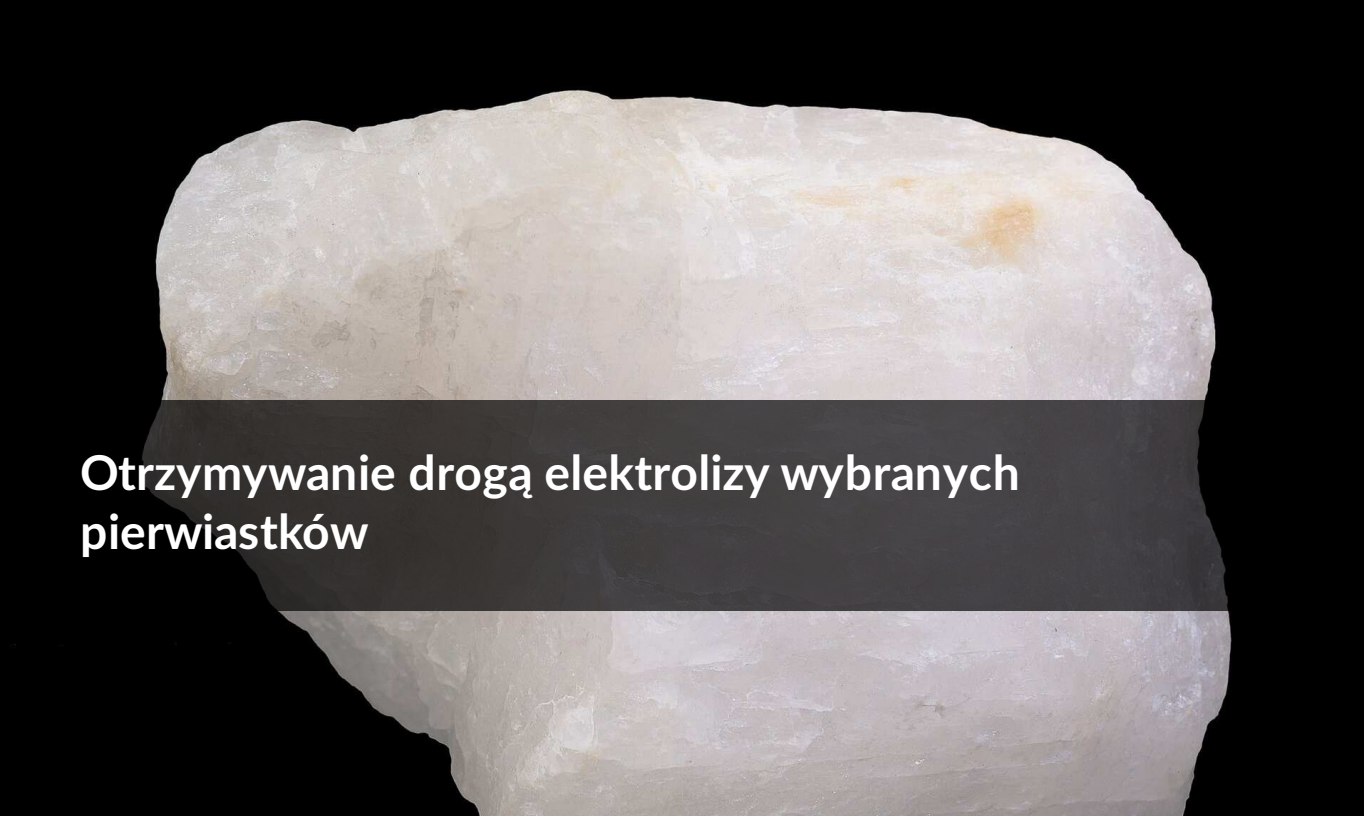




Otrzymywanie drogą elektrolizy wybranych pierwiastków

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Symulacja interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Otrzymywanie drogą elektrolizy wybranych pierwiastków

Kriolit (gr. *krýos* „mróz”, *líthos* „kamień”) (heksafluoroglinian sodu Na_3AlF_6) to minerał stosowany w elektrolitycznym procesie otrzymywania glinu z boksytu, w celu obniżenia temperatury topnienia mieszaniny.

Źródło: dostępny w internecie: wikipedia.com, domena publiczna.

Jak myślisz, co się stanie, jeżeli do elektrod zanurzonych w roztworze stopionego elektrolitu, w którym występują wolne jony, podłączy się zewnętrzne źródło prądu stałego o odpowiednim napięciu?

Nastąpi wędrówka tych jonów do odpowiednich elektrod. Kationy powędrują do elektrody ujemnej (połączonej z elektrodą dodatnią za pomocą źródła napięcia – ogniwa), czyli katody. Aniony natomiast powędrują do elektrody dodatniej (połączonej z elektrodą ujemną przez źródło prądu – ogniwo), czyli anody. Potem zajdzie redukcja katodowa kationów oraz utlenianie anodowe anionów. W wyniku tego powstaną m.in. czyste pierwiastki.

Twoje cele

- Opiszysz procesy elektrochemicznego otrzymywania sodu, glinu oraz litu.
- Zapiszesz równania reakcji elektrodowych.
- Narysujesz schematy elektrolizerów, które służą do otrzymywania poszczególnych metali.

Przeczytaj

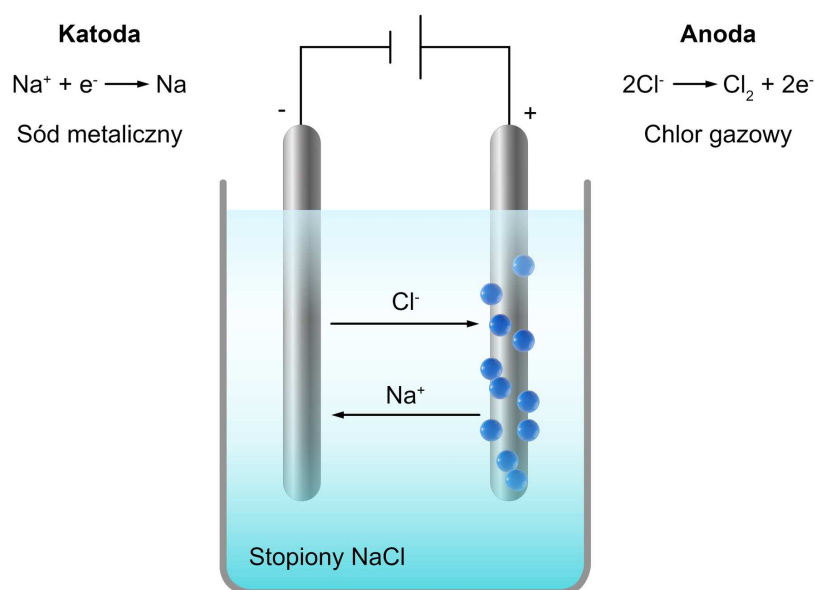
Elektroliza to zespół przemian, które zachodzą na granicy faz przewodnik-roztwór oraz pod wpływem przyłożonego dużego napięcia do przewodników elektrolizera (urządzenia do przeprowadzania elektrolizy). Jest to więc proces wymuszony, a jednym z jego powszechnych zastosowań jest otrzymywanie czystych pierwiastków. Na skalę przemysłową najczęściej są nimi metale, takie jak sód, glin, lit czy potas.

Otrzymywanie sodu

Elektroliza stopionego chlorku sodu

Sieć krystaliczna chlorku sodu zostaje zniszczona pod wpływem wysokiej temperatury ok. 800°C, dzięki czemu możliwy jest swobodny ruch jonów w kierunku elektrod. Zachodzą wówczas następujące reakcje elektrodowe:

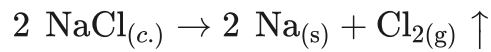
- **katoda** (elektroda stalowa): $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$;
- **anoda** (elektroda grafitowa): $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{e}^-$.



Schemat elektrolizera do otrzymywania metalicznego sodu oraz gazowego chloru ze stopionego chlorku sodu. Zwróć uwagę na pojawiające się pęcherzyki gazu na anodzie.

Źródło: GroMar Sp. z o.o. opracowano na podstawie www.doitpoms.ac.uk, licencja: CC BY-SA 3.0.

Podczas elektrolizy następuje wędrówka kationów sodu do katody (-), gdzie ulegają redukcji, oraz anionów chlorkowych do anody (+), gdzie z kolei ulegają utlenieniu. Na katodzie wydzielą się więc sól, a na anodzie chlor. Zachodzi reakcja, którą można zapisać następującym równaniem:



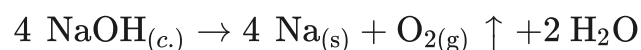
Elektroliza stopionego wodorotlenku sodu

Sól można również otrzymać w wyniku elektrolizy stopionego NaOH. Jest to [proces Castnera-Kellnera](#), który obecnie ma znaczenie historyczne. Wodorotlenek sodu topiony jest w temperaturze ok. 330°C.

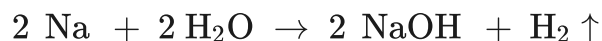
Powstające w wyniku dysocjacji termicznej kationy sodu wędrują do katody (-), gdzie następuje ich redukcja do sodu. W tym samym czasie aniony wodorotlenkowe przemieszczają się do anody (+), gdzie odbywa się ich utlenianie do tlenu.

- katoda (elektroda z miedzi): $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$;
- anoda (elektroda z żelaza lub niklu): $4 \text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 \uparrow + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^-$.

Sumaryczna reakcji elektrolizy stopionego wodorotlenku sodu przedstawia poniższe równanie:



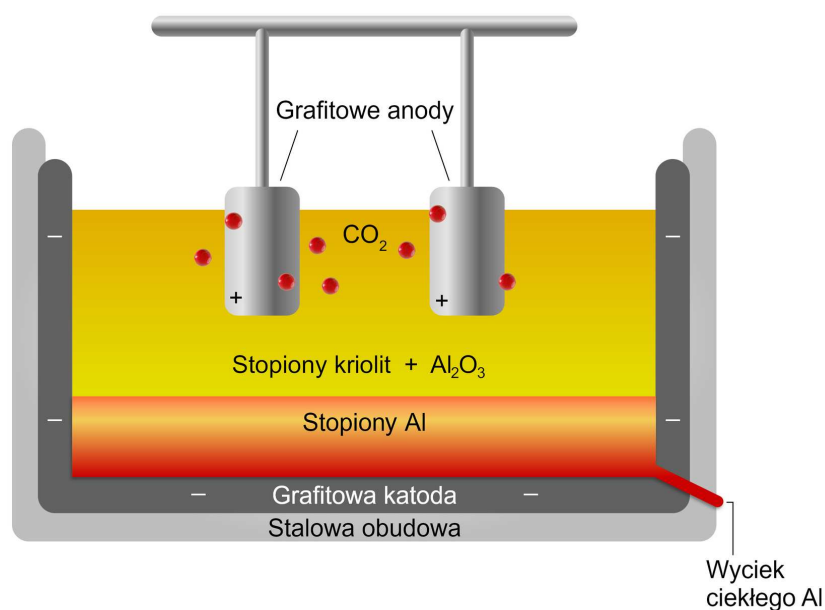
Ubocznie może następować również reakcja powstałej wody z sodem.



Otrzymywanie glinu

Elektroliza tlenku glinu rozpuszczonego w kriolicie – metoda Halla

Przemysłowa metoda otrzymywania glinu polega na elektrolizie tlenku glinu, czyli głównego składnika boksytu (rudy glinu) – głównej rudy glinu. Tlenek glinu rozpuszcza się w kriolicie, czyli Na_3AlF_6 (heksafluoroglinianie sodu). Ponieważ temperatura topnienia tlenku glinu wynosi ok. 2045°C , a topnienie kriolitu następuje w temperaturze 1012°C , w celu zmniejszenia temperatury topnienia dodaje się topniki – np. fluorek wapnia – które zmniejszą temperaturę topnienia do $920\text{--}980^\circ\text{C}$. Proces elektrolizy prowadzony jest w wannach wykonanych ze stali, w których umieszczone są elektrody węglowe (grafitowe), stanowiące zarówno katodę, jak i anodę. Podczas procesu wydziela się tlen, który, reagując z węglem, utlenia go do tlenku węgla(II) oraz tlenku węgla(IV).



Schemat elektrolizera do otrzymywania metalicznego glinu z kriolitu

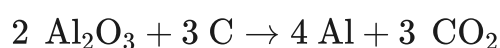
Źródło: GroMar Sp. z o.o., opracowano na podstawie epodreczniki.open.agh.edu.pl, licencja: CC BY-SA 3.0.

Podczas elektrolizy jony, które zawierają glin (aniony tetrafluoroglinianowe), ulegają redukcji. Na anodzie natomiast następuje utlenienie jonów glinu (pochodzących z anionów tetrafluorodioksoglinianowych) za pomocą tlenku węgla(II), który utlenia się do tlenku węgla(IV).

Zachodzą następujące reakcje elektrodowe:

- katoda (elektroda węglowa): $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$;
- anoda (elektroda węglowa): $2\text{O}^{2-} + \text{C} \rightarrow \text{CO}_2 + 4\text{e}^-$.

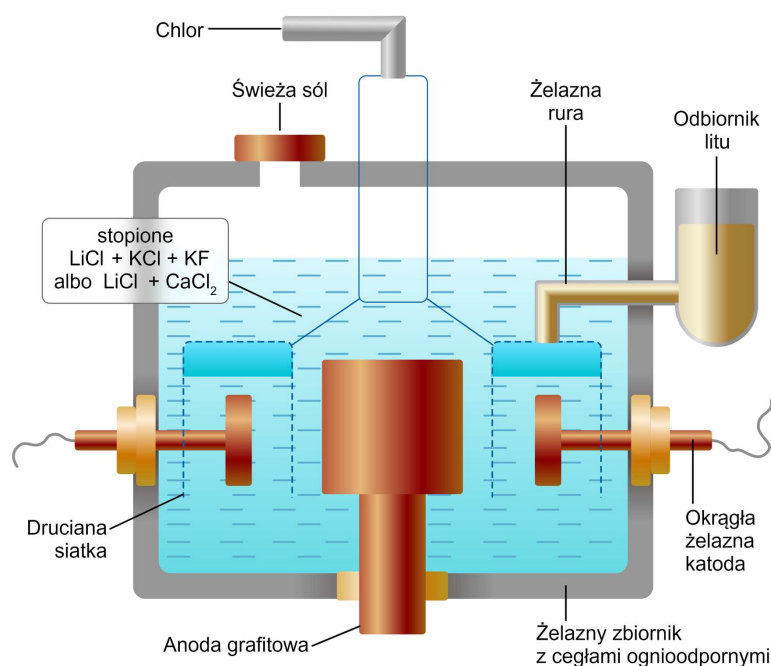
Sumaryczną reakcję elektrolizy tlenku glinu z udziałem węgla można przedstawić za pomocą następującego równania:



Otrzymywanie litu

Elektroliza stopionego chlorku litu

Przemysłowe otrzymywanie litu polega na elektrolizie stopionego chlorku litu, do którego dodaje się chlorku potasu, aby obniżyć temperaturę topnienia – wówczas jest to 400°C.



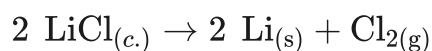
Schemat elektrolizera do otrzymywania metalicznego litu z chlorku litu

Źródło: GroMar Sp. z o.o., opracowano na podstawie hsebnnotesofnepal.blogspot.com, licencja: CC BY-SA 3.0.

Powstające w wyniku dysocjacji termicznej kationy litu wędrują do katody (-), gdzie następuje ich redukcja do litu. W tym samym czasie aniony chlorkowe wędrują do anody (+), gdzie następuje ich utlenianie do chloru. Zachodzą następujące reakcje elektrodowe:

- katoda (elektroda stalowa): $\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}$;
- anoda (elektroda grafitowa): $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$.

Sumaryczna reakcji elektrolizy stopionego wodorotlenku sodu przedstawia poniższe równanie:



W analogiczny sposób, poprzez elektrolizę stopionej soli, otrzymuje się inne metale, np. cynk (np. elektroliza stopionego chlorku cynku), ołów (np. elektroliza stopionego chlorku ołowiu(II)) lub potas (np. elektroliza stopionego chlorku potasu).

Słownik

elektroliza

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

katoda

(gr. *káthodos* „schodzenie”) w elektrochemii – w ogniwie galwanicznym i elektrolizerze ta elektroda, na której zachodzi reakcja redukcji

anoda

(gr. *ana* „w górę”, *hodós* „ścieżka”) w elektrochemii – w ogniwie galwanicznym i elektrolizerze ta elektroda, na której zachodzi reakcja utlenienia

proces Castnera-Kellnera

proces wytwarzania metalicznego sodu poprzez elektrolizę stopionego wodorotlenku sodu w temperaturze ok. 330°C; katoda zbudowana jest z miedzi i zachodzi na niej redukcja kationów sodu do atomów sodu; anodę z kolei stanowi nikiel, na którym zachodzi proces utleniania anionów wodorotlenkowych do tlenu cząsteczkowego

Bibliografia

Encyklopedia PWN

Pazdro K. M., *Podręcznik do kształcenia rozszerzonego w liceach, Część II. Chemia fizyczna*, Oficyna Edukacyjna, Warszawa 2009.

Symulacja interaktywna

Symulacja 1

Przeprowadź, za pomocą symulacji, elektrolizę stopionego chlorku sodu oraz roztworu siarczanu(VI) miedzi(II), a następnie wykonaj ćwiczenia poniżej.



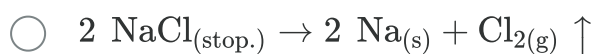
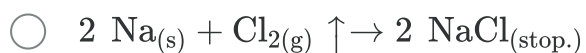
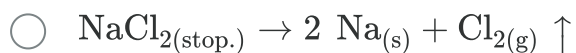
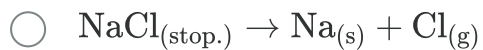
Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DDvTLBU1f>

Symulacja interaktywna pt. *Otrzymywanie drogą elektrolizy wybranych pierwiastków*

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

Ćwiczenie 1

Które z poniższych równań reakcji przedstawia sumaryczny proces elektrolizy stopionego chlorku sodu?



Ćwiczenie 2

Zaznacz prawidłowy wyraz.

Podczas elektrolizy stopionego chlorku sodu, na katodzie zachodzi proces utleniania ☐ /
redukcji ☐ jonów sodu ☐ / chloru ☐, a na anodzie proces utleniania ☐ /
redukcji ☐ jonów sodu ☐ / chloru ☐.

Ćwiczenie 3

Uzupełnij poniższe zdania.

W trakcie elektrolizy wodnego roztworu siarczanu(VI) miedzi(II), pod wpływem pola elektrycznego, jony poruszają się w kierunku elektrody ujemnej , natomiast na zachodzi proces utlenienia . Na elektrodach zachodzą reakcje chemiczne opisane równaniami:

a) na katodzie (-): ;

b) na anodzie (+): .

W wyniku elektrolizy, na katodzie wydzielą się (proces) , natomiast na anodzie powstaje (proces).

Elektrodami, które nie reagują z produktami elektrolizy, są np. elektrody lub węglowe.

oksoniowe

miedziowe

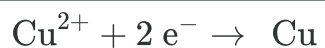
utleniania

katody

gazowy tlen

miedzi

platynowe



katodzie

redukcji

anodzie

anody

wody



metaliczna miedź

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Drogą elektrolizy otrzymuje się niektóre pierwiastki chemiczne. Jakiej gałęzi przemysłu dotyczą te procesy?

☐ przemysł mineralny

☐ przemysł metalurgiczny

☐ przemysł farmaceutyczny

☐ przemysł paliwowo-energetyczny

Ćwiczenie 2



Podaj min. trzy nazwy pierwiastków, które mogą być otrzymywane w wyniku elektrolizy soli stopionych lub wodorotlenków stopionych.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 3



Wybierz prawidłowy efekt elektrolizy stopionego chlorku sodu.

Opis efektu	
Na katodzie (elektroda stalowa) zachodzi proces redukcji jonów sodu do metalicznego sodu, a na anodzie (elektroda grafitowa) zachodzi reakcja utleniania jonów chlorkowych do gazowego chloru.	☐
Na anodzie (elektroda stalowa) zachodzi proces redukcji jonów sodu do metalicznego sodu, a na katodzie (elektroda grafitowa) reakcja utleniania jonów chlorkowych do gazowego chloru.	☐
Na anodzie (elektroda grafitowa) zachodzi proces redukcji jonów sodu do metalicznego sodu, a na katodzie (elektroda stalowa) reakcja utleniania jonów chlorkowych do gazowego chloru.	☐

Ćwiczenie 4



Przemysłowa produkcja glinu polega na elektrolizie stopionego tlenku glinu rozpuszczonego w kriolicie, czyli heksafluoroglinianie sodu (Na_3AlF_6). Elektroliza rozpoczyna się w momencie, gdy mieszanina zaczyna się topić, co następuje przy ok. 1000°C . W jakim celu rozpuszczony w kriolicie tlenek glinu miesza się z fluorkiem wapnia? Zaznacz prawidłową odpowiedź.

- ☐ Fluorek wapnia powoduje zwiększenie temperatury topnienia mieszaniny.
- ☐ Fluorek wapnia powoduje zmniejszenie temperatury topnienia mieszaniny.
- ☐ Fluorek wapnia jest katalizatorem reakcji.
- ☐ Fluorek wapnia powoduje zmniejszenie temperatury wrzenia mieszaniny.

Ćwiczenie 5



Elektroliza jest procesem samorzutnym czy wymuszonym? Odpowiedź uzasadnij.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 6



Zapisz obserwacje do procesu elektrolizy stopionego wodorotlenku sodu, jeżeli wiesz, że na katodzie kationy sodu ulegają redukcji, a na anodzie aniony wodorotlenkowe ulegają utlenieniu.

Elektroliza stopionego NaOH

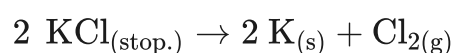
Obserwacje na katodzie:

Obserwacje na anodzie:

Ćwiczenie 7



Potas można otrzymać w wyniku elektrolizy stopionego chlorku potasu. Zapisz reakcje elektrodowe, jakie zachodzą na katodzie oraz na anodzie, wiedząc, że sumaryczny proces można przedstawić następująco:



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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Zapisz równania elektrodowe oraz sumaryczne równanie reakcji procesu elektrolizy stopionego bromku cynku.

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: Daria Szeliga, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Otrzymywanie drogą elektrolizy wybranych pierwiastków

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego, liceum, technikum, zakres rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

IX. Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza. Uczeń:

9) projektuje i przeprowadza doświadczenia, w których drogą elektrolizy otrzyma np. wodór, tlen, chlor, miedź;

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:

- analizuje doświadczenie chemiczne polegające na elektrolizie stopionego chlorku ołowiu(II);
- opisuje obserwacje i wyciąga wnioski;
- pisze równania reakcji elektrodowych;
- podaje przykłady innych metali, które mogą być otrzymane drogą elektrolizy.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- eksperyment chemiczny;
- symulacja interaktywna;
- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- technika termometr.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje uczniom pytanie zawarte we wprowadzeniu do e-materiału: Co się stanie, jeżeli do elektrod zanurzonych w roztworze stopionego elektrolitu, w którym występują wolne jony, podłączy się zewnętrzne źródło prądu stałego o odpowiednim napięciu?
2. Rozpoznanie wiedzy wstępnej. Uczniowie starają się odpowiedzieć na pytanie: Jakie pierwiastki chemiczne można otrzymać drogą elektrolizy?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.
4. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, które będą używane na lekcjach.

Faza realizacyjna:

1. Eksperyment chemiczny – „Elektroliza stopionego chlorku ołowiu(II)”. Nauczyciel wybiera uczniów do roli asystenta, którzy w jego obecności przeprowadzą eksperyment, rozdaje karty pracy uczniom. Uczniowie asystenci wybierają odpowiednie szkło, sprzęt laboratoryjny oraz odczynniki chemiczne i wykonują kolejno czynności podane w instrukcji opisanej w karcie pracy. Pozostali uczniowie rysują schemat doświadczenia, obserwują przebieg eksperymentu i zapisują w kartach pracy.

Uczniowie obserwują zmiany podczas eksperymentu, zapisują równania reakcji chemicznych, wyciągają wnioski (wszystko zapisują w kartach pracy). Na forum całej klasy następuje weryfikacja obserwacji i ustalenie wspólnych wniosków oraz zapisanie odpowiednich równań reakcji chemicznych. Przykładowe odpowiedzi:

- Obserwacje: papierek jodskrobiowy zabarwił się na granatowo. Stopiona masa przeszła po ostygnięciu w ciało stałe barwy szaroniebieskiej.
- Wniosek: gazem wydzielającym się na anodzie jest chlor. Zabarwienie papierka jodskrobiowego wynika z tego, że w reakcji jodku potasu z chlorem powstaje jod, który ze skrobią tworzy związek o zabarwieniu granatowym. Otrzymanym na katodzie produktem jest ołów.

Anoda: $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$

Katoda: $\text{Pb}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Pb}$

Reakcja sumaryczna: $\text{PbCl}_{2(\text{stop.})} \rightarrow \text{Pb(s)} + \text{Cl}_2(\text{g})$

Podczas elektrolizy następuje wędrówka kationów ołowiu do katody (-), które ulegają redukcji oraz anionów chlorkowych do anody (+), gdzie ulegają utlenieniu. Na katodzie wydzielą się ołów, a na anodzie chlor.

2. Nauczyciel poleca uczniom pracę w parach z symulacją interaktywną. Zadaniem uczniów jest przeanalizowanie symulacji elektrolizy stopionego NaCl, a następnie udzielenie odpowiedzi na pytania. Chętni uczniowie podają odpowiedzi na forum klasy celem weryfikacji pod względem merytorycznym.
3. Uczniowie w dostępnych źródłach informacji, w tym w e-materiale, wyszukują odpowiedzi na pytanie: Jakie pierwiastki chemiczne można otrzymać podczas elektrolizy? Uczniowie konfrontują pozyskane informacje z wcześniejszymi wypowiedziami w fazie wstępnej.
4. Uczniowie pracują w parach z częścią „Sprawdź się”. Wykonują zadania. Nauczyciel może wyświetlić treść poleceń na tablicy multimedialnej. Po każdym przeczytany poleceniu daje uczniom określony czas na zastanowienie się, a następnie chętny uczeń z danej pary udziela odpowiedzi/prezentuje rozwiązanie na tablicy. Pozostali uczniowie ustosunkowują się do niej, proponując ewentualnie swoje pomysły. 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. Na zakończenie nauczyciel stosuje narzędzie do oceny stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z zastosowaniem termometru przez uczniów. Uczniowie na skali temperatury zaznaczają cenkami, w jakim stopniu opanowali zagadnienia wynikające z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji. Jeżeli ze skali będzie wynikał

niski poziom temperatury, uczniowie zastanawiają się, w jaki sposób podnieść swój poziom posiadanej wiedzy.

Praca domowa:

1. Uczniowie mają za zadanie zapisać równania reakcji elektrodowych oraz sumaryczne równanie reakcji zachodzących podczas elektrolizy stopionego chlorku sodu oraz bromku potasu.
2. Uczniowie wykonują w e-materiale w sekcji „Sprawdź się” pozostałe ćwiczenia, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Symulację interaktywną uczniowie mogą wykorzystać przygotowując się do zajęć lub mogą jej użyć podczas lekcji powtórzeniowej. Uczniowie nieobecni na lekcji mogą wykorzystać to narzędzie celem uzupełnienia luk kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje narzędzie do oceny stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z zastosowaniem termometru przez uczniów oraz cenki dla uczniów.
2. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach): Co to jest elektroliza? Czy elektroliza stopionego chlorku sodu to proces samorzutny czy wymuszony? Jakie reakcje elektrodowe zachodzą na katodzie i anodzie podczas elektrolizy stopionego chlorku sodu? Jakie metale można otrzymać drogą elektrolizy?
3. Karta pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 81.31 KB w języku polskim