

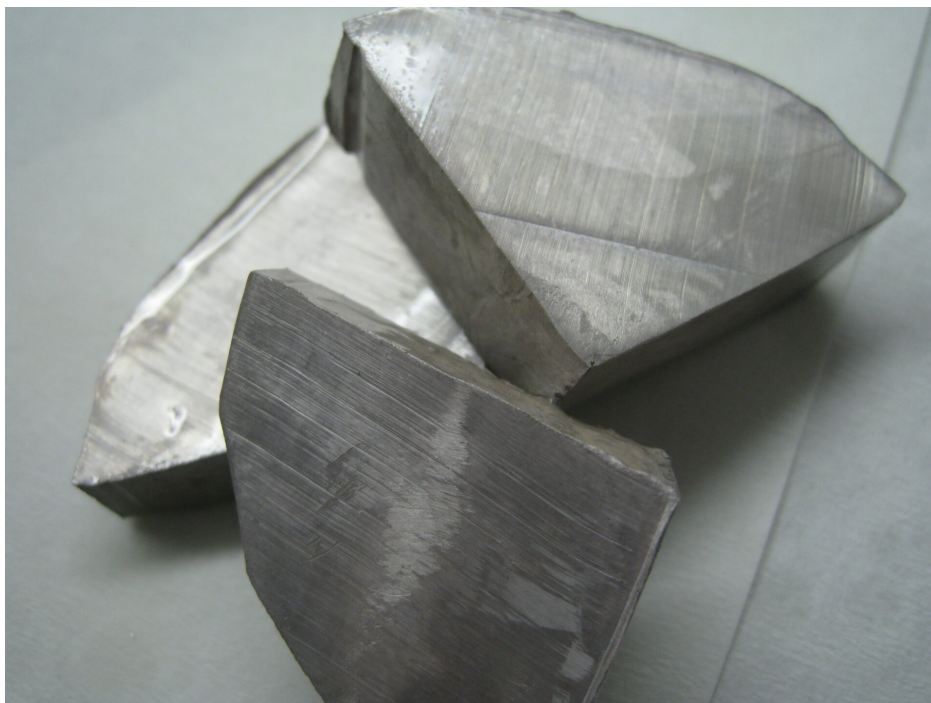


Wodorotlenki – ich budowa i otrzymywanie

Wodorotlenki – ich budowa i otrzymywanie

Gdy do wody wrzucisz sól lub cukier, po prostu się rozpuszczą – powstanie roztwór, czyli mieszanina jednorodna. Co się stanie, gdy do wody wrzucimy metal lub jego tlenek? Czy w obu przypadkach reakcja będzie taka sama? Co powstanie: mieszanina czy związek chemiczny? W jak sposób możemy to sprawdzić?

„Aktywny” znaczy: czynny, dynamiczny, energiczny, przebojowy. Jaki zatem metal nazywamy „aktywnym”?



Wszyscy wiemy, jak wygląda rdza na żelazie, ale są metale, które reagują o wiele gwałtowniej, np. sód, który trzeba przechowywać w oleju, ponieważ w kontakcie z powietrzem błyskawicznie pokrywa się szarym nalotem, a w reakcji z wodą może nawet doprowadzić do wybuchu

Źródło: By Dnn87, Own work, dostępny w internecie: Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Aby zrozumieć poruszane w tym materiale zagadnienia, przypomnij sobie:

- wartościowość atomów metali w związkach chemicznych;
- sposób tworzenia wiązania jonowego i jego charakterystykę;
- sposób zapisu wzorów związków chemicznych, na podstawie znajomości wartościowości atomów pierwiastków tworzących te związki;

- metody identyfikacji wodoru wydzielającego się z naczynia reakcyjnego;
- sposób zapisu równań reakcji chemicznych.

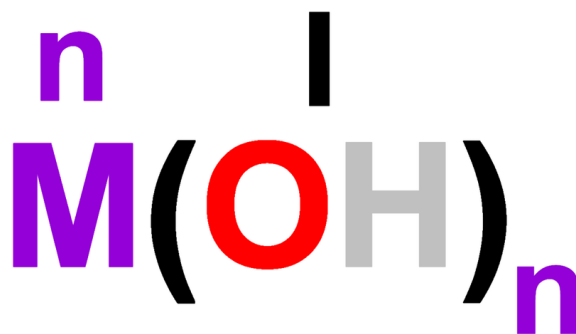
Nauczysz się

- definiować pojęcia „wodorotlenek” i „zasada”;
- zapisywać nazwy wodorotlenków w oparciu o ich wzory i odwrotnie;
- wymieniać i opisywać metody otrzymywania wodorotlenków oraz zapisywać odpowiednie równania reakcji;
- projektować doświadczenia pozwalające na otrzymanie wodorotlenku w reakcji odpowiedniego metalu lub tlenku metalu z wodą;
- podawać przykłady metali i tlenków metali reagujących z wodą;
- identyfikować produkty reakcji metali aktywnych z wodą;
- podawać przykłady wskaźników kwasowo-zasadowych oraz określać ich barwę w wodzie i w zasadach.

1. Wodorotlenki – budowa

Wodorotlenki to związki chemiczne o budowie jonowej, utworzone z kationów metalu (M^{n+}) i anionów wodorotlenkowych (OH^-). Jony te przyciągają się w wyniku działania sił elektrostatycznych, tworząc sieć krystaliczną. Wodorotlenki nie tworzą zatem cząsteczek i, jak większość związków o opisanej budowie, są substancjami o stałym stanie skupienia oraz odznaczają się wysokimi temperaturami wrzenia i topnienia.

Ponieważ jon wodorotlenkowy OH^- ma wartościowość równą I, ogólny wzór wodorotlenków możemy zapisać jako:



Wzór ogólny wodorotlenków

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

gdzie: **M** – symbol metalu; **n** – liczba jonów wodorotlenkowych równa wartościowości metalu (pamiętaj, że we wzorach sumarycznych związków chemicznych nie zapisujemy indeksów stechiometrycznych o wartości 1).

Nazwy wodorotlenków tworzymy przez dodanie do słowa „wodorotlenek” nazwy metalu tworzącego dany związek (w dopełniaczu) oraz, jeśli jest taka potrzeba, wartościowości metalu. Przykładowo, jeśli pierwiastkiem wchodzącym w skład wodorotlenku jest sód, którego atomy w związkach chemicznych przyjmują wartościowość równą I (sód położony jest w 1. grupie układu okresowego), to wzór sumaryczny wodorotlenku ma postać:



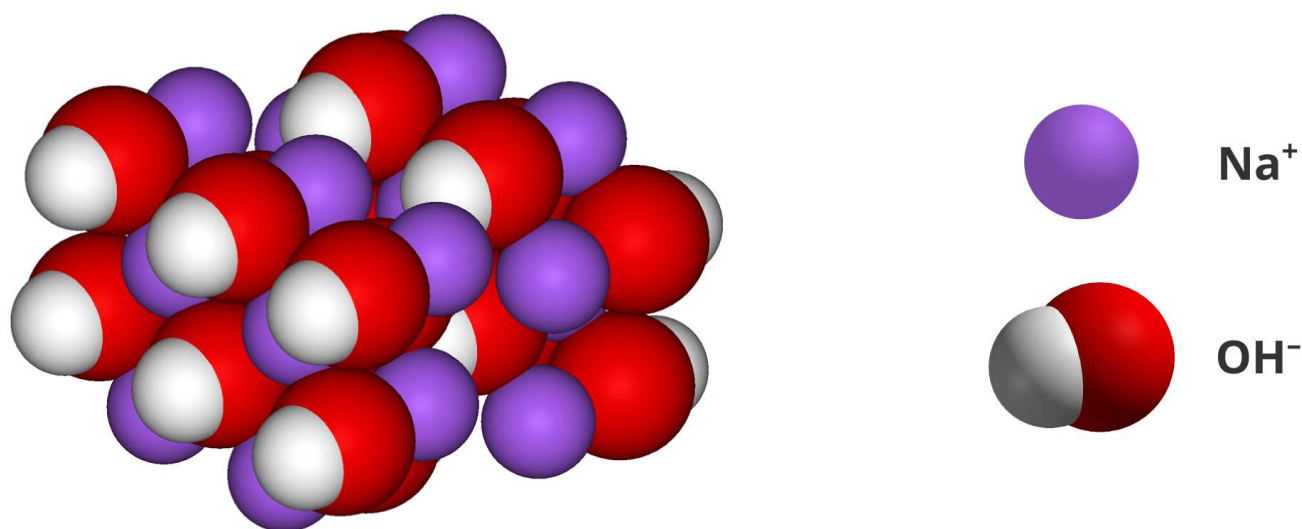
Wzór wodorotlenku sodu

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

a jego nazwa to: **wodorotlenek sodu**.

W skład sieci krystalicznej wodorotlenku sodu wchodzi kationy sodu (Na^+) i aniony wodorotlenkowe (OH^-). Fragment modelu wspomnianej sieci krystalicznej

analizowanego wodorotlenku przedstawia poniższa grafika.

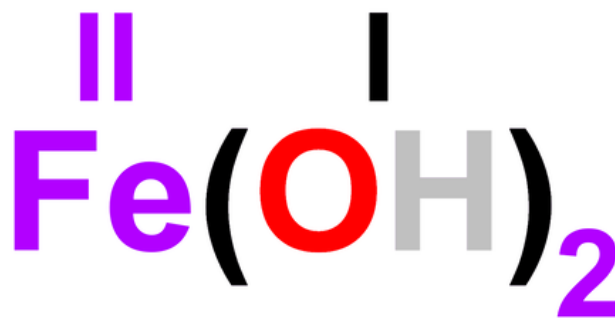


Model 3D sieci krystalicznej wodorotlenku sodu

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

Wartościowość atomów metali 1. i 2. grupy układu okresowego jest w związkach chemicznych zawsze taka sama (atomy metali 1. grupy układu okresowego w związkach chemicznych mają wartościowość równą I, a atomy metali 2. grupy układu okresowego wartościowość równą II). Podobna sytuacja ma miejsce dla atomów cynku (wartościowość jego atomów w związkach chemicznych wynosi II) oraz glinu (wartościowość III). Nazwy wodorotlenków wymienionych metali tworzymy analogicznie do nazwy wodorotlenku sodu – bez podawania wartościowości metalu. W przypadku wodorotlenków pozostałych metali, do nazwy wodorotlenku dodaje się w nawiasie cyfrę rzymską, która określa wartościowość atomów metalu w rozpatrywanym związku chemicznym.

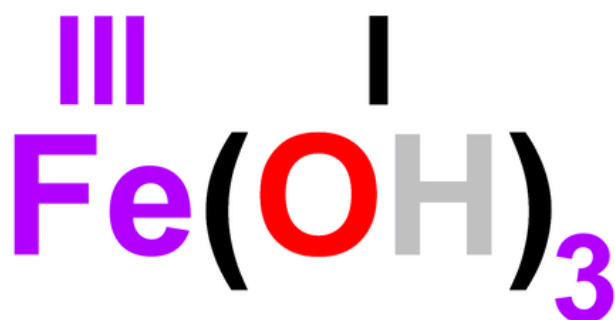
Przykładowo żelazo może tworzyć wodorotlenek, w którym wartościowość atomów metalu równa jest II:



Wodorotlenek żelaza(II)

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

lub III:



Wodorotlenek żelaza(III)

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

W skład sieci krystalicznej wodorotlenku żelaza(II) wchodzi kationy żelaza(II) (Fe^{2+}) oraz aniony wodorotlenkowe (OH^-), a sieć krystaliczna wodorotlenku żelaza(III) zbudowana jest z kationów żelaza(III) (Fe^{3+}) i anionów wodorotlenkowych (OH^-).

Polecenie 1

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

2. Rozpuszczalność wodorotlenków w wodzie

Wodorotlenki wykazują zróżnicowaną rozpuszczalność w wodzie. Przykładowo, wodorotlenek sodu i wodorotlenek potasu są bardzo dobrze rozpuszczalne w wodzie, podczas gdy np. wodorotlenek cynku oraz wodorotlenek glinu są właściwie

nierozpuszczalne. To, czy dany wodorotlenek dobrze rozpuszcza się w wodzie, możemy sprawdzić w tabeli rozpuszczalności, której fragment znajduje się poniżej.

Polecenie 2

Przeanalizuj zamieszczony poniżej fragment tabeli rozpuszczalności wodorotlenków, a następnie zapisz wzory oraz nazwy wodorotlenków praktycznie nierozpuszczalnych w wodzie (w tabeli oznaczone jako **N**).

TABELA ROZPUSZCZALNOŚCI WODOROTLENKÓW WYBRANYCH METALI W WODZIE W TEMPERATURZE 25 °C

kationy aniony	Na ⁺	K ⁺	Cu ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Ba ²⁺	Zn ²⁺	Al ³⁺	Pb ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺
OH ⁻	R	R	N	N	T	R	N	N	N	N	N

R

- substancja dobrze rozpuszczalna w wodzie

N

- substancja praktycznie nierozpuszczalna w wodzie

T

- substancja trudno rozpuszczalna w wodzie; wytrąca się przy odpowiednim stężeniu roztworu

Fragment tabeli rozpuszczalności

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

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

Wodne roztwory wodorotlenków to tak zwane [zasady](#). Mówiąc „zasada sodowa”, mamy więc na myśli „wodny roztwór wodorotlenku sodu”.

3. Wskaźniki

Obecność w roztworze wodnym wodorotlenku rozpuszczalnego w wodzie można wykryć, używając do tego substancji zwanych [wskaźnikami kwasowo-zasadowymi](#) (lub indykatorami), które zmieniają swoją barwę w zależności od [odczynu roztworu](#), będącego cechą charakteryzującą roztwory wodne.

Wielu wskaźników kwasowo-zasadowych używamy mniej lub bardziej świadomie na co dzień. Herbata, do której dodamy sok z cytryny, zmienia pod jego wpływem zabarwienie na jaśniejsze. Podobnie, gdy do soku z buraków dodamy sok z cytryny (kwas cytrynowy) lub ocet (kwas octowy) – pod wpływem wymienionych substancji przyjmie intensywny czerwony kolor.

W laboratorium chemicznym, do badania odczynu roztworów i zarazem identyfikacji niektórych substancji rozpuszczalnych w wodzie, jako wskaźników używa się między innymi alkoholowego roztworu fenoloftaleiny, wodnego roztworu oranżu metylowego oraz uniwersalnego papierka wskaźnikowego. W warunkach domowych jako indykator może posłużyć wywar z liści czerwonej kapusty.

Polecenie 3

Wodne roztwory wodorotlenków rozpuszczalnych w wodzie charakteryzują się odczynem zasadowym. Z kolei czysta woda ma odczyn obojętny. W poniższej tabeli znajdują się nazwy wybranych wskaźników kwasowo-zasadowych oraz ich barwy, w zależności od środowiska, w jakim się znajdują (woda lub wodny roztwór wodorotlenku). Zapoznaj się z informacjami zawartymi w tabeli i odpowiedz na pytanie, czy wszystkich z wymienionych wskaźników można użyć w celu odróżnienia wody destylowanej od wodnego roztworu wodorotlenku. Odpowiedź uzasadnij.

wskaźnik	barwa wskaźnika	
	w wodzie destylowanej	w wodnym roztworze wodorotlenku
wywar z czerwonej kapusty	fioletowa	zielona
uniwersalny papierek wskaźnikowy	żółta	niebieska
alkoholowy roztwór fenoloftaleiny	bezbarwna	malinowa
wodny roztwór oranżu metylowego	żółtopomarańczowa	żółtopomarańczowa

Tabela wskaźników

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

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

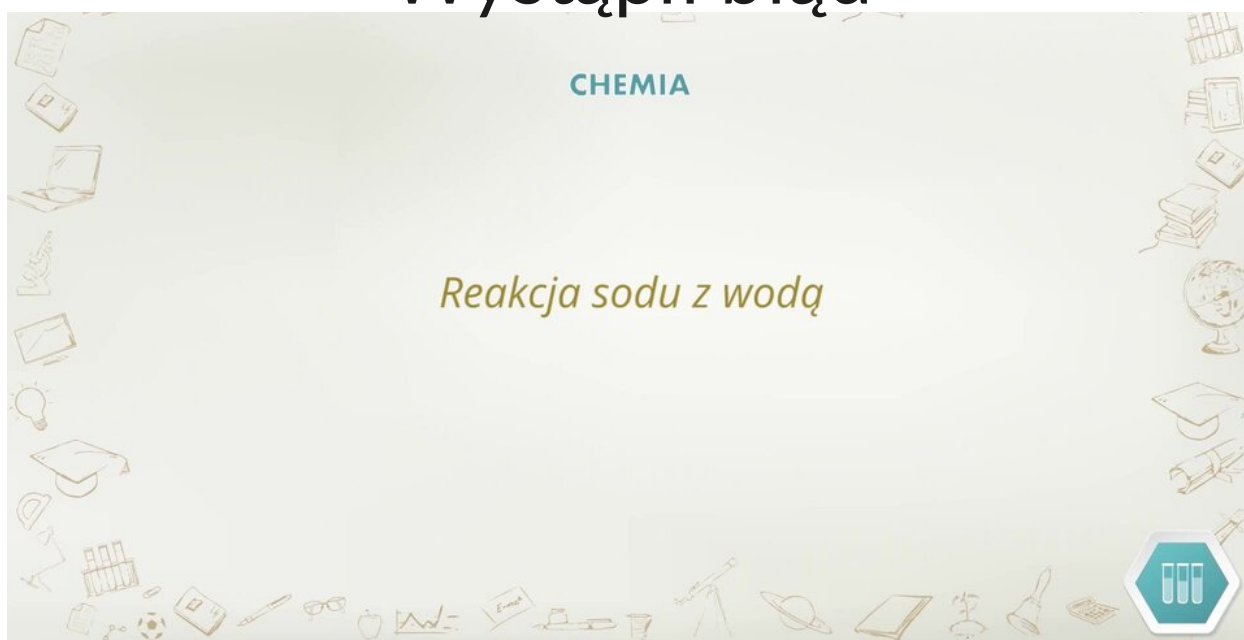
4. Otrzymywanie wodorotlenków

Doświadczenie 1

Sprawdź, czy po wprowadzeniu kawałka metalicznego sodu do wody destylowanej uzyskasz roztwór o odczynie zasadowym. W tym celu przeprowadź doświadczenie 1. Przygotuj niezbędne odczynniki i sprzęt laboratoryjny. Wybierz hipotezę i zweryfikuj ją, przeprowadzając doświadczenie wg załączonej instrukcji. Jeśli nie masz możliwości samodzielnego przeprowadzenia doświadczenia, zapoznaj się z filmem z jego wykonania. Napisz obserwacje oraz sformułuj odpowiedni wniosek. Przeprowadzając doświadczenie, samodzielnie zadбай o środki ochrony osobistej.

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

Wystąpił błąd



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1ZDsbQPCHufs>

Film pt. *Reakcja sodu z wodą*

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

Na filmie ukazano, w jaki sposób sól reaguje z wodą. W celu zbadania odczynu powstałego roztworu, w doświadczeniu wykorzystano wywar z czerwonej kapusty.

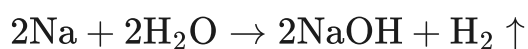
Polecenie 4

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

Podsumowanie doświadczenia

Sód gwałtownie reaguje z wodą, a odnotowana zmiana zabarwienia wywaru z czerwonej kapusty (z fioletowego na zielony) pozwala na stwierdzenie, że w wyniku zachodzącej reakcji chemicznej uzyskano roztwór o odczynie zasadowym. Biorąc pod uwagę wykorzystane odczynniki chemiczne (sód i wodę destylowaną), można wnioskować, że substancja obecna w roztworze wodnym po reakcji to wodorotlenek sodu. Wydzielającym się gazem, w wyniku zachodzącej reakcji chemicznej, jest wodór.

Równanie reakcji chemicznej, która ma miejsce w układzie doświadczalnym, wygląda następująco:



sód + woda → wodorotlenek sodu + wodór

Polecenie 5

Wykorzystując poniższą symulację, sprawdź, w jaki sposób użyte w niej metale zachowują się wobec wody. Następnie zapisz obserwacje.

Do krystalizatora/probówki z wodą z dodatkiem kilku kropel fenoloftaleiny wrzuć kawałek sodu/ opiłki magnezu/ miedzianej blaszki. Obserwuj zachodzące zmiany. W przypadku ich braku podgrzej zawartość probówki, wybierając palnik.

Za pomocą zapalanej zapalki zidentyfikuj wydzielający się gaz.



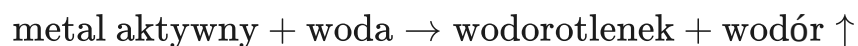
Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D2UOm4BMs>

Działanie metalami na wodę – symulacja

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

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

Jedną z laboratoryjnych metod otrzymywania wodorotlenków jest reakcja niektórych metali z wodą. Tak zwane metale aktywne (a więc należące do 1. oraz 2. grupy układu okresowego, z wyjątkiem berylu) w większości reagują z wodą już w temperaturze pokojowej (magnez reaguje z wodą w widoczny sposób dopiero w podwyższonej temperaturze). W wyniku reakcji chemicznej metalu z wodą, oprócz wodorotlenku powstaje również wodór. Równanie omówionej reakcji chemicznej można opisać schematem:



Litowce reagują z wodą gwałtowniej niż berylowce. Do reakcji z wodą nie stosuje się jednak fransu i radu – to metale promieniotwórcze.

W obrębie grupy układu okresowego, aktywność metali rośnie ze wzrostem liczby atomowej, a w obrębie okresu – rośnie wraz ze zmniejszaniem się liczby atomowej, tak jak to przedstawiono na poniższej grafice.

1	H		
3	Li	4	Be
11	Na	12	Mg
19	K	20	Ca
37	Rb	38	Sr
55	Cs	56	Ba
87	Fr	88	Ra

Kierunki zmian aktywności metali w grupie litowców i berylowców. Kolorem pomarańczowym oznaczono metale aktywne

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

Związane jest to ze zwiększającą się odległością elektronów walencyjnych od jądra atomowego w atomach metali, co skutkuje łatwością atomu do oddawania elektronów podczas tworzenia wiązań jonowych.

Metale pozostałych grup układu okresowego (np. miedź), podobnie jak wspomniany już beryl, są mniej aktywne i nie reagują z wodą. Ich trudno rozpuszczalne w wodzie wodorotlenki metali otrzymuje się innymi metodami.

Doświadczenie 2

Sprawdź, w jaki sposób tlenek wapnia zachowuje się wobec wody. W tym celu przeprowadź doświadczenie 2. Przygotuj niezbędne odczynniki i sprzęt laboratoryjny. Wybierz hipotezę i zweryfikuj ją, przeprowadzając doświadczenie wg załączonej instrukcji. Napisz obserwacje oraz sformułuj odpowiedni wniosek. Przeprowadzając doświadczenie samodzielnie, zadbaj o środki ochrony osobistej.

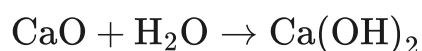
Źródło: Gromar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 6

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

Podsumowanie doświadczenia

Tlenek wapnia reaguje z wodą, a w wyniku zachodzącej reakcji chemicznej wydziela się ciepło – to [reakcja egzoenergetyczna \(egzotermiczna\)](#). To, że po dodaniu alkoholowego roztworu fenoloftaleiny roztwór zabarwił się na malinowo, pozwala na stwierdzenie, że w wyniku zachodzącej reakcji chemicznej uzyskano roztwór o odczynie zasadowym. Biorąc pod uwagę wykorzystane odczynniki chemiczne (tlenek wapnia i wodę destylowaną), można wnioskować, że substancja obecna w roztworze wodnym po reakcji to wodorotlenek wapnia. Równanie reakcji chemicznej, która zachodzi w trakcie wykonywania opisanego doświadczenia, ma postać:

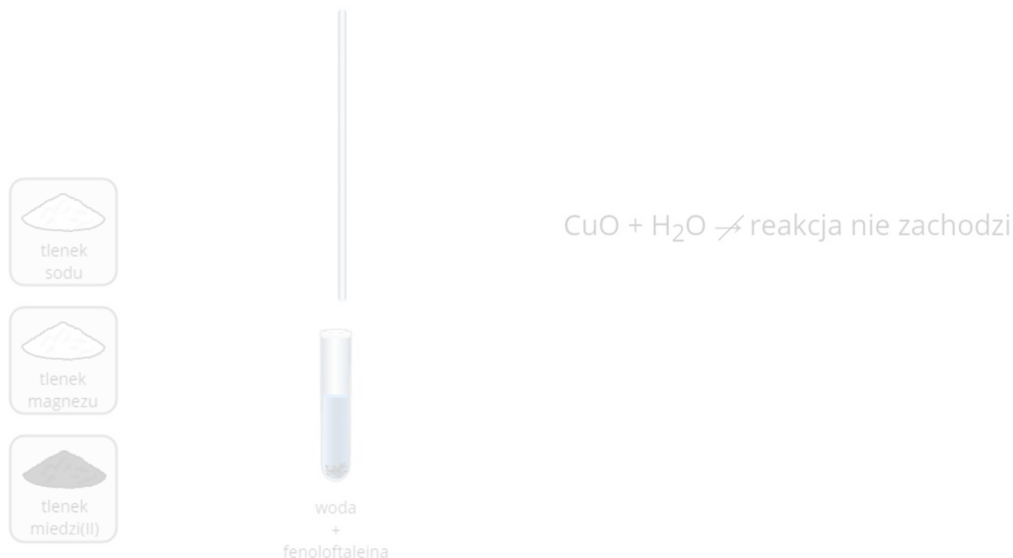


tlenek wapnia + woda → wodorotlenek wapnia

Polecenie 7

Wykorzystując poniższą symulację, sprawdź, w jaki sposób użyte w niej tlenki metali zachowują się wobec wody. Następnie zapisz obserwacje.

Do probówki z wodą i kilkoma kroplami fenoloftaleiny wsyp tlenek sodu/ tlenek magnezu/ tlenek miedzi(II). Obserwuj zachodzące zmiany.



$\text{CuO} + \text{H}_2\text{O} \nrightarrow$ reakcja nie zachodzi

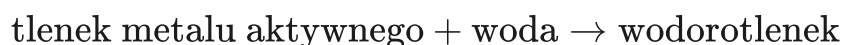
Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D2UOm4BMs>

Działanie tlenkami metali na wodę – symulacja

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

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

Jako drugą z laboratoryjnych metod otrzymywania wodorotlenków, można zastosować reakcję tlenków niektórych metali z wodą. Do wspomnianych należą tlenki metali aktywnych. Równanie omówionej reakcji chemicznej tlenków niektórych metali z wodą można opisać schematem:



Tlenki, które w reakcji z wodą tworzą zasady (a więc wodorotlenki rozpuszczalne w wodzie), to tak zwane tlenki zasadowotwórcze.

Podsumowanie

- Wodorotlenki to związki chemiczne, zbudowane z kationów metali i anionów wodorotlenkowych, o wzorze ogólnym: $M(OH)_n$.
- Nazwy wodorotlenków tworzymy, dodając do słowa „wodorotlenek” nazwę wchodzącego w jego skład metalu (w dopełniaczu) oraz, w przypadku niektórych metali, jego wartościowość.
- Wodorotlenki otrzymuje się w wyniku reakcji chemicznych niektórych metali z wodą oraz tlenków niektórych metali z wodą.
- Wodne roztwory wodorotlenków dobrze rozpuszczalnych w wodzie (wszystkich wodorotlenków metali z 1. grupy układu okresowego i wybranych wodorotlenków metali z grupy 2.) nazywa się zasadami.

Praca domowa

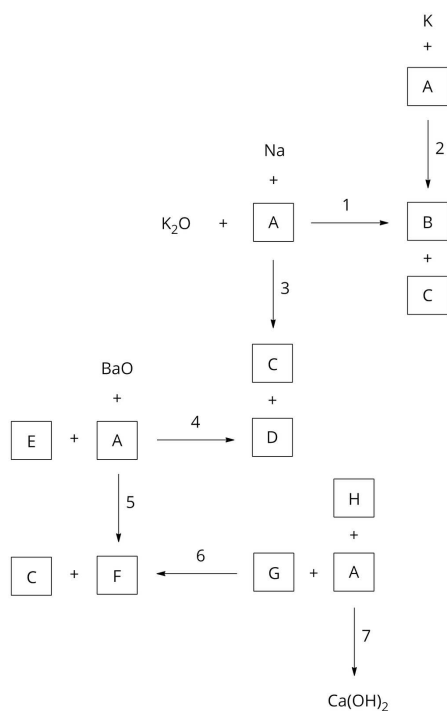
Polecenie 8.1

Wykorzystując dostępne Ci źródła informacji oraz wiedzę zdobytą podczas analizy tego materiału, przygotuj infografikę przedstawiającą barwy wybranych wskaźników w środowisku o odczynie obojętnym i zasadowym.

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

Polecenie 8.2

Zapisz równania reakcji chemicznych, oznaczonych na poniższym chemografie cyframi od 1 do 7. Pamiętaj, że każda z reakcji prowadzi do otrzymania odpowiedniego wodorotlenku. Napisz wzory (lub symbole) i nazwy substancji oznaczonych literami od A do H. Określ typ każdej z reakcji chemicznych (synteza, analiza, wymiana).



Schemat reakcji

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

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

Słownik

sieć krystaliczna

pojęcie abstrakcyjne, matematyczne, oznaczające powtarzające się w przestrzeni upakowanie drobin (pod określonymi kątami i w określonej odległości)

wodorotlenek

związek chemiczny, zbudowany z kationów metalu i anionów wodorotlenkowych

zasada

wodny roztwór dobrze rozpuszczalnego wodorotlenku

wskazniki kwasowo-zasadowe

(indykatory) substancje chemiczne, które zmieniają swoją barwę w zależności od odczynu środowiska (roztworu), w którym się znajdują




odczyn roztworu

cecha charakteryzująca roztwory wodne; roztwór może mieć odczyn kwasowy (np. ocet), obojętny (np. wodny roztwór soli kuchennej) lub zasadowy (wodne roztwory wodorotlenków)

reakcja egzotermiczna

reakcja chemiczna, w wyniku której z układu reakcyjnego (doświadczalnego) do otoczenia wydziela się ciepło

Ćwiczenia

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Przedstaw metody otrzymywania wodorotlenków, wybierając odpowiednie elementy z listy.

aktywny metal, tlen, tlen, wodorotlenek, każdy niemetal, wodorotlenek + tlen, tlenek niemetalu, tlenek metalu aktywnego, wodorotlenek + wodór, wodorotlenek + wodór, wodorotlenek, wodór, wodorotlenek + woda, każdy metal, wodorotlenek + tlen, wodorotlenek + woda, tlenek każdego metalu, wodór

..... + woda →

..... + woda →

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

Ćwiczenie 2



Uzupełnij równania reakcji otrzymywania wodorotlenków, przeciągając w luki odpowiednie symbole lub wzory chemiczne substancji.

Na₂O, Na, 2H₂O ↑ , H₂ ↑ , Ca(OH)₂ + H₂O,
Ca(OH)₂ + H₂ ↑ , 2H₂ ↑ , Ca(OH)₂, 2Na

..... + H₂ O → 2NaOH

CaO+ H₂ O →

..... + 2H₂ O → 2NaOH +

.....

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

Ćwiczenie 3



Oceń prawdziwość podanych informacji.

	Prawda	Fałsz
Wszystkie metale reagują z wodą.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
W wyniku reakcji metalu aktywnego z wodą powstaje wodorotlenek i wydzielą się wodór.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
W wyniku reakcji miedzi z wodą powstaje wodorotlenek miedzi.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Miedź jest metalem bardziej aktywnym niż sód.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
W wyniku reakcji tlenku potasu z wodą wydzielą się wodór.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

Ćwiczenie 4



Znając zachowanie się miedzi, magnezu i sodu w wodzie z dodatkiem alkoholowego roztworu fenoloftaleiny, ustal, jakich metali użyto do kolejnych reakcji.

Znając zachowanie się miedzi, magnezu i sodu w wodzie z dodatkiem fenoloftaleiny, ustal jakich metali użyto do kolejnych reakcji.

Diagram illustrating the experiment setup. Three test tubes are shown on stands. The first test tube contains a pink liquid, labeled "woda + fenoloftaleina". The second test tube is being heated by a Bunsen burner and contains a pink liquid. The third test tube is being heated by a Bunsen burner and contains a blue liquid. To the right of the test tubes are three icons representing the metals used: "miedź" (copper), "magnez" (magnesium), and "sód" (sodium).

Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D2UOm4BMs>

Źródło: GroMar Sp. z o. o., dostępny w internecie: epodreczniki.pl, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 5



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

Ćwiczenie 6



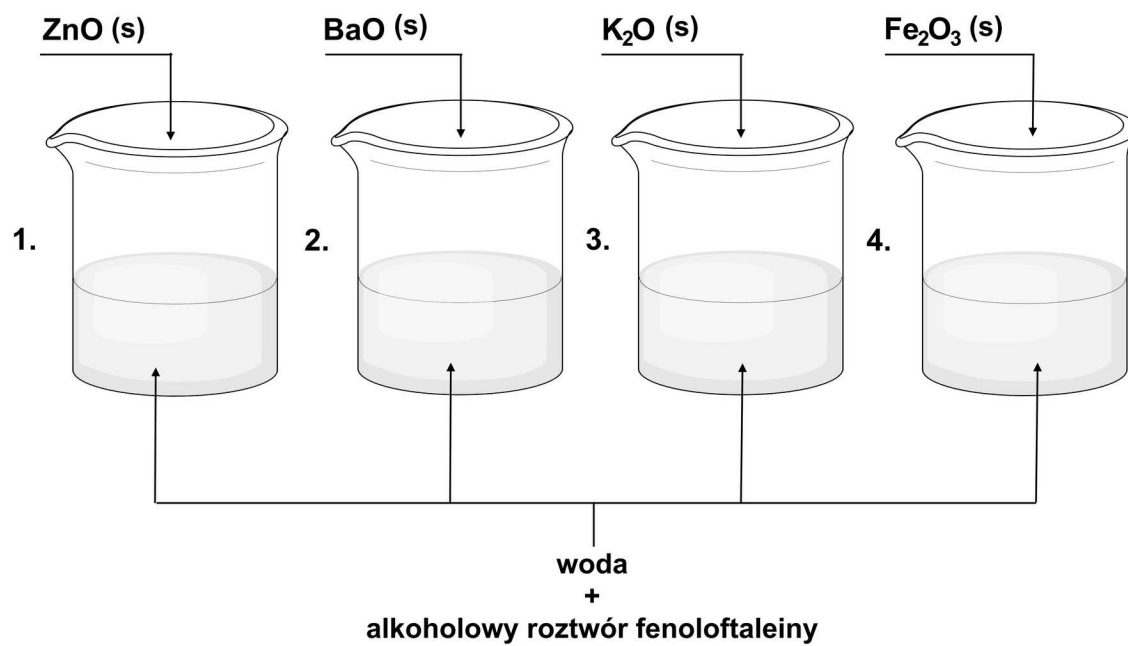
Analizując informacje zawarte w poniższej tabeli, dopasuj do odpowiednich komórek nazwy wskaźników kwasowo-zasadowych, którym odpowiadają podane barwy.

Źródło: dostępny w internecie: epodreczniki.pl, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7



Uczeń przeprowadził doświadczenie, zilustrowane na poniższym schemacie.



Schemat

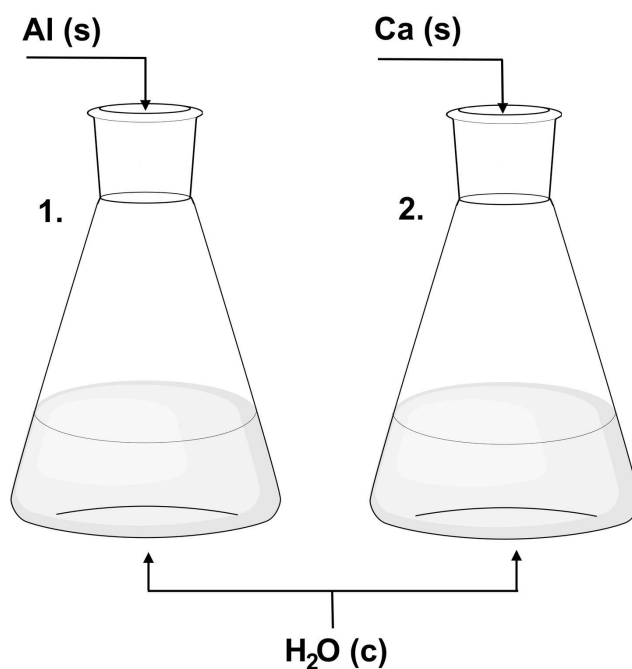
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

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

Ćwiczenie 8



W szkolnym laboratorium chemicznym przeprowadzono doświadczenie zilustrowane na poniższym schemacie.



Schemat

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

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

Ćwiczenie 9



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

Bibliografia

Encyklopedia PWN.

Krzeczkowska M., Loch J., Mizera A., *Repetitorium chemia. Liceum – poziom podstawowy i rozszerzony*, Warszawa – Bielsko-Biała 2010.

Litwin M., Styka-Wlazło Sz., Szymońska J., *To jest chemia 1. Chemia ogólna i nieorganiczna. Zakres rozszerzony*, Warszawa 2012.

Pazdro K. M., *Chemia. Pierwiastki i związki nieorganiczne*, Warszawa 2012.

Notatnik

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