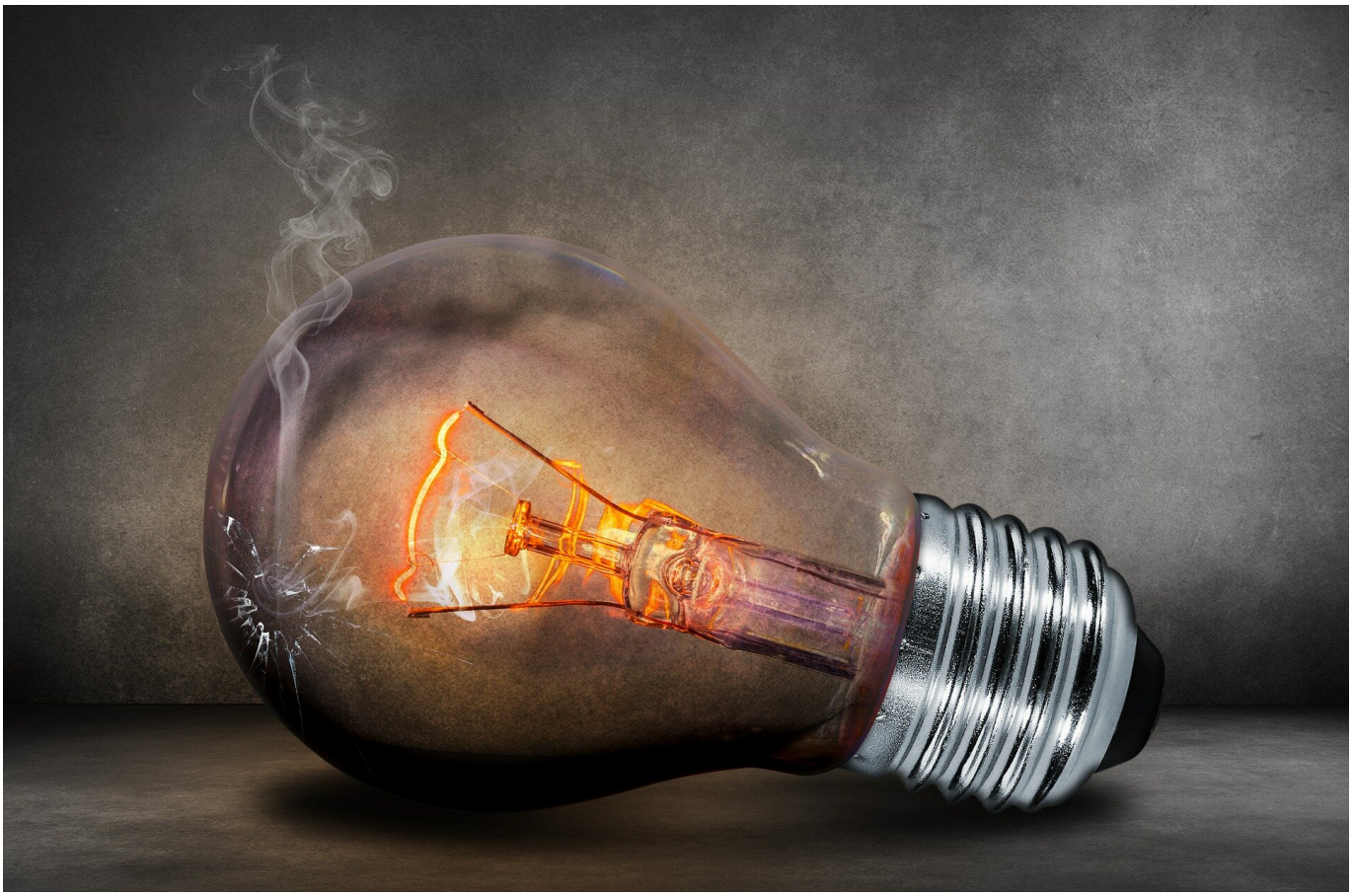
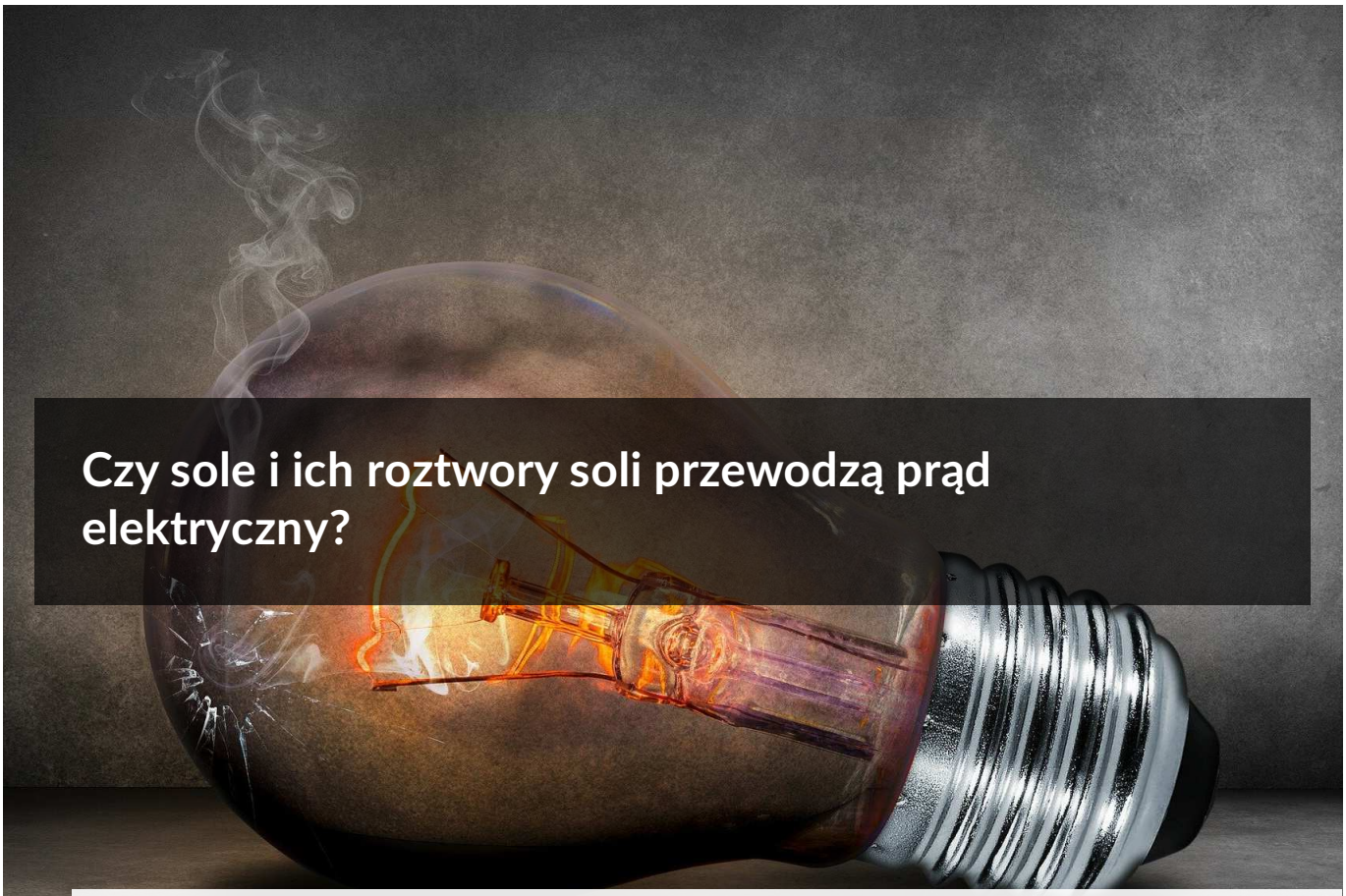


Czy sole i ich roztwory soli przewodzą prąd elektryczny?

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Symulacja interaktywna
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Czy sole i ich roztwory soli przewodzą prąd elektryczny?

W skład zestawu do badania przewodzenia prądu elektrycznego przez sole może wchodzić żarówka.
Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Według Arrheniusa zdolność przewodzenia prądu elektrycznego przez wodne roztwory elektrolitów wynika z obecności cząstek obdarzonych ładunkiem. Czy sole również mogą być nośnikiem ładunku elektrycznego? Czy Twoim zdaniem wszystkie sole przewodzą prąd elektryczny? W jaki sposób to sprawdzisz?

Twoje cele

- Wyjaśnisz, w jakiej postaci sole przewodzą prąd elektryczny.
- Zapiszesz równania procesów utleniania i redukcji zachodzących podczas elektrolizy stopionych soli.
- Przy pomocy symulacji interaktywnej zbadasz zjawisko przewodzenia prądu elektrycznego przez sole i ich roztwory.

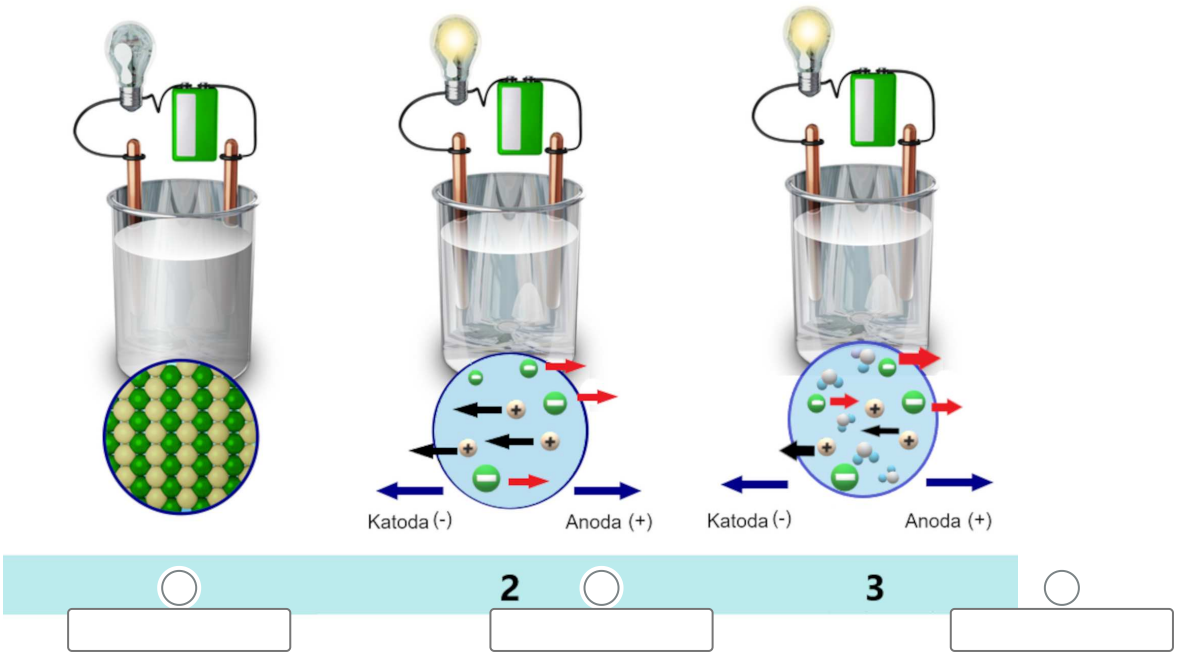
Przeczytaj

Kiedy sól przewodzi prąd elektryczny?

Koniec XIX wieku przyniósł wiele dowodów na to, że roztwory wielu związków nieorganicznych (np. soli) przewodzą prąd elektryczny. Związki te nazywano elektrolitami. W jaki sposób można wyjaśnić to zjawisko? Czy jedynie roztwory soli są zdolne do **przewodzenia prądu elektrycznego**?

Polecenie 1

Przeprowadzono doświadczenie, w którym badano zdolność chlorku sodu (tzw. soli kuchennej) do przewodzenia prądu elektrycznego. Spójrz na poniższą ilustrację i określ, w której zlewce (1-3) analizowano zdolność do przewodzenia prądu przez: wodny roztwór NaCl, stały krystaliczny NaCl, stopiony NaCl. Następnie zapisz wnioski z doświadczenia.



wodny roztwór NaCl | kryształy NaCl | stopiony NaCl

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

Wnioski:

Dlaczego sól kuchenna w postaci kryształów nie przewodzi prądu elektrycznego, a jej roztwór lub forma stopiona przewodzi?

Stały NaCl

Kryształy NaCl składają się z naładowanych różnoimiennie jonów dodatnich (kationów) i ujemnych (anionów), które zajmują określone położenia w strukturze sieci krystalicznej i w stanie stałym nie mogą ich opuszczać (chociaż mogą wykonywać drgania). Siłą utrzymującą sieć krystaliczną NaCl razem są oddziaływania elektrostatyczne wiązania jonowego. Sieć krystaliczna NaCl nie zawiera więc ruchliwych jonów, zdolnych do poruszania się pomiędzy elektrodami i przewodzenia prądu elektrycznego. Z tego względu nie obserwujemy zaświeconej żarówki.

Stopiony NaCl

W czasie ogrzewania stałego chlorku sodu, dochodzi do jego stopienia – sieć krystaliczna rozpada się i jony, które zajmowały do tej pory określone położenia w sieci krystalicznej, mogą poruszać się swobodnie w stanie ciekłym.

$$\mathrm{NaCl} \xrightarrow{\text{stapianie}} \mathrm{Na^+ + Cl^-}$$

Kiedy w ciekłym, czyli stopionym chlorku sodu umieścimy elektrody i podłączymy je do źródła energii, to przez niego zacznie przepływać prąd elektryczny. Aniony chlorkowe będą zbliżać się do anody (elektrody dodatniej), oddając jej elektrony i ulegając utlenieniu.

Anoda (+):

$$\mathrm{2\ Cl^- - 2\ e^- \rightarrow Cl_2 \uparrow}$$

Z kolei do katody (elektrody ujemnej) zbliżać się będą kationy sodu i będą ulegać na tej elektrodzie redukcji, pobierając z niej elektrony.

Katoda (-):

$$\mathrm{Na^+ + e^- \rightarrow Na}$$

Procesowi przepływu prądu przez stopioną sól towarzyszą zatem efekty chemiczne – na anodzie wydziela się gazowy chlor, a na katodzie metaliczny sód. Proces ten nazywamy elektrolizą.

Równanie sumaryczne elektrolizy:

$$\mathrm{2\ NaCl \rightarrow 2\ Na + Cl_2 \uparrow}$$

Roztwór wodny NaCl

W roztworze wodnym chlorek sodu ulega dysocjacji elektrolitycznej i rozpada się na jony dodatnie (kationy) i jony ujemne (aniony). Proces dysocjacji elektrolitycznej można przedstawić równaniem:

$$\mathrm{NaCl} \xrightarrow{\mathrm{H_2O}} \mathrm{Na^+ + Cl^-}$$

Podczas rozpuszczania stałego chlorku sodu, jego sieć krystaliczna zostaje rozerwana, a poszczególne jony, solawatowane (otaczane) przez cząsteczki wody, mogą swobodnie poruszać się w roztworze. Roztwór taki przewodzi zatem prąd elektryczny. Co istotne, w roztworze wodnym mamy do czynienia z tzw. „podwójnym prądem". Aniony poruszają się w przeciwnym kierunku niż kationy, a pola elektryczne różnoimiennie naładowanych jonów oddziałują na siebie.

Elektoliza roztworu chlorku sodu prowadzi do otrzymania gazowych produktów. Na anodzie (elektrodzie dodatniej) zachodzi proces utlenienia anionów chlorkowych, czego produktem jest gazowy chlor.

Anoda (+):

$$\mathrm{2\ Cl^- - 2\ e^- \rightarrow Cl_2 \uparrow}$$

Natomiast, na katodzie (elektrodzie ujemnej) zachodzi proces redukcji wody, w wyniku którego otrzymywany jest gazowy wodór.

Katoda (-):

$$\mathrm{H_2O + 2\ e^- \rightarrow H_2 \uparrow + 2\ OH^-}$$

W procesie elektrolizy wodnego roztowu chlorku sodu otrzymuje się zatem gazowy chlor i wodór oraz zdysocjowany wodorotlenek sodu.

Równanie sumaryczne elektrolizy:

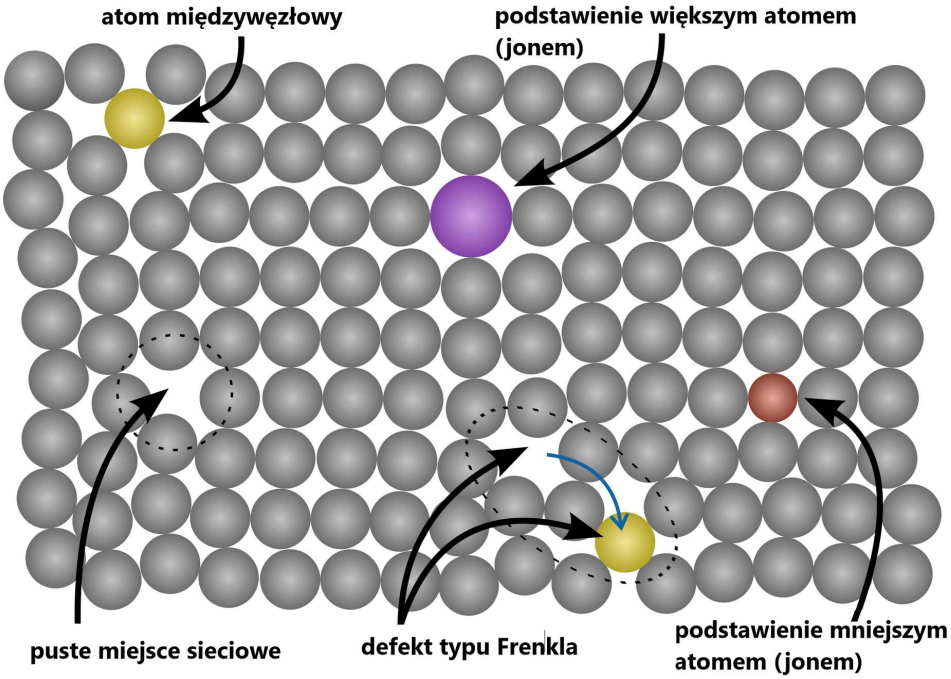
$$\mathrm{2\ Na^+ + 2\ Cl^- + 2\ H_2O \rightarrow 2\ Na^+ + 2\ OH^- + Cl_2 \uparrow + H_2 \uparrow}$$

> **Ciekawostka**
>
> Większość soli w ciele stałym nie przewodzi prądu elektrycznego. Istnieje jednak grupa stałych soli, które charakteryzują się wysokim przewodnictwem jonowym. Są to tzw.

przewodniki superjonowe, których przewodnictwo może być nawet tak duże, jak roztworów wodnych elektrolitów.

Jak wiadomo, w ciele stałym soli ruch jonów (prócz drgań wokół położenia równowagi) jest niemożliwy – są one bowiem uwięzione w sieci krystalicznej. Wprawdzie w kryształach przewodników superjonowych występują również wiązania jonowe, jednak dzięki tzw. **defektom sieci krystalicznej** jony mogą się poruszać. Do przewodników superjonowych zalicza się m.in. jodek srebra w temperaturze powyżej 420 K (faza β), w którym jony srebra mogą swobodnie przemieszczać się między większymi jonami jodkowymi.

Przewodniki superjonowe są wykorzystywane m.in. w konstrukcji ogniw paliwowych.



Defekty punktowe w dwuwymiarowej sieci krystalicznej. Defekt Frenkla powstaje w wyniku przejścia części kationów z położeń równowagowych w węzłach sieci do położeń międzywęzłowych.
Źródło: dostępny w internecie: wikipedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.

Większość soli w stanie stałym praktycznie nie przewodzi prądu elektrycznego. Dobrym przewodnictwem elektrycznym cechują się za to roztwory wodne soli oraz sole w postaci stopionej, z uwagi na obecność ruchliwych jonów.

Słownik

elektrolit

(gr. *ēlektron* „bursztyn”, *lytós* „rozpuszczalny”) związek chemiczny, który ulega procesowi rozpadu na jony pod wpływem wody i jest zdolny do przewodzenia prądu elektrycznego; gdy jest całkowicie zdysocjowany, mówimy o elektrolicie mocnym

wiązanie jonowe

elektrostatyczne oddziaływanie między przeciwnie naładowanymi jonami, powstające wskutek przeniesienia elektronu (elektronów) z atomu pierwiastka mniej elektroujemnego do atomu pierwiastka bardziej elektroujemnego

dysocjacja elektrolityczna

(łac. *dissociatio* „rozdzielenie") proces rozpadu związków chemicznych (kwasów, wodorotlenków, soli) w roztworach, na dodatnio i ujemnie naładowane cząstki, tj. jony, pod wpływem działania rozpuszczalnika

Bibliografia

Bieniek G., *Chemia doświadczenia chemiczne w zadaniach. Trening przed maturą*, Kraków 2007.

Czerwiński A., Czerwińska A., Jelińska-Kazimierczuk M., Kuśmierczyk K., *Chemia 1*, Warszawa 2002.

Encyklopedia PWN

Jagodziński P., Wolski R., *Aspekty Metodyczne eksperymentów chemicznych. Szkoła ponadgimnazjalna. Nowa podstawa programowa*, cz. 2, Warszawa 2013.

Litwin M., Styka-Wlazło Sz., Szymońska J., *To jest chemia 2. Chemia organiczna. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego i technikum. Zakres rozszerzony*, Warszawa 2016.

Symulacja interaktywna

Symulacja 1

Przy pomocy symulacji zbadaj przewodnictwo elektryczne soli w postaci stałej, stopionej oraz w roztworach wodnych. Wybierz z listy odpowiednią sól i sprawdź, kiedy żarówka się świeci.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/Dgv7BSESD

Symulacja interaktywna pt. *"Czy sole przewodzą prąd elektryczny w stanie stałym, stopionym i w roztworze wodnym?"*

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

Ćwiczenie 1

Ćwiczenie 2

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:

Ćwiczenie 1

Ćwiczenie 2

Ćwiczenie 3

Ćwiczenie 4

Ćwiczenie 5

Metaliczny ołów można otrzymać metodą elektrolizy stopionego bromku ołowiu(II).

Przeanalizuj poniższy rysunek i ustal, które jony poruszają się w kierunku elektrody ujemnej, a które w kierunku elektrody dodatniej. Zaznacz strzałką na rysunku kierunek poruszania się jonów. Następnie zapisz równania procesów redukcji i utleniania, które zachodzą na elektrodach.

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

Ćwiczenie 6

Wykonano elektrolizę stopionego chlorku potasu. Podpisz elektrody i przedstaw spodziewane obserwacje z doświadczenia. Następnie zapisz równania procesów redukcji i utleniania, które zachodzą na elektrodach.

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

Ćwiczenie 7

W zlewce, która zawierała $30\ \mathrm{cm}^3$ wody destylowanej, uczeń zanurzył dwie elektrody grafitowe. Następnie połączył je ze źródłem prądu (bateryjką) oraz żarówką, po czym rozpuścił w wodzie niewielką ilość bromku sodu. Po wykonaniu tych czynności zaobserwował, że żarówka się zaświeciła.

Zapisz wnioski z doświadczenia.

Ćwiczenie 8

I prawo elektrolizy mówi, że masa substancji wydzielonej na elektrodzie w wyniku procesu elektrolizy jest wprost proporcjonalna do ładunku przepływającego przez elektrolit.

$$m = k \cdot I \cdot t = k \cdot Q$$

gdzie:

k – równoważnik elektrochemiczny;

$$k = \frac{M}{n \cdot F}$$

M – masa molowa substancji wydzielona na elektrodzie $\left[\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}\right]$;

n – liczba elektronów wymieniana w reakcji połówkowej;

F – stała Faradaya – $96500\ \left[\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{mol}}\right]$;

I – natężenie prądu $[\mathrm{A}]$;

t – czas trwania elektrolizy $[\mathrm{s}]$;

m – masa substancji wydzielonej na elektrodzie $[\mathrm{g}]$;

Q – ładunek elektryczny $[\mathrm{C}]$ $(Q = I \cdot t)$.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Agata Jarszak-Tyl, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Czy sole i ich roztwory soli przewodzą prąd elektryczny?

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego, 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:

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:

- wyjaśnia, dlaczego sole przewodzą prąd elektryczny;
- zapisuje równania procesów utleniania i redukcji zachodzących podczas elektrolizy stopionych soli;
- przy pomocy symulacji interaktywnej bada zjawisko przewodzenia prądu elektrycznego przez sole.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- symulacja interaktywna;
- sketchnotka;
- tarcza strzelnicza.

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;
- podręcznik.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wyświetla okładkę e-materiału, na której widoczna jest żarówka, po czym zadaje pytania ze wstępu do lekcji: Według Arrheniusa zdolność przewodzenia prądu elektrycznego przez wodne roztwory elektrolitów wynika z obecności cząstek obdarzonych ładunkiem. Czy sole również mogą być nośnikiem ładunku elektrycznego? Czy Waszym zdaniem wszystkie sole przewodzą prąd elektryczny? W jaki sposób to sprawdzicie?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się odpowiedzieć na postawione pytania:

- Jak zbudowane są sole?
- W jaki sposób przebiega dysocjacja elektrolityczna soli?

3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują na kartkach i gromadzą w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel prosi uczniów, by wyjaśnili, kiedy sól kuchenna przewodzi prąd elektryczny. W tym celu mają przeanalizować samodzielnie tekst zamieszczony

w e-materiale w sekcji „Przeczytaj”. Informuje uczniów, że w trakcie analizy mają zwrócić uwagę też na schematy. Uczniowie wykonują samodzielnie polecenie 1. w sekcji „Przeczytaj” e-materiału, które jest podsumowaniem analizowanego tekstu. Po wyznaczonym czasie chętny uczeń podaje wnioski z doświadczenia.
2. Nauczyciel poleca uczniom pracę w parach z symulacją interaktywną, w której mają sprawdzić zdolność do przewodzenia prądu elektrycznego przez sole oraz wykonać ćwiczenia załączone do medium. Po wyznaczonym czasie chętni uczniowie na forum klasy podają odpowiedzi.
3. Uczniowie wykonują w zeszytach samodzielnie sketchnotki. Po wyznaczonym czasie chętni uczniowie prezentują efekty swojej pracy na forum klasy.
4. Na zakończenie lekcji uczniowie pracują w parach z częścią „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują zadania w parach w kolejności od najtrudniejszych. Po każdym przeczytanym poleceniu nauczyciel daje uczniom określony czas na zastanowienie się, a następnie chętny uczeń z danej pary udziela odpowiedzi. Reszta uczniów ustosunkowuje się do niej, proponując swoje pomysły. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej.

Faza podsumowująca:

1. Tarcza strzelnicza. Celem tej metody jest bardzo szybkie uzyskanie informacji zwrotnej. Uczniowie na tarczy strzelniczej zawieszonej w sali lekcyjnej, z użyciem cenek, zaznaczają w skali od 0 do 10 swoje „strzały”. Koło można podzielić na części, w których oceniać można różne aspekty pracy, np. przydatność, atrakcyjność, stopień trudności materiału, zaangażowanie uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia wynikający z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, itp. Nauczyciel może odnieść się do tego ogólnie na podsumowanie.

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Nauczyciel może wykorzystać medium w sekcji „Symulacja interaktywna” do pracy przed lekcją. Uczniowie zapoznają się z jego treścią i przygotowują do pracy na zajęciach w ten sposób, żeby móc samodzielnie rozwiązać zadania w temacie. Uczniowie nieobecni na lekcji medium mogą wykorzystać do samokształceniu w celu uzupełnienia luk kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje planszę z tarczą strzelniczą oraz cenki dla uczniów.
2. Podręczniki do dyspozycji na lekcji:

- P. A. Cox, *Chemia nieorganiczna. Krótkie wykłady*, Warszawa 2012.
- A. Bielański, *Podstawy Chemii Nieorganicznej*, t. 2, Warszawa 2010.