



Co to jest półogniwo?

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Animacja
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



W 2019 r. Nagrodę Nobla w dziedzinie chemii otrzymali John Goodenough, Michael Whittingham i Akira Yoshino, za rozwój baterii litowo-jonowych, bez których trudno byłoby wyobrazić sobie życie w obecnych czasach. Używa się ich przede wszystkim w naszych smartfonach oraz laptopach. Mają małą masę, więc nie zajmują dużo przestrzeni, a dostarczają energię potrzebną do funkcjonowania urządzeń elektrycznych, niepodłączonych do prądu. Bateria litowo-jonowa zbudowana jest z dwóch półogniw, które wspólnie tworzą ogniwo baterii. Pozostaje nam zadać pytanie – co to jest półogniwo?

Twoje cele

- Zdefiniujesz pojęcia: półogniwo, anoda, katoda, ogniwo galwaniczne, klucz elektrolityczny, SEM.
- Wyjaśnisz, czym jest szereg elektrochemiczny oraz potencjał standardowy półogniwa.
- Wyjaśnisz zasadę działania półogniwa.

Przeczytaj

[Elektrochemia](#) bada zależności między reakcjami redoks a zjawiskami fizycznymi, które wiążą się z przepływem prądu. Jeśli w roztworze jonów Cu^{2+} umieścisz sztabkę cynkową, to zaobserwujesz, jak pokryje się warstewką miedzi. Równocześnie jony cynku będą przechodzić do roztworu.

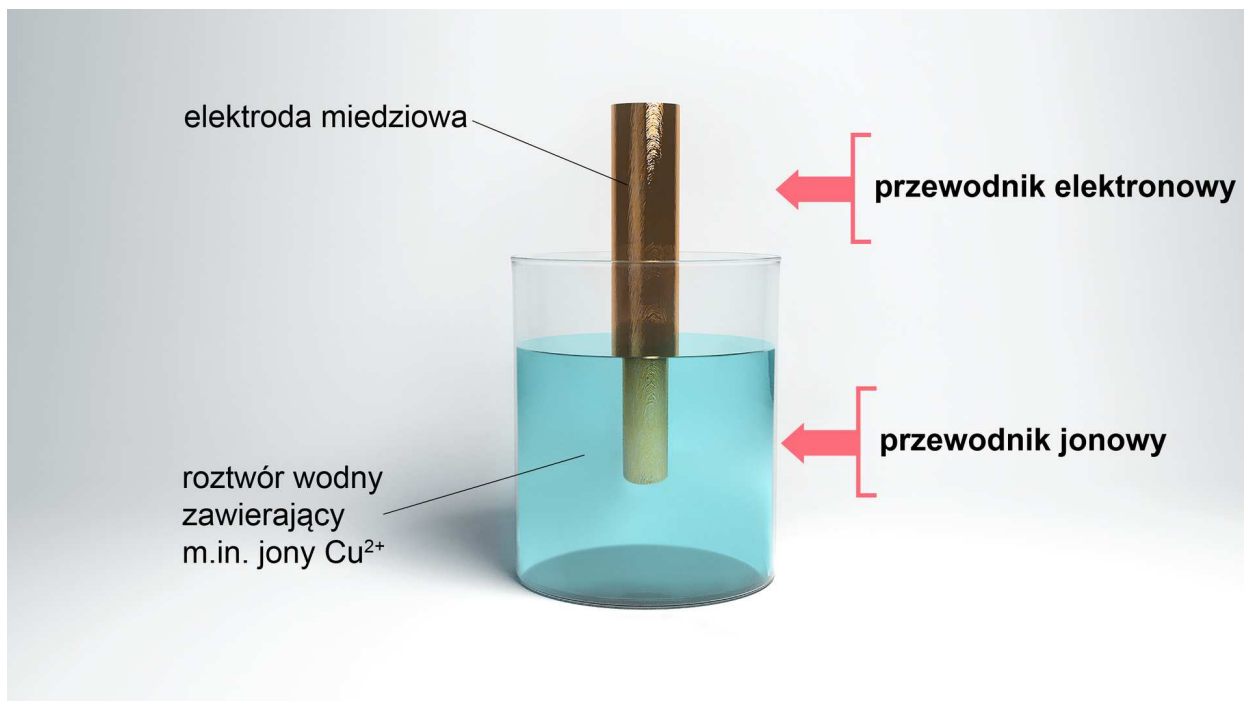
Półogniwa

Substancje przewodzące prąd elektryczny to [przewodniki](#). Można je podzielić w sposób przedstawiony na poniższym schemacie.

Podział przewodników

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

Układ złożony z bezpośrednio stykających się ze sobą przewodników, jonowych i elektronowych, to **półogniwo**. Jeśli metal styka się z roztworem, wówczas na ich granicy tworzy się podwójna warstwa elektryczna. Dzięki tej warstwie, złożonej z jonów [elektrolitu](#) i cząsteczek rozpuszczalnika, [elektroda](#) uzyskuje pewien potencjał elektryczny ([potencjał elektrody](#)), który zależy od rodzaju metalu, rodzaju elektrolitu i stężeń jonów w roztworze.



Schemat półogniwa

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

Ilościowo potencjał elektrody metalicznej określa **wzór Nernsta**, zapisany następująco:

$$E_{Me|Me^{n+}} = E^0_{Me|Me^{n+}} + \frac{2,303RT}{zF} \log[Me^{n+}]$$

gdzie:

- $E_{Me|Me^{n+}}$ – potencjał standardowy elektrody [V];
- R – uniwersalna stała gazowa $\left[\frac{\text{hPa} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right]$ lub $\left[\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right]$;
- T – temperatura [K];
- z – liczba elektronów biorących udział w reakcji elektrodowej;
- F – stała Faradaya ($96\,500 \frac{\text{C}}{\text{mol}}$);
- Me^{n+} – stężenie molowe jonów metalu w roztworze $\left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right]$.

Potencjał standardowy półogniwa $E^0_{Me|Me^{n+}}$ to potencjał półogniwa zbudowanego z metalu i zanurzonego w roztworze, w którym stężenie jonów potencjałotwórczych wynosi $1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$, a wszystkie gazy są pod ciśnieniem 1000 hPa w temperaturze 25°C (298 K). Jest on mierzony w stosunku do standardowej elektrody wodorowej.

Wzór Nernsta można zapisać w formie najbardziej ogólnej:

$$E_{Me|Me^{n+}} = E^0 + \frac{RT}{zF} \ln \frac{c_{(\text{utl.})}}{c_{(\text{red.})}}$$

gdzie:

- E^0 – potencjał standardowy elektrody;
- R – uniwersalna stała gazowa $\left[\frac{\text{hPa} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right]$ lub $\left[\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right]$;
- T – temperatura [K];
- z – liczba elektronów biorących udział w reakcji elektrodowej;
- F – stała Faradaya ($96\,500 \frac{\text{C}}{\text{mol}}$);
- $c_{(\text{utl.})}$ – stężenie molowe formy utlenionej substancji;
- $c_{(\text{red.})}$ – stężenie molowe formy zredukowanej substancji.

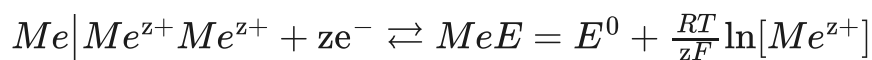
Poniższa tabela przedstawia sposoby podziału półogniw.

Półogniwa			
Podział ze względu na ładunek jonu biorącego udział w reakcji elektrodowej		Podział ze względu na uczestnictwo elektrody w reakcji elektrodowej	
odwracalne względem kationu	odwracalne względem anionu	elektroda bierze udział w reakcji elektrodowej	elektroda nie bierze udziału w reakcji elektrodowej
		półogniwa: – metaliczne – II rodzaju	półogniwa: – gazowe – redoks

Charakterystyka poszczególnych typów półogniw

Półogniwa metaliczne

Metal Me (jako elektroda biorąca udział w reakcji) zanurzony w roztworze swoich jonów Me^{z+} .



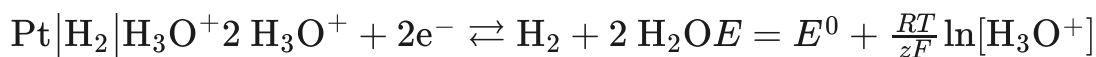
Półogniwo odwracalne względem kationów

Metal użyty w półogniwie metalicznym jako elektroda, nie może reagować w temperaturze pokojowej z wodą, co wyklucza używanie większości metali aktywnych.

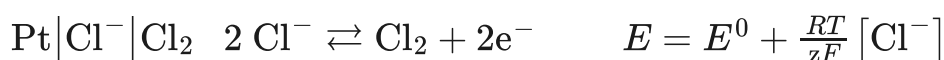
Półogniwa gazowe

Metal szlachetny (platyna) jako elektroda, która nie bierze udziału w reakcji elektrodowej, zanurzona w roztworze z jonami potencjałotwórczymi i omywana odpowiednim gazem, np.:

- półogniwo wodorowe (**półogniwo odwracalne względem kationu**):

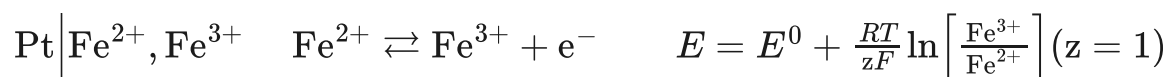


- półogniwo chlorowe:



Półogniwa redoks

Metal szlachetny (platyna), jako elektroda, która nie bierze udziału w reakcji elektrodowej, zanurzona w roztworze, który zawiera jony danego pierwiastka na różnych stopniach utlenienia, np.:

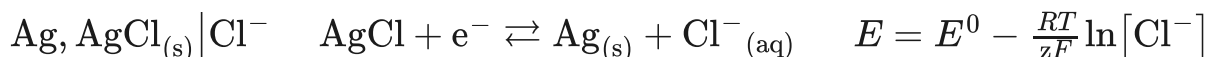


lub:



Półogniwa II rodzaju

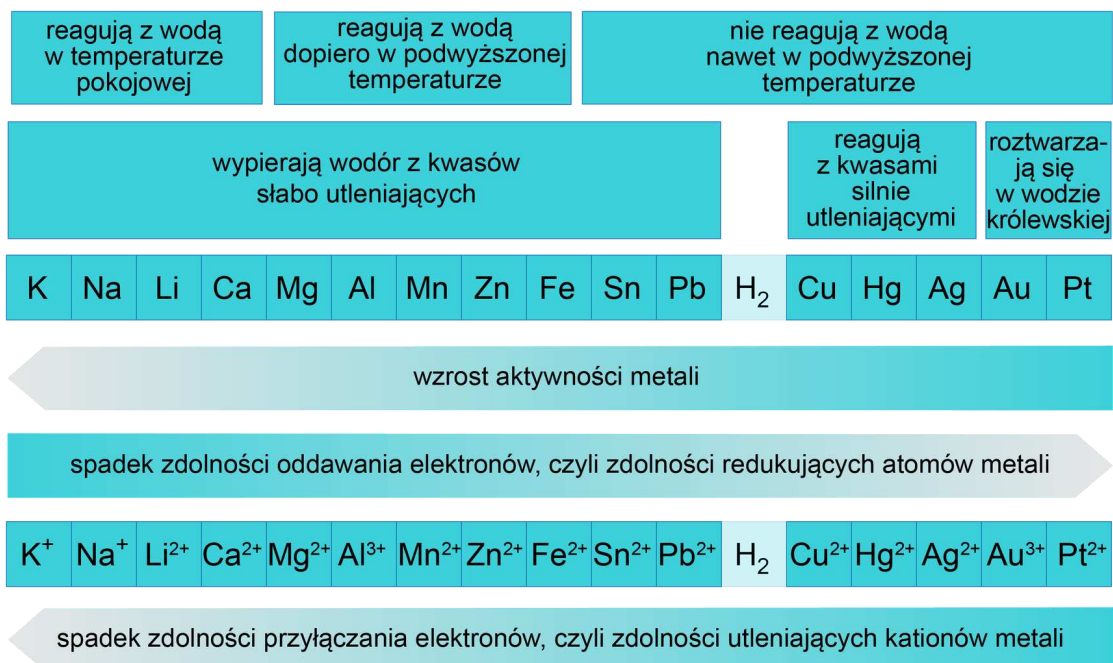
Płytką czystego metalu pokryta trudno rozpuszczalną solą tego metalu, zanurzona w roztworze o wspólnym anionie (**półogniwo odwracalne względem anionu**), np.:



Zestawienie standardowych potencjałów półogniw metalicznych, uporządkowanych według rosnących wartości, tworzy tzw. **szereg napięciowy metali**, w którym:

- ujemna wartość potencjału w szeregu wskazuje, że metal ma większą zdolność do utraty elektronów niż wodór (większą zdolność metalu do utleniania się) i jest silniejszym reduktorem;
- najbardziej aktywne metale znajdują się na początku szeregu napięciowego, a najmniej aktywne na końcu (metale szlachetne);
- metal bardziej aktywny wypiera metal mniej aktywny z roztworu jego soli;
- wraz ze wzrostem wartości potencjału rosną właściwości utleniające jonów metali;
- metale o ujemnym potencjale wypierają wodór z kwasów słabo utleniających.

Właściwości metali w szeregu napięciowym zmieniają się zgodnie z poniższym schematem.



Schemat zmian właściwości metali w szeregu napięciowym

Słownik

elektrochemia

dział chemii fizycznej; nauka zajmująca się współzależnością zjawisk elektrycznych i reakcji chemicznych

przewodniki

ciała dobrze przewodzące ciepło (przewodniki cieplne) lub prąd elektryczny (przewodniki elektryczne) w warunkach normalnych (temperatura 0 °C, ciśnienie 1013,25 hPa)

elektrolit

(gr. *ἤλεκτρον* „bursztyn”, *λυτός* „rozpuszczalny”) 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

elektroda

układ złożony z przewodnika elektronowego (metal, półprzewodnik), stykającego się z przewodnikiem jonowym (najczęściej ciekłym elektrolitem), w którym może przebiegać reakcja elektrodowa utleniania–redukcji

potencjał elektrody

charakterystyczna dla każdej elektrody (półogniwa) różnica potencjałów Galvaniego (potencjał elektryczny fazy) między fazami tworzącymi tę elektrodę (np. elektrolitem i metalem), która powstaje jako konsekwencja uformowania się elektrycznej warstwy podwójnej

Bibliografia

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2010.

Jones L., Atkins P., *Chemia ogólna. Cząsteczki, materia, reakcje*, tłum. J. Kuryłowicz, Warszawa 2012.

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

Animacja

Polecenie 1

Zapoznaj się z animacją. Zapamiętaj czym jest półogniwo oraz jakie są jego rodzaje, a następnie wykonaj ćwiczenia sprawdzające.

Wystąpił błąd

Animacja pt. „*Co to jest półogniwo?*”

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

Film nawiązujący do treści materiału - wyjaśnia, czym jest półogniwo.

Ćwiczenie 1

Ćwiczenie 2

Ćwiczenie 3

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Źródło: GroMar Sp. z o.o. na podstawie Krzeczowska M., Loch J., Mizera A., *Repetitorium chemia : Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Warszawa - Bielsko-Biała 2010, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 2



Zaznacz poprawną odpowiedź.

Ćwiczenie 3



Poniżej podano schematy różnych półogniw.

- $\text{Pt}|\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$
- $\text{Pt}|\text{Cl}^-|\text{Cl}_2$
- $\text{Pt}|\text{H}_2|\text{H}_3\text{O}^+$
- $\text{Cu}|\text{Cu}^{2+}$
- $\text{Ag}, \text{AgCl}|\text{Cl}^-$

Określ typ każdego półogniwa (ze względu na uczestnictwo elektrody w reakcji elektrodowej).

Ćwiczenie 4



Wiedząc, że półogniwa można podzielić na odwracalne względem kationu (I rodzaju) oraz odwracalne względem anionu (II rodzaju), podaj po jednym przykładzie takiego półogniwa.

Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Zaprojektuj doświadczenie, którego celem jest potwierdzenie faktu, że cynk jest bardziej aktywny od niklu. W tym celu narysuj schematyczny rysunek oraz zapisz obserwacje i wnioski. Wodne roztwory soli niklu są zielone.

Ćwiczenie 7



Siła elektromotoryczna poniższego ogniwa wynosi 0,60 V (warunki standardowe):



A. Napisz równania reakcji zachodzących na elektrodach (w półogniwach).

B. Oblicz potencjał standardowy półogniwa chromowego $\text{Cr} | \text{Cr}^{3+}$, jeśli potencjał półogniwa ołowiowego $E_{\text{Pb}^{2+}|\text{Pb}}^0 = -0,14\text{V}$.

Ćwiczenie 8



Zbudowano ogniwo złożone z dwóch półogniw redoks. Zdecyduj, jakie reakcje będą zachodziły na anodzie, a jakie na katodzie. Zapisz równanie reakcji katodowej i anodowej oraz sumaryczne równanie reakcji zachodzącej w czasie pracy ogniwa.

A.

Półogniwo	Równanie półokowe	Potencjał standardowy
I.	$\text{Cr}^{3+} + e^- \rightleftharpoons \text{Cr}^{2+}$	-0,42 V
II.	$\text{MnO}_2 + 4\text{H}_3\text{O}^+ + 2e^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 6\text{H}_2\text{O}$	+1,23 V

B.

Półogniwo	Równanie półokowe	Potencjał standardowy
I.	$\text{Cl}_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$	+1,36 V
II.	$\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^-$	-,94 V

Ćwiczenie 9



Potencjał półogniwa $E_{Me/Me^{n+}}$ w warunkach innych niż standardowe można obliczyć za pomocą wzoru Nernsta, który w uproszczeniu dla półogniwa metalicznego, można zapisać:

$$E_{Me|Me^{n+}} = E_{Me|Me^{n+}}^0 + \frac{2,303RT}{zF} \log [Me^{n+}]$$

gdzie $E_{Me|Me^{n+}}$ jest potencjałem półogniwa w warunkach standardowych, R to stała gazowa, F to stała Faradaya, z to liczba elektronów wymienianych w procesie elektrodowym, a $[Me^{n+}]$ to stężenie molowe jonów metalu w roztworze.

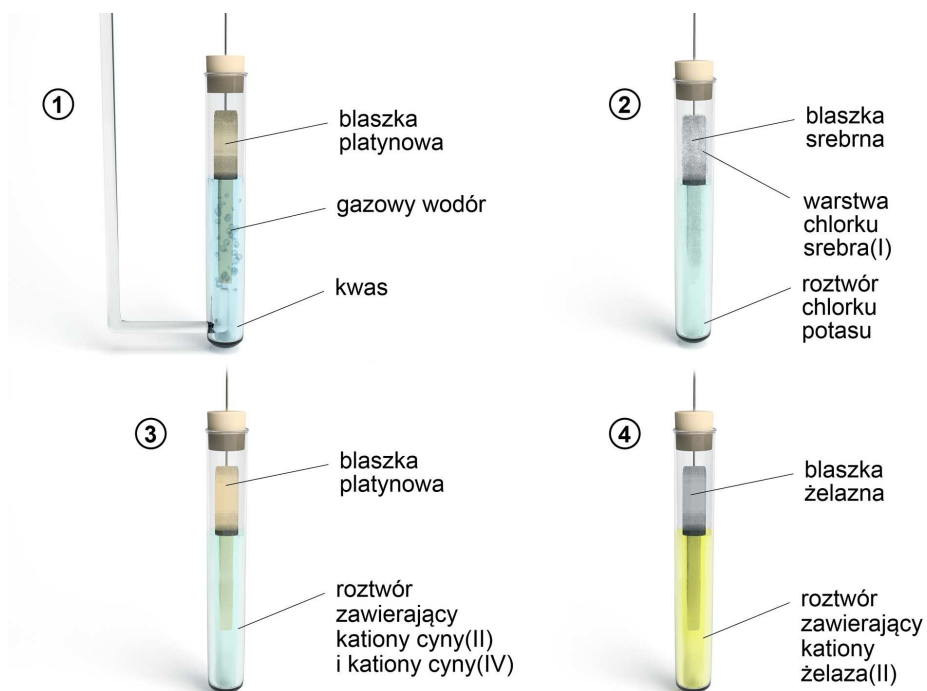
A. Oblicz potencjał półogniwa $Pb|Pb^{2+}$ w temperaturze 303 K i przy stężeniu jonów ołowiu(II) równym $0,01 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

B. Oblicz potencjał półogniwa $Fe|Fe^{3+}$ w temperaturze 293 K, jeśli stężenie jonów żelaza(III) w roztworze wynosi $0,001 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

Ćwiczenie 10



Obok przedstawiono schematyczne rysunki pewnych półogniw.



Schemat doświadczenia

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

Dla każdego półogniwa zapisz jego schemat, reakcję elektrodową oraz jego typ.

Dla nauczyciela

Autor: Gabriela Iwińska

Przedmiot: Chemia

Temat: Co to jest półogniwo?

Grupa docelowa:

Szkoła ponadpodstawowa, liceum ogólnokształcące, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

IX. Elektrochemia. Uczeń:

1) stosuje pojęcia: półogniwo, anoda, katoda, ogniwo galwaniczne, klucz elektrolityczny, potencjał standardowy półogniwa, szereg elektrochemiczny, SEM.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

IX. Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza. Uczeń:

1) stosuje pojęcia: półogniwo, anoda, katoda, ogniwo galwaniczne, klucz elektrolityczny; potencjał standardowy półogniwa, szereg elektrochemiczny, SEM.

Kształowane kompetencje kluczowe:

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

Cele operacyjne

Uczeń:

- definiuje pojęcia: półogniwo, anoda, katoda;
- wyjaśnia, czym jest szereg elektrochemiczny oraz potencjał standardowy półogniwa;
- wyjaśnia zasadę działania półogniwa.

Strategie nauczania:

- strategia asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- analiza materiału źródłowego oraz ćwiczenia uczniowskie;
- dyskusja;
- technika zdań podsumowujących;
- metoda JIGSAW;
- burza mózgów.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Prowadzący prosi uczniów, aby zgłaszali swoje propozycje pytań do tematu. Jedna osoba może zapisywać je na tablicy. Gdy uczniowie wyczerpią pomysły, a pozostały jakieś ważne kwestie do poruszenia, nauczyciel je dopowiada.
2. Nauczyciel czyta temat lekcji: „Co to jest półogniwo?” oraz cele i prosi uczniów lub wybraną osobę o sformułowanie kryteriów sukcesu.
3. Uczniowie poszukują odpowiedzi na zadane przez siebie pytania w pkt. pierwszym w e-materiale, w podręcznikach tradycyjnych oraz ewentualnie w internecie. Nauczyciel poszerza zdobyte informacje, tłumaczy niejasności lub koryguje błędne spostrzeżenia. Podopieczni mogą postawić następne pytania po zapoznaniu się z treścią „Przeczytaj”

Faza realizacyjna:

1. Praca metodą JIGSAW. Nauczyciel dzieli klasę na czteroosobowe grupy. Są to tzw. grupy eksperckie. Każdy uczestnik zostaje ekspertem, który w istotny sposób przyczyni się do sukcesu całej grupy. Każdy uczeń występuje w roli uczącego się i nauczającego. Zespoły otrzymują arkusze papieru i mazaki. Nauczyciel przydziela im różne zagadnienia do opracowania w ciągu 10 minut:

- I grupa: półogniwa metaliczne;
 - II grupa: półogniwo odwracalne względem kationów;
 - III grupa: półogniwa gazowe;
 - IV grupa: półogniwa redoks;
 - V grupa: półogniwa II rodzaju.
2. Każda grupa zapoznaje się z informacjami w ramach swojego zagadnienia, korzystając z e-materiałów (zwłaszcza informacje przedstawione na schemacie interaktywnym), podręcznika tradycyjnego oraz internetu. W opracowaniach grupy zwracają uwagę na budowę wewnętrzną, właściwości i zastosowanie podanych materiałów lub pierwiastków. Efektem pracy powinno być wspólne opracowanie na podstawie dyskusji oraz uczenia się nawzajem.
 3. Na umówiony znak uczniowie tworzą nowe grupy tak, aby w każdej nowej grupie znaleźli się eksperci z wszystkich pozostałych grup.
 4. Eksperci kolejno relacjonują to, czego nauczyli się w swoich pierwotnych grupach, czyli ekspert grupy I uczy pozostałych tego, czego się nauczył sam przed chwilą itd. Uczący uczestnicy przekazują wiedzę pozostałym uczniom. Każda z grup w ten sposób zapoznaje się z całym materiałem przewidzianym do realizacji na danej jednostce lekcyjnej (czas ok. 10 min).
 5. Eksperci wracają do swoich pierwotnych grup, konfrontują zdobytą wiedzę, uzupełniają, sprawdzają, czy wszyscy posiadają zbieżne informacje w omawianych kwestiach (czas ok. 7 minut).
 6. Uczniowie pracują samodzielnie z symulacją interaktywną w medium bazowym i wykonują zamieszczone tam ćwiczenia.

Faza podsumowująca:

1. 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 nauczyłem/łam...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

1. Uczniowie wykonują zadania zawarte w zestawie ćwiczeń – nierozwiązane podczas lekcji.

Materiały pomocnicze:

- K. H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wanninger, *Nowoczesne kompendium chemii*, tłum. A. Dworak, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2014.

- L. Jones, P. Atkins, *Chemia ogólna : cząsteczki, materia, reakcje*, tłum. J. Kuryłowicz, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

- Medium „Animacja” może być wykorzystane jako pomoc podczas przygotowywania się do lekcji o temacie: „Co to jest półogniwo?” oraz do sprawdzianu.