Jak powstają hydroksokompleksy?

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Film samouczek
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela

Niektóre związki, np. wodorotlenki, mogą, w zależności od warunków, reagować z kwasami, wykazując charakter zasadowy, oraz z zasadami, wykazując charakter kwasowy. Zjawisko to nosi nazwę amfoteryczności.

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

W życiu codziennym, mówiąc o kompleksach, mamy na myśli coś złożonego, zbudowanego z kilku elementów tworzących razem pewien spójny twór. W chemii też mamy do czynienia z kompleksami, czyli związkami kompleksowymi, które zbudowane są z jonu kompleksowego, np. jonu metalu, połączonych z nim ligandów oraz w niektórych przypadkach z dodatkowych jonów. Jedną z grup związków kompleksowych są hydroksokompleksy, czyli związki kompleksowe, w których rolę ligandów pełnią aniony wodorotlenkowe.

Twoje cele

- Rozpoznasz wodorotlenki, które mogą reagować z mocnymi zasadami.
- Zdefiniujesz pojęcie amfoteryczności.
- Zapiszesz wzory hydroksokompleksów.
- Zapiszesz równania reakcji otrzymywania hydroksokompleksów.
- Ocenisz wpływ wartości elektroujemności atomów budujących związek na jego amfoteryczne właściwości.

Przeczytaj

Powstawanie hydroksokompleksów

Osad trudno rozpuszczalnego wodorotlenku glinu można wytrącić z roztworu rozpuszczalnej soli glinu, np. chlorku lub siarczanu(VI), poprzez dodanie mocnej zasady, np. wodnego roztworu wodorotlenku sodu lub potasu. Początkowo wytrąca się biały, galeretowaty osad. Warto obliczyć, jaką ilość roztworu wodorotlenku należy użyć.
W przypadku dodania większej ilości roztworu wodorotlenku, będącego mocnym elektrolitem, zaobserwujemy stopniowy zanik osadu, prowadzący do otrzymania klarownego bezbarwnego roztworu.

W pierwszym etapie następuje reakcja:

$$Al^{3+} + 3\ OH^{-} \rightarrow Al(OH)_3 \downarrow$$

Powstały wodorotlenek glinu może reagować dalej z kolejnymi porcjami wodnego roztworu wodorotlenku (mocnego elektrolitu), dając rozpuszczalny produkt, nastąpi stopniowy zanik osadu, prowadzący do otrzymania klarownego bezbarwnego roztworu.

$$Al(OH)_3 \downarrow + OH^{-} \rightarrow \left[Al(OH)_4{}^{-}\right]$$

$$Al(OH)_3 \downarrow + NaOH \rightarrow Na[Al(OH)_4]$$

Powstający związek – tetrahydroksoglinian sodu – ze względu na budowę jonową ma charakter soli. W tym związku glin wchodzi w skład reszty kwasowej, co znaczy, że $Al(OH)_3$ musi w przypadku tej reakcji odgrywać rolę kwasu.

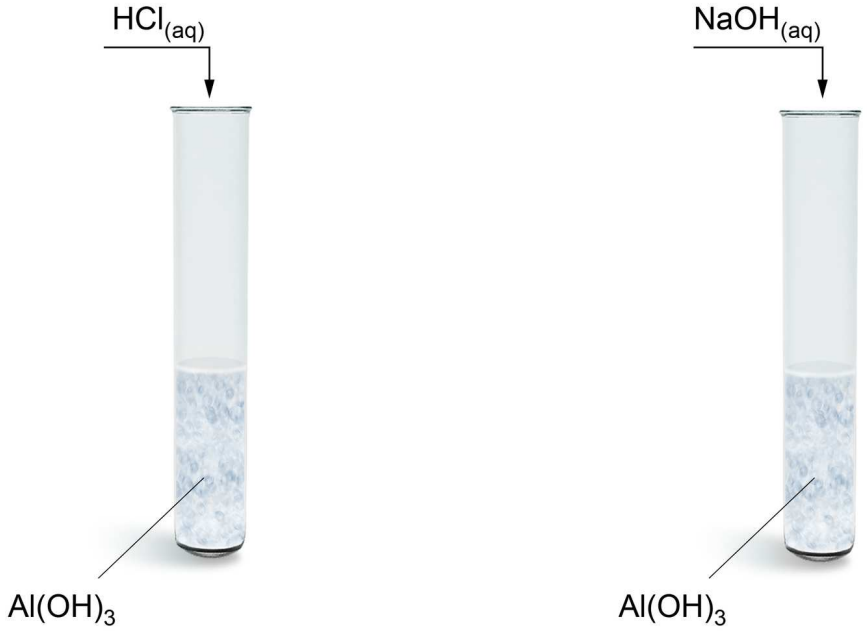
Analogiczne właściwości przejawiają wodorotlenki: berylu, cynku oraz chromu(III):

$$Be(OH)_2 + 2\ NaOH \rightarrow Na_2[Be(OH)_4]$$

Fakt, że niektóre indywidua chemiczne reagują zarówno z kwasami jak i zasadami, nosi nazwę **amfoteryczności**. Podobne właściwości wykazują także wodorotlenki cyny i ołowiu na +II oraz +IV stopniu utlenienia, a także wiele tlenków metali.

Wodorotlenki amfoteryczne

Niektóre wodorotlenki mogą reagować zarówno z kwasami, jak i wodnymi roztworami wodorotlenków:



Wodorotlenek glinu może reagować zarówno z kwasami, jak i wodnymi roztworami wodorotlenków.
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Obserwacje:

W obydwu probówkach nastąpiło roztworzenie (zanik) osadu.

Wniosek:

Wodorotlenek glinu reaguje z kwasami i zasadami. Wykazuje charakter amfoteryczny.

Amfoteryczność

Równania reakcji $Al(OH)_3$ z kwasami oraz wodnymi roztworami wodorotlenków

Z kwasami

Z wodnymi roztworami wodorotlenków

$$Al(OH)_3 \downarrow + 3\ HCl \rightarrow AlCl_3 + 3\ H_2O$$

$$Al(OH)_3 \downarrow + 3\ H_3O^+ \rightarrow Al^{3+} + 6\ H_2O$$

$$Al(OH)_3 \downarrow + NaOH \rightarrow Na[Al(OH)_4]$$

$$Al(OH)_3 \downarrow + OH^- \rightarrow [Al(OH)_4]^-$$

W reakcji z kwasami $Al(OH)_3$ zachowuje się jak zasada.

W tych warunkach powstają sole Al^{3+}.

W reakcji z wodnymi roztworami wodorotlenków $Al(OH)_3$ zachowuje się jak kwas.

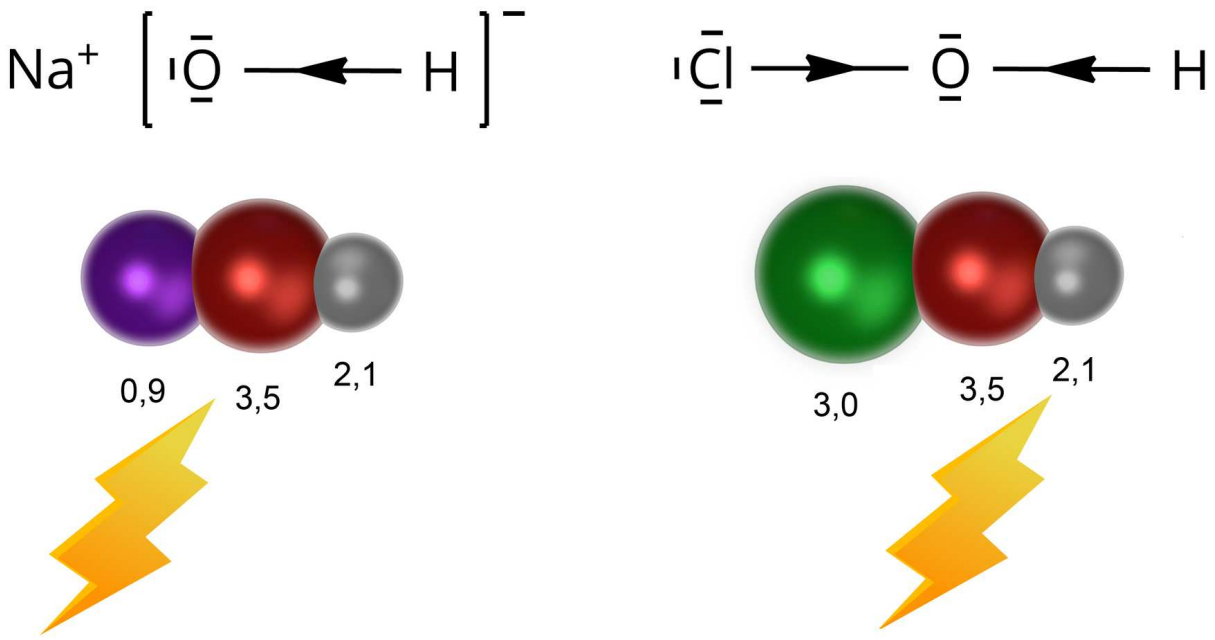
W tych warunkach powstają aniony kompleksowe zawierające glin i jony wodorotlenkowe:

$Al(OH)_3 \downarrow + OH^- \rightarrow [Al(OH)_4]^-$ (anion tetrahydroksoglinianowy)

lub:

$Al(OH)_3 \downarrow + 3\ OH^- \rightarrow [Al(OH)_6]^{3-}$ (aniony heksahydroksoglinianowe)

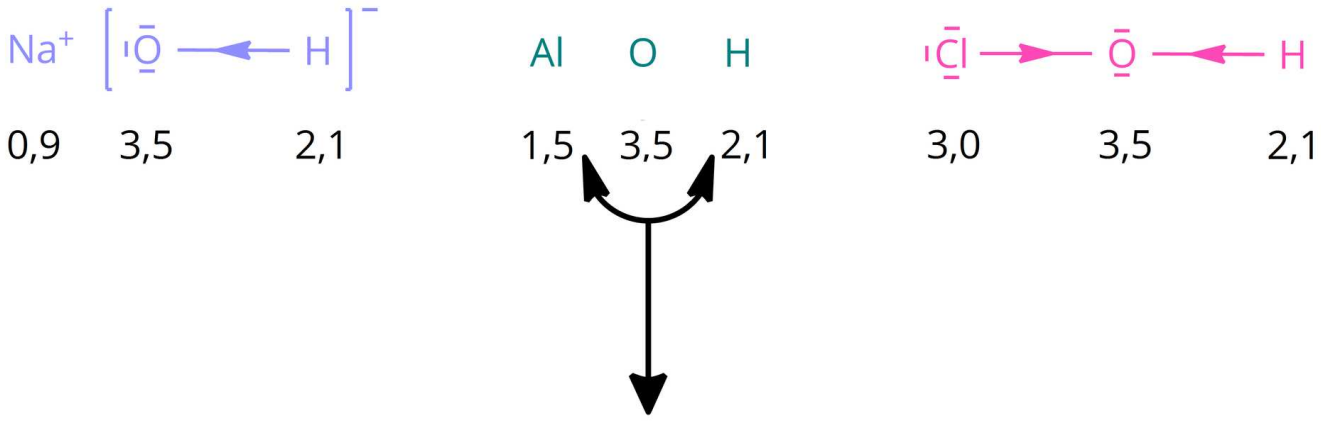
Wpływ wiązania na właściwości



Im większy charakter jonowy wiązania (i im mniejszy charakter kowalencyjny), tym większa preferencja do dysocjacji. Błyskawica ukazuje, pomiędzy którymi atomami występuje większa różnica elektroujemności.
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Im większy charakter jonowy wiązania (co wynika przede wszystkim z większej różnicy elektroujemności między atomami), tym większa preferencja do dysocjacji.

Związki amfoteryczne



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

Zbliżona wartość różnicy elektroujemności między atomami Al— O oraz O— H powoduje, że w zależności od warunków:

- może nastąpić oderwanie jonu OH^- pod wpływem H_3O^+:

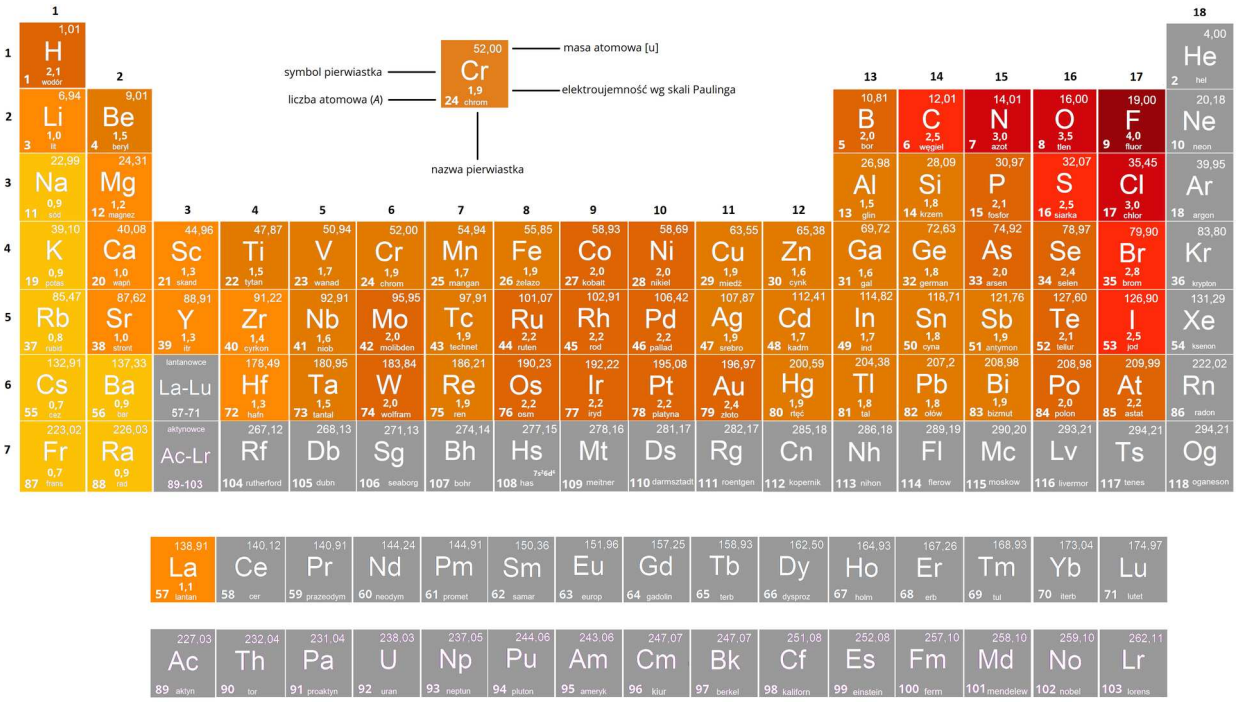
$$Al(OH)_3 + 3\ H_3O^+ \rightarrow Al^{3+} + 6\ H_2O$$ (reaguje jak zasada)

- może nastąpić przyłączenie jonu OH^-:

$$Al(OH)_3 + OH^- \rightarrow \left[Al(OH)_4{}^-\right]$$ (reaguje jak kwas)

Budowa związków amfoterycznych

Wodorotlenki amfoteryczne posiadają niewielki, lecz wyraźny udział charakteru kowalencyjnego w wiązaniu M—O. Mniejsza różnica wartości elektroujemności między atomem metalu a atomem tlenu sprawia, że elektrony z atomu metalu są słabiej przyciągane przez atom tlenu, a tym samym nie musi dochodzić do przejęcia elektronu metalu przez atom tlenu i powstania typowego wiązania domowego. Może też dojść do współdzielenia elektronów między tymi atomami, a więc powstania wiązania o charakterze kowalencyjnym. W związku z tym w związkach amfoterycznych wiązanie M—O ma charakter pośredni pomiędzy kowalencyjnym a jonowym.



Układ okresowy z przedstawieniem wartości elektroujemności pierwiastków

Źródło: GroMar Sp. z o.o., na podstawie W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Warszawa 2004., licencja: CC BY-SA 3.0.

Z czego wynika amfoteryczność?

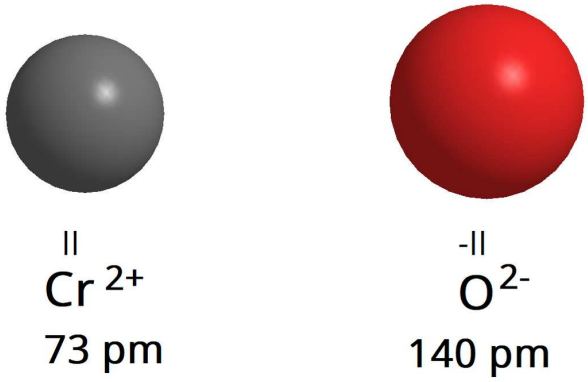
Wodorotlenek chromu(III) jest amfoteryczny, zaś wodorotlenek chromu(II) zasadowy. Z kolei tlenek chromu(VI) wykazuje charakter kwasowy.

Jak to możliwe, skoro różnica elektroujemności $Cr—O$ jest wszędzie taka sama?

Właściwości tlenków chromu

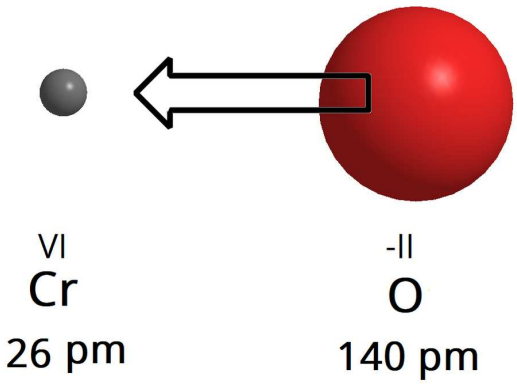
CrO – **temperatura rozkładu** $697^\circ C$

CrO_3 – **temperatura topnienia** $196^\circ C$



Wiązanie o charakterze jonowym

W CrO mamy do czynienia z wiązaniem jonowym, a tym samym atom tlenu przejmuje elektrony chromu i staje się anionem, a atom chromu kationem. Powstały jon chromu posiada stopień utlenienia równy II, a jon tlenu - stopień utlenienia równy $-II$.



Częściowe przesunięcie gęstości elektronowej od O do Cr.

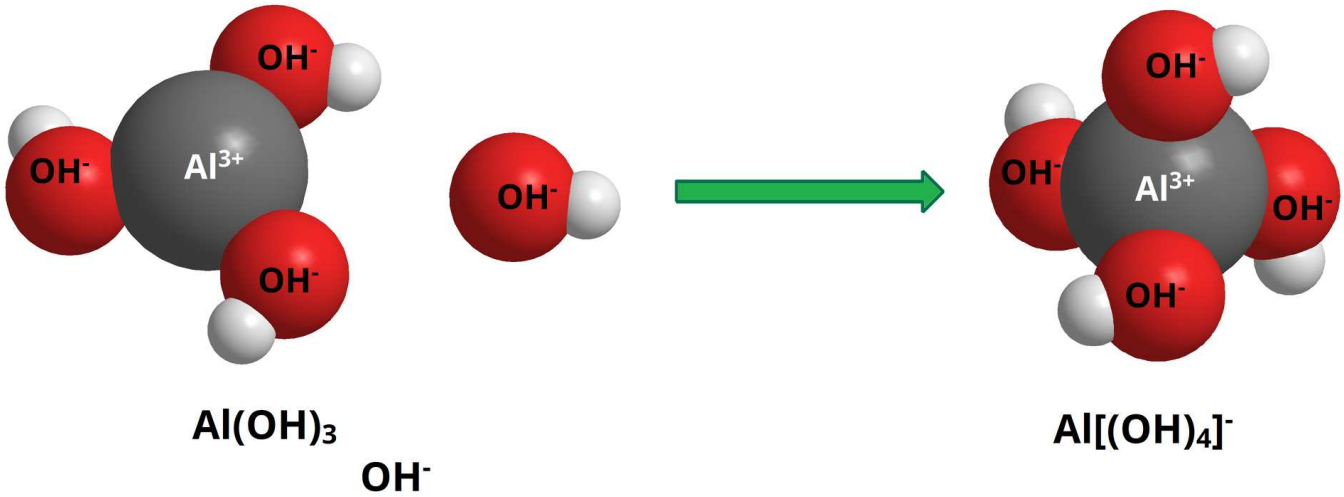
Wiązanie $Cr—O$ wykazuje większy charakter kowalencyjny, co wynika z częściowego przesunięcia gęstości elektronowej od atomu O do atomu Cr. W wyniku tego może dochodzić do dzielenia elektronów między atomem chromu i atomami tlenu, a więc może nie dojść do powstania trwałych jonów chromu i tlenu. Stopień utlenienia atomu chromu będzie równy IV, a stopień utlenienia atomów tlenu będzie równy $-II$.

Tlenek zasadowy

Tlenek kwasowy

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

Wodorotlenki amfoteryczne posiadają niewielki, lecz wyraźny przyczynek kowalencyjny w wiązaniu $M—O$

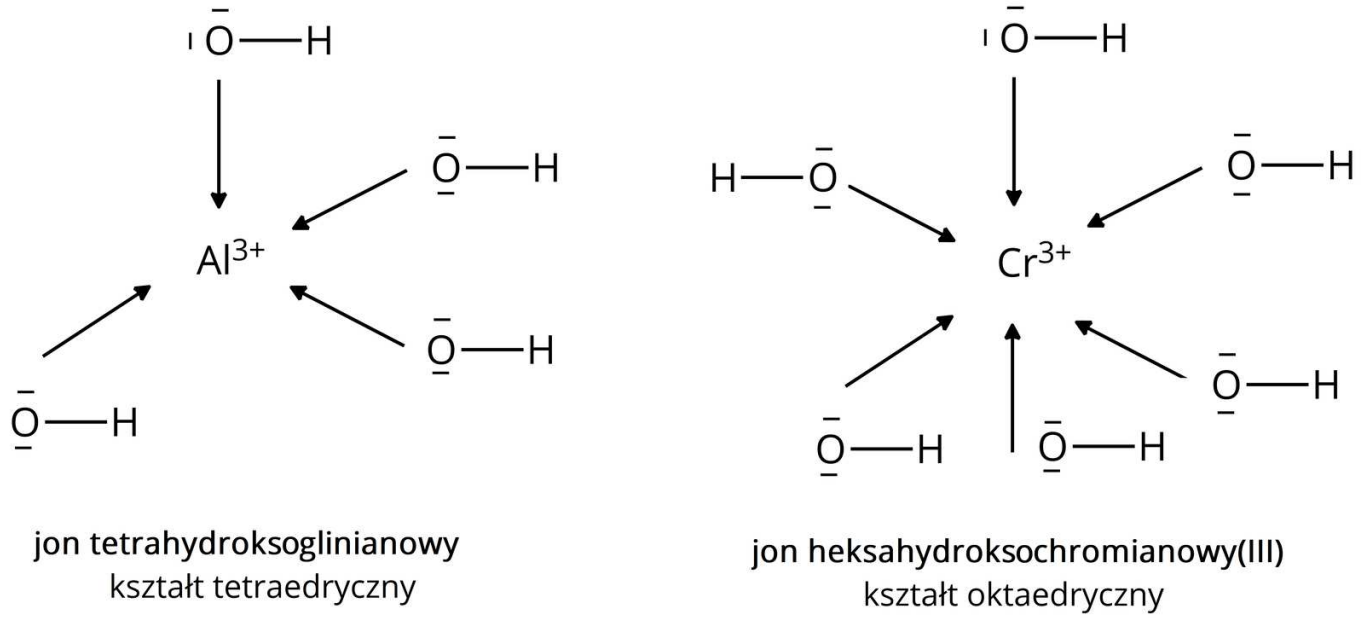


Przekształcenie wodorotlenku glinu w anion tetrahydroksoglinianowy

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

Budowa hydroksokompleksów

Hydroksokompleksy należą do związków kompleksowych, posiadają wiązanie koordynacyjne pomiędzy atomem tlenu a atomem metalu.



Schemat wzorów strukturalnych hydroksokompleksów
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Słownik

amfoteryczność

właściwość polegające na uleganiu reakcji z kwasami tworząc sole i mocnymi zasadami tworząc związki koordynacyjne

liczba koordynacyjna

liczba wiązań donorowo–akceptorowych (koordynacyjnych) utworzonych pomiędzy jonem centralnym a atomami donorowymi ligandów; dla kompleksów zawierających wyłącznie ligandy posiadające jeden atom donorowy (jednomiejscowe), liczba koordynacyjna jest równa liczbie ligandów

wiązanie koordynacyjne, wiązanie donorowo-akceptorowe

wiązanie utworzone poprzez przekazanie pary elektronowej od jednego atomu (donora, atomu donorowego) wchodzącego w skład liganda do jonu centralnego (akceptora)

kompleks

jon lub obojętna cząsteczka zbudowana z atomu/jonu centralnego połączonego z ligandami za pomocą wiązań koordynacyjnych

związek kompleksowy

1. obojętna cząsteczka kompleksu; 2. Związek o budowie jonowej, w którym co najmniej jeden jon jest kompleksem. Różnice między pojęciami „kompleks” a „związek kompleksowy” są następujące:

1. dla kompleksów o zerowym ładunku (niejonowych) pojęcia: „kompleks” i „związek kompleksowy” są tożsame;

> 2. dla kompleksów obdarzonych ładunkiem, „kompleks” dotyczy jonu zawierającego wiązania koordynacyjne, np. $[Cr(OH)_6]^{3-}$, natomiast „związek kompleksowy” dotyczy całej jednostki formalnej związku jonowego, którą można wyizolować, przykład: $K_3[Cr(OH)_6]$

Bibliografia

Bielański A., *Podstawy Chemii nieorganicznej,* t. 1 – 2, Warszawa 2010.

Pac B., Zegar A., *Podstawy klasyfikacji związków nieorganicznych w teorii i zadaniach*, Kraków 2020.

Pac B., Zegar A., *Reakcje w roztworach wodnych w teorii i zadaniach*, Kraków 2020.

Film samouczek

Polecenie 1

Zapoznaj się z filmem samouczkiem, a następnie zweryfikuj swoją wiedzę, rozwiązując poniższe ćwiczenia.

Film dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DQXhtEmnM

Film samouczek pt. *„Jak powstają hydroksokompleksy?”*

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

W filmie omówiona zostaje ogólna struktura związków kompleksowych oraz reaktywność wodorotlenków amfoterycznych.

Ćwiczenie 1

Wskaż, które z przedstawionych poniżej wodorotlenków utworzą hydroksokompleksy w reakcji z wodnym roztworem wodorotlenku sodu.

$Mg(OH)_2$ $Cr(OH)_2$ $Al(OH)_3$ $RbOH$ $Be(OH)_2$ $Cr(OH)_3$

Następnie zapisz równania odpowiednich reakcji chemicznych, stosując tzw. zapis jonowy skrócony. Pamiętaj, o odpowiednich wartościach liczb koordynacyjnych.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 2

Poniższy tekst dotyczy jonu kompleksowego o wzorze: $[Sn(OH)_3]^-$. Wybierz i zaznacz jedno określenie spośród podanych w nawiasach tak, aby zdania były prawdziwe.

Analizowany jon to anion {#trihydroksocynianowy(II)} {trihydroksocynianowy(IV)}. Może on zostać utworzony w wyniku reakcji zasady sodowej z {#wodorotlenkiem cyny(II)} {wodorotlenkiem cyny(IV)}. W kompleksie tym rolę jonu centralnego pełni jon {#cyny(II)} {cyny(IV)}, który w tworzeniu się wiązania koordynacyjnego z ligandem jest {donorem} {#akceptorem} wolnej pary elektronowej, a więc pełni funkcję {zasady} {#kwasu} Lewisa. Ligand zaś (anion wodorotlenkowy) jest {akceptorem} {#donorem} wolnej pary elektronowej, w związku z czym pełni funkcję {#zasady} {kwasu} Lewisa.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:

Ćwiczenie 1

Wodorotlenek berylu, jako jedyny z grupy berylowców, jest amfoteryczny. Wybierz określenia spośród zawartych w nawiasach.

Amfoteryczne właściwości wodorotlenku berylu wynikają z wysokiej/niskiej, ale małej/dużej różnicy elektroujemności między Be a O, w porównaniu do wartości dla innych berylowców. Oznacza to także, iż wiązanie występujące w $Be(OH)_2$ ma większy/mniejszy udział przyczynku kowalencyjnego w porównaniu do wiązania w $Ca(OH)_2$.

Ćwiczenie 2

PbO_2 roztwarza się w stężonym kwasie octowym (etanowym), dając octan ołowiu(IV), (etanian ołowiu(IV)) $Pb(CH_3COO)_4$. Ulega on także roztworzeniu w stężonym wodnym roztworze wodorotlenku sodu:

$$PbO_2 + 2\,NaOH + 2\,H_2O \rightarrow Na_2[Pb(OH)_6]$$

Na podstawie tekstu wybierz wniosek wynikający z tekstu, świadczący o właściwościach PbO_2.

Informacja wprowadzająca: Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa $1997\ r.$.

PbO_2 ma właściwości

- utleniające
- amfoteryczne

ponieważ

- reaguje z kwasami i zasadami
- ołów występuje w nim na najwyższym możliwym stopniu utlenienia

Ćwiczenie 3

Wybierz poprawne określenia spośród podanych w nawiasach.

Występowanie wiązania koordynacyjnego w anionie heksahydroksochromianowym(III) oznacza, że kation Cr^{3+} pełni rolę _____ Lewisa, będąc _____ pary elektronowej, natomiast anion OH^{-} jest _____ Lewisa, ponieważ pełni funkcję _____ pary elektronowej.

donora | donorem | kwasem | zasadą | akceptorem | akceptora | zasady | kwasu

Ćwiczenie 4

Zapisz wzór związku kompleksowego, wiedząc, że jego nazwa to heksahydroksoglinian sodu.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5

Wodorotlenek cyny(II) posiada właściwości amfoteryczne. W reakcji z kwasami daje sole zawierające kation Sn^{2+}, natomiast reakcja z mocnymi wodorotlenkami prowadzi do hydroksokompleksu, w którym liczba kooordynacyjna cyny(II) wynosi 3. Zapisz równanie reakcji w postaci jonowej.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6

Oblicz masę wodorotlenku potasu potrzebną do całkowitego wytrącenia wodorotlenku glinu, wiedząc, że do reakcji użyto $78\ \mathrm{g}\ \mathrm{AlCl_3}$. Wynik podaj z dokładnością do jedności.

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

Hydroksokompleksy możemy otrzymać również na drodze reakcji niektórych metali z zasadami, np. cynku. Produktem ubocznym tych reakcji jest cząsteczkowy wodór. Zapisz w formie cząsteczkowej równanie reakcji cynku z zasadą barową.

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

Pewien amfoteryczny wodorotlenek $\mathrm{M(OH)_2}$ reaguje z roztworem wodorotlenku sodu, dając rozpuszczalny hydroksokompleks o ładunku (-2) i liczbie koordynacyjnej metalu M, wynoszącej 4. Wiedząc, że zawartość procentowa metalu M w otrzymanej soli sodowej, zawierającej anion kompleksowy, wynosi $36,3\%$ ustal symbol pierwiastka M.

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: Elżbieta Korzeniak, Tomasz Korzeniak, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jak powstają hydroksokompleksy?

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

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

VII. Systematyka związków nieorganicznych. Uczeń:

8) klasyfikuje wodorotlenki ze względu na ich charakter chemiczny (zasadowy, amfoteryczny); projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego przebieg pozwoli wykazać charakter chemiczny wodorotlenku; wnioskuje o charakterze chemicznym wodorotlenku na podstawie wyników doświadczenia; pisze odpowiednie równania reakcji potwierdzające charakter chemiczny wodorotlenków (w tym równania reakcji otrzymywania hydroksokompleksów);

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:

- wymienia wodorotlenki, które mogą reagować z mocnymi wodorotlenkami;
- wyjaśnia pojęcie amfoteryczności;
- pisze wzory hydroksokompleksów;
- pisze równania reakcji otrzymywania hydroksokompleksów.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- film samouczek;
- eksperyment chemiczny;
- ćwiczenia uczniowskie;
- analiza materiału źródłowego;
- technika bateria.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje informacje zawarte we wprowadzeniu do e-materiału.
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się odpowiedzieć na pytanie: Czy wodorotlenek może reagować z zasadą, wykazując charakter kwasowy?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują na kartkach i gromadzą w portfolio.
4. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, które będą używane na lekcjach.

Faza realizacyjna:

1. Eksperyment chemiczny – „ Badanie reakcji wodorotlenku glinu z kwasem solnym (chlorowodorowym) i wodnym roztworem wodorotlenku sodu”. Nauczyciel dzieli losowo uczniów na grupy, rozdaje karty pracy. Uczniowie wybierają odpowiednie szkło, sprzęt laboratoryjny oraz odczynniki chemiczne przygotowane na stole

laboratoryjnym. Uczniowie samodzielnie formułują pytanie badawcze i hipotezę, rysują schemat doświadczenia i wykonują kolejno czynności podane w instrukcji (patrz materiały pomocnicze). Uczniowie obserwują zmiany podczas eksperymentu, zapisują równania reakcji chemicznych, wyciągają wnioski (wszystko zapisują w kartach pracy). Na forum całej klasy następuje weryfikacja pod względem merytorycznym zaprezentowanych przez liderów grup efektów pracy. Równania reakcji chemicznych uczniowie zapisują na tablicy celem sprawdzenia poprawności zapisu. Powrót do fazy wstępnej i skonfrontowanie podanej informacji przez uczniów. Nauczyciel wyjaśnia ewentualnie zaistniałe niezrozumiałe kwestie.

2. Wprowadzenie pojęcia amfoteryczności – uczniowie starają się zdefiniować na podstawie eksperymentu. Nauczyciel zadaje pytanie: Dlaczego niektóre wodorotlenki są amfoteryczne a inne nie?
3. Nauczyciel wspólnie z uczniami określa rodzaj wiązania w wodorotlenkach oraz wpływ elektroujemności pierwiastka metalicznego na budowę wiązania. Zadaje uczniom pytanie: Z czego wynika amfoteryczność?
4. 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. 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 zawarte w e-materiale – „Sprawdź się", których nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Film samouczek może być użyty jako forma utrwalająca w podsumowaniu lekcji lub jako forma wprowadzająca przed przystąpieniem do wykonywanych zadań.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje planszę z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% do oceny stopnia opanowania zagadnień oraz cenki dla uczniów.
2. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):

- Jak można otrzymać hydroksokompleksy?
- Jakie kryteria muszą spełniać wodorotlenki, aby mogły wykazywać właściwości amfoteryczne?

2. Literatura:

- A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 1997 i wy. późniejsze.

3. Doświadczenie chemiczne: „Badanie reakcji wodorotlenku glinu z kwasem solnym i zasadą sodową".

Szkło i sprzęt laboratoryjny: probówki, statywy do probówek, pipety, łyżeczka.

Odczynniki chemiczne: wodorotlenek glinu, roztwór kwasu solnego, zasada sodowa.

Instrukcja wykonania:

- Do obu probówek wsyp niewielką ilość wodorotlenku glinu.
- Do jednej probówki dodaj roztworu kwasu solnego a do drugiej zasady sodowej.
- Obserwuj zachodzące zmiany.

4. Karty charakterystyk substancji chemicznych.
5. Karta pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 66.39 KB w języku polskim