



Jak powstają hydroksokompleksy?

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



Jak powstają hydroksokompleksy?

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

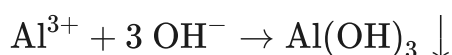
- Rozpoznasz wodorotlenki, które mogą reagować z mocnymi zasadami.
- Zdefiniujesz pojęcie amfoteryczności.
- Zapiszesz wzory hydroksokompleksów.
- Zapiszesz równania reakcji otrzymywania hydroksokompleksów.
- Ocenisz wpływ wartości elektroujemności atomów budujących związek na jego amfoteryczne właściwości.

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:



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.



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

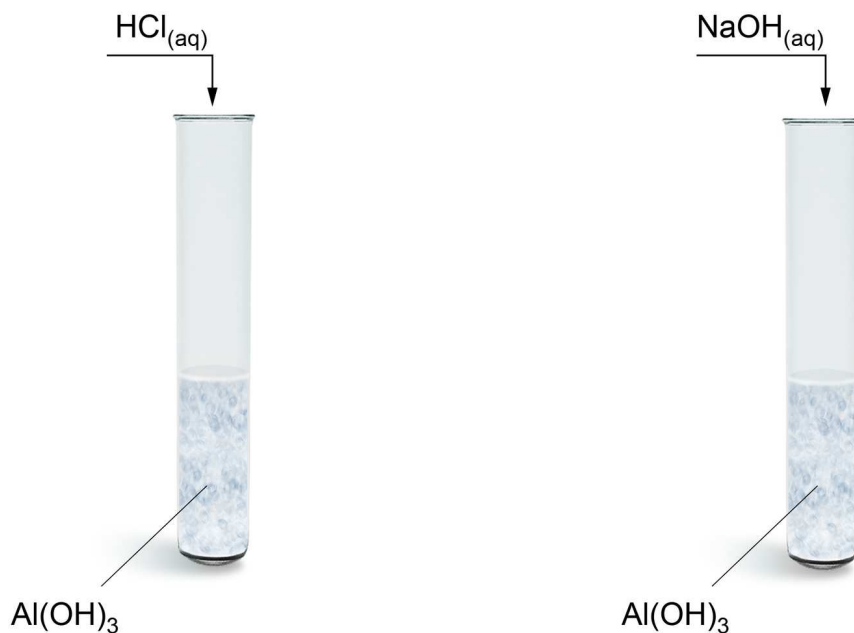
Analogiczne właściwości przejawiają wodorotlenki: berylu, cynku oraz chromu(III):



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 rozтворzenie (zanik) osadu.

Wniosek:

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

Amfoteryczność

Równania reakcji $\text{Al}(\text{OH})_3$ z kwasami oraz wodnymi roztworami wodorotlenków

Z kwasami

Z wodnymi roztworami wodorotlenków

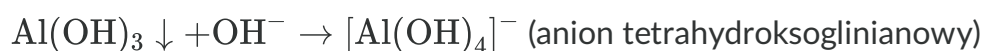


W reakcji z kwasami Al(OH)_3 zachowuje się jak zasada.

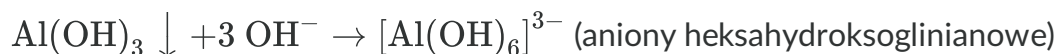
W tych warunkach powstają sole Al^{3+} .

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

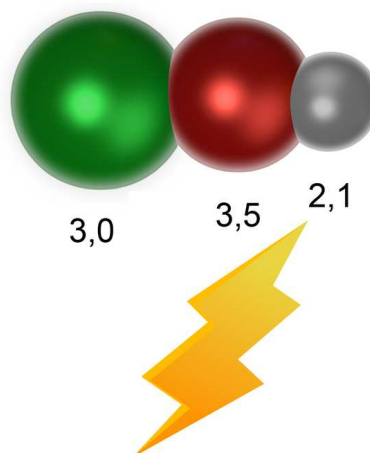
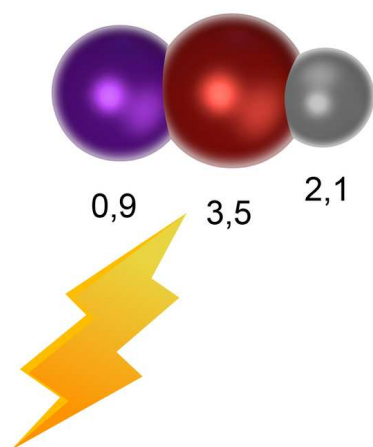
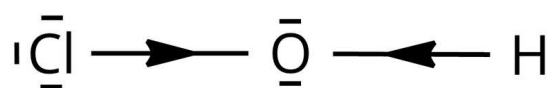
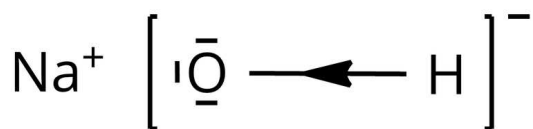
W tych warunkach powstają aniony kompleksowe zawierające glin i jony wodorotlenkowe:



lub:



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.

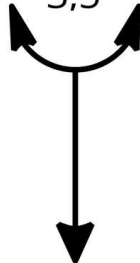
Związki amfoteryczne



0,9 3,5 2,1



1,5 3,5 2,1



3,0 3,5 2,1

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^+ :



- może nastąpić przyłączenie jonu OH^- :



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 przejścia 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.

1																	18																
1	H 1,01 1,01 wodor																	He 4,00 4,00 hel															
2	Li 6,94 1,0 lit	Be 9,01 1,5 beryj															B 10,81 2,0 bor	C 12,01 2,5 węgiel	N 14,01 3,0 azot	O 16,00 3,5 tlen	F 19,00 4,0 fluor	Ne 20,18 20,18 neon											
3	Na 22,99 0,9 sód	Mg 24,31 1,2 magnez												Al 26,98 1,5 glin	Si 28,09 1,8 krzem	P 30,97 2,1 fosfor	S 32,07 2,5 siarka	Cl 35,45 3,0 chlor	Ar 39,95 39,95 argon														
4	K 39,10 0,9 potas	Ca 40,08 1,0 wapń	Sc 44,96 1,3 skand	Ti 47,87 1,5 tytan	V 50,94 1,7 wanad	Cr 52,00 1,9 chrom	Mn 54,94 1,7 mangan	Fe 55,85 1,9 żelazo	Co 58,93 2,0 kobalt	Ni 58,69 2,0 nikiel	Cu 63,55 1,9 miedź	Zn 65,38 1,6 cynk	Ga 69,72 1,6 gal	Ge 72,63 1,8 german	As 74,92 2,0 arsen	Se 78,97 2,4 selen	Br 79,90 2,8 brom	Kr 83,80 83,80 krypton															
5	Rb 85,47 0,8 rubid	Sr 87,62 1,0 strycjan	Y 88,91 1,3 yttr	Zr 91,22 1,4 cyrkon	Nb 92,91 1,6 niob	Mo 95,95 2,0 molibden	Tc 97,91 1,9 technet	Ru 101,07 2,2 ruten	Rh 102,91 2,2 rod	Pd 106,42 2,2 pallad	Ag 107,87 1,9 srebro	Cd 112,41 1,7 kadm	In 114,82 1,8 ind	Sn 118,71 1,8 cyna	Sb 121,76 1,9 antymon	Te 127,60 2,1 tellur	I 126,90 2,5 jod	Xe 131,29 131,29 ksenon															
6	Cs 132,91 0,7 cezj	Ba 137,33 0,9 bar	La-Lu 138,91 aktynowce	Hf 178,49 1,3 hafn	Ta 180,95 1,5 tantal	W 183,84 2,0 wolfram	Re 186,21 1,9 ren	Os 190,23 2,2 osm	Ir 192,22 2,2 iryd	Pt 195,08 2,2 platyna	Au 196,97 2,4 złoto	Hg 200,59 1,9 rtęć	Tl 204,38 1,8 tal	Pb 207,2 1,8 ołówek	Bi 208,98 1,9 bismut	Po 209 2,0 polon	At 208,99 2,2 astat	Rn 222,02 222,02 radon															
7	Fr 223,02 0,7 francj	Ra 226,03 0,9 rad	Ac-Lr 227,03 aktynowce	Rf 261,10 2,6 rutherford	Db 268,10 2,7 dubn	Sg 271,10 2,7 seaborg	Bh 274,10 2,7 boh	Hs 277,10 2,7 has	Mt 278,10 2,7 meitner	Ds 281,10 2,8 darmstadt	Rg 282,10 2,8 roentgen	Cn 285,10 2,8 kopernik	Nh 286,10 2,8 nihon	Fl 289,10 2,9 flerow	Mc 290,10 2,9 moskow	Lv 293,21 2,9 livermor	Ts 294,21 2,9 tenes	Og 294,21 2,9 oganeson															
																			La 138,91 1,1 lantan	Ce 140,12 1,1 cej	Pr 140,91 1,1 prazoctym	Nd 144,24 1,1 neodym	Pm 144,91 1,1 promet	Sm 150,36 1,1 samar	Eu 151,96 1,1 europ	Gd 157,25 1,1 gadolin	Tb 158,93 1,1 terb	Dy 162,50 1,1 dyzproz	Ho 164,93 1,1 holm	Er 167,26 1,1 erb	Tm 168,93 1,1 tul	Yb 173,04 1,1 terb	Lu 174,97 1,1 lutet
																			Ac 227,03 89 akty	Th 232,04 90 tor	Pa 231,04 91 prazoctym	U 238,03 92 uran	Np 237,05 93 neptun	Pu 244,06 94 pluton	Am 243,06 95 ameryk	Cm 247,07 96 kury	Bk 247,07 97 berkel	Cf 251,08 98 kaliforn	Es 252,08 99 einstein	Fm 257,10 100 ferm	Md 258,10 101 mendelew	No 259,10 102 nobel	Lr 262,11 103 lorens

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?

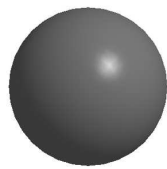
Wodorotlenek chromu(III) jest amfoteryczny, zaś wodorotlenek chromu(II) zasadowy.
Z kolei tlenek chromu(VI) wykazuje charakter kwasowy.

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

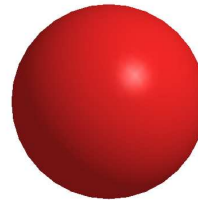
Właściwości tlenków chromu

CrO - temperatura rozkładu 697° C

CrO₃ - temperatura topnienia 196° C



II
Cr²⁺
73 pm



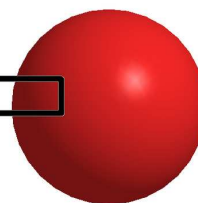
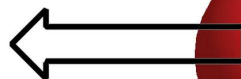
-II
O²⁻
140 pm

Wiązanie o charakterze jonowym

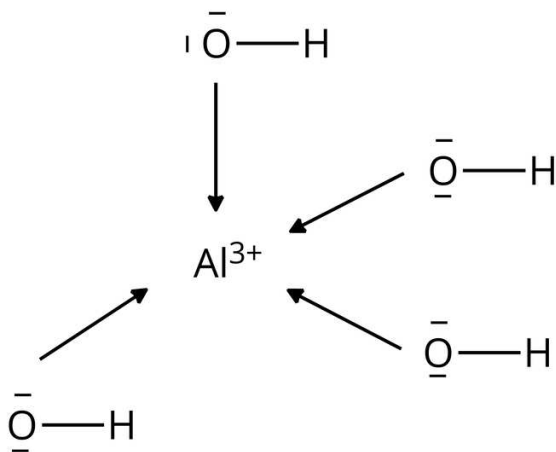
W CrO mamy do czynienia z wiązaniem jonowym, a tym samym atom tlenu przejmuje elektrony chromu i staje się anionem, a atom chromu kationem. Powstały jon chromu posiada stopień utlenienia równy II, a jon tlenu - stopień utlenienia równy -II.



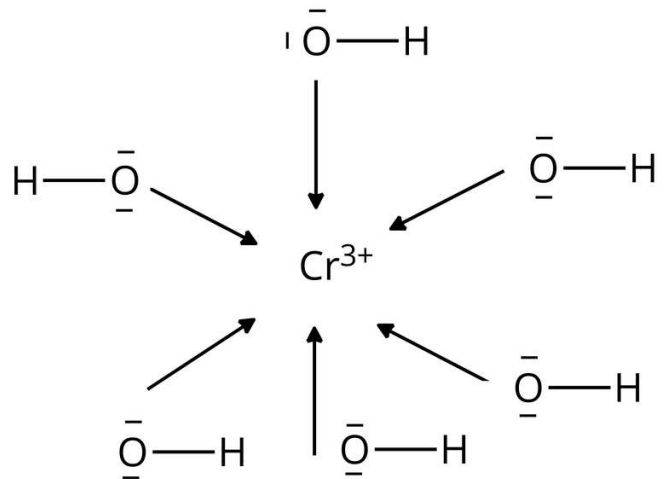
VI
Cr
26 pm



-II
O
140 pm



jon tetrahydroksoglinianowy
kształt tetraedryczny



jon heksahydroksochromianowy(III)
kształt oktaedryczny

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. $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$, natomiast „związek kompleksowy” dotyczy całej jednostki formalnej związku jonowego, którą można wyizolować, przykład:
 $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$

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.

Trwa wczytywanie danych ..

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

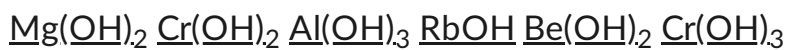
Film samouczek pt. „*Jak powstają hydroksokompleksy?*”

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.



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.

Ćwiczenie 2

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 $\text{Be}(\text{OH})_2$ ma większy/mniejszy udział przyczynku kowalencyjnego w porównaniu do wiązania w $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Ćwiczenie 2



PbO_2 rozтворя się w stężonym kwasie octowym (etanowym), dając octan ołowiu(IV), (etanian ołowiu(IV)) $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_4$. Ulega on także rozтворzeniu w stężonym wodnym rozтворze wodorotlenku sodu:



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 koordynacyjna 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 g 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



Hydrosokompleksy 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 $\text{M}(\text{OH})_2$ reaguje z roztworem wodorotlenku sodu, dając rozpuszczalny hydrosokompleks 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