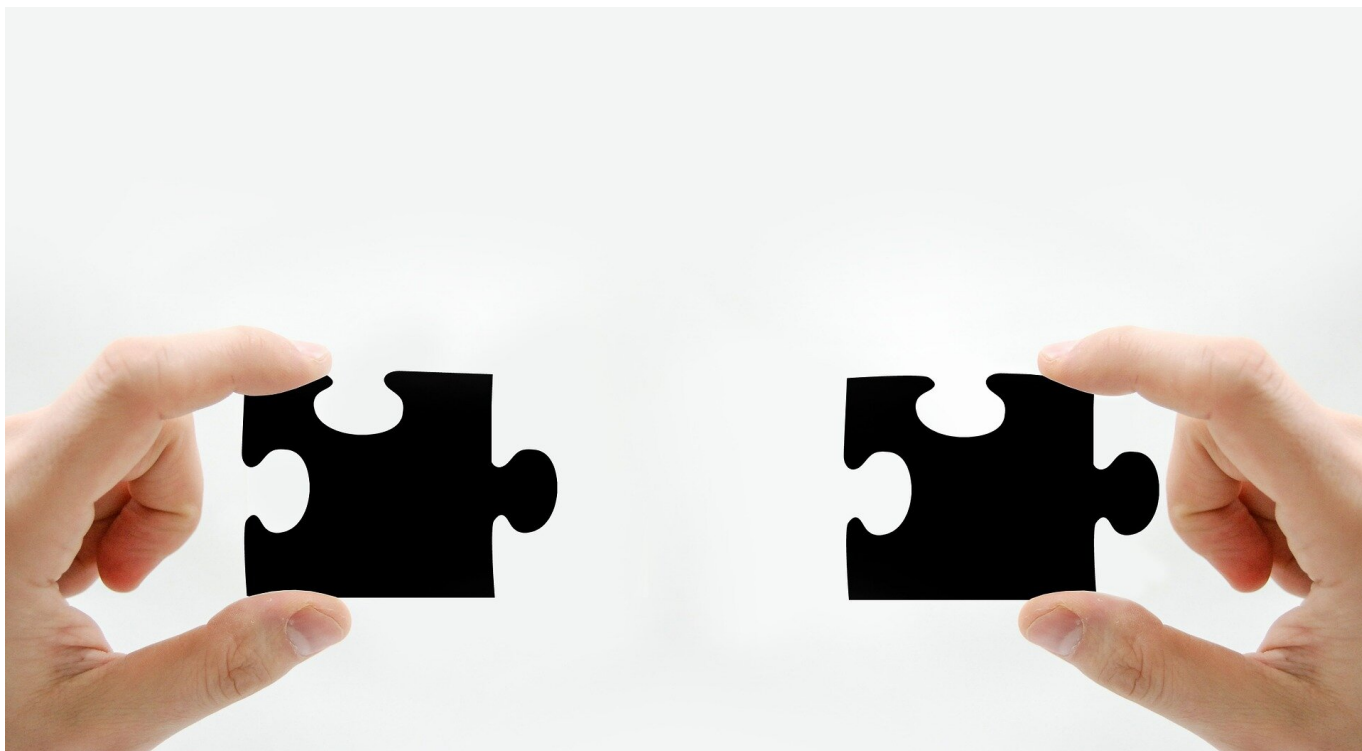




Reakcje metali z kwasami jako procesy redoks

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



Reakcje metali z kwasami jako procesy redoks

W reakcjach redoks procesy utleniania i redukcji zachodzą równocześnie.

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

Reakcje metali z kwasami są jedną z metod otrzymywania soli. Możemy o tych reakcjach też mówić jako o reakcjach wymiany, a czasem również jako o reakcjach strąceniowych. Czy wiesz, że reakcje te można też zaliczyć do reakcji redoks?

Twoje cele

- Przedstawisz reakcje kwasów z metalami jako reakcje typu redoks.
- Zdecydujesz, który z reagentów pełni funkcję utleniacza, a który reduktora w reakcjach kwasów z metalami.
- Zapiszesz równania procesów utleniania i redukcji.
- Wykorzystując metodę bilansu elektronowego dobierzesz współczynniki w reakcjach kwasów z metalami.

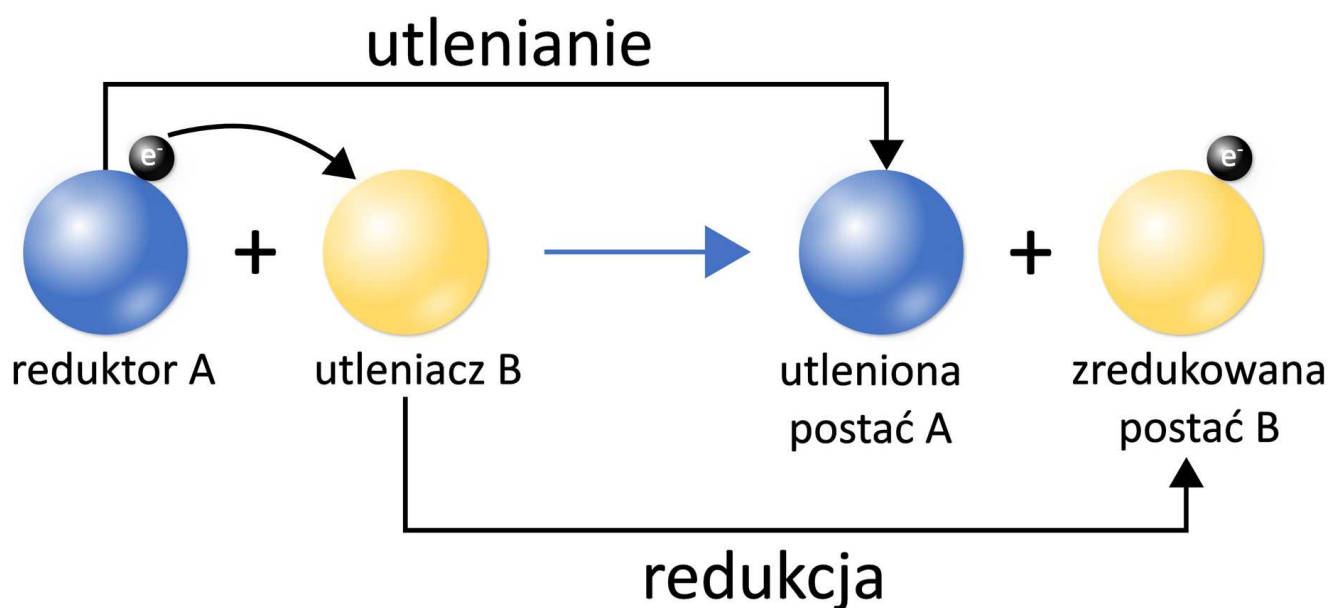
Przeczytaj

Reakcje utleniania-redukcji

Reakcje utlenienia-redukcji, inaczej nazywane reakcjami redoks, są to reakcje, w których dochodzi do zmian stopni utlenienia atomów części pierwiastków chemicznych biorących udział w reakcji. W reakcjach chemicznych tego typu równolegle zachodzą dwa procesy:

- **utlenianie** – w wyniku tego procesu zwiększa się stopień utlenienia atomu. Stopień utlenienia zwiększa się na skutek oddawania elektronów.
- **redukcja** – w wyniku tego procesu zmniejsza się stopień utlenienia atomu. Stopień utlenienia zmniejsza się na skutek przyjmowania elektronów.

Indywidualnie, w którym atom pierwiastka zmniejsza stopień utlenienia pełni funkcję utleniacza. Indywidualnie, w którym atom pierwiastka zwiększa stopień utlenienia pełni funkcję reduktora.



Graficzne przedstawienie reakcji redoks.

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

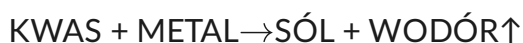
Reakcje metali z kwasami jako reakcje redoks

W reakcjach metali z kwasami, w zależności od użytego do reakcji chemicznej kwasu, otrzymujemy różne produkty:

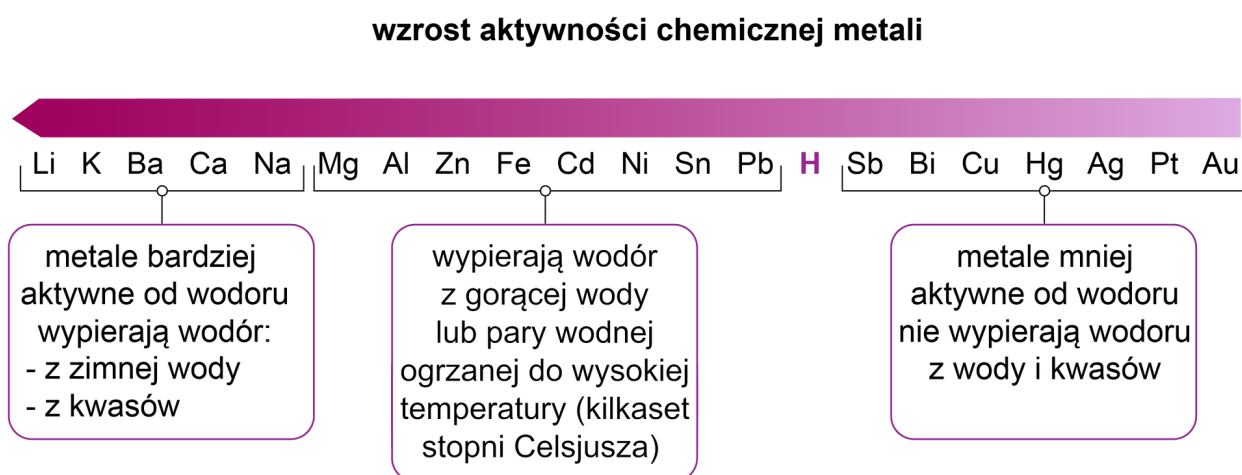
Kwasy o słabych właściwościach utleniających

Do kwasów o słabych właściwościach utleniających należą m.in.: kwas solny (chlorowodorowy) HCl , kwas bromowodorowy HBr , kwas fosforowy(V) H_3PO_4 , rozcieńczony kwas siarkowy(VI) $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{rozcz.})}$.

W przypadku kwasów o słabych właściwościach utleniających, w wyniku reakcji chemicznej metalu i kwasu, otrzymuje się sól i wodór.



Jednakże reakcja ta zachodzi tylko wtedy gdy metal jest bardziej aktywny od wodoru. Aktywność chemiczną metali prezentuje tzw. szereg aktywności metali:



Szereg aktywności metali.

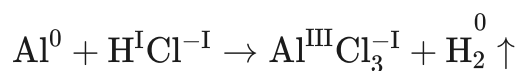
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Metale bardziej aktywne od wodoru wypierają go z kwasu. Rozpatrzmy to na przykładzie:

Przykład 1

Zapisz równanie reakcji zachodzącej pomiędzy glinem i kwasem solnym (chlorowodorowym). Określ utleniacz i reduktor. Zapisz równania procesów utleniania i redukcji. Zastosuj bilans elektronowy.

1. Zapisanie schematu równania reakcji chemicznej i określenie stopni utlenienia.



Możemy zauważyć, że glin zwiększa swój stopień utlenienia z 0 na +III – utlenia się, natomiast wodór zmniejsza swój stopień utlenienia z I na 0 – redukuje się.

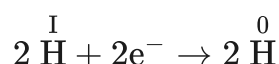
- utleniacz: kwas solny (chlorowodorowy)
- reduktor: glin

(1) Równanie procesu utleniania:



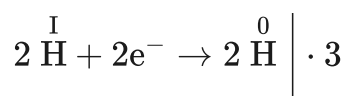
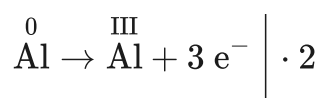
Atomy pierwiastków w stanie wolnym występują na zerowym stopniu utlenienia. Glin zwiększa swój stopień utlenienia. Aby ładunki po stronie substratów (0 dla obojętnego atomu glinu) i produktów (+3 dla atomu glinu na III stopniu utlenienia) się zgadzały należy dodać 3 elektrony po stronie produktów.

(2) Równanie procesu redukcji:

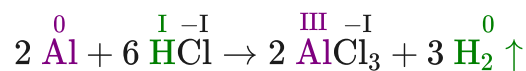


Wodór zmniejsza swój stopień utlenienia. Aby ładunki po stronie substratów (+2, gdyż dwa atomy wodoru występują na I stopniu utlenienia) i produktów (0, gdyż obydwa atomy wodoru występują na 0 stopniu utlenienia) się zgadzały należy dodać 2 elektrony po stronie substratów.

Liczba elektronów wymienionych w czasie procesów utleniania i redukcji musi być taka sama. Najniższym wspólnym mnożnikiem liczb 3 i 2 jest 6. Dlatego równanie procesu (1) mnożymy razy 2, a równanie procesu (2) mnożymy razy 3:



Teraz możemy dobrać współczynniki stechiometryczne:



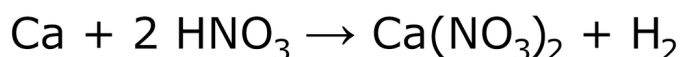
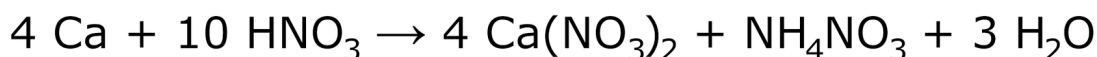
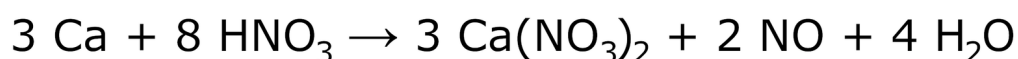
Na fioletowo zaznaczono utlenienie, a na zielono redukcję.

Kwasy o silnych właściwościach utleniających

Do kwasów o silnych właściwościach utleniających należą: kwas azotowy(V) stężony i rozcieńczony (HNO_3), stężony kwas siarkowy(VI) ($\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{stęż.})}$). Reagują one z metalami aktywniejszymi od wodoru, jak i z metalami szlachetnymi (mniej aktywnymi od wodoru).

Głównym produktem reakcji chemicznej pomiędzy metalem a kwasem o silnych właściwościach utleniających jest sól. Oprócz soli otrzymuje się mieszaninę produktów, której skład jest zależny od stężenia kwasu. W przypadku kwasu azotowego(V) otrzymuje się tlenek azotu(II), tlenek azotu(IV), azot lub sole amonowe(III), np.:

stężenie kwasu maleje



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

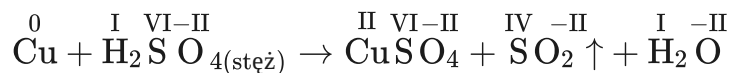
W reakcjach kwasów o właściwościach silnie utleniających z metalami aktywnymi, jeżeli użyjemy bardzo rozcieńczonego kwasu, oprócz soli otrzymuje się wodór. Trudno jednak stwierdzić, czy wydzielający się wodór pochodzi od kwasu, czy z wody.

Rozpatrzmy to na przykładzie równania reakcji metalu z kwasem o silnych właściwościach utleniających:

Przykład 2

Zapisz równanie reakcji miedzi ze stężonym kwasem siarkowym(VI). Określ utleniacz i reduktor. Zapisz równania procesów utlenienia i redukcji. Zastosuj bilans elektronowy.

1. Zapisanie schematu równania reakcji i ustalenie stopni utlenienia

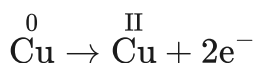


Możemy zauważyć, że miedź zwiększyła swój stopień utlenienia z 0 na +II – utlenia się, siarka natomiast zmniejszyła swój stopień utlenienia z VI na IV – redukuje się.

- utleniacz: kwas siarkowy(VI)
- reduktor: miedź

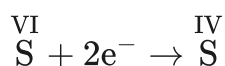
2. Zapisanie równania procesów utleniania i redukcji

(1) Równanie procesu utleniania:



Pierwiastki w stanie wolnym występują na zerowym stopniu utlenienia. Miedź zwiększa swój stopień utlenienia. Aby ładunki po stronie substratów (0 dla obojętnego atomu miedzi) i produktów (+2 dla atomu miedzi na II stopniu utlenienia) się zgadzały należy dodać 2 elektrony po stronie produktów.

(2) Równanie procesu redukcji:



Siarka zmniejsza swój stopień utlenienia. Aby ładunki po stronie substratów (+6 dla atomu siarki na VI stopniu utlenienia) i produktów (+4 dla atomu siarki na IV stopniu utlenienia) się zgadzały należy dodać 2 elektrony po stronie substratów.

Liczba elektronów w procesach utleniania i redukcji musi być taka sama. W tym przypadku liczba elektronów w obu równaniach (1) i (2) jest taka sama. Dlatego też możemy dobierać współczynniki stechiometryczne w równaniu reakcji bez przemnażania równań procesów połówkowych:



Kolorem fioletowym zaznaczono utlenianie, a kolorem zielonym redukcję.

Podsumowanie

Reakcje metali z kwasami są reakcjami typu redoks. Kwasy pełnią w nich funkcję utleniacza, a metal reduktora.

Słownik

stopień utlenienia

formalna wartość ładunku atomu w danym indywiduum chemicznym przy założeniu, że wszystkie wiązania chemiczne w danym indywiduum mają charakter wiązań jonowych

redukcja

proces przyjmowania elektronów, związany z obniżaniem stopnia utlenienia

kwasy utleniające

kwasy posiadające wyjątkowo silne właściwości utleniające – mogą zwiększać stopień utlenienia reagującego z nimi indywiduum chemicznego obniżając jednocześnie stopień utlenienia swojego atomu centralnego

utlenianie

proces oddawania elektronów, związany z podwyższaniem stopnia utlenienia reduktora

Bibliografia

Atkins P., Jones L., *Podstawy chemii fizycznej*, Warszawa 2009.

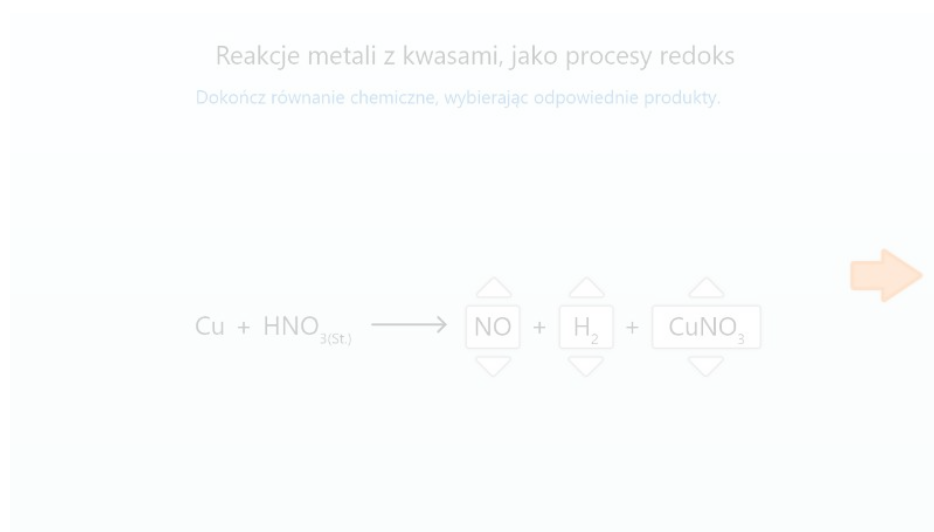
Biełański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, t. 2, Warszawa 2007.

Pajdowski L., *Chemia ogólna*, Warszawa 2002.

Symulacja interaktywna

Symulacja 1

Aby dobrać współczynniki stechiometryczne dla równania reakcji metalu z kwasem często wykorzystuje się metodę bilansu elektronowego. Wykonaj poniższą symulację, sprawdź jak odpowiednio dobrać dla przykładowych równań reakcji chemicznych współczynniki stechiometryczne, a następnie rozwiąż ćwiczenia sprawdzające.



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

Symulacja interaktywna pt. „Reakcje metali z kwasami jako procesy redoks”

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

Ćwiczenie 1

Zaznacz nazwę systematyczną substancji, która pełni rolę utleniacza w reakcji miedzi ze stężonym kwasem azotowym(V).

☐ azotan(V) miedzi(II)

☐ azot

☐ tlenek azotu(IV)

☐ kwas azotowy(V)

☐ miedź

Ćwiczenie 2

Zaznacz nazwę systematyczną substancji, która pełni rolę reduktora w reakcji cynku ze stężonym kwasem siarkowym(VI).

☐ tlenek siarki(IV)

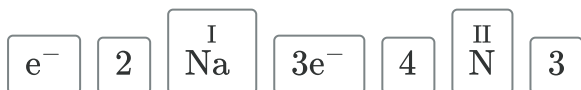
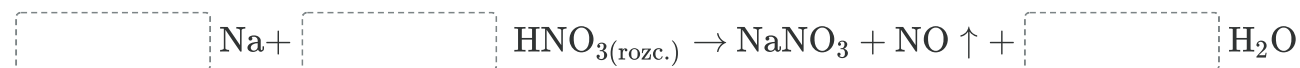
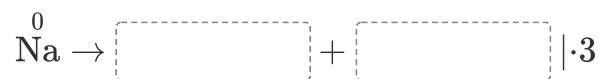
☐ kwas siarkowy(VI)

☐ cynk

☐ siarka

Ćwiczenie 3

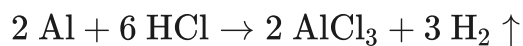
Uzupełnij bilans elektronowy oraz równanie reakcji rozcieńczonego kwasu azotowego(V) z sodem.



Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Który z reagentów w reakcji opisanej powyższym równaniem pełni rolę reduktora? Wskaż poprawną odpowiedź.

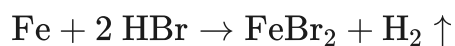
☐ Kwas solny (chlorowodorowy)

☐ Glin

☐ Wodór

☐ Tlen

Ćwiczenie 2



Który z reagentów w reakcji opisanej powyższym równaniem pełni rolę utleniacza? Wskaż poprawną odpowiedź.

☐ Żelazo

☐ Kwas bromowodorowy

☐ Wodór

☐ Brom

Ćwiczenie 3



Który z produktów powstanie w wyniku reakcji srebra ze stężonym kwasem azotowym(V)?

H ₂	☐	NO	☐	NO ₂	☐	N ₂ O ₃	☐
----------------	--------------------------	----	--------------------------	-----------------	--------------------------	-------------------------------	--------------------------

Ćwiczenie 4



Cynk reaguje ze stężonym kwasem azotowym(V) według poniższego równania:



Określ stopnie utlenienia atomów wchodzących w skład wszystkich reagentów w powyższej reakcji.

Substraty:

H	V
O	I
N	–II
Zn	0

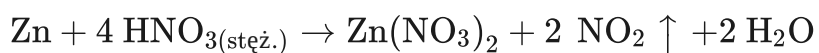
Produkty:

Zn	IV
N w NO ₃ [–]	V
H	I
O	II
N w NO ₂	–II

Ćwiczenie 5



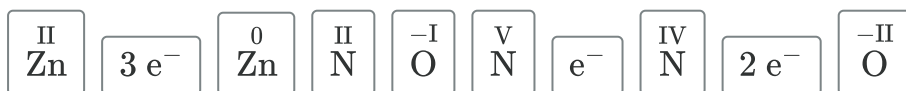
Cynk reaguje ze stężonym kwasem azotowym(V) według poniższego równania:



Zapisz równania procesów utleniania i redukcji.

Proces utleniania: $\rightarrow$ +

Proces redukcji: + $\rightarrow$



Ćwiczenie 6



Uczniowie otrzymali do analizy dwie płytki oznaczone numerami I i II. Jedna z płytek wykonana została z cynku, a druga ze srebra. Do dyspozycji otrzymali dwa roztwory: roztwór stężonego kwasu azotowego(V) i kwasu solnego (chlorowodorowego). Którego z nich powinni użyć do rozróżnienia metali, z których wykonane są płytki? Odpowiedź uzasadnij odpowiednimi równaniami reakcji, zapisanymi w formie cząsteczkowej.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Oblicz, ile dm^3 gazu (odmierzonego w warunkach normalnych) wydzieli się w wyniku reakcji 3,8 g niklu ze stężonym kwasem azotowym(V), w której powstaje tlenek azotu(IV). Załóż, że to jedyny proces zachodzący w układzie. Zapisz odpowiednie równanie reakcji w formie cząsteczkowej. Ustal, który z reagentów pełni funkcję utleniacza, a który reduktora.

$$M_{\text{Ni}} = 59 \frac{\text{g}}{\text{mol}}, M_{\text{N}} = 14,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}, M_{\text{O}} = 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}, M_{\text{H}} = 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}.$$

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Niektóre metale mogą występować na kilku dodatnich stopniach utlenienia. W zależności od zastosowanego kwasu i jego właściwości dochodzi do ich utlenienia do różnych stopni utlenienia. W reakcji z kwasami o słabych właściwościach utleniających powstają sole z kationem na niższym stopniu utlenienia, a w wyniku reakcji z kwasami utleniającymi metale przyjmują w produktach wyższe stopnie utlenienia.

Zapisz równania procesów utleniania i redukcji dla rozpatrywanych poniżej reakcji. Napisz równania tych reakcji w formie cząsteczkowej. Określ utleniacz i reduktor.

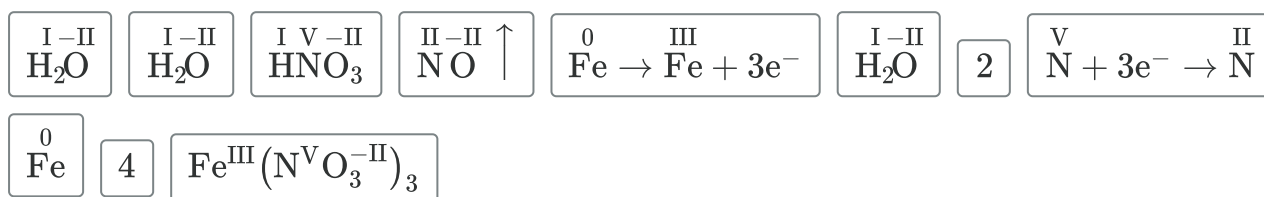
a) Reakcja żelaza z rozcieńczonym kwasem azotowym(V)

kwas azotowy(V) – kwas o silnych właściwościach utleniających

Równanie procesu utleniania:

Równanie procesu redukcji:

Równanie reakcji:



b) Reakcja żelaza z kwasem chlorowodorowym (solnym)

kwas chlorowodorowy (solny) – kwas o słabych właściwościach utleniających

Równanie procesu utleniania:

Równanie procesu redukcji:

Równanie reakcji:



2

$\overset{0}{\text{Fe}}$

$\overset{0}{\text{H}_2} \uparrow$

$\overset{\text{II}}{\text{Fe}} \overset{-\text{I}}{\text{Cl}_2}$

$\overset{\text{I}}{2 \text{H}} + 2\text{e}^- \rightarrow \overset{0}{\text{H}_2}$

$\overset{\text{I}}{\text{H}} \overset{-\text{I}}{\text{Cl}}$

$\overset{0}{\text{Fe}} \rightarrow \overset{\text{II}}{\text{Fe}} + 2\text{e}^-$

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Marcin Sz. Małecki, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Reakcje metali z kwasami jako procesy redoks

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 podstawowy

X. Metale, niemetale i ich związki. Uczeń:

4) pisze równania reakcji ilustrujące typowe właściwości chemiczne metali wobec: tlenu (dla Na, Mg, Ca, Al, Zn, Fe, Cu), wody (dla Na, K, Mg, Ca), kwasów nieutleniających (dla Na, K, Ca, Mg, Al, Zn, Fe, Mn, Cr), przewiduje i opisuje słownie przebieg reakcji rozcieńczonych i stężonych roztworów kwasów: azotowego(V) i siarkowego(VI) z Al, Fe, Cu, Ag.

Zakres rozszerzony

X. Metale, niemetale i ich związki. Uczeń:

5) pisze równania reakcji ilustrujące typowe właściwości chemiczne metali wobec: tlenu (dla Na, Mg, Ca, Al, Zn, Fe, Cu), wody (dla Na, K, Mg, Ca), kwasów nieutleniających (dla Na, K, Ca, Mg, Al, Zn, Fe, Mn, Cr), rozcieńzonego i stężonego roztworu kwasu azotowego(V) oraz stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI) (dla Al, Fe, Cu, Ag).

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 reakcje kwasów z metalami jako reakcje typu redoks;
- decyduje, który z reagentów pełni funkcję utleniacza, a który reduktora w reakcjach kwasów z metalami;
- zapisuje równania procesów utleniania i redukcji;
- wykorzystując metodę bilansu elektronowego, dobiera współczynniki w reakcjach kwasów z metalami.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- ćwiczenia uczniowskie;
- analiza materiału źródłowego;
- technika tarcza strzelnicza;
- symulacja interaktywna;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

- praca zbiorowa;
- praca w parach;
- praca indywidualna.

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel pyta uczniów: Jakie znacie metody otrzymywania soli? Które z nich są reakcjami typu redoks?
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się odpowiedzieć na pytanie: Czy można w jakiś sposób przewidzieć, które metale będą reagować z kwasem solnym?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują i zbierają w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel zadaje uczniom pytania: Jakie znacie kwasy? Które kwasy posiadają silne właściwości utleniające, a które słabe? W przypadku wystąpienia trudności uczniowie mogą skorzystać z e-materiału.
2. Uczniowie odszukują w e-materiale szereg aktywności metali i sprawdzają, które metale reagują z kwasami z wypieraniem wodoru, a które nie.
3. Nauczyciel omawia z uczniami metodę otrzymywania soli w reakcji kwasów z metalami jako, reakcje typu redoks. Uczniowie analizują przykłady równań reakcji redoks zawarte w części „Przeczytaj”, a następnie chętni uczniowie pochodzą do tablicy i zapisują przykłady wskazane przez nauczyciela. Pozostali uczniowie weryfikują poprawność merytoryczną zapisów.
4. Nauczyciel odsyła uczniów do symulacji interaktywnej, gdzie są przedstawione ćwiczenia w pisaniu i uzgadnianiu równań reakcji redoks. Uczniowie wykonują ćwiczenia w parach. Nauczyciel sprawdza poprawność wykonanych zadań i w razie problemów wyjaśnia nieścisłości. Chętni uczniowie mogą zaprezentować swoje rozwiązania na forum.
5. Uczniowie pracują w parach z częścią „Sprawdź się”. Uczniowie 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. Ćwiczenia, których uczniowie nie zdążą wykonać podczas lekcji mogą być zlecone do wykonania w ramach pracy domowej.

Faza podsumowująca:

1. Tarcza strzelnicza. Celem tej metody jest bardzo szybkie uzyskanie informacji zwrotnej. Uczniowie na tarczy strzelniczej zawieszanej 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.
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie gromadzą w swoim portfolio:
 - Przypomniałem/łam sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Czego się nauczyłam/łem...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

Nauczyciel prosi uczniów o dokończenie ćwiczeń zawartych w e-materiale w części „Sprawdź się”.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Symulacja może być wykorzystana przez uczniów podczas wykonywania pracy domowej oraz podczas przygotowywania się do lekcji.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Jak przewidzieć, że dany kwas będzie reagował z metalem?
 - Jakie produkty otrzymamy w reakcji kwasu z metalem?
 - Co to jest redukcja, a co to jest utlenianie?
 - Jakie kwasy określamy jako kwasy o właściwościach silnie utleniających?
 - Jak definiujemy stopień utlenienia?
2. Nauczyciel przygotowuje tarczę strzelniczą oraz cenki dla uczniów.