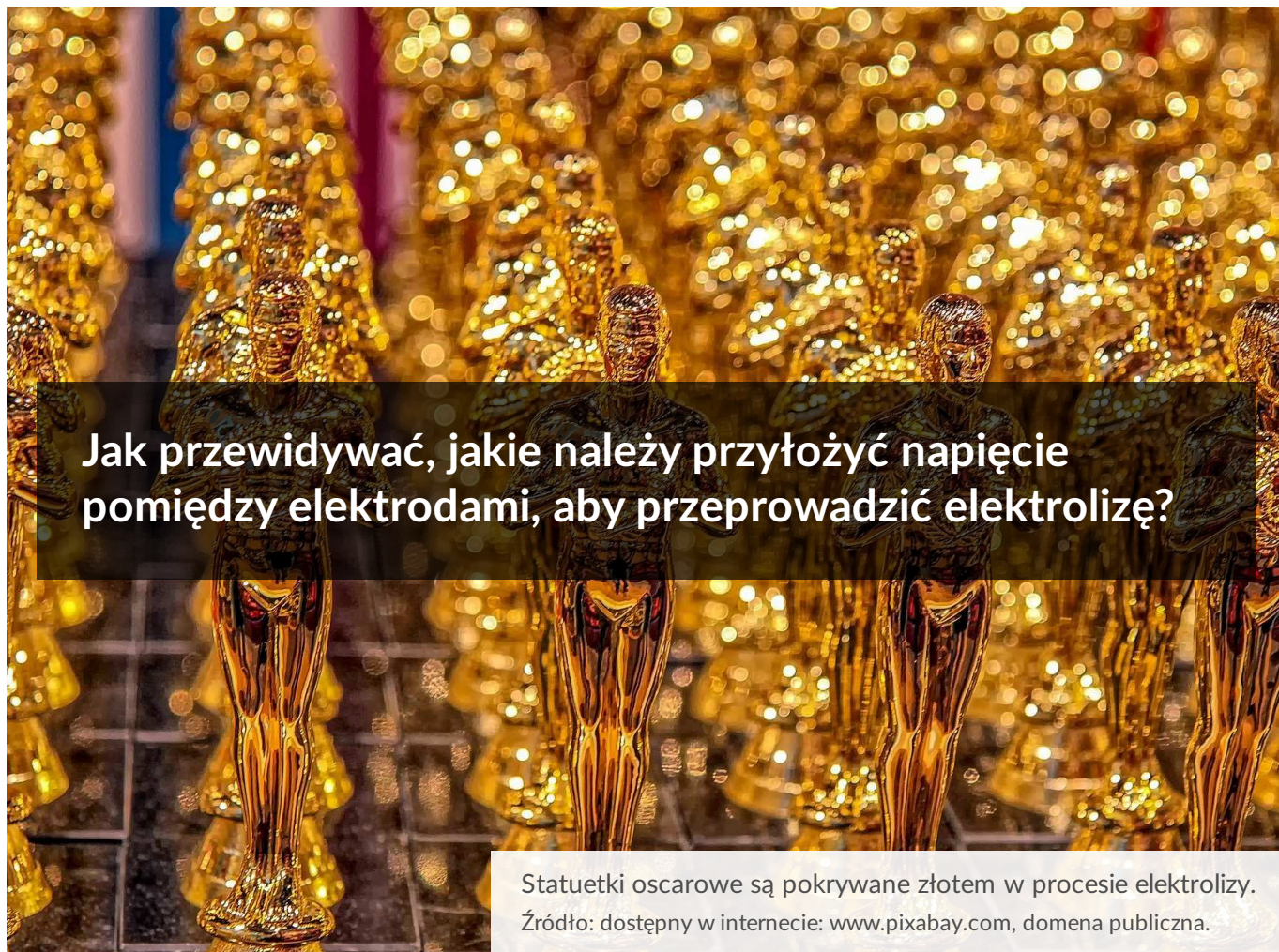




Jak przewidywać, jakie należy przyłożyć napięcie pomiędzy elektrodami, aby przeprowadzić elektrolizę?

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



Jak przewidywać, jakie należy przyłożyć napięcie pomiędzy elektrodami, aby przeprowadzić elektrolizę?

Statuetki oscarowe są pokrywane złotem w procesie elektrolizy.

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

Proces elektrolizy odgrywa istotną rolę w przemyśle oraz elektronice. Dzięki temu procesowi można otrzymać metale o wysokiej czystości oraz pokrywać nimi powierzchnie przedmiotów. Aby móc przeprowadzić proces elektrolizy, wymagane są odpowiednie warunki. Jednym z nich jest przyłożenie do elektrod odpowiednio dużego napięcia. W tej lekcji dowiesz się, jakie napięcie należy przyłożyć między elektrodami, aby przeprowadzić elektrolizę.

Twoje cele

- Zapiszesz równania reakcji zachodzące na elektrodach w trakcie elektrolizy.
- Oszacujesz, jakie napięcie należy przyłożyć do elektrod, aby przeprowadzić elektrolizę.
- Na podstawie wartości napięcia wywnioskujesz, jakie procesy będą zachodziły na elektrodach w trakcie elektrolizy.

Przeczytaj

Elektroliza

Elektrolizą nazywa się całokształt zjawisk towarzyszących przepływowi prądu elektrycznego przez roztwory **elektrolitów**. Procesowi temu towarzyszą reakcje elektrochemiczne na granicy faz: przewodnik metaliczny – przewodnik elektrolityczny.

Aby przeprowadzić elektrolizę, niezbędne są:

- źródło prądu stałego, np. bateria czy akumulator;
- elektrody;
- **woltomierz**;
- **amperomierz**.



Woltomierz i amperomierz to urządzenia służące do pomiaru odpowiednio napięcia i natężenia prądu.

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

Elektrody

Elektrody są to zazwyczaj przewodniki metaliczne zanurzone w roztworze **elektrolitu** i doprowadzające lub odprowadzające zeń prąd elektryczny. Elektroda również może być całe naczynie, w którym znajduje się roztwór elektrolitu (wykonane z przewodnika metalicznego). Pośród elektrod wyróżniamy:

katodę – elektrodę połączoną z ujemnym biegunem

anodę – elektrodę połączoną z dodatnim biegunem

Napięcie konieczne do przeprowadzenia elektrolizy

Przebieg reakcji elektrochemicznych, zachodzących na elektrodach, zależy od:

- właściwości chemicznych składników roztworu elektrolitu;
- stężeń jonów;
- rodzaju elektrod;
- różnicy potencjału między elektrodami.

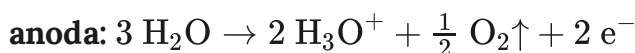
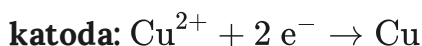
Przebieg elektrolizy jest możliwy tylko wtedy, gdy do elektrod przyłożą się odpowiednio dużą różnicę potencjałów. Jeśli do końcówek elektrod zostanie przyłożone zbyt małe napięcie, to tylko w pierwszej chwili popłynie w obwodzie prąd, który szybko zaniknie. Przyczyną tego zjawiska jest **polaryzacja elektrochemiczna elektrod**, polegająca na tym, że katoda i anoda pokrywają się warstewką produktów elektrolizy.

Przykład 1

Elektroliza wodnego roztworu siarczanu(VI) miedzi(II).

Elektrody platynowe zanurzone w roztworze siarczanu(VI) miedzi(II) i podłączono do źródła prądu o zbyt małym napięciu.

Procesy zachodzące na elektrodach:



W tym momencie układ zaczyna działać jak ogniwo chemiczne utworzone z elektrody miedzianej i elektrody tlenowej, zanurzonej w roztworze siarczanu(VI) miedzi(II). Ogniwo to ma odpowiednią siłę elektromotoryczną, a prąd tego ogniwa jest skierowany przeciw prądowi mającemu wywołać elektrolizę.

Teoretyczne napięcie rozkładowe (E_r^t) równe jest **siłę elektromotorycznej utworzonego ogniwa** (SEM), a więc różnicy potencjałów elektrod ogniwa

$$E_r^t = \Delta E = E_1 - E_2 \quad (1)$$

Dla rozpatrywanego ogniwa, potencjał dodatniej elektrody tlenowej (E_1) równy jest 1,229 V, a ujemnej miedzianej (E_2) – 0,345 V. Podstawiając wartości do równania (1), otrzymujemy:

$$E_r^t = \Delta E = 1,229 \text{ V} - 0,345 \text{ V} = 0,884 \text{ V}$$

Odpowiedź: Teoretyczne napięcie rozkładowe wynosi 0,884 V.

Ważne!

Elektroliza może zachodzić tylko wtedy, **gdy przyłożone do elektrod napięcie jest co najmniej równe SEM**, a w praktyce większe od siły elektromotorycznej utworzonego ogniwa. Najmniejsze konieczne do przeprowadzenia elektrolizy napięcie, nazywane jest **napięciem rozkładowym**.



Przebieg elektrolizy jest możliwy tylko wtedy, gdy do elektrod przyłożą się odpowiednio dużą różnicę potencjałów.

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

Nadnapięcie

Przewidzieć można, że napięcie wystarczające do elektrolizy powinno być co najmniej równe. W praktyce jednak okazuje się, że jest ono niewystarczające. Wartość tego napięcia należy powiększyć o pewną wartość, tzw. nadnapięcie η .

Dlatego też, aby określić właściwe napięcie, potrzebne do przeprowadzenia elektrolizy, musimy uwzględnić wartości **nadnapięcia** każdej z elektrod oraz spadek napięcia I_R , wywołany oporem elektrolitu. Wtedy wartość napięcia rozkładowego opisuje się wzorem:

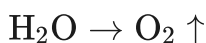
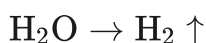
$$E_r^{rz} = \Delta E + I_R + \eta_{\text{anody}} + |\eta_{\text{katody}}| \quad (2)$$

Gdzie:

- E_r^{rz} – rzeczywiste napięcie elektrolizy;
- I – natężenie prądu;

- R – opór elektrolitu;
- η_{anody} – nadnapięcie anody;
- η_{katody} – nadnapięcie katody.

Ponadto, aby przeprowadzić elektrolizę wodnego roztworu elektrolitu, należy uwzględnić potencjał rozkładu wody. Wartości napięcia rozkładowego wody (E_{katody} , E_{anody}) zależą od pH i natężenia prądu. Jeżeli odczyn potencjału jest odpowiedni oraz wartość potencjału utlenienia i redukcji mieści się w przedziale między granicami przejść:



to dana substancja ulegnie procesowi elektrolizy. Jeżeli wartości potencjałów są wyższe, nastąpi rozkład wody.

Podsumowując, aby przeprowadzić elektrolizę, istotną kwestią jest odpowiednie dobranie napięcia. Napięcie przyłożone do elektrod powinno być wyższe od wartości siły elektromotorycznej, z uwzględnieniem poprawki na nadnapięcie elektrod. Zbyt małe napięcie skutkuje otrzymaniem odpowiedniego ogniwa, którego prąd jest przeciwny do kierunku prądu elektrolizy.

Słownik

elektrolit

substancja, która po stopieniu lub rozpuszczeniu ulega dysocjacji i może przewodzić prąd elektryczny

woltomierz

przyrząd służący do pomiaru napięcia prądu

amperomierz

przyrząd służący do pomiaru natężenia prądu

polaryzacja elektrochemiczna elektrod

pokrywanie się elektrod produktami elektrolizy, zatrzymujące proces

napięcie rozkładowe

najmniejsza wartość napięcia konieczna do rozpoczęcia elektrolizy

siła elektromotoryczna ogniwa

(napięcie ogniwa), SEM, miara zdolności reakcji ogniwa do spowodowania przepływu elektronów przez obwód

nadnapięcie

η , wartość różnicy potencjału elektrody (półogniwa) E , przez którą płynie określony prąd, i jej potencjału E_0 w stanie równowagi (w warunkach bezprądowych): $\eta = E - E_0$

Bibliografia

Encyklopedia PWN.

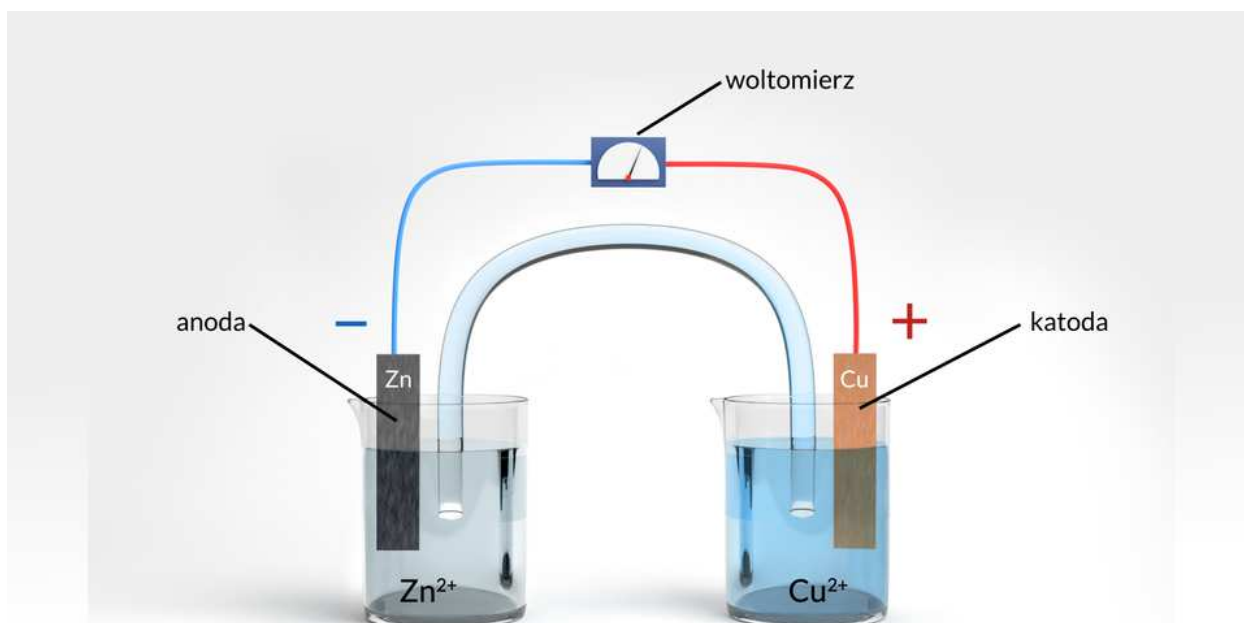
Hejwowska S., *Chemia 3*, Warszawa 2006.

Śliwa A., *Obliczenia chemiczne*, Warszawa 1987, wyd. 2.

Film samouczek

Polecenie 1

Zapoznaj się z poniższym filmem dotyczącym warunków, jakie muszą zostać spełnione, aby proces elektrolizy mógł zajść w ogniwie Daniella, a następnie rozwiąż ćwiczenie.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R11uBTRwzpqkw>

Film samouczek pt. „Jak przewidzieć, jakie należy przyłożyć napięcie pomiędzy elektrodami, aby przeprowadzić elektrolizę?”

Źródło: GroMar Sp. z o.o., Dominika Kruszewska, licencja: CC BY-SA 3.0.

Film pomagający przewidzieć potrzebny poziom napięcia do przeprowadzenia elektrolizy.

Ćwiczenie 1

Wskaż, jakie czynniki należy wziąć pod uwagę w trakcie wyznaczania napięcia, umożliwiającego przeprowadzenie procesu elektrolizy w ogniwie Daniella.

☐ nadnapięcie roztwarzania się cynku

☐ nadnapięcie wydzielania się miedzi

☐ napięcie generowane przez ogniwo

☐ nadnapięcie roztwarzania się miedzi

☐ wzrost napięcia związany z oporem roztworu

☐ spadek napięcia związany z oporem roztworu

☐ nadnapięcie wydzielania się cynku

Ćwiczenie 2

Czy, aby zachodziła elektroliza, wystarczy przyłożyć napięcie o wartości równej wartości napięcia, jakie generowałoby samorzutnie pracujące ogniwo? Odpowiedź uzasadnij.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wstaw w tekst odpowiednie słowa lub wyrażenia.

Aby przeprowadzić proces elektrolizy, konieczne jest źródło prądu . Na elektrodzie, pełniącej funkcję katody, zachodzi proces , a na anodzie proces . Aby przewidzieć, jakie napięcie należy przyłożyć do elektrod, musimy znać wartość .

zmiennego

napięcia rozkładowego

stałego

siły elektromotorycznej

utleniania

redukcji

Ćwiczenie 2



Gdy w roztworze obecne są aniony halogenkowe, na anodzie zachodzi proces utlenienia, prowadzący do powstania cząsteczki odpowiedniego halogenu.

Zapisz równanie reakcji, która zachodzi na anodzie, wiedząc, że w roztworze znajdowały się chlorki.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 3



W roztworze znajdowały się sole cynku, kadmu, miedzi i srebra o jednakowych anionach. Który z metali zacznie się osadzać na powierzchni elektrody jako pierwszy? Odpowiedź uzasadnij.

☐ kadm

☐ miedź

☐ srebro

☐ cynk

Uzasadnienie:

Ćwiczenie 4



Wybierz poprawną odpowiedź.

Które z poniższych równań prezentuje proces anodowy rozkładu wody?

☐ $4 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 5 \text{H}_3\text{O}^+ + \frac{1}{2} \text{O}_2\uparrow + 7 \text{e}^-$

☐ $\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_3\text{O}^+ + \frac{1}{2} \text{O}_2\uparrow + 2 \text{e}^-$

☐ $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\uparrow + 2 \text{OH}^-$

☐ $\text{H}_3\text{O}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\uparrow$

Ćwiczenie 5



Wybierz, czy zdania są prawdziwe, czy fałszywe.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Napięcie rozkładowe jest to napięcie potrzebne do przeprowadzenia elektrolizy.	☐	☐
Zjawisko polaryzacji elektrochemicznej elektrod zachodzi przy przyłożeniu zbyt dużego napięcia.	☐	☐
Przy wyznaczaniu napięcia rozkładowego stopionych soli należy uwzględnić potencjał rozkładu wody.	☐	☐

Ćwiczenie 6



Uczniowie chcieli przeprowadzić elektrolizę wodnego roztworu siarczanu(VI) potasu.

Półogniwo/ Pierwiastek	Równanie połówkowe	E^0 [V]
$\text{SO}_4^{2-}/\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$	$2 \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2 \text{e}^-$	+2,00
$\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2$	$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	-0,83
$\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$	$2 \text{H}_3\text{O}^+ + \frac{1}{2} \text{O}_2 + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$	+0,82
Potas	$\text{K}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{K}$	-2,92

Czy siarczan(VI) potasu ulegnie procesowi elektrolizy w tych warunkach? Odpowiedź uzasadnij.

Odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Uczniowie chcieli przeprowadzić elektrolizę wodnego roztworu siarczanu(VI) potasu.

Półogniwo/ Pierwiastek	Równanie połówkowe	E^0 [V]
$\text{SO}_4^{2-}/\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$	$2 \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2 \text{e}^-$	+2,00
$\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2$	$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	-0,83
$\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$	$2 \text{H}_3\text{O}^+ + \frac{1}{2} \text{O}_2 + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$	+0,82
Potas	$\text{K}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{K}$	-2,92

Zapisz równanie reakcji, które zachodzi na anodzie.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Uczniowie chcieli przeprowadzić elektrolizę wodnego roztworu siarczanu(VI) potasu.

Półogniwo/ Pierwiastek	Równanie połówkowe	E^0 [V]
$\text{SO}_4^{2-}/\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$	$2 \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2 \text{e}^-$	+2,00
$\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2$	$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	-0,83
$\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$	$2 \text{H}_3\text{O}^+ + \frac{1}{2} \text{O}_2 + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$	+0,82
Potas	$\text{K}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{K}$	-2,92

Zapisz równanie reakcji, które zachodzi na katodzie.

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: Marcin Sz. Małecki, Krzysztof Błaszczak

Temat: Jak przewidywać jakie należy przyłożyć napięcie pomiędzy elektrodami, aby przeprowadzić elektrolizę?

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

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:

- zapisuje równania reakcji zachodzące na elektrodach w trakcie elektrolizy;
- szacuje, jakie napięcie należy przyłożyć do elektrod aby przeprowadzić elektrolizę;
- na podstawie wartości napięcia wnioskuje, jakie procesy będą zachodziły na elektrodach w trakcie elektrolizy.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- dyskusja dydaktyczna;

- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- film samouczek;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

- praca zbiorowa;
- praca w parach;
- praca indywidualna.

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wyświetla okładkę e-materiału. Następnie zadaje uczniom pytanie: z czego wytworzone są statuetki oscarowe? Czy wiecie, że pokrywanie złotem statuetek odbywa się na drodze elektrolizy? Na czym polega proces elektrolizy?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów do pytania: jakie napięcie należy przyłożyć, aby udało się wykonać proces elektrolizy?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie samodzielnie analizują treści w e-materiale dotyczące pojęcia elektrolizy i procesów, które zachodzą w trakcie elektrolizy na elektrodach. Po wyznaczonym czasie, nauczyciel inicjuje dyskusję na wskazany temat.
2. Uczniowie samodzielnie analizują treści w e-materiale dotyczące warunków elektrolizy pod kątem napięcia. Po wyznaczonym czasie, nauczyciel inicjuje dyskusję na temat napięcia, jakie należy przyłożyć, aby przeprowadzić elektrolizę. Również nauczyciel z uczniami omawia zjawisko przyłożenia zbyt małego napięcia.
3. Następnie odsyła uczniów do medium bazowego – filmu. Uczniowie w parach rozwiązują zadania zawarte w medium.
4. Nauczyciel przechodzi do sekcji „Sprawdź się” i zapowiada uczniom, że wszyscy wspólnie będą rozwiązywać ćwiczenia. Uczniowie zapoznają się z poleceniem każdego ćwiczenia i po wyznaczonym czasie chętny uczeń udziela odpowiedzi do danego

ćwiczenia. Pozostali uczniowie ustosunkowują się do niej, proponując ewentualnie swoje propozycje. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów, zadając przykładowe pytania: na czym polega proces elektrolizy? Co jest niezbędne do przeprowadzenia procesu elektrolizy? Co to są elektrody? Na czym polega proces katodowy, a na czym proces anodowy? Kiedy możliwy jest przebieg elektrolizy? Jak wytłumaczyć polaryzację elektrochemiczną elektrod?
2. Jako podsumowanie lekcji, nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:
 - Przypomniałem/łam sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Czego się nauczyłam/łem...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Film samouczek może być wykorzystany w trakcie lekcji oraz jako pomoc przy odrabianiu zadania domowego. Uczniowie nieobecni na lekcji mogą wykorzystać go jako uzupełnienie luk kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Na czym polega proces elektrolizy?
 - Co jest niezbędne do przeprowadzenia procesu elektrolizy?
 - Co to są elektrody?
 - Na czym polega proces katodowy, a na czym proces anodowy?
 - Kiedy możliwy jest przebieg elektrolizy?
 - Jak wytłumaczyć polaryzację elektrochemiczną elektrod?