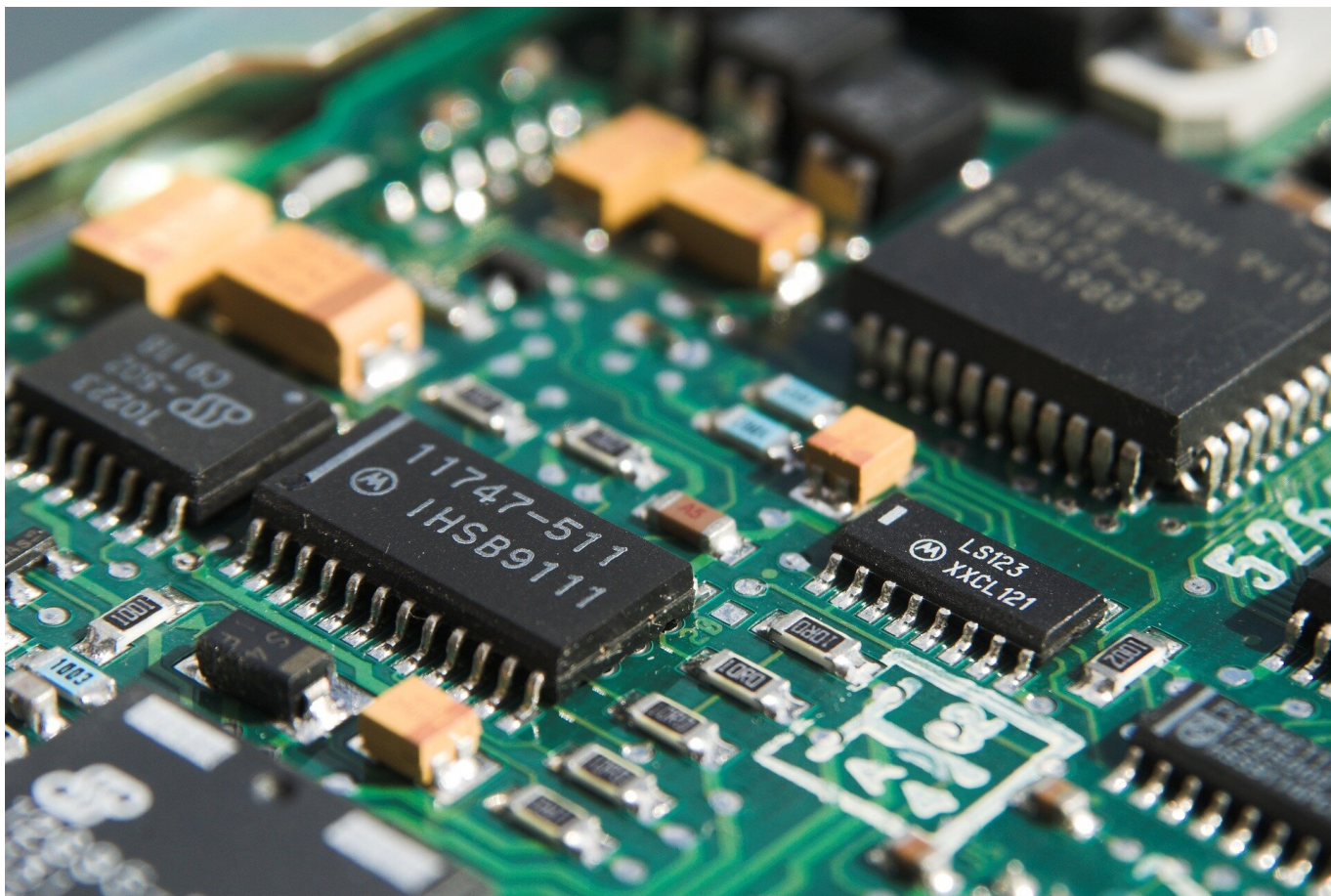




Elektroliza, w której elektrody są aktywne -
oczyszczanie metali

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



Elektroliza, w której elektrody są aktywne - oczyszczanie metali

W elektronice wykorzystuje się metale o wysokiej czystości.
Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

W większości urządzeń elektronicznych jak smartfony, tablety czy komputery znajdują się metale szlachetne, takie jak m.in. złoto, miedź czy srebro. Do takich celów wykorzystuje się metale o wysokiej czystości (99,99999%), ponieważ każde zanieczyszczenie może znacznie pogorszyć właściwości urządzenia. Odpowiednią czystość metali pozyskuje się wykorzystując elektorafinację. Korzystając z tej metody otrzymuje się metale o czystości sięgającej 99% z ich rud. W Polsce tą metodą oczyszcza się m.in. miedź (około 500 000 ton rocznie) czy srebro (około 1000 ton rocznie). Czy wiesz jak przebiega proces oczyszczania metali metodami elektrochemicznymi?

Twoje cele

- Przeanalizujesz proces elektorafinacji.
- Przedstawisz możliwe zastosowania elektorafinacji.
- Zapiszesz równania reakcji chemicznych zachodzących na elektrodach w trakcie procesu elektorafinacji.

Przeczytaj

Co to jest elektroliza?

Całokształt zjawisk towarzyszących przepływowi prądu elektrycznego przez roztwory **elektrolitów** lub ich formę stopioną nazywamy **elektrolizą**. Proces ten zachodzi pod wpływem zewnętrznego czynnika – prądu elektrycznego, dlatego też jest procesem wymuszonym.

Aby przeprowadzić elektrolizę niezbędne są:

- źródło prądu stałego np. bateria czy akumulator;
- elektrody;

w celu badania (analizy) elektrolizy:

- **woltomierz**;
- **amperomierz**.

Elektrodami w procesie elektrolizy są zazwyczaj przewodniki metaliczne zanurzone w roztworze elektrolitu, odprowadzające i doprowadzające prąd elektryczny z lub do układu. W szczególnych przypadkach elektrodą może być również naczynie wykonane z metalu, w którym znajduje się elektrolit. W procesie elektrolizy możemy wyróżnić dwie elektrody:

- katodę,
- anodę.

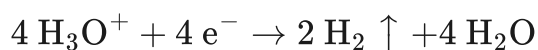
Katoda, czyli elektroda połączona z ujemnym biegunem

W trakcie procesu elektrolizy odpowiednie drobiny (kationy lub cząsteczki wody) pobierają elektrony z powierzchni katody. Zachodzący tam proces nazywany jest procesem katodowym:

- gdy obecne są kationy metalu:

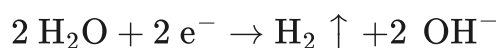


- gdy w roztworze znajdują się kwasy, zasady, sole metali 1. i 2. grupy układu okresowego– wtedy na katodzie zachodzi proces:



(elektroliza wodnego roztworu kwasu)

lub:



(elektroliza, wody, zasad i wodnych roztworu soli metali 1. i 2. grupy układu okresowego)

Procesy chemiczne zachodzące na powierzchni katody są procesami redukcji, polegającymi na pobieraniu elektronów przez drobiny.

Anoda, czyli elektroda połączona z dodatnim biegunem

W trakcie procesu elektrolizy odpowiednie drobiny (aniony lub cząsteczki wody) oddają elektrony do powierzchni anody. Zachodzący tam proces nazywany jest procesem anodowym:

- gdy obecne są w roztworze aniony halogenkowe X^- , w procesie anodowym powstają cząsteczki halogenów:



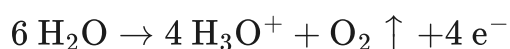
(elektroliza wodnych roztworów zawierających aniony halogenkowe)

- w przypadku obecności zasad, kwasów tlenowych lub ich soli, produktem elektrolizy jest tlen:



(elektroliza zasady)

lub:



(elektroliza wodnych roztworów kwasów tlenowych i soli tlenowych)

Procesy chemiczne zachodzące na powierzchni anody są procesami utleniania, polegającymi na oddawaniu elektronów przez drobiny.

Czym jest elektorafinacja?

Pozyskiwane z rud metale występują najczęściej związane w postaci związków chemicznych, takich jak sole czy tlenki. Dlatego też należy je oczyścić w odpowiedni sposób. W pierwszym etapie rudy metali przechodzą obróbkę hutniczą – są oczyszczane z tlenków i soli w odpowiednich warunkach. Wstępnie oczyszczone metale doczyszczają się w procesie elektorafinacji.

Zanieczyszczony metal umieszczany jest w roztworze własnej soli pełniąc funkcję anody. Katodą jest natomiast ten sam metal, ale o wyższej czystości (pozbawiony zanieczyszczeń innymi metalami lub tlenkami metali). Po przyłożeniu do układu napięcia, anoda zaczyna roztwarzać się, a czysty metal osadza się na katodzie. Zanieczyszczenia przechodzą do roztworu w postaci kationów lub osadzają się w tzw. szlamie anodowym. W ten sposób można oczyszczać metale takie jak miedź, srebro, ołów i cynk.

Zachodzące reakcje można opisać równaniami:

- **reakcja anodowa:**



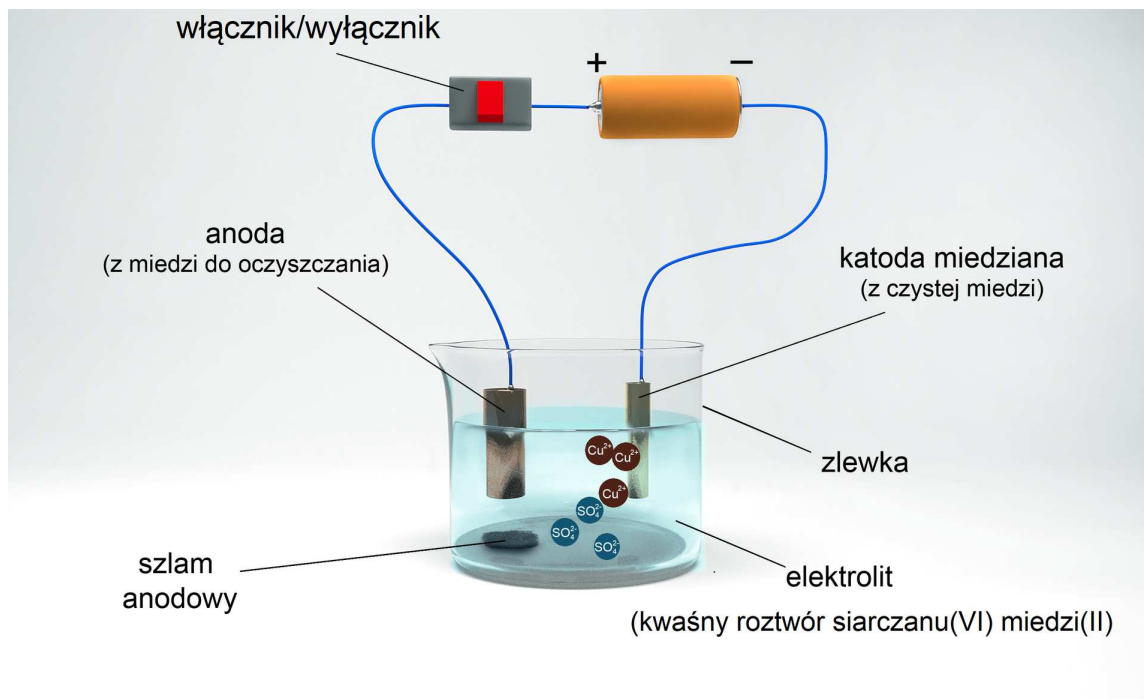
- **reakcja katodowa:**



Gdzie:

- Me – atom metalu;
- n – liczba całkowita.

Rozpatrzmy to na przykładzie oczyszczania miedzi. Po procesie hutniczym miedź może być zanieczyszczona metalami, takimi jak np. cynk, złoto czy ołów. Wszystkie te metale mają praktyczne zastosowanie, dlatego też w trakcie procesu elektorafinacji wszystkie pozostałości są odpowiednio magazynowane i przerabiane w innych procesach.

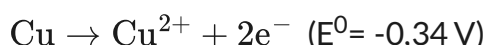


Proces elektrorafinacji miedzi

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

W procesie elektrorafinacji miedzi, anodą jest metaliczna miedź zanieczyszczona innymi metalami. Zanieczyszczenia przechodzą do roztworu lub wytrącają się pod postacią szlamu. Na anodzie zachodzi reakcja utleniania miedzi (oraz obecnych w metalu niektórych metalicznych zanieczyszczeń, których potencjał jest niższy niż potencjał miedzi). W roztworze elektrolitu znajdują się jony miedzi Cu^{2+} i aniony SO_4^{2-} .

Równanie reakcji zachodzącej na anodzie, czyli reakcji anodowej:



Gdy w anodzie obecne są metale takie jak cynk lub żelazo, zachodzą dodatkowe reakcje chemiczne:

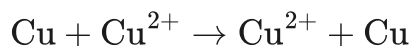


Zanieczyszczenia te przechodzą do roztworu w formie kationów. Jeżeli miedź zanieczyszczona jest innymi pierwiastkami szlachetnymi, takimi jak na przykład złoto o znacznie wyższym potencjale, metal ten wytrąca się do szlamu anodowego.

Na katodzie zachodzi reakcja redukcji (reakcja katodowa) opisana równaniem:



Sumaryczne równanie reakcji:



Napięcie w procesie elektrowyodrębnienia jest dobrane w taki sposób, aby pozostałe metale nie wytrącały się na katodzie. Możemy zauważyć, że w trakcie tego procesu masa katody zwiększa się. Zwiększenie napięcia mogłoby doprowadzić do procesów ubocznych, takich jak rozkład wody.

Zastosowania elektrowyodrębnienia

Metale pozyskane w wyniku oczyszczania metodą elektrowyodrębnienia wykazują się wysoką czystością (w trakcie procesu można usunąć 99% zanieczyszczeń). Dlatego też metale takie mogą być wykorzystywane w elektronice lub w jubilerstwie.

Słownik

elektroda

(gr. *ēlektron* „bursztyn”, *hodós* „droga”) chem. układ złożony z przewodnika elektronowego (metal, półprzewodnik), stykającego się z przewodnikiem jonowym (najczęściej ciekły elektrolit), w którym może przebiegać reakcja elektrodowa utleniania-redukcji

elektroliza

(gr. *ēlektron* „bursztyn”, *lýsis* „rozłożenie”) podstawowy proces elektrochemiczny, polegający na chemicznej przemianie składników elektrolitu, a często i materiału elektrod, przebiegającej 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, a przewodzenie prądu zawsze jest związane z transportem masy

woltomierz

przyrząd służący do pomiaru napięcia elektrycznego

amperomierz

przyrząd służący do pomiaru natężenia prądu elektrycznego

Bibliografia

Encyklopedia PWN

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

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

Symulacja interaktywna

Symulacja 1

Zapoznaj się z symulacją interaktywną i odpowiedz na pytania poniżej.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D4Z0tCQwV>

Symulacja interaktywna pt. „Elektroliza, w której elektrody są aktywne - oczyszczanie metali”.

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

Ćwiczenie 1

Wyjaśnij, dlaczego do elektrolitycznego otrzymywania miedzi, wykorzystuje się zakwaszony roztwór siarczanu(VI) miedzi(II).

Odpowiedź:

Ćwiczenie 2

Zapisz równania reakcji zachodzących na katodzie i anodzie w czasie oczyszczania żelaza metodą elektorafinacji.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij tekst wybierając prawidłowe określenie.

Elektrorefinacja polega na doczyszczeniu wstępnie oczyszczonych metali w obróbce hutniczej.

Po przyłożeniu do zestawu elektrorefinacyjnego składającego się z katody i anody, trafiają do roztworu w postaci kationów lub osadzają się w . Natomiast metal osadza się na . Tak oczyszczone metale cechują się czystością. Metale te można wykorzystywać w jak i w jubilerstwie.

gorącego elementu

wysoką

zanieczyszczenia

anodzie

elektronice

oczyszczony

niską

napięcia elektrycznego

zanieczyszczony

katodzie

szlamie anodowym

Ćwiczenie 2



Zaznacz, co jest katodą w trakcie elektrorefinacji.

☐ Platyna

☐ Węgiel

☐ Czysty chemicznie metal

☐ Oczyszczany metal

Ćwiczenie 3



Wybierz poprawne dokończenia poniższego zdania.

W wyniku przyłożenia zbyt dużego napięcia elektrycznego do elektrod podczas procesu elektrolizy może dojść do: ☐ rozpuszczenia metalu ☐ roztworzenia katody ☐

☐ elektrolizy wody ☐ napięcie elektryczne nie wpływa na proces elektrorafinacji ☐.

Ćwiczenie 4



Wybierz poprawne dokończenie poniższego zdania.

W trakcie elektrorafinacji masa katody:

☐ zmniejsza się.

☐ zwiększa się.

☐ jest stała.

☐ Żadne z powyższych

Ćwiczenie 5



Wybierz poprawne dokończenie poniższego zdania.

W trakcie elektrorafinacji masa anody:

☐ zmniejsza się.

☐ zwiększa się.

☐ jest stała.

☐ Żadne z powyższych.

Ćwiczenie 6



Zapisz równania reakcji chemicznych zachodzących w trakcie elektorafinacji miedzi na katodzie i anodzie.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Czy w wyniku elektorafinacji można uzyskać metaliczny sód? Odpowiedz i uzasadnij.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 8



Pewien metal wprowadzono do wodnego roztworu jego soli o wzorze MeSO_4 . Przeprowadzono proces elektorafinacji i zauważono, że w szlamie pojawił się biały osad. Którym z metali mogła być zanieczyszczona próbka? Odpowiedz i uzasadnij.

Au

☐

Pb

☐

Na

☐

Odpowiedź:



Szereg elektrochemiczny wybranych metali

Półogniwo	E°, V	Półogniwo	E°, V
Li / Li ⁺	-3,04	Ni / Ni ²⁺	-0,26
Ca / Ca ²⁺	-2,84	Sn / Sn ²⁺	-0,14
Mg / Mg ²⁺	-1,68	Pb / Pb ²⁺	-0,13
Al / Al ³⁺	-1,68	Fe / Fe ³⁺	-0,04
Mn / Mn ²⁺	-1,18	H ₂ /H ₃ O ⁺	0,00
Zn / Zn ²⁺	-0,76	Bi / Bi ³⁺	+0,31
Cr / Cr ³⁺	-0,74	Cu / Cu ²⁺	+0,34

Szereg elektrochemiczny wybranych metali

$\text{Fe} / \text{Fe}^{2+}$	-0,44	$\text{Ag} / \text{Ag}^{+}$	+0,80
$\text{Cd} / \text{Cd}^{2+}$	-0,40	$\text{Hg} / \text{Hg}^{2+}$	+0,85
$\text{Co} / \text{Co}^{2+}$	-0,28	$\text{Au} / \text{Au}^{3+}$	+1,50

/Źródło: A Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2010, J Sawiska, A. Janich-Kilian, W. Cejner-Mania, G. Urbańczyk, tablice chemiczne, Gdańsk 2001.

Próbkę miedzi poddano elektrorafinacji. W składzie tej próbki znajdowały się metale: cynk, żelazo, kadm, ołów, miedź i złoto. Odpowiedz na poniższe pytania.

- A. Który z pierwiastków przejdzie do roztworu jako pierwszy?
- B. Który z metali nie przejdzie do roztworu w postaci kationu?
- C. W jakiej formie występować będzie żelazo w mieszaninie poreaakcyjnej?

Odpowiedź:

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Marcin Sz. Małecki, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Elektroliza, w której elektrody są aktywne – oczyszczanie metali

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 proces elektorafinacji;
- przedstawia możliwe zastosowania elektorafinacji;
- pisze równania reakcji chemicznych zachodzących na elektrodach w trakcie procesu elektorafinacji.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

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

Formy pracy:

- praca zbiorowa;
- praca w grupach;
- 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 i wykorzystuje informacje zawarte we wprowadzeniu do e-materiału. Jak wpływa czystość metalu na jego przewodnictwo elektryczne?
2. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują na kartkach i gromadzą w portfolio.
3. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie przypominają, na czym polega proces elektrolizy.

Faza realizacyjna:

1. Doświadczenie chemiczne – „Usuwanie rdzy za pomocą elektrolizy”. Nauczyciel dzieli losowo uczniów na grupy, rozdaje karty pracy. Uczniowie wybierają odpowiednie szkło, sprzęt laboratoryjny oraz odczynniki chemiczne. Uczniowie samodzielnie formułują pytanie badawcze i hipotezę, rysują schemat doświadczenia i wykonują kolejno czynności podane w instrukcji (patrz materiały pomocnicze). Uczniowie obserwują zmiany podczas doświadczenia, zapisują równania reakcji chemicznych, wyciągają wnioski (wszystko zapisują w kartach pracy). Na forum całej klasy następuje weryfikacja pod względem merytorycznym zaprezentowanych przez liderów grup efektów pracy. Powrót do fazy wstępnej i skonfrontowanie podanej informacji przez uczniów. Nauczyciel wyjaśnia ewentualnie zaistniałe niezrozumiałe kwestie.

2. Uczniowie z nauczycielem omawiają procesy zachodzące w trakcie elektrolizy na elektrodach. Chętni uczniowie zapisują równania reakcji chemicznych jakie zaszły w trakcie eksperymentu na tablicy celem sprawdzenia ich poprawności zapisu.
3. Uczniowie zapoznają się z tekstem w e-materiale w sekcji „Przeczytaj” dotyczącym elektrorafinacji. Uczniowie układają pytania do tekstu, a po wyznaczonym czasie zadają je sobie nawzajem i udzielają odpowiedzi. Pozostali uczniowie i nauczyciel weryfikują poprawność merytoryczną odpowiedzi uczniów.
4. Nauczyciel poleca uczniom pracę w parach z symulacją interaktywną. Uczniowie proponują pytania badawcze i hipotezy na forum klasy do doświadczeń zaplanowanych w medium, a następnie wykonują doświadczenia. Chętna osoba może omówić ich przebieg na forum klasy. Uczniowie rozwiązują zadania zawarte w medium.
5. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale w sekcji „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie na planszy z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% zaznaczają cenkami 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 pozostałe ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Symulacja interaktywna może być wykorzystana w trakcie lekcji oraz jako pomoc przy odrabianiu zadania domowego, oraz przygotowywania się do pracy kontrolnej.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje planszę z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% do oceny stopnia opanowania zagadnień oraz cenki dla uczniów.
2. Doświadczenie chemiczne: „Usuwanie rdzy za pomocą elektrolizy”.

Szkło i sprzęt laboratoryjny: duże krystalizatory, przewody do elektrolizy (do ujemnego bieguna podłączony zardzewiały przedmiot; do dodatniego bieguna podłączona elektroda – np. grafit), źródło prądu (np. prostownik), bagietki szklane, łyżeczki.

Odczynniki chemiczne: zardzewiały gwóźdź stalowy, woda destylowana, soda oczyszczona.

Instrukcja wykonania:

- W krystalizatorze przygotuj roztwór sody oczyszczonej (do $\frac{3}{4}$ wysokości naczynia).
- Elektrody umieść w krystalizatorze z wodą naprzeciw siebie.
- Podłącz źródło prądu.
- Obserwuj zachodzące zmiany.

3. Karty charakterystyki substancji chemicznej.

4. Karta pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 69.00 KB w języku polskim