



W jaki sposób rozтворzyć miedź, srebro i złoto?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Wirtualne laboratorium – S](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



W jaki sposób roztworzyć miedź, srebro i złoto?

Ze złota wykonuje się biżuterię.

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

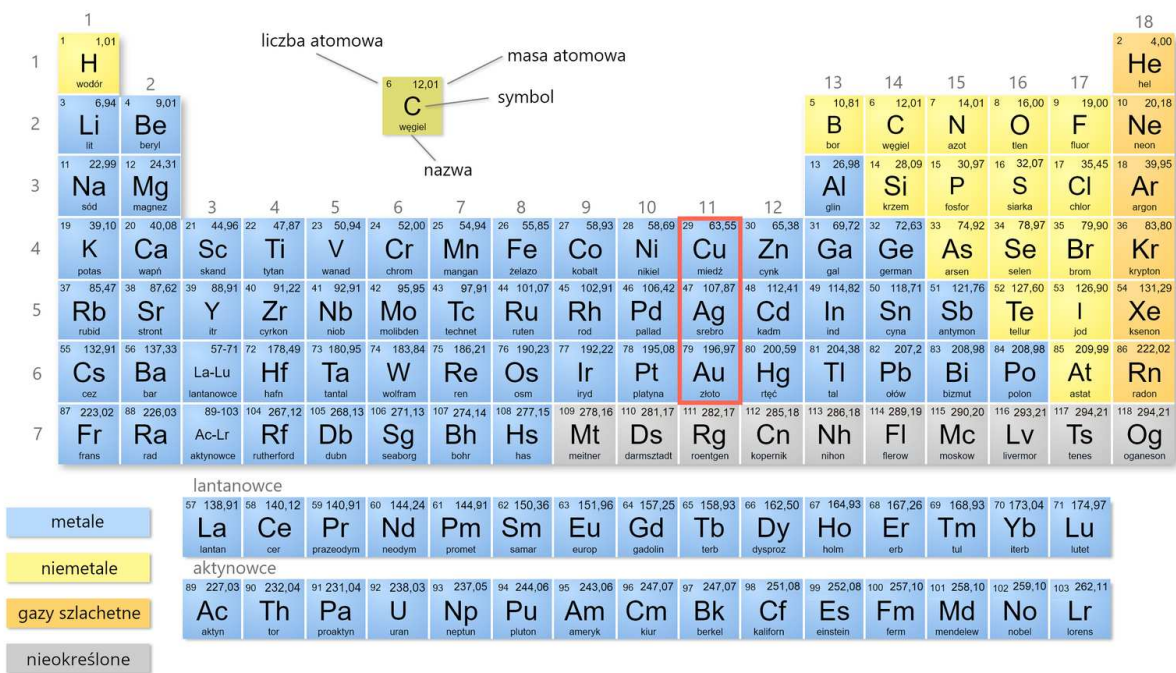
To było spokojne i słoneczne popołudnie, niczym się nie wyróżniało. Zegar powoli zbliżał się ku godzinie 18, co pozwoliłoby zamknąć salon jubilerski, znajdujący się w jednej z wąskich uliczek pewnego europejskiego miasta. Wtem do salonu nieśmiało weszła pewna młoda dama. Kilka dni wcześniej otrzymała od swojego męża złotą bransoletkę z okazji rocznicy ślubu. Zauważyła, że na nadgarstku zaczęły pojawiać się zielone smugi. „Czy to złoto?” – niepewnie zapytała starszego mężczyznę znajdującego się w salonie. Ten z uśmiechem spojrzał w stronę młodej kobiety. Czy mąż rzeczywiście obdarował swoją ukochaną złotem? Na to pytanie znajdziesz odpowiedź w tym materiale.

Twoje cele

- Wyjaśnisz różnice w reaktywności miedzi, srebra i złota.
- Zapiszesz równanie reakcji chemicznej pomiędzy złotem a wodą królewską.
- Zapiszesz równania reakcji chemicznych miedzi i srebra z kwasami utleniającymi.
- Korzystając z wirtualnego laboratorium, wykonasz eksperyment, w wyniku którego roztworzysz miedź, srebro i złoto.

Przeczytaj

W jaki sposób roztworzyć miedź, srebro i złoto?



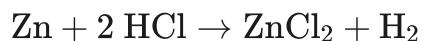
Układ okresowy z zaznaczoną grupą miedziowców

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

Miedź, srebro i złoto znajdują się w 11 grupie układu okresowego. Miedź zaliczana jest do **metali półszlachetnych**, natomiast srebro i złoto do **metali szlachetnych**. Pierwiastki te wykazują dodatnie **potencjały standardowe**, przez co nie reagują z kwasami, które nie wykazują silnych właściwości utleniających.

Reakcja połówkowa	Potencjał standardowy (E°)
$\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	0,34 V
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$	0,80 V
$\text{Au}^{3+} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Au}$	1,42 V

Reakcje metali z kwasami nieutleniającymi zachodzą tylko wtedy, gdy ich potencjały standardowe są ujemne. W wyniku reakcji metalu o potencjale standardowym ujemnym z kwasem nieutleniającym wydziela się wodór, którego potencjał standardowy z zasady równy jest 0. Przykładem może być reakcja cynku z kwasem solnym.



Metale o dodatnich potencjałach standardowych mogą natomiast reagować tylko z kwasami utleniającymi. W wyniku reakcji metalu, o dodatnim potencjale standardowym z kwasem utleniającym, metal utlenia się, natomiast reszta kwasowa redukuje się do odpowiednich tlenków.

Porównując potencjały standardowe, możemy zauważyć, że reaktywność miedziowców maleje w dół grupy. Tłumaczy to również zaliczenie miedzi do grupy metali półszlachetnych.

Jednym z najsilniejszych nieorganicznych kwasów utleniających jest kwas azotowy(V) – HNO_3

W wyniku reakcji rozcieńczonego HNO_3 z metalami zachodzi następująca reakcja chemiczna:

Reakcja połówkowa	Potencjał standardowy (E°)
$\text{NO}_3^- + 4 \text{H}_3\text{O}^+ + 3 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO} + 6 \text{H}_2\text{O}$	0,96 V

W przypadku zastosowania stężonego kwasu azotowego(V), jako produkt redukcji powstawałby tlenek azotu(IV). Potencjał standardowy takiej reakcji wynosi 0,8 V. Redukcja atomu azotu może również prowadzić do powstania azotu cząsteczkowego lub jonów amonowych.

Jak łatwo zauważyć, potencjał standardowy powyższej reakcji jest równy 0,96 V, więc jest on wyższy niż potencjał standardowy dla miedzi czy srebra. Dlatego też kwas azotowy(V) może reagować z metaliczną miedzią ($E^\circ = 0,34 \text{ V}$), jak i metalicznym srebrem ($E^\circ = 0,80 \text{ V}$). Potencjał standardowy złota jest zdecydowanie wyższy ($E^\circ = 1,42 \text{ V}$), przez co złoto nie będzie reagowało z kwasem azotowym(V). Należy jednak pamiętać, że potencjały standardowe zależą od stężeń reagentów i mogą się wraz z nimi zmieniać.

Rozpatrzmy to na przykładzie:

Polecenie 1

Zapisz w formie cząsteczkowej równanie reakcji srebra z rozcieńczonym kwasem azotowym(V).

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

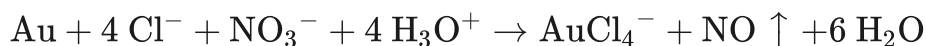
Co to jest woda królewska?

Złoto można **roztworzyć** w tzw. wodzie królewskiej. Woda królewska (z łaciny „aqua regia” – oznacza dosłownie wodę królewską. Woda królewska wywodzi swoją nazwę od alchemików, którzy opracowali roztwór, będący w stanie rozpuścić metale szlachetne. Jest to mieszanina stężonych kwasów – solnego (chlorowodorowego) i azotowego(V) w stosunku 3 : 1, a więc 3 objętości stężonego kwasu chlorowodorowego i 1 objętość stężonego kwasu solnego. Woda królewska wykazuje silne właściwości utleniające, przez co może rozpuszczać większość metali w układzie okresowym już w warunkach temperatury pokojowej.



Woda królewska niedługo po przygotowaniu

Reakcja chemiczna pomiędzy złotem a wodą królewską, w zależności od źródła, może zachodzić na różne sposoby. Poniżej przedstawiono dwa z nich:



lub:



Reakcja połówkowa	Potencjał standardowy (E°)
$\text{AuCl}_4^- + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Au} + 4 \text{Cl}^-$	1,00 V

Porównując potencjały standardowe, możemy zauważyć, że roztwarzanie złota w wodzie królewskiej jest termodynamicznie preferowane. W wyniku tej reakcji chemicznej powstaje anion kwasu tetrachlorozłotowego(III) – AuCl_4^- , tlenek azotu(II) oraz woda.

Dlatego też, wracając do pytania zawartego we wstępie, złoto jest wysoce stabilnym i niskoreaktywnym metalem. Roztwarza się w wodzie królewskiej. Złoto na skórze mogłoby ulegać reakcji utleniania tylko wtedy, gdyby nasze komórki potowe wytwarzałyby właśnie wodę królewską. Starszy jubiler wiedział, że najprawdopodobniej biżuteria podarowana kobiecie nie była do końca czystym złotem. Podobnie do złota, dopiero z wodą królewską reaguje inny metal szlachetny – platyna.

Słownik

roztwarzanie

przechodzenie substancji stałej do roztworu w wyniku zachodzącej reakcji chemicznej

potencjał standardowy

siła elektromotoryczna, wytworzona przez metal zanurzony w roztworze swojej soli względem elektrody wodorowej, której potencjał standardowy równy jest 0; potencjał można określić standardowym, jeżeli stężenie jonu wynosi $1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$

metale szlachetne

zwyczajowa nazwa metali będących wysoce odpornych chemicznie; zalicza się do nich: ruten, rod, pallad, platynę, osm, iryd, srebro i złoto; są to metale, które mają dodatni potencjał standardowy

metale półszlachetne

metale o niskiej reaktywności, jednakże wyższej niż metale szlachetne; są to metale, które mają dodatni potencjał standardowy

Bibliografia

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, t. 2, Warszawa 2012.

Encyklopedia PWN

Harris H. H., *Is it real gold?*, „Journal of Chemical Education”, t. 76, nr 2, 1999.

Wirtualne laboratorium – S

Laboratorium 1

Czy wiesz, w jaki sposób można rozтворzyć miedź, srebro oraz złoto? Wiesz, jakich wyników można się spodziewać? W poniższym wirtualnym laboratorium będziesz mógł sprawdzić, jak wykonać taki eksperyment. W dzienniku spróbuj opisać ten eksperyment. Zapisz hipotezę, zanotuj swoje obserwacje i wyniki, a następnie zapisz wnioski.

W wirtualnym laboratorium należy przygotować wodę królewską (40 cm^3). Pamiętaj, że jest to mieszanina stężonych kwasów: chlorowodorowego oraz azotowego(V) w stosunku objętościowym 3 : 1.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/Dk4jhF56>

Wirtualne laboratorium pt. *W jaki sposób rozтворzyć miedź, srebro i złoto?*

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

Analiza eksperymentu: Roztwarzanie miedzi, srebra i złota.

Problem badawczy: Czy miedź, srebro i złoto rozтворzają się w kwasie azotowym(V), kwasie chlorowodorowym oraz w wodzie królewskiej?

Hipoteza:

Sprzęt laboratoryjny:

Odczynniki chemiczne:

Przebieg eksperymentu:

Obserwacje:

Wyniki:

Wnioski:

Równanie reakcji chemicznej:

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



Połącz w pary poniższe pojęcia z ich wyjaśnieniem.

metale szlachetne

metale o niskiej reaktywności, jednakże wyższej niż metale szlachetne. Są to metale, które mają dodatni potencjał standardowy

roztwarzanie

przechodzenie substancji stałej do roztworu w wyniku zachodzącej reakcji chemicznej

potencjał standardowy

zwyczajowa nazwa metali będących wysoce odpornych chemicznie. Metale o dodatnim potencjale standardowym

metale półszlachetne

siła elektromotoryczna, wytworzona przez metal zanurzony w roztworze swojej soli względem elektrody wodorowej, której potencjał standardowy równy jest 0,0 V

Ćwiczenie 2



Zaznacz poprawną odpowiedź.

Czym jest woda królewska?

- ☐ Mieszanina kwasów azotowego(V) i solnego (chlorowodorowego)
- ☐ Woda królewska jest mieszaniną dwóch kwasów. Jeden należy do najsilniejszych kwasów tlenowych, drugi natomiast należy do kwasów beztlenowych i występuje m.in. w żołądku człowieka
- ☐ Mieszanina wodorotlenków wapnia i litu
- ☐ Woda do mycia wyrobów ze złota i srebra

Ćwiczenie 3



Zaznacz poprawną odpowiedź.

Jak zmienia się reaktywność w grupie miedziowców?

- ☐ Maleje w dół grupy.
- ☐ Maleje w górę grupy.
- ☐ Rośnie w dół grupy.
- ☐ Nie zmienia się.

Ćwiczenie 4



Zaznacz poprawną odpowiedź.

Jakiego kwasu należy użyć, aby rozpuścić srebro?

☐ kwasu węglowego

☐ kwasu azotowego(V)

☐ kwasu bromowodorowego

☐ kwasu solnego (chlorowodorowego)

Ćwiczenie 5



Uzupełnij luki, tak aby powstało równanie reakcji złota z wodą królewską.



5

4

2

6

H_3O^+

$\text{NO} \uparrow$

ClO^-

NO_3^-

N_2O_5

Ćwiczenie 6



Zapisz równanie reakcji miedzi ze stężonym kwasem azotowym(V). Współczynniki dobierz, stosując metodę bilansu elektronowego.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Czy mając do dyspozycji stężony roztwór kwasu azotowego(V), będziesz w stanie rozróżnić biżuterię mosiężną (stop miedzi i cynku) od biżuterii złotej? Odpowiedź uzasadnij.

Ćwiczenie 8



Korzystając z potencjałów standardowych, wyjaśnij różnice w reaktywności metali z grupy miedziowców z rozcieńczonym roztworem kwasu azotowego(V).

Reakcja półokowa	Potencjał standardowy (E°)
$\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	0,34 V
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$	0,80 V
$\text{Au}^{3+} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Au}$	1,42 V
$\text{NO}_3^- + 4 \text{H}_3\text{O}^+ + 3 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO} + 6 \text{H}_2\text{O}$	0,96 V

Ćwiczenie 9



Ile gramów srebra należy użyć, aby otrzymać 15 g azotanu(V) srebra(I) w wyniku reakcji srebra z rozcieńczonym kwasem azotowym(V). W obliczeniach przyjmij, że reakcja zachodzi ze 100% wydajnością. Wynik zaokrąglaj z dokładnością do jednego miejsca po przecinku.

Skorzystaj z kalkulatora mas molowych:

Oblicz

np. H₂SO₄

Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DSN6Zt0Nn>

Kalkulator pozwala na obliczenie mas jedynie niektórych typów połączeń. W przypadku wprowadzenia do kalkulatora wzoru związku zawierającego nawias lub zapis jonowy, kalkulator może działać nieprawidłowo.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Marcin Sz. Małecki, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: W jaki sposób roztworzyć miedź, srebro i złoto?

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego, liceum, technikum, zakres rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Uczeń:

6) przewiduje kierunek przebiegu reakcji utleniania-redukcji na podstawie wartości potencjałów standardowych półogniw; pisze odpowiednie równania reakcji.

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 różnice w reaktywności miedzi, srebra i złota;
- zapisuje równania reakcji chemicznych pomiędzy złotem a wodą królewską;
- zapisuje równania reakcji chemicznych miedzi i srebra z kwasami utleniającymi;
- korzystając z wirtualnego laboratorium, wykonuje eksperyment, w wyniku którego roztwarza miedź, srebro i złoto.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- praktyczna.

Metody i techniki nauczania:

- pogadanka;
- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- wirtualne laboratorium
- ćwiczenia uczniowskie;
- technika bateria.

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.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wyświetla okładkę e-materiału. Następnie prosi chętnego ucznia o przeczytanie na głos tekstu we wprowadzeniu. Uczniowie dyskutują wraz z nauczycielem jakie jest rozwiązanie zagadki. Uczniowie zapisują swoje odpowiedzi na kartkach.
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 starają się wyjaśnić na czym polega roztwarzanie metali.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy multimedialnej układ okresowy pierwiastków chemicznych. Prosi uczniów o wskazanie 11. grupy układu okresowego. Uczniowie wymieniają pierwiastki znajdujące się w grupie 11. oraz wyjaśniają, jak zmieniają się właściwości pierwiastków w grupie na przykładzie reaktywności. Wyjaśniają to na podstawie potencjałów standardowych. Zaistniałe niezrozumiałe kwestie wyjaśnia na forum klasy nauczyciel.
2. Nauczyciel omawia z uczniami reakcje kwasów utleniających z metalami grupy 11. W przypadku napotkania trudności uczniowie mogą wesprzeć się e-materiałem

w sekcji „przeczytaj”. Wyjaśnia jakie związki powstają. Omawia z uczniami, do którego stopnia utlenienia utleniają się metale i dlaczego złoto nie reaguje. Następnie omawia z uczniami reaktywność złota względem wody królewskiej. Uczniowie wykonują polecenie nr 1 zawarte w e-materiale w sekcji „Przeczytaj”. Chętny uczeń zapisuje przebieg reakcji na tablicy. Inny chętny uczeń zapisuje przebieg reakcji miedzi z kwasem azotowym(V). Pozostali uczniowie i nauczyciel weryfikują poprawność zapisu. Powrót do fazy wstępnej i ponowne zdefiniowanie roztwarzania i skorygowanie z wypowiedziami wcześniejszymi.

3. Nauczyciel poleca uczniom pracę w parach z wirtualnym laboratorium. Uczniowie przeprowadzają eksperyment porównując reaktywność miedziowców względem kwasu azotowego(V) o różnych stężeniach i wody królewskiej.
4. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale w sekcji „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel pyta uczniów o rozwiązanie zagadki ze wstępu.
2. 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 w e-materiale – „Sprawdź się”, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Wirtualne laboratorium może zostać wykorzystane podczas przygotowywania się ucznia do sprawdzianu lub do zdobycia wiedzy w razie nieobecności ucznia na lekcji.

Materiały pomocnicze:

Nauczyciel przygotowuje planszę z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% do oceny stopnia opanowania zagadnień oraz cenki dla uczniów.