
Хром (Cr)	$Cr^{3+} + 3e^-$	-0,744
Залізо (Fe)	$Fe^{2+} + 2e^-$	-0,409
Кобальт (Co)	$Co^{2+} + 2e^-$	-0,28
Нікель (Ni)	$Ni^{2+} + 2e^-$	-0,23
Олово (Sn)	$Sn^{2+} + 2e^-$	-0,136
Свинець (Pb)	$Pb^{2+} + 2e^-$	-0,126
Водень (H)	$H^+ + e^-$	±0
Мідь (Cu)	$Cu^{2+} + 2e^-$	+0,3402
Срібло (Ag)	$Ag^+ + e^-$	+0,7996
Платина (Pt)	$Pt^{2+} + 2e^-$	+1,20
Золото (Au)	$Au^{3+} + 3e^-$	+1,42

Будь ласка, натисніть на кнопку, щоб збільшити таблицю:



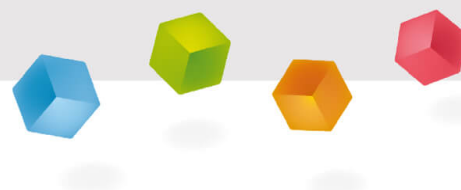
Інструкції з техніки безпеки

PHYWE



- Використовуйте захисні окуляри та рукавички.
- Свинець і нітрат свинцю токсичні під час вдихання і проковтування з ризиком кумулятивного ефекту. Вони також можуть вбиратися через шкіру. Уникайте будь-якого контакту хімічних речовин з очима і шкірою.
- Розчини сульфату цинку концентрації $c = 1,0$ моль/л і сірчаної кислоти концентрації $c = 0,5$ моль/л чинять подразнювальну дію.
- До цього експерименту застосовуються загальні інструкції щодо безпечного проведення експериментів на уроках з природничих наук.
- Правила роботи з небезпечними речовинами наведено у відповідних паспортах безпеки.

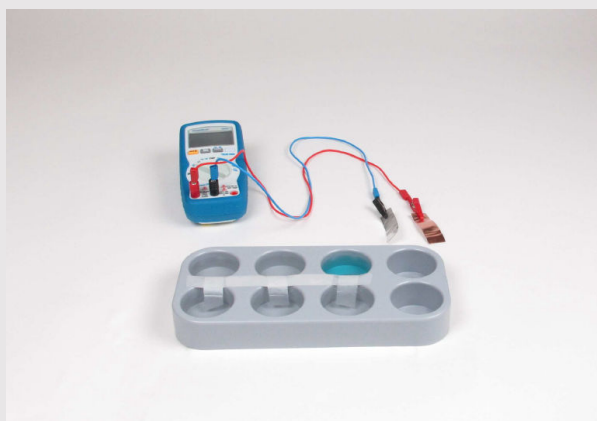
PHYWE



Інформація для учнів

Мотивація

PHYWE



Експериментальна установка

Відкриття і подальший розвиток так званих гальванічних елементів, більш відомих як батарейки, має для людей особливо велике значення. Крім іншого, це уможливлює мобільне живлення найрізноманітніших електричних пристроїв, що має значний вплив на наш сьогоdnішній рівень життя.

Використовуючи різні метали в гальванічних елементах, ми можемо вимірювати різницю між потенціалами.

Завдання

PHYWE



Платиновий електрод має бути заряджений воднем під час електролізу сірчаної кислоти. Потім цей електрод послідовно з'єднують із 4 напівелементами з різних металів, утворюючи гальванічні елементи.

Отримані напруги вимірюються і записуються в серію напруг відповідно до величини і знака.

Матеріал

PHYWE

Позиція	Матеріал	Пункт №.	Кількість
1	Цифровий мультиметр, 3 1/2 розрядний дисплей з NiCr-Ni термопарою	07122-00	1
2	З'єднувальний провідник, 2 мм-штепсель, 500 мм, червоний	07356-01	1
3	З'єднувальний провідник, 2 мм-штепсель, 500 мм, синій	07356-04	1
4	Перехідний штекер, гніздо 4 мм/ 2 мм, 2 шт.	11620-27	2
5	Затискач типу "Крокодил", з ізоляцією, 2 мм, 2 шт.	07275-00	1
6	Набір електродів (Al, Fe, Pb, Zn, Cu)	07856-00	2
7	Блок із 8 заглибленнями, d=40 мм	37682-00	1
8	Кришки для блоку з заглибленнями, 8 шт.	37683-00	1
9	Лист срібла, 150 x 150 x 0,1 мм, 1 шт (приблизно 25 г)	31839-04	1
10	Графітовий електрод, d=5, l=150, 6 шт.	44510-00	1
11	Платиновий електрол. копоткий	45207-00	1

Підготовка (1/2)

PHYWE

Підготовка необхідних розчинів

- **Сірчана кислота (0,5 моль/л):** Налийте 100 мл дистильованої води в мензурку. Додайте 13,8 мл 96 % сірчаної кислоти та доведіть до 500 мл дистильованою водою.
- **Розчин сульфату міді (1 моль/л):** Додайте 79,5 г сульфату міді до 250 мл дистильованої води. Добре перемішайте і доведіть до 500 мл дистильованою водою.
- **Розчин нітрату свинцю (1 моль/л):** Додайте 166 г нітрату свинцю до 250 мл дистильованої води. Добре перемішайте і доведіть до 500 мл дистильованою водою.

Підготовка (2/2)

PHYWE

Підготовка необхідних розчинів

- **Розчин сульфату цинку 1 моль/л):** Додайте 80,5 г сульфату цинку до 250 мл дистильованої води. Добре перемішайте і доведіть до 500 мл дистильованою водою.
- **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 калію (1 моль/л):** Додайте 55,5 г нітрату калію до 250 мл дистильованої води. Добре перемішайте і доведіть до 500 мл дистильованою водою.

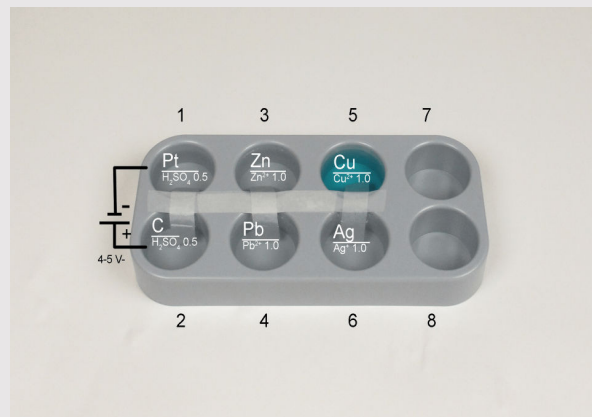
Підготовка

PHYWE

Розподіліть сірчану кислоту та інші розчини у вимірювальні комірки 1-6 (рис. праворуч).

З'єднайте всі ці вимірювальні комірки між собою струмовими ключами, зробленими зі змочених смужок фільтрувального паперу (розчин нітрату калію). Спочатку помістіть струмові ключі між парами вимірювальних комірок 1/2, 3/4 і 5/6, а потім з'єднайте їх одна з одною смужкою змоченого фільтрувального паперу вздовж центральної лінії блоку вимірювальних комірок.

Одягніть кришки на всі 6 комірок. Потім вставте платиновий електрод у вимірювальну комірку 1, графітовий електрод - у комірку 2 і зазначені металеві електроди - у вимірювальні комірки 3-6.



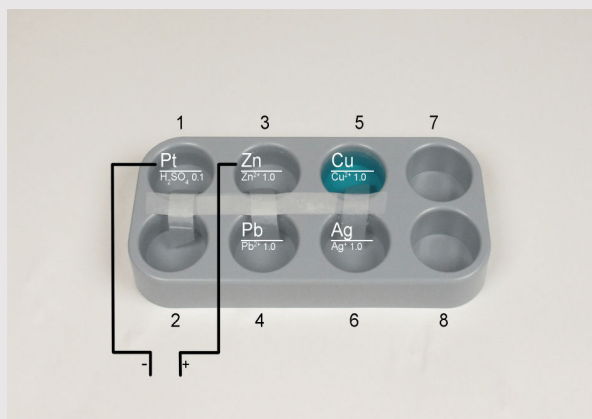
Розподіліть розчини у вимірювальних комітках

Виконання роботи

PHYWE

Підключіть платиновий електрод до негативного полюса плоскої батареї (4,5 В) або іншого джерела постійної напруги, а вугільний електрод - до позитивного полюса. У результаті електролізу, що почався, на катоді утворюється водень, а на аноді - кисень.

Після електролізу, що триває 2-3 хвилини, платиновий електрод покривається невидимим шаром водню, що практично створює спрощений стандартний водневий електрод, за допомогою якого можна проводити деякі вимірювання. Тепер підключіть цей водневий електрод (напівелемент 1) до роз'єма заземлення вимірювального приладу (діапазон вимірювання 2 В-) (рис. праворуч), а роз'єм для підключення напруги (позитивний полюс) мультиметра до напівелементів 3-6 послідовно один за одним.



Підключіть цей водневий електрод до роз'єма заземлення мультиметра.

PHYWE



Протокол

Завдання 1

PHYWE

Що таке стандартний потенціал металу?

- ☐ Стандартний потенціал металу - це не що інше, як різниця потенціалів між цим металом і неметалом.
- ☐ Стандартний потенціал металу - це не що інше, як різниця потенціалів між цим металом і стандартним водневим електродом.
- ☐ Стандартний потенціал металу завжди позначається значенням 2.
- ☐ Для металів не існує стандартного потенціалу, тільки для неметалів.

✓ Перевірте

Завдання 2

PHYWE

По відношенню до яких металів водневий електрод утворює позитивний або негативний полюс?

- ☐ Позитивний полюс: - ; Негативний полюс: мідь, срібло, свинець, цинк, калій.
- ☐ Негативний полюс: мідь, срібло; Позитивний полюс: свинець, цинк, калій.
- ☐ Позитивний полюс: мідь, срібло; Негативний полюс: свинець, цинк, калій.
- ☐ Позитивний полюс: мідь, срібло, свинець, цинк, калій, свинець; Негативний полюс: - .

✓ Перевірте

Завдання 3

PHYWE

Чому для створення водневого електрода в цьому експерименті використовувалася не соляна кислота, як це зазвичай буває, а 0,5 молярна сірчана кислота?

- ☐ З міркувань вартості. Соляна кислота дуже дорога.
- ☐ З метою безпеки. У результаті електролізу сірчаної кислоти утворюється хлор, який сприятливо впливає на здоров'я.
- ☐ З міркувань безпеки. Під час електролізу сульфатної кислоти не утворюється хлор.

✓ Перевірте

Слайд	Оцінка / Усього
Слайд 20: Стандартний потенціал	0/1
Слайд 21: Водневий електрод Метали	0/1
Слайд 22: Водневий електрод	0/1

Усього  0/3

 Рішення

 Повторіть