Урок. Хімічні джерела електричного струму. Гальванічний елемент

урок засвоєння нових знань (компетентнісний урок у системі НУШ) · 45 хв

«Усе — отрута, усе — ліки; те й інше визначає доза» — Парацельс

Проблемне питання уроку: Чому маленька батарейка, безпечна на дотик і потрібна в кожному годиннику, здатна забруднити 400 л води, і що робить хімічні джерела струму водночас корисними й небезпечними для людини?

Мета

Знаннєві	Діяльнісні	Ціннісні
• учень записує визначення гальванічного елемента і хімічних джерел струму • учень називає анод і катод гальванічного елемента, а також три найпоширеніші різновиди ХДС: батарейки, паливні елементи, акумулятори • учень називає історичні факти: роки винаходу вольтового стовпа (1800 рік), прізвища Гальвані і Вольти	• учень складає рівняння окиснення і відновлення на електродах для гальванічного елемента з двох заданих металів • учень складає сумарне йонне рівняння реакції в гальванічному елементі • учень порівнює активність металів за їхнім розташуванням у ряду активності і визначає полярність електродів • учень пояснює принцип дії гальванічного елемента на прикладі елемента Якобі-Даниеля	• учень оцінює небезпеку викидання відпрацьованих батарейок у довкілля (20 м² ґрунту, 400 л води від однієї батарейки) • учень висловлює обґрунтовану думку щодо обов'язковості збирання і вторинної переробки гальванічних елементів

Базові поняття і терміни

гальванічний елемент, хімічні джерела струму (ХДС), анод, катод, електрорушійна сила (ЕРС), акумулятор, паливний елемент.

Форми роботи

- фронтальна
- робота в парах
- робота з текстом підручника
- демонстраційний експеримент
- обговорення проблемного питання

Обладнання та реактиви

- два лимони (апельсини), цинкова й мідна пластини (стрижні або фольга), вольтметр
- виставка хімічних джерел струму: пальчикова батарейка (елемент Лекланше), ртутна «таблетка» від годинника, зразок літій-іонного акумулятора, світлина автомобільного акумулятора
- відеофрагмент про будову елемента Лекланше (у розрізі)
- підручник Григорович, § 14, с. 74–80
- роздаткові картки з таблицею «Будова і робота гальванічного елемента»
- ряд активності металів (настінна таблиця)

Демонстрації

- Лимонний гальванічний елемент — вставляємо в лимон цинкову й мідну пластини і з'єднуємо їх із вольтметром: прилад показує напругу, отже фрукт із двома різними металами реально генерує струм
- Виставка побутових хімічних джерел струму (батарейка Лекланше, ртутна батарейка, літій-іонний акумулятор) — учні бачать різні типи ХДС, читають маркування «Hg-Cd free» на етикетках
- Відео будова елемента Лекланше в розрізі — учні бачать цинковий корпус-анод, пасту з MnO_2, амоній хлориду і графіту, графітовий стрижень-катод

Міжпредметні зв'язки

- Фізика — електричний струм як спрямований рух електронів, вольтметр і вимірювання напруги, ЕРС
- Основи здоров'я — вплив ртуті, кадмію та свинцю на організм людини, правила безпечного поводження з батарейками
- Екологія (географія) — забруднення ґрунту і водойм відпрацьованими гальванічними елементами, утилізація та вторинна переробка

Місце уроку в темі

Попередній урок: Гідроліз солей (§ 13): оборотний і необоротний гідроліз, кислотність розчинів солей, лабораторний дослід з визначення pH розчинів солей за індикаторами

Наступний урок: Загибель і захист металів від корозії, застосування електрохімічних уявлень (корозія як небажаний електрохімічний процес)

Безпека

- Заборонено розкривати, нагрівати і спалювати батарейки та акумулятори: їхній електроліт є їдким, ртуть і кадмій дуже небезпечні для здоров'я
- Після демонстрації з лимонами фрукти їсти не можна, їх викидають у контейнер для відходів
- Стежте, щоб електроліт або розчини солей не потрапляли на шкіру, в очі і на одяг; у разі потрапляння змийте великою кількістю води
- Вольтметр підключаємо лише в межах шкали, не з'єднуємо «наскрізь» обидва вимірювальні дроти мокрими руками

Структура уроку

1. Організаційний момент — 1 хв
2. Актуалізація — 5 хв
3. Мотивація — 3 хв
4. Вивчення нового — 21 хв
5. Закріплення — 9 хв
6. Рефлексія — 4 хв
7. Домашнє завдання — 2 хв

Ілюстрації до уроку

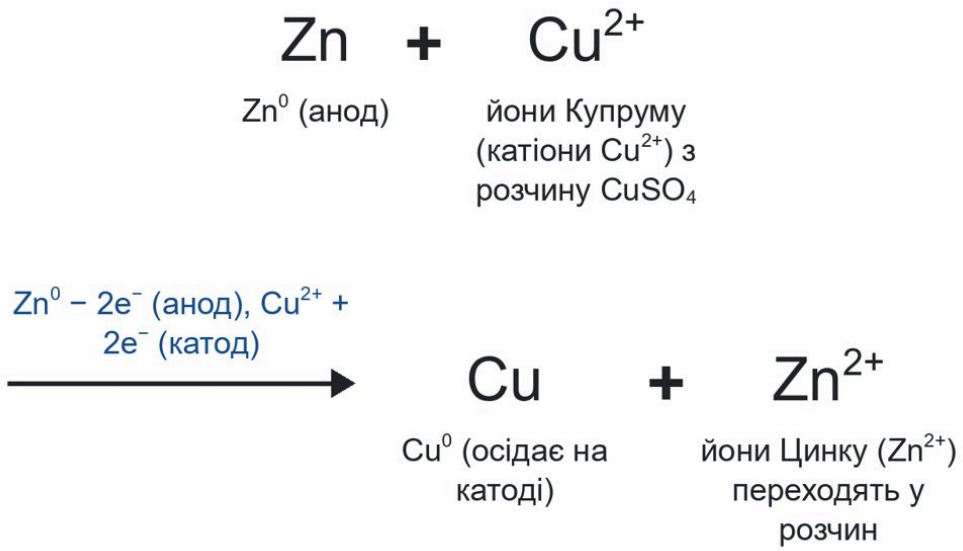


Схема 1. Сумарний процес в елементі Якобі-Даниеля. На аноді окиснення: $Zn^0 \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$, на катоді відновлення: $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu^0$. Електрони йдуть зовнішнім колом від анода до катода, тому можуть здійснювати електричну роботу

Хід уроку

Організаційний момент 1 хв

Учитель: Вітає клас, перевіряє готовність до уроку, повідомляє, що сьогодні клас розкриє «секрет» звичайної батарейки.

Учні: Вітаються, готують зошити, розсаджуються для роботи в парах.

«Доброго дня! Приберіть усе зайве з парт, відкрийте зошити. Сьогодні ми з'ясуємо, як маленька батарейка змушує працювати годинник і чому її так небезпечно викидати.»

Актуалізація 5 хв

Учитель: Проводить мозковий штурм: п'ять коротких запитань до попередньої теми і опорних понять. Кожен учень письмово одним рядком у зошиті відповідає на всі запитання, після цього учитель фронтально збирає відповіді швидким опитуванням.

Учні: Самостійно письмово відповідають одним рядком на кожне запитання, потім звіряють і виправляють під час фронтальної перевірки.

Запитання мозкового штурму з очікуваними відповідями: 1) Окиснення — це віддавання електрона чи його приймання? (Віддавання електрона.) 2) Відновлення — це віддавання чи приймання електрона? (Приймання електрона.) 3) Який метал активніший: цинк чи мідь, і як це видно в ряду активності? (Цинк, він розташований лівіше за мідь.) 4) Які речовини називають електролітами? (Речовини, розчини чи розплави яких проводять електричний струм.) 5) Яку реакцію називають реакцією заміщення? (Реакцію, у якій проста речовина заміщує елемент у складній, наприклад активніший метал витісняє менш активний із розчину його солі.)

Мотивація 3 хв

Учитель: Показує готову виставку побутових джерел струму: пальчикову батарейку (елемент Лекланше), ртутну «таблетку» від годинника, літій-іонний акумулятор від смартфона, світлину автомобільного акумулятора. Пропонує прочитати маркування «Hg-Cd free» на етикетці. Ставить проблемне питання уроку і фіксує його на дошці.
Учні: Розглядають об'єкти виставки, висловлюють припущення, чому безпечний на дотик предмет здатен забруднити воду, записують проблемне питання в зошит.
«Перед вами речі, які щодня у нас у кишенях і годинниках. Пригадайте епіграф Парацельса: усе — отрута, усе — ліки, те й інше визначає доза. Проблемне питання уроку: чому маленька батарейка, безпечна на дотик і потрібна в кожному годиннику, здатна забруднити 400 л води, і що робить хімічні джерела струму водночас корисними й небезпечними для людини? Дайте попередню відповідь, а в кінці уроку звіримо її з науковою.» Очікувані припущення: усередині батарейки є небезпечні метали (ртуть, кадмій, свинець), які вимиваються у ґрунт і воду.

Вивчення нового 21 хв

Учитель: Проводить три активності. Активність 1 (7 хв): робота з текстом підручника. Пропонує прочитати першу частину § 14 (Григорович, с. 74, від початку параграфа до опису елемента Якобі-Даниеля) і показує Схему 1, розбирає рівняння електродних процесів. Активність 2 (7 хв): робота в парах з таблицею «Будова і робота гальванічного елемента», демонструє відео будови елемента Лекланше в розрізі, за потреби коригує. Наприкінці активності додає короткий блок про фізіологічну дію речовин ХДС (1–2 хв): ртуть, кадмій і свинець із гальванічних елементів отруйні, сполуки Меркурію вражають центральну нервову систему і по харчових ланцюгах потрапляють в організм людини, тому відпрацьовані елементи живлення обов'язково здають на переробку (за додатковим джерелом, Савчин, § 13). Активність 3 (7 хв): демонстрація лимонного гальванічного елемента з вольтметром, обговорення спостережень, далі разом з класом заповнює частину таблиці про різновиди ХДС і їхні ЕРС (с. 76–77).
Учні: Активність 1: читають текст, розглядають Схему 1, записують у зошити визначення гальванічного елемента, рівняння $Zn^0 \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ і $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu^0$, сумарне $Zn^0 + Cu^{2+} \rightarrow Cu^0 + Zn^{2+}$ та молекулярне $Zn + CuSO_4 = ZnSO_4 + Cu$. Активність 2: у парах заповнюють таблицю (склад елемента Якобі-Даниеля, анод, катод, напрямок руху електронів, роль сольового містка, що спостерігається на електродах); записують у зошит висновок про токсичність ртуті, кадмію і свинцю та обов'язкову здачу батарейок у пункти збирання. Активність 3: спостерігають за показами вольтметра, відповідають на запитання для спостереження, виписують ЕРС різних ХДС (елемент Якобі-Даниеля близько 1,3 В, батарейки 1,5 В, свинцевий акумулятор близько 2 В, нікель-кадмієвий 1,36 В) та записують рівняння акумулятора (Схема 2).
Запитання до тексту (Активність 1): «Що називають гальванічним елементом і хімічними джерелами струму?» (Гальванічний елемент є пристроєм, який перетворює енергію хімічної реакції безпосередньо на електричну енергію; гальванічні елементи також називають хімічними джерелами струму, ХДС.) «У чому особливість перебігу окисно-відновної реакції в гальванічному елементі порівняно із звичайною реакцією заміщення?» (Електрони від відновника до окисника переносяться не безпосередньо між частинками, а зовнішнім електричним ланцюгом, тому вони можуть здійснювати електричну роботу.) «Чому електрони рухаються саме від цинку до міді?» (Цинк у ряду активності розташований лівіше, він активніший відновник і легше віддає електрони.) Фізіологічна дія (Активність 2, коротке повідомлення

вчителя): ртуть і важкі метали (кадмій, свинець) токсичні, сполуки Меркурію вражають центральну нервову систему, особливо шкідливі вони вагітним і дітям; на сміттєвалищах батарейки руйнуються, і отруйні речовини вимиваються у ґрунт і водойми, звідки по харчових ланцюгах потрапляють в організм людини, тому відпрацьовані елементи живлення потрібно здавати на вторинну переробку. Запитання для спостереження під час демонстрації (Активність 3): «Що показує вольтметр, коли пластини не торкаються лимона?» (Нуль, струм не тече.) «Що змінилося після занурення пластин?» (Вольтметр показує напругу, отже виникла електрорушійна сила.) «Чи показники залежать від металу пластин і від фрукта? Як це пояснити?» (Так, ЕРС більша, коли метали в ряду активності далі один від одного.) Запитання до відео (Активність 2): «Що є анодом, а що катодом у елементі Лекланше?» (Цинковий корпус є анодом і позначається знаком мінус, графітовий стрижень у пасті з MnO_2, амоній хлориду і графіту є катодом.)

Закріплення 9 хв

Учитель: Організовує виконання чотирьох завдань з розділу нижче: перші два фронтально, третє індивідуально в зошитах, четверте в парах з подальшою перевіркою. Стежить за часом, за потреби показує підказку слабшим учням.
Учні: Виконують завдання, взаємоперевіряють роботу в парах, виправляють помилки.

Рефлексія 4 хв

Учитель: Пропонує письмово відповісти в зошиті одним абзацом на проблемне питання уроку, а потім усно провести прийом «Три речення»: кожен учень вимовляє одне речення з трьох рамок «Я дізнався…», «Мене здивувало…», «Я тепер буду…». Вислуховує кількох учнів, повертається до епіграфа Парацельса.
Учні: Письмово відповідають на проблемне питання, потім усно завершують речення-рамки.

Домашнє завдання 2 хв

Учитель: Записує і коментує базове та вибіркове завдання, нагадує про безпеку під час виконання вибіркового досліду.
Учні: Записують домашнє завдання у щоденники, ставлять уточнювальні запитання.

Завдання для закріплення

1. У гальванічному елементі один електрод залізний, другий мідний. Визначте, який електрод є анодом, а який катодом, і який знак заряду має кожен.
Відповідь: Залізо в ряду активності стоїть лівіше за мідь, тому воно активніший відновник. Залізний електрод є анодом і має негативний заряд, мідний є катодом і має позитивний заряд.

2. Установіть відповідність між назвою джерела струму та його характеристикою: 1) елемент Лекланше; 2) кислотний свинцевий акумулятор; 3) паливний елемент; 4) нікель-кадмієвий акумулятор. А) реагенти потрапляють ззовні, паливо у запасному контейнері; Б) найпоширеніша побутова батарейка; В) ЕРС близько 1,36 В, використовується там, де критичні маса і розміри; Г) ЕРС зарядженого близько 2 В, електроди у 33%-му розчині сульфатної кислоти.
Відповідь: 1-Б, 2-Г, 3-А, 4-В.

3. Опишіть роботу гальванічного елемента, що складається зі срібла та магнію і розчинів аргентум(I) нітрату та магній нітрату: напишіть рівняння процесів на аноді та катоді і сумарне йонне рівняння.

Відповідь: Магній активніший, тому магнієвий електрод є анодом: $Mg^0 - 2e^- \rightarrow Mg^{2+}$ (окиснення). На срібному електроді (катоді) відновлюються йони срібла: $2Ag^+ + 2e^- \rightarrow 2Ag^0$. Сумарне йонне рівняння: $Mg^0 + 2Ag^+ \rightarrow Mg^{2+} + 2Ag^0$. ЕРС цього елемента більша за ЕРС елемента Якобі-Даниеля, бо магній і срібло в ряду активності розташовані далі один від одного, ніж цинк і мідь.

4. Учні досліджували три батарейки з позначками rechargeable, alkaline і heavy-duty в одній і тій самій іграшці, періодично вимірюючи ЕРС. Які батарейки слід обрати, щоб пристрій працював якнайдовше, і які «виснажаться» найшвидше? Поясніть.

Відповідь: Якнайдовше працює батарейка alkaline: її ЕРС знижується найповільніше, і вона залишається робочою найдовше (за графіком — до 6 год). Найшвидше «виснажується» heavy-duty: її ЕРС падає нижче 1 В уже приблизно за 1 год. Батарейка rechargeable тримає стабільну ЕРС близько 1,2–1,3 В майже 2 год, але потім швидко сідає.

Диференціація

Сильним: Складіть сумарне молекулярне рівняння реакції для гальванічного елемента, у якому на аноді відбувається $Ni^0 + 2OH^- - 2e^- \rightarrow Ni(OH)_2$, а на катоді $Ni(OH)_3 + e^- \rightarrow Ni(OH)_2 + OH^-$ (завдання 195 підручника), і поясніть, до якого типу ХДС цей елемент належить.

Підтримка: Опорна картка зі зразком на ІНШІЙ парі металів: «Приклад (алюміній і мідь): $Al^0 - 3e^- \rightarrow Al^{3+}$ (анод, окиснення); $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu^0$ (катод, відновлення); сумарно $Al^0 + Cu^{2+} \rightarrow Al^{3+} + Cu^0$. Правило: активніший метал (лівіше в ряду активності) є анодом, електрони в зовнішньому колі рухаються від анода до катода». Зразок застосовуйте до завдання 3 із парою магній-срібло.

Домашнє завдання

Базове: Прочитати § 14 (с. 74–80), вивчити ключові терміни; виконати письмово завдання 191 і 192 з підручника (визначити особливості паливних елементів та електричних акумуляторів; охарактеризувати поширеність гальванічних елементів у побуті та техніці).

За вибором: Виконати міні-дослід «Лимонний гальванічний елемент» за описом підручника (завдання 199, с. 80): у розрізи лимона вставити цинкову і мідну пластини, з'єднати з вольтметром і записати покази; повторити з іншими пластинами або з апельсином. Пам'ятайте: після дослідів використані фрукти їсти не можна! Або міні-проєкт (завдання 197): проаналізувати написи на етикетках батарейок удома, пояснити, що означає «Hg-Cd free» і навіщо цю інформацію зазначають.

Рефлексія

Письмово, у зошиті: повна відповідь на проблемне питання уроку (чому батарейка водночас корисна і небезпечна) з використанням щонайменше трьох термінів:

гальванічний елемент, анод, катод, акумулятор, ХДС. Усно: прийом «Три речення», кожен учень завершує одну рамку: «Я дізнався…», «Мене здивувало…», «Я тепер буду…».

Історична довідка

Італійський фізіолог і лікар Луїджі Гальвані (1737–1798) уперше виявив «тваринну електрику»: він описав скорочення м'язів задніх кінцівок жаби, закріплених на мідних гачках, у разі дотику до них сталевим скальпелем. Зацікавлений дослідом Гальвані Алессандро Вольта у 1800 році заявив про відкриття явища виникнення електричного струму й сконструював вольтів стовп, перший пристрій, що перетворював хімічну енергію безпосередньо на електричну. Цей пристрій Вольта назвав гальванічним елементом на честь Луїджі Гальвані, а на честь самого Вольти сьогодні називають одиницю різниці потенціалів — вольт.

Джерела:

- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 73, 74
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 74
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 74, 75
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 75, 76
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 76, 77
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 77
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 77, 78
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 78, 79
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 79
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 79, 80
- Хімія (Григорович) 11 клас, с. 80