



Elektroliza stopionych tlenków, soli i wodorotlenków

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



Elektroliza stopionych tlenków, soli i wodorotlenków

Aluminium to glin o określonej czystości technicznej. W zależności od metody otrzymywania, może zawierać różne ilości zanieczyszczeń. Aluminium hutnicze, wytwarzane przez elektrolizę tlenku glinu w stopionym kriolicie, zawiera 99,0–99,8% Al.

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

Elektrolizę stopionych soli, wodorotlenków lub tlenków wybranych metali najczęściej stosuje się do ich wytwarzania. W ten sposób można otrzymać litowce, berylowce, a także glin. Na skalę przemysłową tą metodą pozyskuje się glin, sód, lit oraz magnez, ponieważ właśnie na nie istnieje ogromne zapotrzebowanie (lekkie stopy, chemiczne źródła prądu).

Twoje cele

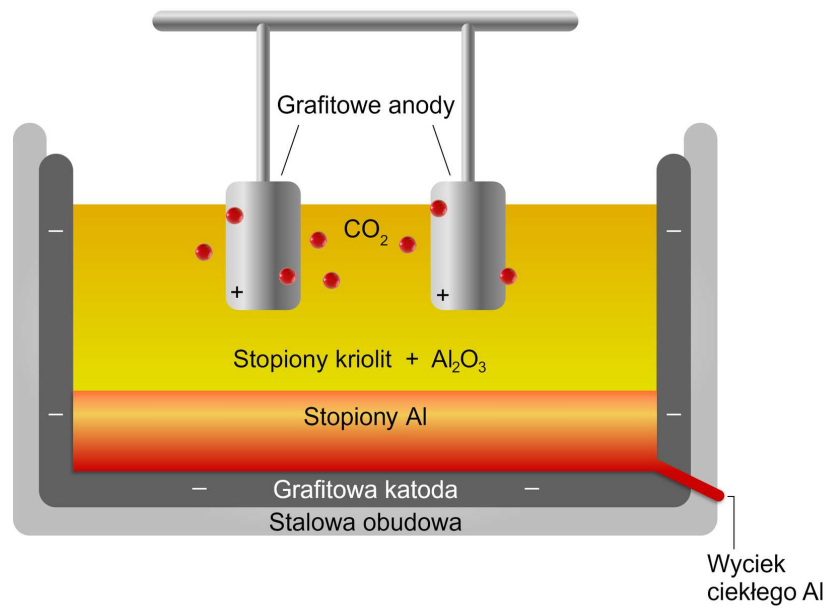
- Omówisz procesy elektrolizy stopionych soli i wodorotlenków.
- Wytłumaczysz, jak poprzez elektrolizę stopionego tlenku otrzymać glin.
- Przeprowadzisz elektrolizę stopionej soli.

Przeczytaj

Jeżeli elektrolizie poddaje się **stopione elektrolity** (np. tlenki, wodorotlenki, sole), to w takich warunkach wszystkie metale ulegają redukcji na katodzie (niezależnie od wartości ich potencjału standardowego).

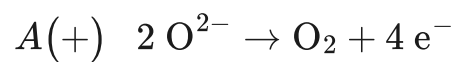
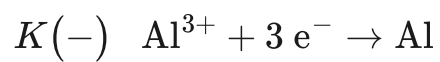
Elektroliza stopionych tlenków

Przykładem procesu, w którym wykorzystuje się elektrolizę stopionego tlenku, jest otrzymywanie glinu poprzez **proces Halla-Héroulta**, opracowanego w 1886 roku. Tlenek glinu(III), otrzymany z boksytu, rozkładany jest elektrolitycznie na metaliczny glin oraz gazowy tlen. Proces ten zachodzi w sposób ciągły i rozpoczyna się od etapu rozpuszczenia tlenku glinu w [kriolicie](#), który wypełnia wannę elektrolityczną. Temperatura procesu utrzymywana jest na poziomie 920–980 °C. Powstający w tym procesie glin oddzielany jest od elektrolitu i sukcesywnie usuwany z komory elektrolizera. Uzyskany metal ma większą gęstość od elektrolitu, więc osiada na dnie wanny elektrolitycznej. Z kolei wydzielający się tlen reaguje z grafitową okładziną anody, tworząc tlenek węgla(IV), który, wydzielając się intensywnie, powoduje mieszanie się elektrolitu i staje się nośnikiem dla gazowych produktów ubocznych.

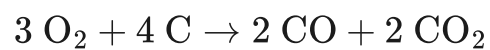


Schemat elektrolizera do otrzymywania metalicznego glinu z kriolitu

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



Wtórna reakcja na anodzie:

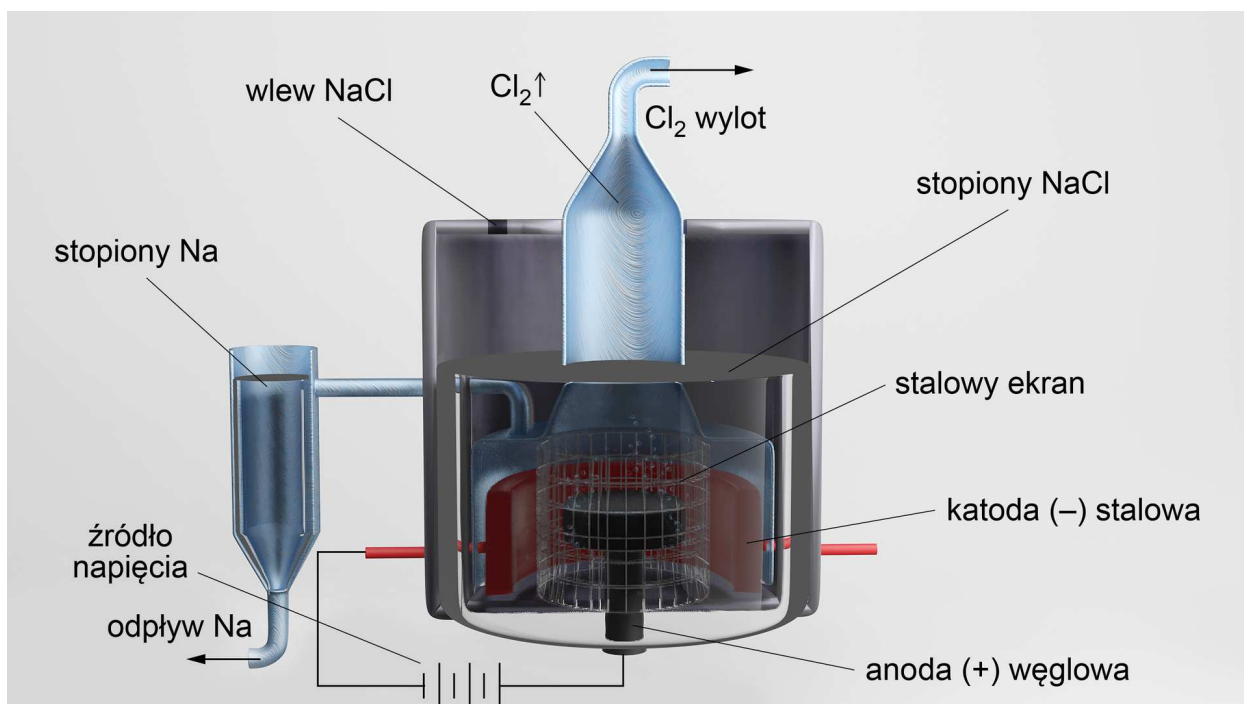
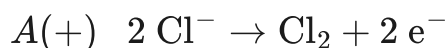
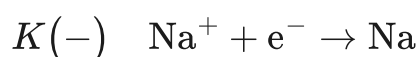


Elektroliza stopionych soli

Stopione sole należą do przewodników elektrolitycznych – dobrze przewodzą prąd. Podczas elektrolizy, na anodzie i katodzie wydzielają się produkty ich rozkładu, podobnie jak w przypadku elektrolizy roztworów wodnych. Wówczas z chlorku ołowiu(II) otrzymuje się chlor i ołów, z chlorku sodu – chlor i sód, a z azotanu(V) sodu – sód, tlen oraz tlenki azotu.

Metoda stapiania soli stosowana jest wtedy, gdy nie ma możliwości przeprowadzenia elektrolizy wodnych roztworów tych soli (zdarza się, że produkty elektrolizy wodnej reagują z wodą).

Przykładem tego typu elektrolizy jest stapianie chlorku sodu ($T_{\text{topnienia}} = 801^{\circ}\text{C}$).



Schemat elektrolizera używanego do otrzymywania metalicznego sodu. W stopionym chlorku sodu zanurzone są dwie elektrody – stalowa katoda i grafitowa anoda.

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

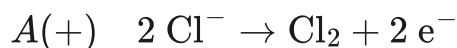
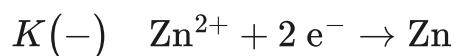
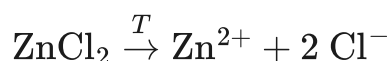
Naturalne solanki, woda morska, karnalit czy dolomit są źródłem chlorku magnezu. Po przeróbce chemicznej tych surowców otrzymuje się uwodniony chlorek magnezu, który jest surowcem do elektrolizy. Chlorek magnezu jest stapiany w temperaturze 700 °C. W efekcie, na katodzie otrzymywany jest ciekły magnez, natomiast na anodzie wydziela się taka sama ilość chloru.

Elektroliza stopionego chlorku cynku

Umieść w [tyglu](#) około 10 g bezwodnego chlorku cynku. Następnie ustaw tygiel nad palnikiem i zacznij go ogrzewać aż do stopienia soli ($T_{\text{topnienia}} = 287^{\circ}\text{C}$). Kolejnym krokiem jest umieszczenie dwóch elektrod grafitowych, połączonych płaską baterią (4,5 V), w stopionej soli. Poczekaj kilka minut i opisz obserwację.

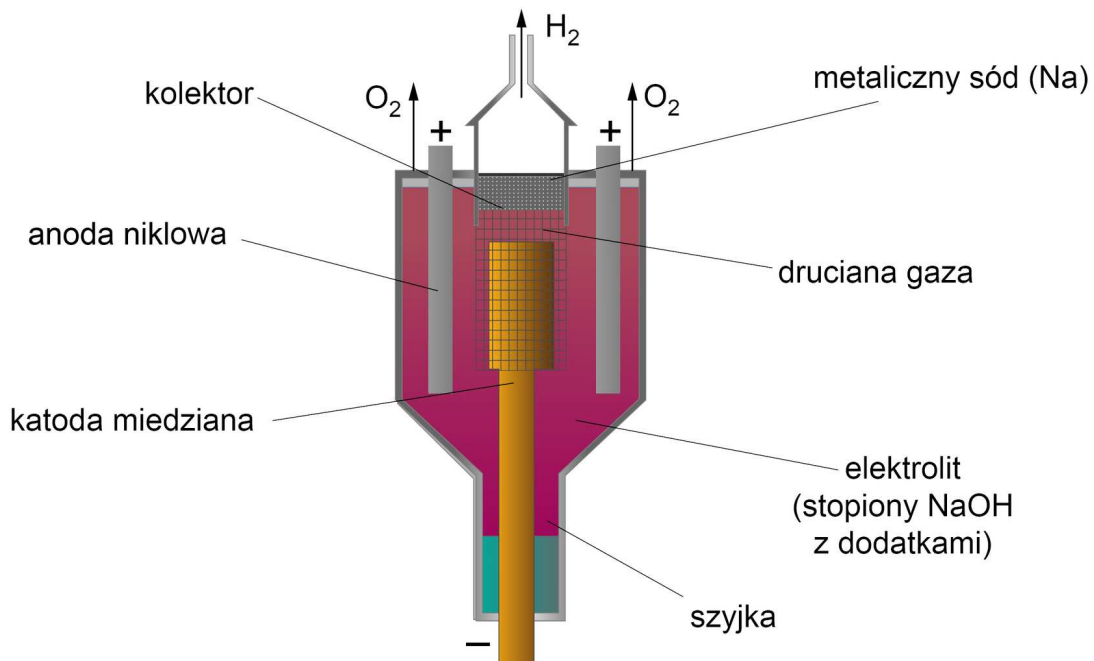
Uwaga! Doświadczenie należy przeprowadzać pod wyciągiem.

Podczas przeprowadzania elektrolizy opisanej w doświadczeniu możemy zaobserwować, że nad tygłem pojawia się gaz o charakterystycznym zapachu chloru, a na jednej z elektrod gromadzi się ciało stałe o wyglądzie odmiennym od stopionej soli. Te obserwacje wskazują na zajście elektrolizy stopionej soli.



Elektroliza stopionych wodorotlenków

Przemysłową metodą otrzymywania metalicznego sodu jest **proces Castnera**, prowadzony w drodze elektrolizy stopionego wodorotlenku sodu w temperaturze około 330 °C.



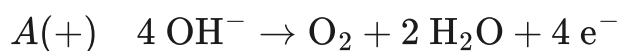
Schemat elektrolizera Castnera – zbudowany jest z ceramicznego tygla z zawieszoną niklową anodą w kształcie cylindra. Anoda otacza miedzianą katodę. Ze względu na różnicę temperatur – niższa w dolnej części elektrolizera i wyższa w górnej – wodorotlenek sodu, który znajduje się w szyjce, występuje w fazie stałej, w części środkowej oraz górnej i jest ciekłą. Metaliczny sód wytwarza się na katodzie, ale ze względu na różnicę gęstości metalicznego sodu i stopionego wodorotlenku (metaliczny sód ma mniejszą gęstość) wędruje ku górze. Druciana gaza ogranicza sód, akumulujący się w kolektorze.

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

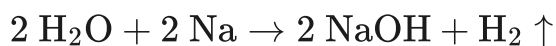
W procesie tym metaliczny sód wytwarza się na katodzie. Ze względu na to, że jego gęstość jest mniejsza od stopionego wodorotlenku sodu, wędruje ku górze i gromadzi się w kolektorze.

Reakcje elektrochemiczne tego procesu przedstawiono poniżej.





Reakcja uboczna:



Słownik

kriolit

minerał, fluoroglinian sodu $\text{Na}_3(\text{AlF}_6)$

tygiel

naczynie laboratoryjne stosowane do suszenia, prażenia i/lub stapiania substancji, zwłaszcza podczas analizy chemicznej

dolomit

węglanowa skała osadowa, składająca się z minerału dolomitu w ilości 95–100%

karnalit

minerał, uwodniony chlorek potasu i magnezu $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

boksyt

ilasta skała osadowa składająca się głównie z wodorotlenków glinu

Bibliografia

Atkins P., Paula J., *Chemia fizyczna*, Warszawa 2015.

Atkins P., *Podstawy chemii fizycznej*, Warszawa 1999.

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, t. 2, Warszawa 2007.

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

Symulacja interaktywna

Symulacja 1

Przeprowadź elektrolizę stopionej soli chlorku sodu (NaCl), stopionego tlenku glinu (Al_2O_3) oraz stopionego wodorotlenku sodu (NaOH), a następnie wykonaj ćwiczenia pod symulacją.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DWnsc1gPB>

Symulacja interaktywna pt. *Elektroliza stopionych tlenków, soli i wodorotlenków*

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

Ćwiczenie 1

Zapisz równania reakcji mających miejsce podczas elektrolizy chlorku sodu, z zaznaczeniem, gdzie te procesy zachodzą. Następnie zapisz równanie sumaryczne reakcji.

Ćwiczenie 2

Zapisz równania reakcji mających miejsce podczas elektrolizy tlenku glinu, z zaznaczeniem, gdzie te procesy zachodzą. Następnie zapisz równanie sumaryczne reakcji.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij luki w poniższym tekście odpowiednimi wyrazami.

Stopione należą do przewodników elektrolitycznych – dobrze przewodzą prąd.

Podczas ich elektrolizy na anodzie i katodzie wydzielają się produkty ich rozkładu, podobnie jak

w przypadku elektrolizy roztworów . Wówczas z chlorku ołowiu(II) otrzymuje się

chlor i , z chlorku sodu – i sól, a z azotanu(V) sodu – sól, tlen oraz tlenki

.

glin

ołów

sodu

wodnych

wodorotlenki

sole

chlor

azotu

tlenki

alkoholowych

Ćwiczenie 2



Oceń prawdziwość poniższych twierdzeń.

Twierdzenie	Prawda	Fałsz
Podczas elektrolizy stopionych elektrolitów na katodzie zachodzi proces redukcji.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Glin otrzymywany jest w procesie Castnera.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Metaliczny sól otrzymywany jest na drodze elektrolizy stopionego wodorotlenku sodu w temperaturze około 380 °C.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kriolit to fluoroglinian potasu.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 3



Podaj, jakie produkty wydzielą się na elektrodach platynowych oraz ułóż równania reakcji elektrodowych, zachodzących podczas elektrolizy stopionego chlorku cyny.

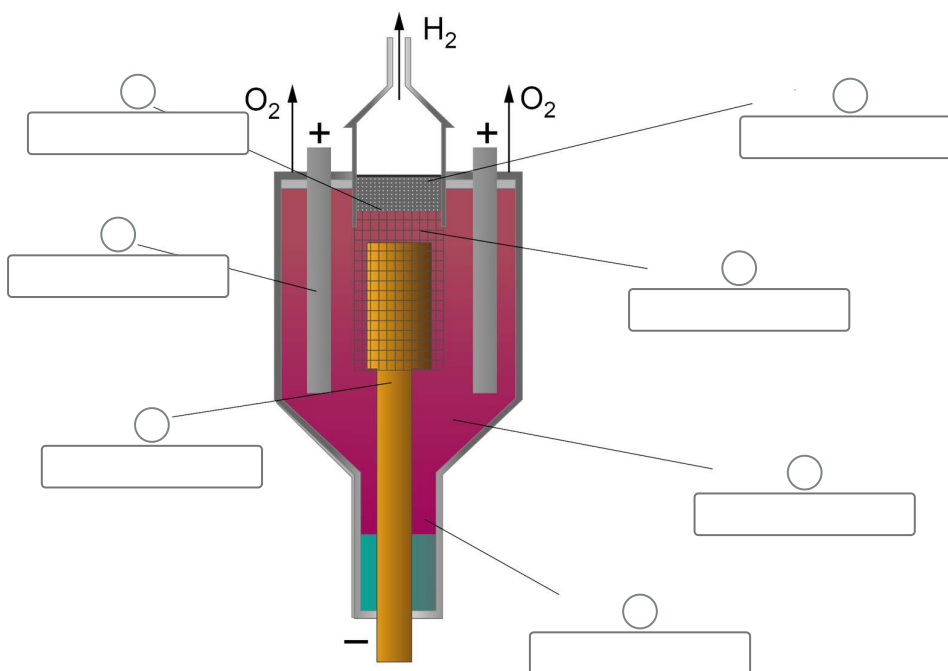
Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 4



Dopasuj podpisy do wskazanych elementów.



metaliczny sód (Na)

elektrolit (stopiony NaOH z dodatkami)

anoda niklowa

katoda miedziana

kolektor

szyjka

druciana gaza

Ćwiczenie 5



Ile gramów stopionego wodorotlenku sodu poddano elektrolizie, skoro na katodzie uzyskano 11,5 g sodu?

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



Napisz równania reakcji elektrodowych, które zachodzą podczas elektrolizy stopionego chlorku ołowiu(II).

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



Jeżeli w czasie elektrolizy stopionego chlorku sodowego wydzielono się 5,6 dm³ chloru (w warunkach normalnych), to ile gramów sodu wydzielono się równocześnie na katodzie?

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



Wskaż masę i nazwę substancji, która wydzieli się na katodzie podczas elektrolizy stopionego chlorku potasu, jeżeli na anodzie wydzieliło się $11,2 \text{ dm}^3$ gazu w warunkach normalnych.

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: Elektroliza stopionych tlenków, soli i wodorotlenków

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum ogólnokształcące, technikum

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

IX. Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza. Uczeń:

7) przewiduje produkty elektrolizy stopionych tlenków, soli, wodorotlenków, wodnych roztworów kwasów i soli oraz zasad.

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:

- omawia procesy elektrolizy stopionych soli i wodorotlenków;
- tłumaczy, jak poprzez elektrolizę stopionego tlenku otrzymać glin;
- przeprowadza elektrolizę stopionej soli.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- symulacja interaktywna;

- doświadczenie chemiczne;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- róża wiatrów.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel podaje pytanie uczniom: „Jakie zastosowanie ma proces elektrolizy?”.
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się odpowiedzieć na pytanie: Co się dzieje na katodzie podczas elektrolizy stopionych elektrolitów?
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. Doświadczenie chemiczne – „Elektroliza stopionego chlorku cynku”. Nauczyciel wybiera wśród uczniów asystenta do prowadzenia doświadczenia w jego obecności. Uczeń asystent przeprowadza doświadczenie wg instrukcji, podanej w sekcji „Przeczytaj”. Pozostała część klasy obserwuje przebieg doświadczenia – obserwacje, wnioski i równanie reakcji zapisują w kartach pracy. Po zakończeniu doświadczenia, chętne osoby podają efekty swojej pracy zapisane w karcie. Następuje powrót do fazy wyjściowej i porównanie wypowiedzi uczniów.
2. Nauczyciel na forum klasy zadaje pytanie: Jak będzie przebiegała elektroliza stopionych tlenków metali i wodorotlenków? Gdyby uczniowie mieli problem z udzieleniem odpowiedzi, mogą skorzystać z informacji z sekcji „Przeczytaj”.
3. Nauczyciel proponuje uczniom pracę w parach z symulacją interaktywną. Przeprowadzają elektrolizę stopionego chlorku sodu, tlenku glinu i wodorotlenku

sodu, a następnie wykonują ćwiczenia zawarte w medium.

4. Uczniowie pracują w parach z częścią „Sprawdź się”. Wykonują zadania. Nauczyciel może wyświetlić treść poleceń na tablicy multimedialnej. Po każdym przeczytanym poleceniu daje uczniom określony czas na zastanowienie się, a następnie chętna osoba z danej pary udziela odpowiedzi/prezentuje rozwiązanie na tablicy. Pozostali ustosunkowują się do niej, proponując ewentualnie swoje pomysły. Nauczyciel, w razie potrzeby, koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne kwestie, udziela uczniom informacji zwrotnej. Ćwiczenia, których uczniowie nie zdążą wykonać podczas lekcji, mogą być zlecone do wykonania w ramach pracy domowej.

Faza podsumowująca:

1. Róża wiatrów (patrz materiały pomocnicze). Nauczyciel poprzez zastosowanie tego narzędzia może dokonać ewaluacji zajęć, umieszczając nazwy elementu podlegającego ocenie, np. atmosfera zajęć, przydatność materiałów, stopień zaangażowania uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia, który wynika z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, stopień trudności materiału, atrakcyjność lekcji i etc. Przygotowaną „różę” rozdaje uczniom i prosi o zaznaczenie na każdej osi punktu odpowiadającego ocenie. Punkty na sąsiednich osiach uczniowie łączą ze sobą i w ten sposób każdy z uczniów otrzymuje swoją „różę”, którą wręcza prowadzącemu. Nauczyciel może odnieść się do tego ogólnie w ramach podsumowania, po wcześniej analizie.

Praca domowa:

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

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Symulacja interaktywna może być wykorzystana przez nauczyciela w ramach metody lekcji odwróconej. Uczniowie mogą medium wykorzystać podczas przygotowania się do lekcji czy pracy kontrolnej. Osoby nieobecne w szkole mogą symulację wykorzystać do uzupełnienia luk kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje do ewaluacji lekcji różę wiatrów. Róża wiatrów jest jedną z graficznych metod, która pozwala ocenić jednocześnie wiele elementów zajęć. W przypadku ewaluacji zajęć, na osiach w miejsce kierunku umieszcza się nazwę elementu podlegającego ocenie (atmosfera zajęć, przydatność materiałów, stopień zaangażowania uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia wynikający z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, stopień trudności materiału, atrakcyjność lekcji). Liczba osi jest dowolna i może być rozbudowywana w zależności od potrzeb. Linie osi należy podzielić na odcinki i przypisać im odpowiednie wartości – od 1 do 10 lub skalę

ocen 1–6. Tak przygotowaną „różę” rozdaje się uczestnikom i prosi o zaznaczenie na każdej osi punktu odpowiadającego ocenie. Następnie punkty na sąsiednich osiach uczniowie łączą ze sobą i w ten sposób każdy z nich otrzymuje swoją „różę”, którą wręcza prowadzącemu.

2. Doświadczenie chemiczne – „Elektroliza stopionego chlorku cynku”

- Szkło i sprzęt laboratoryjny: tygiel, palnik gazowy, zapalniczka, dwie elektrody grafitowe połączone z płaską baterią (4,5 V).
- Odczynniki chemiczne: stały chlorek cynku.
- Instrukcja opisana w e-materiale w sekcji „Przeczytaj”.

3. Karta charakterystyki chlorku cynku.

4. Karta pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 60.18 KB w języku polskim