



Obliczenia na podstawie praw elektrolizy?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Obliczenia na podstawie praw elektrolizy?

Puszki do napojów wykonane są z aluminium. Jednym ze sposobów otrzymywania glinu jest zastosowanie elektrolizy.

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

Świat funkcjonuje dzięki prawom i regułom, które pomagają zrozumieć pewne zagadnienia lub przewidzieć zachodzące zjawiska. W przeciwieństwie do praw i reguł ustanawianych przez ludzi, nie stanowią one żadnej umowy, nie są tworzone w razie potrzeby, lecz są przez nas odkrywane. Jakie to prawa i jakie informacje dzięki nim można uzyskać? O tym dowiesz się w poniższym materiale.

Twoje cele

- Przedstawisz prawa elektrolizy w postaci wzorów.
- Określisz jednostki parametrów stosowanych w prawach elektrolizy.
- Wykorzystasz prawa elektrolizy w rozwiązywaniu zadań.

Przeczytaj

Prawa elektrolizy

W tym miejscu warto przypomnieć, czym są prawa elektrolizy. Podstawowe prawa elektrolizy zostały sformułowane przez Michaela Faraday'a. Określają one związek pomiędzy ładunkiem elektrycznym, przepływającym przez roztwór, a masą substancji wydzielonej na elektrodach w wyniku oddziaływania ładunków z substancją.

I prawo elektrolizy

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;
- **I** – natężenie prądu elektrycznego [A];
- **t** – czas trwania elektrolizy [s];
- **m** – masa substancji wydzielonej na elektrodzie [g];
- **Q** – ładunek elektryczny [C] ($Q = I \cdot t$).

II prawo elektrolizy

Masy różnych substancji wydzielone na elektrodach podczas przepływu jednakowego ładunku elektrycznego są proporcjonalne do ich równoważników elektrochemicznych.

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{k_1}{k_2}$$

gdzie:

- **m₁** – masa pierwszej substancji wydzielonej na elektrodzie;
- **m₂** – masa drugiej substancji wydzielonej na elektrodzie;
- **k₁** – równoważnik elektrochemiczny pierwszej substancji;
- **k₂** – równoważnik elektrochemiczny drugiej substancji.

Obliczenia na podstawie praw elektrolizy

$$m = k \cdot I \cdot t = k \cdot Q = \frac{M}{n \cdot F} \cdot Q$$

$$I \cdot t = Q$$

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

gdzie:

- m – masa substancji wydzielona na elektrodzie [g];
- k – równoważnik elektrochemiczny;
- I – natężenie prądu elektrycznego [A];
- t – czas trwania elektrolizy [s];
- Q – ładunek elektryczny [C];
- M – masa molowa wydzielonej substancji [$\frac{\text{g}}{\text{mol}}$];
- n – liczba moli elektronów biorących udział w reakcji;
- F – stała Faradaya ($96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}}$).

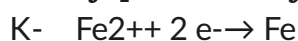
Ważne!

Pamiętaj, że $1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s}$

Przykład 1

Oblicz masę żelaza wytworzonego w ciągu doby na katodzie podczas elektrolizy wodnego roztworu chlorku żelaza(II) FeCl_2 prowadzonej prądem o natężeniu 5 A.

Etap 1. Zapis równania katodowej reakcji połowicznej tworzenia produktu



Oznacza to, że 2 mole elektronów biorą udział w reakcji.

Etap 2. Wypisanie danych

$M_{\text{Fe}} = 56 \text{ g/mol}$

$n = 2$

$I = 5 \text{ A}$

$t = 24 \text{ h} = 24 \cdot 3600 \text{ s} = 86400 \text{ s}$

$m_{\text{Fe}} = ?$

Etap 3. Podstawienie do wzoru

$$m = M_{\text{Ni}} \cdot F \cdot I \cdot t = 56 \text{ g/mol} \cdot 96500 \text{ C/mol} \cdot 5 \text{ A} \cdot 86400 \text{ s}$$

$$m = 125 \text{ g} \cdot \text{A} \cdot \text{s} / \text{C} = 125 \text{ g} \cdot \text{A} \cdot \text{s} / \text{A} \cdot \text{s} = 125 \text{ g}$$

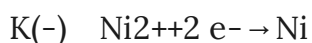
Odpowiedź

W ciągu doby na katodzie wytworzyło się 125 g żelaza.

Przykład 2

Jak długo musi przepływać prąd o natężeniu 4 A przez 300 cm³ elektrolitu NiSO₄ o stężeniu 0,2 M, aby nikiel wydzielił się z niego całkowicie?

Etap 1. Zapis równania katodowej reakcji połowicznej tworzenia produktu



Etap 2. Wypisanie danych

$$M_{\text{Ni}} = 59 \text{ [g/mol]}$$

$$n = 2$$

$$I = 4 \text{ A}$$

$$V = 300 \text{ cm}^3 = 0,3 \text{ dm}^3$$

$$C_{\text{NiSO}_4} = 0,2 \text{ M} = 0,2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$m_{\text{Ni}} = ?$$

$$t = ?$$

Etap 3. Wyznaczenie masy wydzielonego niklu

0,2 mola NiSO₄ znajduje się w 1 dm³ roztworu

x mol NiSO₄ znajduje się w 0,3 dm³ roztworu

$$x = \frac{0,2 \text{ mol} \cdot 0,3 \text{ dm}^3}{1 \text{ dm}^3} = 0,06 \text{ mol}$$

1 mol NiSO₄ to 59 g Ni

0,06 mola NiSO₄ to y g Ni

$$y = 0,06 \text{ mol} \cdot 59 \text{ g/mol} = 3,54 \text{ g}$$

Etap 4. Przekształcenie wzoru i podstawienie danych

$$m = \frac{M}{n \cdot F} \cdot I \cdot t$$

$$t = \frac{m \cdot n \cdot F}{M \cdot I}$$

$$t = 3,54 \text{ g} \cdot 2 \cdot 96500 \text{ C/mol} / 59 \text{ g/mol} \cdot 4 \text{ A} = 2895 \text{ s}$$

$$t = 2895 \text{ s} = 48 \text{ min } 15 \text{ s}$$

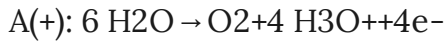
Odpowiedź

Prąd musi przepływać przez 2 895 s (48 minut i 15 sekund).

Przykład 3

Jaki ładunek musi przepłynąć przez wodny roztwór siarczanu(VI) miedzi CuSO_4 , aby na anodzie wydzielilo się 450 cm^3 tlenu O_2 ?

Etap 1. Zapis równania anodowej reakcji połowicznej tworzenia produktu



Etap 2. Obliczenie masy wydzielonego tlenu

$$M_{\text{tlenu}} = 32 \text{ g/mol}$$

$$V = 450 \text{ cm}^3 = 0,45 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ mol O}_2 - 22,4 \text{ dm}^3 - 32\text{g}$$

$$0,45 \text{ dm}^3 - x$$

$$x = 0,45 \text{ dm}^3 \cdot \frac{32 \text{ g}}{22,4 \text{ dm}^3} = 0,64 \text{ g}$$

Etap 3. Wypisanie danych

$$M_{\text{O}_2} = 32 \text{ g/mol}$$

$$n = 4$$

$$m_{\text{O}_2} = 0,64 \text{ g}$$

$$Q = ?$$

Etap 4. Przekształcenie wzoru i podstawienie danych

$$m = \frac{M}{n \cdot F} \cdot Q$$

$$Q = m \cdot n \cdot F \cdot M = 0,64 \text{ g} \cdot 4 \cdot 96500 \text{ C/mol} \cdot 32 \text{ g/mol} = 7720 \text{ C}$$

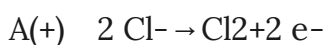
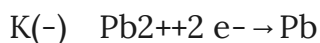
Odpowiedź

Przez roztwór musi przepłynąć ładunek 7720 C.

Przykład 4

Podczas elektrolizy stopionego PbCl_2 na anodzie wydzielilo się $0,672 \text{ dm}^3$ chloru w warunkach normalnych. Ile gramów ołowiu wydzielilo się na katodzie?

Etap 1. Zapis równania katodowej reakcji połowicznej tworzenia produktu



Etap 2. Wypisanie danych

$$M_{\text{Pb}} = 207 \text{ g/mol}$$

$$n = 2$$

$$V_{\text{Cl}_2} = 0,672 \text{ dm}^3$$

$$m_{\text{Pb}} = ?$$

Etap 3. Obliczanie liczby moli wydzielonego na anodzie chloru

$$1 \text{ mol Cl}_2 - 22,4 \text{ dm}^3$$

$$x \text{ moli Cl}_2 - 0,672 \text{ dm}^3$$

$$x = \frac{1 \text{ mol} \cdot 0,672 \text{ dm}^3}{22,4 \text{ dm}^3} = 0,03 \text{ mol}$$

Etap 4. Obliczanie liczby moli wydzielonego na katodzie ołowiu

$$1 \text{ mol Pb} - 1 \text{ mol Cl}_2$$

$$y \text{ mol Pb} - 0,03 \text{ mol Cl}_2$$

$$y = \frac{1 \text{ mol} \cdot 0,03 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} = 0,03 \text{ mol}$$

Etap 5. Obliczanie masy ołowiu wydzielonej na katodzie

$$1 \text{ mol Pb} - 207 \text{ g}$$

$$0,03 \text{ mol Pb} - m$$

$$m = 0,03 \text{ mol} \cdot 207 \text{ g/mol} = 6,21 \text{ g}$$

Odpowiedź

Na katodzie wydzielilo się 6,21 g ołowiu.

Przykład 5

Ile moli chromu i srebra wydzielili się na katodzie, jeżeli przez roztwór zawierający 1 mol $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ i 1 mol AgNO_3 podczas elektrolizy przepuszczono ładunek 3 F? Pamiętaj, że jednostka F, czyli faradaj, to jednostka ładunku elektrycznego równa ładunkowi jednego mola elektronów.

1 F to $96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}}$. Jeżeli przez roztwór przepływa ładunek 1 F to na elektrodzie:

- Dla jonów jednododatnich lub jednoujemnych – wydziela się 1 mol tych jonów.
- Dla jonów dwudodatnich lub dwuujemnych – wydziela się $\frac{1}{2}$ mola tych jonów.
- Dla jonów trójdotatnich lub trójujemnych – wydziela się $\frac{1}{3}$ mola tych jonów.

W roztworze znajdują się jony jednododatnie Ag^+ i trójdotatnie Cr^{3+} . Srebro ma wyższy potencjał standardowy (0,8 eV) niż chrom (-0,9 eV), co oznacza, że srebro wydzielili się na katodzie jako pierwsze. Do wydzielenia na katodzie 1 mola srebra potrzeba ładunku 1 F. Po wydzieleniu się srebra, pozostaje ładunek 2 F (3 F - 1 F).

Do wydzielenia na katodzie 1 mola chromu potrzeba 3 F, a dostępny jest tylko 2 F. Z tego wynika, że chromu wydzielili się 0,67 mola.

$$1 \text{ mol Cr} - 3 \text{ F}$$

$$x - 2 \text{ F}$$

$$x = \frac{1 \text{ mol} \cdot 2 \text{ F}}{3 \text{ F}} = 0,67 \text{ mol}$$

Odpowiedź: Po przepuszczeniu ładunku 3 F wydzielili się 1 mol srebra i 0,67 mola chromu.

Słownik

elektrolit

substancja jonowa przewodząca prąd elektryczny

elektroliza

proces polegający na przemianach chemicznych przebiegających na elektrodach pod wpływem przepływu prądu elektrycznego przez elektrolit

równoważnik elektrochemiczny

miara liczności materii odpowiadająca ilości substancji uczestniczącej w reakcji elektrochemicznej (redukcji lub utlenienia) wywołanej przepływem ładunku 1 kulomba (C)

Bibliografia

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

Klimaszewska M., *Chemia od A do Z - repetytorium - matura, egzaminy na wyższe uczelnie*, Warszawa 1996.

Litwin M., Styska-Wlazło Sz., Szymońska J., *To jest chemia 1. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego i technikum. Zakres rozszerzony*, Warszawa 2012.

Film samouczek

Polecenie 1

Zapoznaj się z filmem samouczkiem, a następnie udziel odpowiedzi na poniższe pytania.

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/Df0kmaqJns>

Film samouczek pt. „Obliczenia na podstawie praw elektrolizy”

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

Film nawiązujący do treści materiału „Obliczenia na podstawie praw elektrolizy”.

Ćwiczenie 1

Jakie parametry można obliczyć, korzystając z praw elektrolizy? Podaj jednostki tych parametrów.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 2

Ile srebra wydzieli się podczas elektrolizy wodnego roztworu AgNO_3 , prowadzonej prądem o natężeniu 1 A przez 20 minut?

Rozwiązanie oraz 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



Zaznacz prawidłowe informacje

☐ t =czas trwania elektrolizy [C], I =natężenie prądu elektrycznego [s]

☐ I =natężenie prądu elektrycznego [A], Q =ładunek elektryczny [C]

☐ M =masa molowa wydzielonej substancji [g/mol], t =czas trwania elektrolizy[s]

☐ I =ładunek elektryczny [A], M =masa molowa wydzielonej substancji [g/mol]

Ćwiczenie 2



Równoważnik elektrochemiczny wyraża się jako:

☐ $I \cdot t$

☐ $\frac{M}{n \cdot F}$

☐ $\frac{M}{n \cdot F} \cdot Q$

☐ $k \cdot Q$

Ćwiczenie 3



Stała Faradaya wynosi:

☐ 10000 C

☐ 22,4 dm³

☐ 8140 A

☐ 96500 $\frac{\text{C}}{\text{mol}}$

Ćwiczenie 4



Przyporządkuj, jaki ładunek Faradaya (F) musi przepłynąć przez roztwór, aby na katodzie wydzielł się dany pierwiastek.

roztwór 1 mola Sn⁴⁺

1 F

roztwór 2 mola Fe³⁺

4 F

roztwór 2 mola Sn⁴⁺

2 F

roztwór 1 mola Sn²⁺

6 F

roztwór 0,5 mola Sn²⁺

8 F

Ćwiczenie 5



Oblicz, ile gramów ołowiu wydzieli się na katodzie w procesie elektrolizy stopionego roztworu chlorku ołowiu(II), prowadzonej prądem o natężeniu 2 A w czasie 140 minut.

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



Oblicz, ile gram chloru wydzieli się na anodzie w wyniku elektrolizy stopionego chlorku sodu, jeżeli na katodzie wydzielili się 23 gramy 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 7



Jak długo należy przepuszczać prąd o natężeniu 1000 A przez roztwór Al_2O_3 w kriolicie, aby otrzymać 250 g glinu?

Odpowiedź:

Ćwiczenie 8



Jak długo musi trwać elektroliza 2 moli siarczanu(VI) miedzi(II) zasilana prądem o natężeniu 6 A, aby na anodzie w warunkach normalnych wydzieliło się 33 dm^3 tlenu.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 9



Jaki ładunek musi przepłynąć przez roztwór, aby na katodzie wydzielilo się 6300 cm^3 wodoru 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.

Ćwiczenie 10



W wyniku przepływu prądu o natężeniu 4 A w ciągu 20 minut przez roztwór pewnej soli zawierającej dwudodatni kation metalu na katodzie, wydzielilo się $1,625 \text{ g}$ tego metalu. Co to za pierwiastek?

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 11



Ile gram magnezu wydzielili się w trakcie 3 godzinnej elektrolizy stopionego chlorku magnezu prądem o natężeniu $1,5 \text{ A}$, jeżeli wydajność elektrolizy wynosi 80%? Zapisz równania reakcji zachodzące na katodzie i anodzie.

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: Agata Krzak, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Obliczenia na podstawie praw elektrolizy.

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:

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:

- przedstawia prawa elektrolizy w postaci wzorów;
- wymienia stosowane w prawach elektrolizy parametry oraz ich jednostki;
- wykorzystuje prawa elektrolizy w rozwiązywaniu różnych typów zadań.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- ćwiczenia uczniowskie;
- film samouczek;
- analiza materiału źródłowego;

- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje uczniom przykładowe pytania: jakie reakcje zachodzą na katodzie i anodzie? Jakie produkty powstają w wyniku elektrolizy wodnego oraz stopionego chlorku sodu?
2. Rozpoznanie wiedzy wstępnej uczniów. Uczniowie starają się odpowiedzieć na pytanie: jakie prawa elektrolizy można wykorzystać w obliczeniach?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Film samouczek. Nauczyciel wyświetla na tablicy multimedialnej film samouczek, który przedstawia przykłady rozwiązywania zadań przy wykorzystaniu praw elektrolizy. Na podstawie filmu uczniowie wykonują sketchnotatkę w zeszytach. Zapisują również po dwa pytania do filmu („Czemu...?”, „Dlaczego...?”). Po wyświetleniu filmu wybrani uczniowie podsumowują informacje uzyskane z filmu, kierując się swoją notatką. Następnie uczniowie wspólnie (z pomocą nauczyciela) odpowiadają na pytania postawione po obejrzeniu filmu.
2. Praca w parach. Uczniowie odpowiadają na pytania zadane do filmu samouczka. Potem reprezentanci przedstawiają swoje wyniki. W przypadku innych odpowiedzi lub wątpliwości uczniowie, którzy udzielili poprawnej odpowiedzi wyjaśniają rozwiązanie polecenia.
3. Uczniowie pracują w parach z częścią „Sprawdź się”, a w dalszej kolejności wykonują zadania. Nauczyciel może wyświetlić treść poleceń na tablicy multimedialnej. Po każdym przeczytanym poleceniu nauczyciel 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.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów. Uczniowie na sklerotkach zapisują w skali od 1-6 w jakim stopniu zrozumieli dane zadanie. W przypadku dużej liczby niższych cyfr, nauczyciel jeszcze raz wyjaśnia niezrozumiałe kwestie. Jeżeli noty są mieszane, to uczniowie, którzy lepiej zrozumieli dane zagadnienie wyjaśniają je uczniom z wątpliwościami.
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie zamieszczają w swoim portfolio:

- Dziś nauczyłem/łam się, że...
- Łatwe było dla mnie...
- Trudności sprawiło mi...
- Zaskoczyło mnie...
- Wiadomości przedstawione na lekcji były podane w ... sposób.

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Film samouczek może zostać wykorzystany przy przygotowywaniu się ucznia do sprawdzianu lub do zdobycia wiedzy w razie nieobecności ucznia na lekcji. Film może zostać użyty także jako podsumowanie lekcji.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje sklerotki.
2. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Co to jest elektroliza?
 - Ile gramów miedzi wydzieli się na katodzie platynowej podczas elektrolizy wodnego roztworu $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ prądem o natężeniu 2A w czasie 9650 sekund?
3. Literatura dla chętnych uczniów:
 - http://sylwester_stepniak.users.sggw.pl/Z_31.pdf
 - <https://wme-z1.pwr.edu.pl/wp-content/uploads/2019/10/Elektroliza-aparat-Hoffmana.pdf>
 - <http://chemia.wpt.kpswjg.pl/semestr2/temat3/temat3.html>