

## 10. Wodorotlenki



Fot. 42. Wodorotlenek sodu reaguje z tłuszczami, dlatego skutecznie usuwa tłuste zanieczyszczenia zgromadzone w rurach.

Podstawowym składnikiem środków stosowanych do udrożniania rur odprowadzających ścieki komunalne jest wodorotlenek sodu (fot. 42.).

### Jak są zbudowane wodorotlenki?

Wodorotlenki to związki chemiczne, utworzone przez trzy różne pierwiastki chemiczne:

- ▶ wodór,
- ▶ tlen,
- ▶ metal.

Wodorotlenki są zbudowane z kationów metalu i anionów wodorotlenkowych. Ich wzór ogólny ma postać:



gdzie:

$M^{m+}$  – kation metalu,

$m$  – wartościowość metalu (równa liczbie anionów wodorotlenkowych)

$\text{OH}^-$  – anion wodorotlenkowy,

$1$  – wartościowość anionu wodorotlenkowego.

### Plan rozwiązywania

- 1 Zapisz symbole chemiczne pierwiastków w kolejności odwrotnej do podanej w nazwie związku chemicznego.
- 2 Ustal wartościowość pierwiastka i anionu wodorotlenkowego.
- 3 Zapisz wartościowość nad symbolami chemicznymi pierwiastka i anionu wodorotlenkowego.
- 4 Przepisz wartościowość po przekątnej, aby powstały indeksy stechiometryczne.
- 5 Napisz wzór związku chemicznego.

### Przykład 18

Jak ustalić wzór sumaryczny wodorotlenku na podstawie jego nazwy?

Napisz wzór sumaryczny wodorotlenku żelaza(III).

żelazo: Fe, anion wodorotlenowy:  $\text{OH}^-$

wodorotlenek żelaza(III) ← wartościowość żelaza

Wartościowość anionu wodorotlenowego zawsze wynosi 1.

III 1  
FeOH

W indeksach stechiometrycznych stosuj cyfry arabskie: FeOH.

III 1  
Fe(OH)<sub>3</sub>

Indeksów stechiometrycznych o wartości 1 nie zapisuje się we wzorze.

Jeśli współczynnik stechiometryczny dotyczy całego anionu wodorotlenkowego, anion wodorotlenkowy zapisuje się w nawiasie.

Wzór sumaryczny wodorotlenku żelaza(III):  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

### Jak tworzy się nazwy wodorotlenków?

Nazwy wodorotlenków tworzy się według takich samych zasad jak nazwy tlenków. Nazwa każdego wodorotlenku rozpoczyna się od słowa „wodorotlenek”, do którego dodaje się nazwę metalu tworzącego dany wodorotlenek – i – jeśli to konieczne, bo metal tworzy kilka wodorotlenków – wartościowość metalu zapisaną w nawiasie:



### W jaki sposób można otrzymać wodorotlenki?

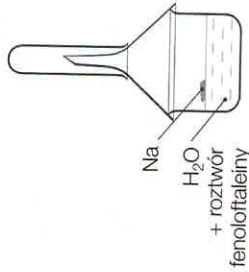
#### Doświadczenie 5. NaOH

Otrzymywanie wodorotlenku sodu w reakcji sodu z wodą

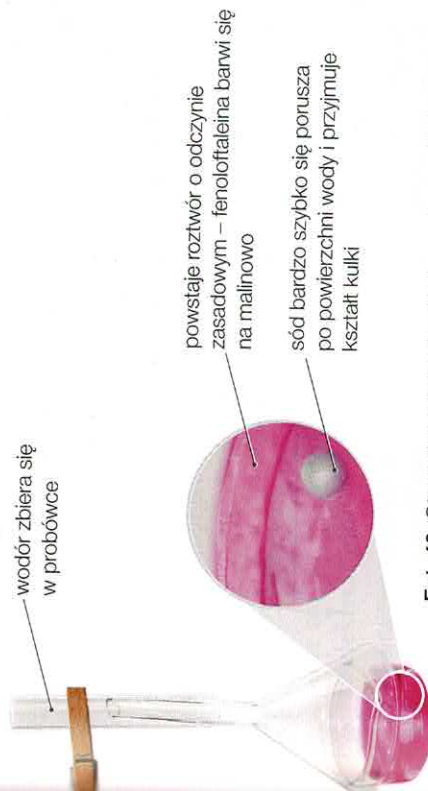
Odczynniki: sól, roztwór fenoloftaleiny, woda destylowana.

Szklono i sprzęt laboratoryjny: krystalizator, lejek, probówka, pęseta, bibuła, nóż, tuczywo.

Instrukcja: Sód wyjmij z pojemnika pęsetą, dokładnie osusz bibułą i odetnij nożem mały kawałek. Resztę sodu z powrotem włóż do pojemnika z naftą, a odcięty kawałek wrzuć do krystalizatora z wodą i fenoloftaleiną. Krystalizator przykryj lejką z probówką (schemat). Po zakończeniu reakcji chemicznej wykonaj próbę na obecność wodoru w probówce.



wodór zbiera się w probówce



Fot. 43. Otrzymywanie wodorotlenku sodu w reakcji sodu z wodą.

Obserwacje: Sód (fot. 43.) gwałtownie porusza się po powierzchni wody. Roztwór barwi się na malinowo. Zebrany w probówce gaz spala się z charakterystycznym dźwiękiem.

Wniosek: Sód reaguje z wodą i tworzy się produkt o charakterze zasadowym – świadczy o tym malinowa barwa roztworu.

Reakcja sodu z wodą jest reakcją egzoenergetyczną.



**Powstaje wodny roztwór wodorotlenku sodu – zasada sodowa. Pro-  
duktem tej reakcji chemicznej jest też palny, bezbarwny gaz – wodór.**

Reakcję chemiczną sodu z wodą przedstawia równanie:



Ogólny zapis otrzymywania wodorotlenków w reakcji metalu z wodą ma postać:

**metal aktywny + woda**  $\longrightarrow$  **wodorotlenek (zasada) + wódor**  
(tylko litowce i berylowce, bez berylu)

W ten sam sposób jak sód mogą reagować z wodą inne metale aktywne z tej samej grupy, np.: potas, rubid oraz tego samego okresu, np. sód i wapń, tworząc odpowiednie wodorotlenki tych metali.

Inne sposoby otrzymywania wodorotlenków to:  
▶ reakcja tlenków metali z wodą:

**tlenek metalu aktywnego + woda**  $\longrightarrow$  **zasada**  
(tylko litowce i berylowce, bez berylu)

reakcja **syntezy**

Na przykład:  $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{NaOH}$   
tlenek sodu                      woda                      wodorotlenek sodu

▶ reakcja wodoru metalu aktywnego z wodą:

**wodorek metalu + woda**  $\longrightarrow$  **zasada + wódor**

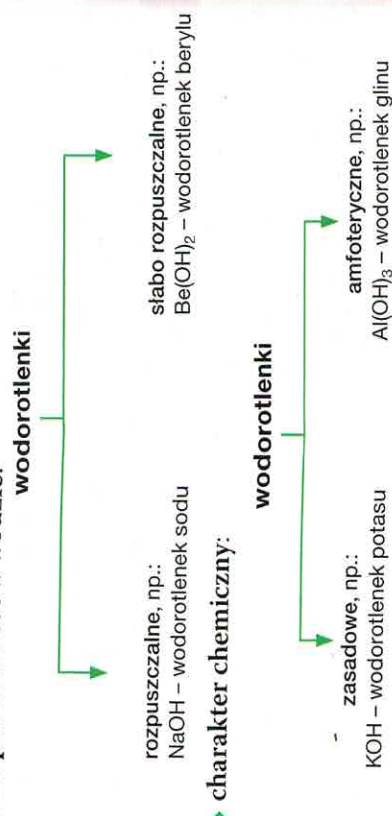
reakcja **wymiany**

Na przykład:  $\text{CaH}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca(OH)}_2 + 2 \text{H}_2 \uparrow$   
wodorek wapnia                      woda                      wodorotlenek wapnia    wódor

▶ kolejny sposób otrzymywania wodorotlenków zostanie omówiony w temacie *Sole*, s. 99.

### ■ Jak można podzielić wodorotlenki?

Wszystkie wodorotlenki można podzielić ze względu na dwa kryteria:  
▶ **rozpuszczalność w wodzie:**



### ■ Czym są zasady?

Zasadą nazywa się wodorotlenek i jego roztwór. Zasadami są **wszystkie wodorotlenki metali 1. grupy układu okresowego** pierwiastków chemicznych (litowce) oraz **prawie wszystkie wodorotlenki metali 2. grupy** (berylowce, ale bez berylu).

Roztwór otrzymany w wyniku rozpuszczenia amoniaku w wodzie ma również charakter zasadowy i przedstawia się go wzorem  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . W roztworze wodnym amoniaku znajduje się niewielka liczba jonów:  $\text{NH}_4^+$  i  $\text{OH}^-$ .

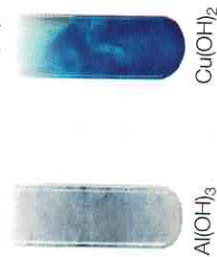
### ■ Jakie właściwości mają wodorotlenki?

Właściwości wodorotlenków zależą od właściwości metali, które je tworzą. Wodorotlenki 1. i 2. grupy układu okresowego są substancjami o stałym stanie skupienia (fot. 44.), większość z nich dobrze rozpuszcza się w wodzie, tworząc zasady. Są żrące. Wykazują właściwości higroskopijne.



Fot. 44. Wodorotlenki: sodu i potasu.

Wodorotlenek glinu oraz wodorotlenki grup 4.-12. układu okresowego słabo rozpuszczają się w wodzie (fot. 45.). Wykazują właściwości amfoteryczne. W wodorotlenkach występują **wiązania jonowe**.



Fot. 45. Wodorotlenki: glinu i miedzi(II).

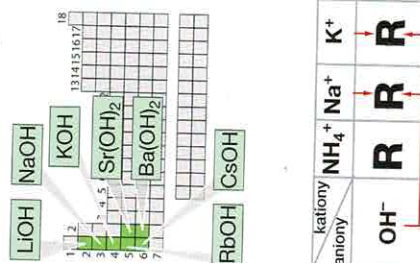
Wodne roztwory wodorotlenków przewodzą prąd elektryczny, czyli są **elektrolitami**.

W roztworze zasady uniwersalny papierek wskaźnikowy przyjmuje barwę od zielonej do granatowej, a roztwór fenolofaleiny przyjmuje barwę malinową (fot. 46.).



Fot. 46. Barwy wskaźników kwasowo-zasadowych w roztworze zasady.

**Metale z 1. i 2. grupy** układu okresowego tworzą **zasady**, czyli wodorotlenki rozpuszczalne w wodzie.





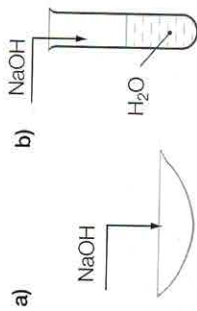
**Doświadczenie 6.****Badanie właściwości wodorotlenku sodu**

**Odczynniki:** wodorotlenek sodu w postaci granulek, woda destylowana.

**Szkło i sprzęt laboratoryjny:** szkiełko zegarkowe lub szalka Petriego, probówka, bagietka szklana, termometr.

**Instrukcja:** a) Na szkiełku zegarkowym umieść kilka granulek wodorotlenku sodu. Zapamiętaj ich wygląd (możesz zrobić zdjęcie). Przyjrzij się im ponownie po ok. 5–10 min (możesz wykonać drugie zdjęcie i porównać je z pierwszym).

b) Do probówki dodaj wodę destylowaną (około  $\frac{1}{3}$  objętości probówki). Zanoć jej temperaturę. Następnie dodaj do wody kilka granulek wodorotlenku sodu. Wyjmij termometr. Wymieszaj zawartość probówki bagietką. Zmierz temperaturę roztworu i porównaj ją z temperaturą wody na początku doświadczenia.



**1** Rozpuszczanie NaOH w wodzie wchłoniętej z powietrza to **zjawisko egzoenergetyczne**.



Fot. 47. Wodorotlenek sodu rozpuszcza się w wodzie wchłoniętej z powietrza.

**Obserwacje:** Granulki wodorotlenku sodu po kilku minutach „rozplywają się” (fot. 47.). Wodorotlenek sodu rozpuszcza się w wodzie, a probówka się rozgrzewa.

**Wniosek:** Stały wodorotlenek sodu „rozplywa się” wskutek wchłaniania wilgoci (pary wodnej) z powietrza.

**Chemia w akcji**

Ziarna ryżu umieszczone w solniczce chroni sól przed pobieraniem wilgoci z powietrza i zbrzyleniem. (fot. 48.).



Fot. 48. Ryż ma właściwości higroskopijne.

Rozpuszczaniu tego związku chemicznego towarzyszy wydzielanie się energii na sposób ciepła.

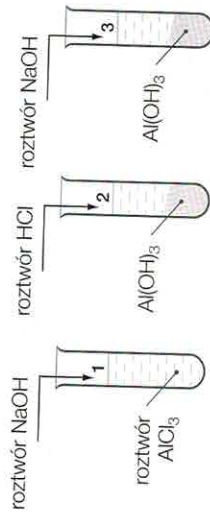
Zjawisko wchłaniania wilgoci przez substancję nazywa się **higroskopijnością**. Wykazują ją też inne związki chemiczne, np. stężony roztwór kwasu siarkowego(VI) – patrz s. 95.

Podczas rozpuszczania wodorotlenku w wodzie powstają aniony wodorotlenkowe, które bardzo silnie oddziałują z cząsteczkami wody, czemu towarzyszy wydzielanie się dużej ilości ciepła.

**Jakie właściwości mają wodorotlenki amfoteryczne?****Doświadczenie 7.****Otrzymywanie wodorotlenku glinu i badanie jego właściwości amfoterycznych**

**Odczynniki:** rozcieńczony wodny roztwór wodorotlenku sodu, rozcieńczony kwas chlorowodorowy, roztwór chlorku glinu.

**Szkło i sprzęt laboratoryjny:** probówki, pipeta lub wkręplacz. **Instrukcja:** Do probówki 1. z niewielką ilością roztworu chlorku glinu wkręplaj roztwór wodorotlenku sodu aż do pojawienia się osadu. Roztwór zdekantuj. Osad rozdziel do probówek 2. i 3. Następnie do probówki 2. wkręplaj kwas chlorowodorowy, a do 3. – roztwór wodorotlenku sodu (schemat).



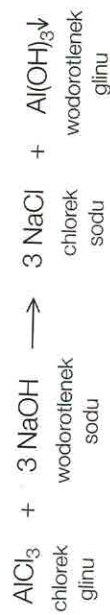
Fot. 49. Wodorotlenek glinu.

↓ produkt strąca się jako osad

**Obserwacje:** W probówce 1. wytrącił się biały osad (fot. 49.). Zarówno po dodaniu do niego kwasu (probówka 2.), jak i zasady (probówka 3.) osad znika i powstaje bezbarwny, klarowny roztwór.

**Wnioski:** Chlorek glinu reaguje z wodorotlenkiem sodu, tworząc słabo rozpuszczalny w wodzie wodorotlenek glinu (probówka 1.). Wodorotlenek glinu reaguje zarówno z kwasem (probówka 2.), jak i zasadą (probówka 3.), zatem **jest związkiem amfoterycznym**.

W doświadczeniu 7. zachodzą trzy reakcje chemiczne. Pierwszą z nich jest strącanie wodorotlenku glinu:



Wodorotlenki amfoteryczne reagują zarówno z kwasami, jak i zasadami.



W reakcji wodorotlenku amfoterycznego z kwasem powstaje **sól**, np.:



Ogólny zapis otrzymywania soli w reakcji wodorotlenku amfoterycznego z kwasem ma postać:



W reakcji wodorotlenku amfoterycznego z zasadą powstaje hydroksokompleks, np.:



Ogólny zapis otrzymywania soli w reakcji wodorotlenku amfoterycznego z zasadą ma postać:

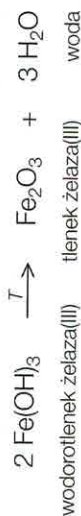


Wodorotlenki trudno rozpuszczalne w wodzie, np. wodorotlenek żelaza(III) (fot. 50.) lub wodorotlenek miedzi(II) mogą **ulegać rozkładowi** (reakcja analizy) pod wpływem podwyższonej temperatury. W wyniku tej reakcji chemicznej otrzymuje się tlenki metali.

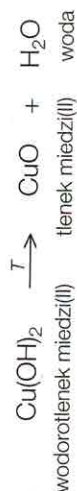
Ogólny zapis rozkładu wodorotlenku ma postać:



Na przykład:



Fot. 50. Praktycznie nierozpuszczalny w wodzie wodorotlenek żelaza(III) powstający w wyniku reakcji soli z zasadą może ulec rozkładowi pod wpływem ogrzewania.



## Zastosowania

### Wodorotlenki

Reaktywne wodorotlenki litowców i berylowców nie występują w przyrodzie. Pozostałe można spotkać w postaci minerałów.

#### ■ Rolnictwo i budownictwo

Ze względu na właściwości bakterioobójcze  $\text{Ca(OH)}_2$  stosuje się do bielenia pni drzew owocowych. Przyswajany przez rośliny wodny roztwór amoniaku  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  służy do produkcji nawozów.  $\text{Ca(OH)}_2$  jest składnikiem zaprawy wapiennej.

#### ■ Farmacja

$\text{Fe(OH)}_3$  jest składnikiem leków na niedokrwistość, a  $\text{Mg(OH)}_2$  i  $\text{Al(OH)}_3$  – środków na nadkwaśność żołądka.

#### ■ Przemysł kosmetyczny

$\text{Mg(OH)}_2$  i  $\text{Al(OH)}_3$  wykorzystuje się w produkcji pasty do zębów. Z kolei mydła, kosmetyki myjące oraz środki piorące wytwarza się z użyciem m.in.  $\text{NaOH}$  i  $\text{KOH}$ .

## Zadania



1. Napisz wzory sumaryczne wodorotlenków o podanych nazwach.

- wodorotlenek litu
- wodorotlenek baru
- wodorotlenek kobaltu(III)
- wodorotlenek miedzi(II)

2. Napisz nazwy systematyczne wodorotlenków o podanych wzorach.

- KOH
- $\text{Ca(OH)}_2$
- $\text{Al(OH)}_3$
- $\text{Cr(OH)}_2$

3. Tlenek wapnia pochłania wodę z otoczenia, czyli jest substancją higroskopijną i reaguje z wodą, dając wodorotlenek. Właściwość tę wykorzystuje się np. do produkcji wapna gaszonego, które jest stosowane w budownictwie. Napisz równanie reakcji otrzymywania

**Zapamiętaj!**  
Wodorotlenki – związki chemiczne zbudowane z kationów metali i anionów wodorotlenkowych o wzorze ogólnym:  $\text{M(OH)}_m$

wapna gaszonego z tlenku wapnia.

4. Niektóre wodorotlenki dodaje się do żywności jako regulatory kwasowości.

Na przykład do dżemów i produktów kakaowych jest zwykle dodawany wodorotlenek potasu. Napisz równania reakcji otrzymywania wodorotlenku potasu dwoma metodami. Wyjaśnij, w jaki sposób wodorotlenki regulują kwasowość produktów spożywczych.

**Zasada** – wodorotlenek i jego roztwór.

**Higroskopijność** – zdolność substancji do wchłaniania wilgoci.