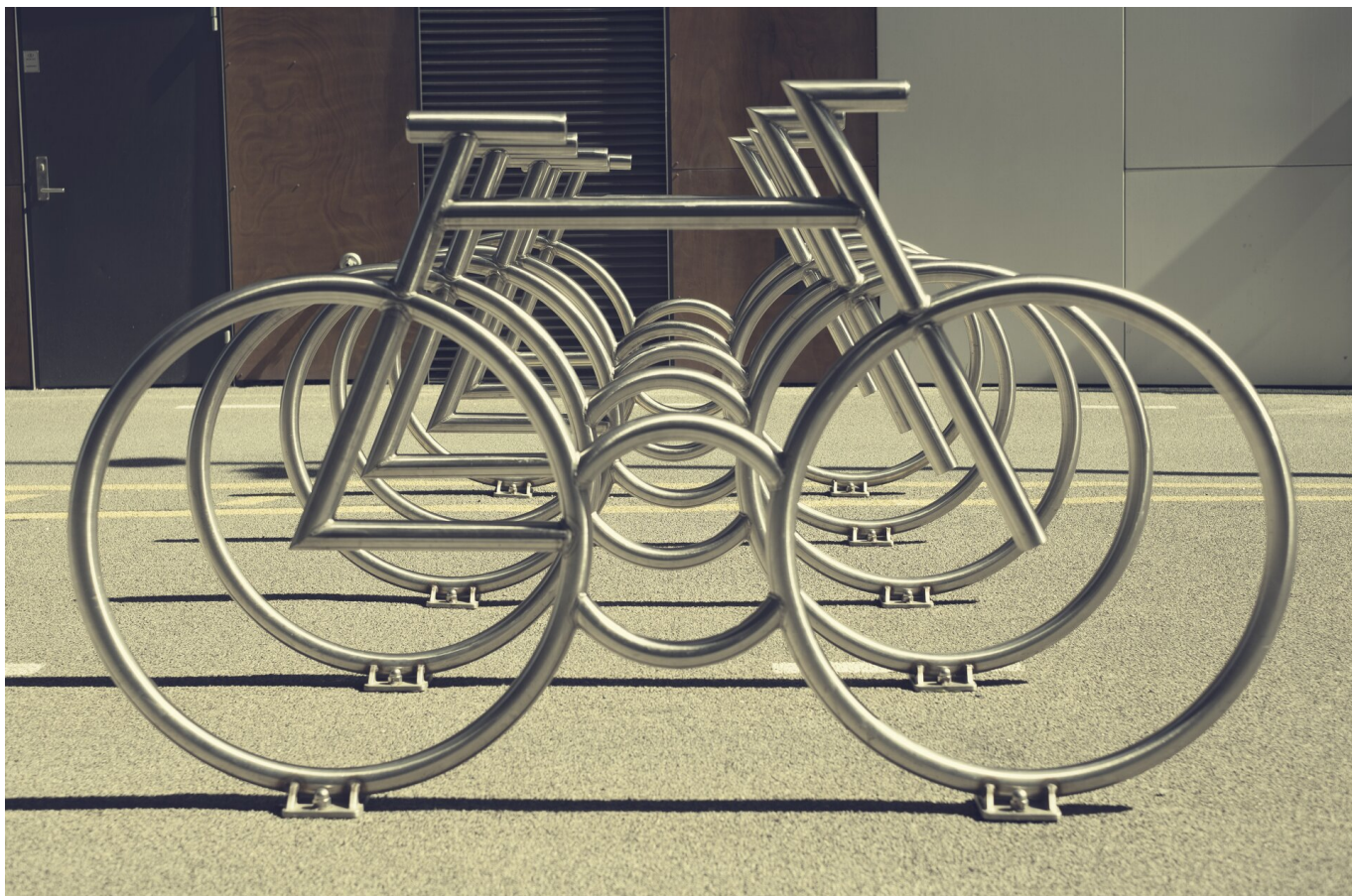




Jakie są prawa elektrolizy?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Jakie są prawa elektrolizy?

Ocynkowana metodą elektrochemiczną (elektroliza) powłoka stojaka zabezpiecza go przed korozją, gwarantując tym samym wieloletnie użytkowanie.

Źródło: fredrikwandem, dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Przechodząc przez pasy, czekasz aż zapali się zielone światło. Przechodząc na czerwonym świetle, stwarzasz zagrożenie dla siebie, jak i dla kierowcy samochodu. Dodatkowo narażasz się na otrzymanie mandatu od stróża prawa. W alternatywnym świecie można przechodzić przez jezdnię na czerwonym świetle – wszystko zależy od osób, które ustalają prawo. W chemii mamy do czynienia z prawami naturalnymi, czyli takimi, jakie ustaliła sama natura. Są więc niezmiennie. Na przykład przepływ prądu zawsze zachodzi w odpowiednim kierunku, z czym mamy do czynienia w procesie elektrolizy. Jakimi prawami rządzi się elektroliza? Czy może nie ma żadnych praw i wszystko dzieje się chaotycznie?

Twoje cele

- Poznasz treść praw elektrolizy i jej interpretację.
- Poznasz zastosowania praw elektrolizy.
- Wykorzystasz prawa elektrolizy przy rozwiązywaniu zadań.

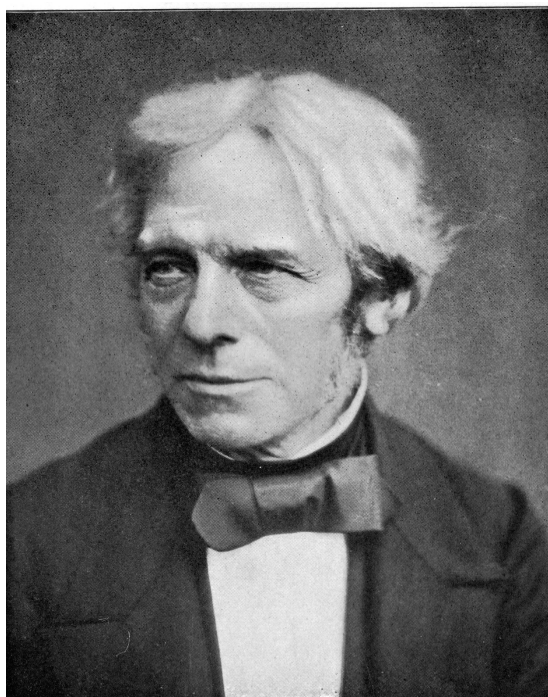
Przeczytaj

Reakcje zachodzące z wymianą **elektronów** rządzą się swoimi prawami. Są zdefiniowane jednoznacznie za pomocą wzorów, które z powodzeniem stosuje się do rozwiązywania problemów matematycznych, związanych z procesami elektrolizy.

Elektroliza polega na przemianie chemicznej, wywołanej przepływem prądu elektrycznego. Przebiega w środowisku, w którym znajdują się substancje zdolne do rozpadu na jony. Dlatego w dużym uproszczeniu można powiedzieć, że elektroliza jest zjawiskiem rozpadu związków chemicznych na jony.

Podstawowe prawa elektrolizy zostały sformułowane przez Michaela Faraday'a. Określają związek pomiędzy ładunkiem elektrycznym, przepływającym przez roztwór, a masą substancji wydzielonej na elektrodach, w wyniku oddziaływania ładunków z substancją.

Prawa elektrolizy



Michael Faraday

Źródło: dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, domena publiczna.

Michael Faraday (22.09.1791-25.09.1867) był angielskim fizykiem i chemikiem. W 1834 r. sformułował dwa prawa, zwane obecnie prawami Faraday'a. Faraday zdefiniował także stałą

fizyczną, która oznacza ładunek elektryczny przypadający na jeden mol elektronów. Stała ta, nazwana stałą Faraday'a, została obliczona w następujący sposób:

$$F = N_A e$$

gdzie:

- F – stała Faraday'a;
- N_A – stała Avogadra [$6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$];
- e – ładunek elektronu [$1,06 \cdot 10^{-19} \text{ C}$].

Podstawiając wartości do wzoru, otrzymujemy równanie:

$$F = 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} \cdot 1,06 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 96485,33 \frac{\text{C}}{\text{mol}}$$

Stała Faraday'a wynosi zatem $96485,33 \frac{\text{C}}{\text{mol}}$

I prawo elektrolizy

Masa substancji wydzielonej na [elektrodzie](#), w wyniku procesu [elektrolizy](#), jest wprost proporcjonalna do ładunku przepływającego przez [elektrolit](#).

$$m = k \cdot I \cdot t = k \cdot Q$$

gdzie:

- k – [równoważnik elektrochemiczny](#);
- I – natężenie prądu [A];
- t – czas trwania elektrolizy [s];
- m – masa substancji wydzielonej na elektrodzie [g];
- Q – ładunek elektryczny [C] ($Q = I \cdot t$).

[Równoważnikiem elektrochemicznym](#) nazywamy wartość, która jest równa masie substancji, wydzielonej przy przepływie przez elektrolit ładunku elektrycznego równego 1C. Wzór na równoważnik elektrochemiczny zapisujemy w następujący sposób:

$$k = \frac{M}{n \cdot F}$$

gdzie:

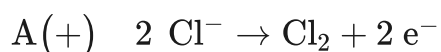
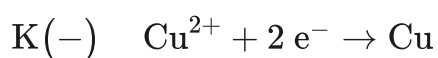
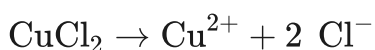
- k – równoważnik elektrochemiczny [$\frac{\text{g}}{\text{C}}$];
- M – masa molowa substancji wydzielonej na elektrodzie [$\frac{\text{g}}{\text{mol}}$];

- **n** – liczba elektronów biorąca udział w reakcji, w której powstaje 1 mol substancji o masie molowej M ;
- **F** – stała Faradaya [$96485,33 \frac{C}{mol}$].

Przykład 1

Oblicz masę miedzi wydzielonej na elektrodzie podczas elektrolizy wodnego roztworu $CuCl_2$, prowadzonej prądem o natężeniu 35 A w czasie pięciu godzin. Do rozwiązania zadania niezbędne jest obliczenie równoważnika elektrochemicznego.

- Zapisz równania elektrolizy.



- Oblicz równoważnik elektrochemiczny, czyli masę substancji wydzielonej na elektrodzie (w tym przypadku miedzi) przy przepływie przez elektrolit ładunku elektrycznego 1C.

$$k = \frac{M}{n \cdot F}$$

$$M_{Cu} = 63,55 \frac{g}{mol}$$

$$k = \frac{63,55 \frac{g}{mol}}{2 \cdot 96485,33 \frac{C}{mol}} = 3,29 \cdot 10^{-4} \frac{g}{C}$$

- Oblicz masę miedzi, korzystając z pierwszego prawa Faradaya, które mówi, że masa substancji wydzielonej na elektrodzie, w wyniku procesu elektrolizy, jest wprost proporcjonalna do ładunku przepływającego przez elektrolit. Skorzystaj ze wzoru:

$$m_{Cu} = k \cdot I \cdot t$$

$$m_{Cu} = 3,29 \cdot 10^{-4} \frac{g}{C} \cdot 35 A \cdot 18000 s = 207,47 g$$

- Podczas procesu elektrolizy wydzielili się 207,47 g miedzi.

II prawo elektrolizy

Masy różnych substancji wydzielone na elektrodach podczas przepływu jednakowego ładunku elektrycznego są proporcjonalne do ich równoważników elektrochemicznych.

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{k_1}{k_2}$$

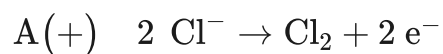
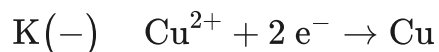
gdzie:

- m_1 – masa pierwszej substancji wydzielonej na elektrodzie;
- m_2 – masa drugiej substancji wydzielonej na elektrodzie;
- k_1 – równoważnik elektrochemiczny pierwszej substancji;
- k_2 – równoważnik elektrochemiczny drugiej substancji.

Przykład 2

W czasie elektrolizy wodnego roztworu CuCl_2 na katodzie wydzielono się 95,32 g miedzi. Jaka jest masa chloru wydzielonego na anodzie?

- Zapisz równania elektrolizy.



- Zapisz wszystkie dane z zadania.

$$m_{\text{Cu}} = 95,32 \text{ g}$$

$$M_{\text{Cu}} = 63,55 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M_{\text{Cl}_2} = 70,89 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

- Z II prawa elektrolizy wiesz, że masa różnych substancji wydzielone na elektrodach podczas przepływu jednakowego ładunku elektrycznego są proporcjonalne do ich równoważników elektrochemicznych.

$$\frac{m_{\text{Cu}}}{m_{\text{Cl}_2}} = \frac{k_{\text{Cu}}}{k_{\text{Cl}_2}}$$

- Przekształć wzór, aby móc obliczyć masę chloru wydzielonego na katodzie.

$$m_{\text{Cl}_2} = m_{\text{Cu}} \cdot \frac{k_{\text{Cl}_2}}{k_{\text{Cu}}}$$

- Zapisz wzory na równoważniki elektrochemiczne obu substancji.

$$k_{\text{Cu}} = \frac{M_{\text{Cu}}}{n \cdot F}$$

$$k_{\text{Cl}_2} = \frac{M_{\text{Cl}_2}}{n \cdot F}$$

- Przez roztwór płynie prąd o jednakowym natężeniu, a w reakcji biorą udział dwa elektrony.

$$n = 2$$

$$F = 96485,33 \frac{\text{C}}{\text{mol}}$$

- Oblicz równoważniki elektrochemiczne obu substancji.

$$k_{\text{Cl}_2} = \frac{70,89 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{2 \cdot 96485,33 \frac{\text{C}}{\text{mol}}} = 3,67 \cdot 10^{-4} \frac{\text{g}}{\text{C}}$$

$$k_{\text{Cu}} = \frac{63,55 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{2 \cdot 96485,33 \frac{\text{C}}{\text{mol}}} = 3,29 \cdot 10^{-4} \frac{\text{g}}{\text{C}}$$

- Oblicz masę wydzielonego chloru.

$$m_{\text{Cl}_2} = 95,32 \text{ g} \cdot \frac{3,67 \cdot 10^{-4} \frac{\text{g}}{\text{C}}}{3,29 \cdot 10^{-4} \frac{\text{g}}{\text{C}}} = 106,76 \text{ g}$$

- Masa chloru wydzielonego na anodzie wynosi 106,76 g.

Słownik

elektron

(gr. *ēlektron* „bursztyn”) cząstka elementarna o masie $m_e = 0,510998902(21) \frac{\text{MeV}}{c^2}$ ($9,10938188(72) \cdot 10^{-31} \text{ kg}$) i ładunku elektrycznym $e = 0 - 1,602176462(63) \cdot 10^{-19} \text{ C}$

elektroda

(gr. *ēlektron* „bursztyn”, *hodós* „droga”) element przewodzący prąd

elektroliza

(gr. *ēlektron* „bursztyn”, *lýsis* „rozłożenie”) podstawowy proces elektrochemiczny, który polega na chemicznej przemianie składników elektrolitu (a często i materiału elektrod) i przebiega na elektrodach pod wpływem przepływu prądu elektrycznego

elektrolit

(gr. *ēlektron* „bursztyn”, *lytós* „rozpuszczalny”) chem. przewodnik elektryczny jonowy (zwany też przewodnikiem drugiego rodzaju), w którym poruszające się jony przenoszą ładunki elektryczne i przewodzenie prądu zawsze jest związane z transportem masy

równoważnik elektrochemiczny

wartość równa masie substancji wydzielonej przy przepływie przez elektrolit ładunku elektrycznego 1C

Bibliografia

M. Krzeczowska, J. Loch, A. Mizera, *Repetytorium chemia. Liceum – poziom podstawowy i rozszerzony*, Warszawa – Bielsko-Biała 2010.

Film samouczek

Polecenie 1

Jak myślisz, co wpływa na wydzielanie się osadu na katodzie w procesie elektrolizy? Zapoznaj się z samouczkiem, a następnie rozwiąż zadania, aby sprawdzić swoją wiedzę.



Jakie są
prawa elektrolizy Faradaya?

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DdQ8zbeNR>

Film samouczek pt. „Prawa elektrolizy Faradaya”

Źródło: Michał Mytnik, licencja: CC BY-SA 3.0.

Film nawiązujący do treści materiału „Prawa elektrolizy Faradaya”.

Ćwiczenie 1

Zaznacz – w oparciu o odpowiednie obliczenia – ile gramów miedzi wydzielą się na katodzie podczas elektrolizy wodnego roztworu $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, jeśli przez elektrolit przepływa prąd o natężeniu 1 A w czasie 2000 sekund? $M_{\text{Cu}} = 63,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$.

☐ 1,10 g

☐ 0,33 g

☐ 0,66 g

☐ 1,32 g

Ćwiczenie 2

Podczas elektrolizy wodnego roztworu azotanu(V) miedzi(II) wydzielono się 33 g miedzi. Zaznacz – w oparciu o odpowiednie obliczenia – ile gramów srebra wydzieliliby ten sam ładunek elektryczny, przepływający przez roztwór zawierający jony A^+ . $M_{\text{Cu}} = 63,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$; $M_{\text{Ag}} = 108 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$.

☐ 56,13 g

☐ 19,40 g

☐ 112,25 g

☐ 9,70 g

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz prawidłową definicję. Może być więcej niż jedna prawidłowa odpowiedź.

☐ Elektroliza jest to proces elektrochemiczny, który polega na termicznej przemianie składników elektrolitu i przebiega na elektrodach pod wpływem przepływu prądu elektrycznego.

☐ Elektrolit to przewodnik elektryczny jonowy, w którym poruszające się jony przenoszą ładunki elektryczne i przewodzenie prądu zawsze jest związane z transportem masy.

☐ Elektroda jest to układ złożony z przewodnika elektronowego, stykającego się z przewodnikiem jonowym, w którym może przebiegać reakcja elektrodowa utleniania-redukcji.

☐ Elektrolit to przewodnik elektryczny jonowy, w którym poruszające się jony przenoszą ładunki elektryczne i przewodzenie prądu zawsze jest związane z transportem jonów.

Ćwiczenie 2



Dopasuj opis oraz jednostki symboli, zastosowane we wzorze I prawa elektrolizy.

$$m = k \cdot I \cdot t = k \cdot Q$$

gdzie:

k -			:
I -			:
t -			:
m -			:
Q -			:

napięcie prądu

[C]

czas trwania elektrolizy

[s]

[wielkość bezwymiarowa]

[V]

$\left[\frac{\text{g}}{\text{A} \cdot \text{s}}\right]$

ładunek elektryczny

natężenie prądu

[g]

[A]

liczba elektronów biorąca udział w reakcji

masa substancji wydzielonej na elektrodzie

[kg]

równoważnik elektrochemiczny

Ćwiczenie 3



Uzupełnij definicję II prawa elektrolizy.

II prawo elektrolizy: stosunek M substancji, wydzielanej na , do iloczynu jej równoważnika elektrochemicznego i liczby n, wymienionych w reakcji elektrodowej przez jeden mol substancji, jest wielkością dla wszystkich procesów elektrodowych i wynosi $\frac{\text{C}}{\text{mol}}$.

$$\frac{M}{k \cdot n} = F$$

elektronów

82600

96500

elektrodzie

stałą

zmienną

neutronów

masy molowej

protonów

masy

Ćwiczenie 4



Elektrolizie poddano stopiony wodorek litu prądem o natężeniu 2 A w czasie jednej godziny.

A. Zapisz równania reakcji elektrodowych, zachodzących na katodzie i anodzie.

B. Oblicz masę wydzielonego litu.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5



Maria Skłodowska-Curie otrzymała metaliczny rad, na drodze elektrolizy wodnego roztworu azotanu(V) radu z zastosowaniem katody rtęciowej. W takim przypadku na katodzie powstaje rad, który tworzy z rtęcią amalgamat (rodzaj stopu). Jak długo trwała elektroliza prądem o natężeniu 2 A, jeśli otrzymano 100 mg radu? Odpowiedź podaj w sekundach. W celu uproszczenia zadania zakładamy, że na katodzie nie wydziela się równocześnie wodór.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



Magnez o wysokim stopniu czystości produkuje się metodą elektrolizy stopionego chlorku magnezu.

I. Napisz równania reakcji zachodzących na elektrodach (obojętnych).

II. Oblicz masę magnezu, wyprodukowanego w trakcie ośmiogodzinnej elektrolizy prądem, o natężeniu 15 A.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Przeprowadzono elektrolizę wodnego roztworu CuSO_4 , z wykorzystaniem elektrod platynowych.

A. Określ produkty tego procesu, pisząc odpowiednie równania reakcji elektrodowych;

B. Oblicz, ile gramów metalu powstało podczas elektrolizy prowadzonej przez 10 min. prądem o natężeniu 10 A.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Elektrolizie poddano stopiony wodorek potasu. Zapisz procesy elektrodowe, a następnie oblicz, ile dm^3 produktu gazowego powstanie w warunkach normalnych, jeżeli przez elektrolizer płynął ładunek 2500 C.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 9



Elektrolizer z elektrodami platynowymi napełniono 1000 cm^3 roztworu K_2SO_4 o stężeniu $0,01 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$. Przez roztwór przepuszczono prąd o natężeniu 1 A w czasie 100 min. Oszacuj, czy stężenie roztworu zmieni się w sposób istotny po przeprowadzeniu elektrolizy.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jakie są prawa elektrolizy?

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum ogólnokształcące, technikum

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

IX. Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza. Uczeń:

6) stosuje pojęcia: elektroda, elektrolizer, elektroliza, potencjał rozkładowy.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne

Uczeń:

- podaje treść praw elektrolizy i jej interpretację;
- omawia zastosowania praw elektrolizy;
- wykorzystuje prawa elektrolizy przy rozwiązywaniu zadań.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- film samouczek;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- bateria.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do Internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, kreda/marker;
- rzutnik multimedialny.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie odpowiadają na pytanie: Co to jest elektroliza i jakie procesy zachodzą na elektrodach?
2. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami określa cele lekcji, które zapisują sobie w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie samodzielnie analizują tekst w e-materiale w sekcji „Przeczytaj” – I prawo elektrolizy Faraday'a. Uczniowie zapoznają się treścią prawa, wzorem, jaki można zastosować w zadaniach.
2. Nauczyciel wyświetla na tablicy interaktywnej przykład 1 z e-materiału w sekcji „przeczytaj” i razem z uczniami omawia sposób rozwiązania zadania.
3. Nauczyciel wyświetla na tablicy interaktywnej film samouczek – treść zadania 1 i zatrzymuje film. Zadaniem uczniów jest rozwiązanie tego zadania w parach, a następnie chętny uczeń podchodzi do tablicy i zapisuje rozwiązanie. Następnie nauczyciel dalej wyświetla film z pokazem sposobu rozwiązania zadania. Uczniowie sprawdzają poprawność rozwiązania zadania w zeszytach. Nauczyciel wyjaśnia ewentualnie niezrozumiałe kwestie.
4. Uczniowie samodzielnie analizują tekst w e-materiale w sekcji „Przeczytaj” – II prawo elektrolizy Faraday'a. Uczniowie zapoznają się jego treścią prawa.
5. Nauczyciel wyświetla na tablicy interaktywnej przykład 2 z e-materiału w sekcji „przeczytaj” i razem z uczniami omawia sposób rozwiązania zadania.
6. Nauczyciel wyświetla na tablicy interaktywnej film samouczek – treść zadania 2 i zatrzymuje film. Zadaniem uczniów jest rozwiązanie tego zadania w parach, a następnie chętny uczeń podchodzi do tablicy i zapisuje rozwiązanie. Następnie nauczyciel dalej wyświetla film z pokazem sposobu rozwiązania zadania. Uczniowie sprawdzają poprawność rozwiązania zadania w zeszytach. Nauczyciel wyjaśnia ewentualnie niezrozumiałe kwestie.

7. Nauczyciel zapowiada uczniom, że będą rozwiązywać ćwiczenia nr 4-8 zawarte w e-materiale w sekcji „sprawdź się”. Uczniowie wykonują zadania w parach. Po ustalonym czasie wybrani uczniowie przedstawiają odpowiedzi, a pozostali uczniowie wspólnie ustosunkowują się do nich. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej.
8. Prowadzący zapowiada uczniom, że w kolejnym kroku będą rozwiązywać ćwiczenia nr 1 - 3 z sekcji „sprawdź się”. Każdy z uczniów wykonuje ćwiczenia samodzielnie. Po ustalonym czasie wybrani uczniowie przedstawiają rozwiązania. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej. Ćwiczenia, których uczniowie nie zdążą wykonać podczas lekcji mogą być zlecone do wykonania w ramach pracy domowej.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie na planszy z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% zaznaczają małymi kolorowymi samoprzylepnymi karteczkami, w jakim stopniu opanowali zagadnienia wynikające z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji. W przypadku, gdy bateria nie jest naładowana w 100%, zastanawiają się w jaki sposób podnieść swój poziom posiadanej wiedzy?

Praca domowa:

Uczniowie wykonują w e-materiale w sekcji „Sprawdź się” pozostałe ćwiczenia, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Film samouczek uczniowie mogą wykorzystać podczas przygotowania się do lekcji lub pracy kontrolnej. Uczniowie nieobecni na lekcji mogą wykorzystać medium do uzupełnienia luk kompetencyjnych. Nauczyciel film może wykorzystać również w metodzie lekcji odwróconej.

Materiały pomocnicze:

Nauczyciel przygotowuje planszę z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% do oceny stopnia opanowania zagadnień oraz małe kolorowe samoprzylepne karteczki dla uczniów.