



## Czy woda może być kwasem?

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Grafika interaktywna
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



## Czy woda może być kwasem?

Woda w niektórych reakcjach chemicznych może pełnić funkcję kwasu.  
Źródło: dostępny w internecie: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com), domena publiczna.

Kiedy ktoś zapyta nas o kwas, najczęściej myślimy o kwasie chlorowodorowym, kwasie siarkowym(VI) czy kwasie azotowym(V). Istnieje kilka teorii kwasów i zasad. Według jednej z nich – teorii Brønsteda-Lowry’ego – kwasem może być również woda. Więcej informacji uzyskasz, przechodząc do następujących części materiału.

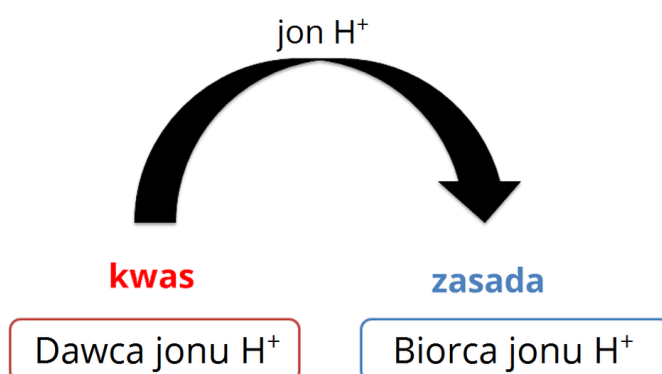
### Twoje cele

- Wyjaśnisz założenia teorii kwasów i zasad Brønsteda-Lowry’ego.
- Uzasadnisz rolę wody jako kwasu w reakcjach roztwarzania wodoroków metali oraz nadtlenków w wodzie.

# Przeczytaj

## Woda a teoria kwasów i zasad Brønsteda-Lowry'ego

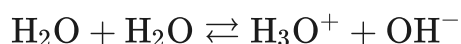
Według teorii kwasów i zasad Brønsteda-Lowry'ego], kwasem nazywamy cząsteczkę lub jon, które są donorem jonu wodoru, a zasadą te, które są jego **akceptorem**. Donorem jonu wodoru jest więc każda substancja, która może dysocjować i przekazać go do zasady, posiadającej wolną parę elektronową.



Kwas to dawca jonu wodoru, a zasadą jest jego akceptor.

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

Cząsteczka wody jest zdolna do **autodysocjacji**, zachodzącej zgodnie z poniższym równaniem reakcji:



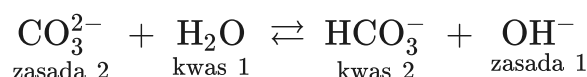
Z równania reakcji wynika, że woda jest zdolna zarówno do oddania, jak i przyjęcia jonu wodoru. Oddając ten jon, staje się jonem  $\text{OH}^-$  (anionem wodorotlenkowym), a przyjmując go – jonem  $\text{H}_3\text{O}^+$  (kationem oksoniowym). Woda ma zatem właściwości **amfiprotyczne**, czyli może pełnić rolę zarówno kwasu, jak i zasady.

Aby wyjaśnić rolę wody jako kwasu, należy przeanalizować różne reakcje chemiczne zachodzące w roztworach wodnych.

## Hydroliza anionowa soli mocnej zasady i słabego kwasu

Sole pochodzące od mocnej zasady oraz słabego kwasu, np.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ,  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$  w roztworach wodnych wykazują odczyn zasadowy. Dzieje się tak, ponieważ aniony pochodzące od słabego kwasu ulegają hydrolizie anionowej, czyli reakcji z wodą z utworzeniem jonów  $\text{OH}^-$ . Woda, oddając jon wodoru, staje się anionem wodorotlenkowym, odpowiedzialnym za odczyn zasadowy roztworu soli.

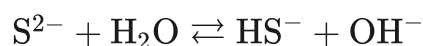
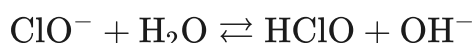
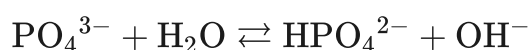
Na przykład w reakcji hydrolizy anionów węglanowych, woda, jako kwas 1, oddaje jon wodoru, stając się jonem  $\text{OH}^-$ , czyli zasadą 1. Jednocześnie anion węglanowy, jako zasada 1, przyjmuje jon wodoru od cząsteczki wody i staje się anionem wodorowęglanowym – kwasem 2.



Możemy zatem wyróżnić dwie sprzężone pary kwas-zasada:

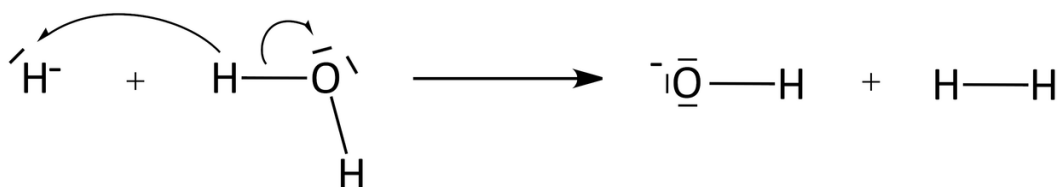
	Kwas	Zasada
Sprzężona para 1.	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{OH}^-$
Sprzężona para 2.	$\text{HCO}_3^-$	$\text{CO}_3^{2-}$

W analogiczny sposób przebiegają inne reakcje hydrolizy soli, pochodzących od słabych kwasów i mocnych zasad, np.:



## Reakcja wodorków metali z wodą

W reakcjach wodorków metali z wodą, to woda pełni rolę kwasu, ponieważ przekazuje jon  $\text{H}^+$ , a ten z kolei łączy się z jonem  $\text{H}^-$ , pełniącym rolę zasady. Powstają wówczas dwuatomowe cząsteczki wodoru oraz aniony wodorotlenkowe, zgodnie ze schematem:



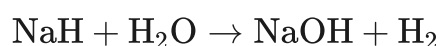
Schemat reakcji anionu wodorkowego z wodą

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

W reakcji wodorków z wodą sprzężone pary kwas-zasada tworzą:

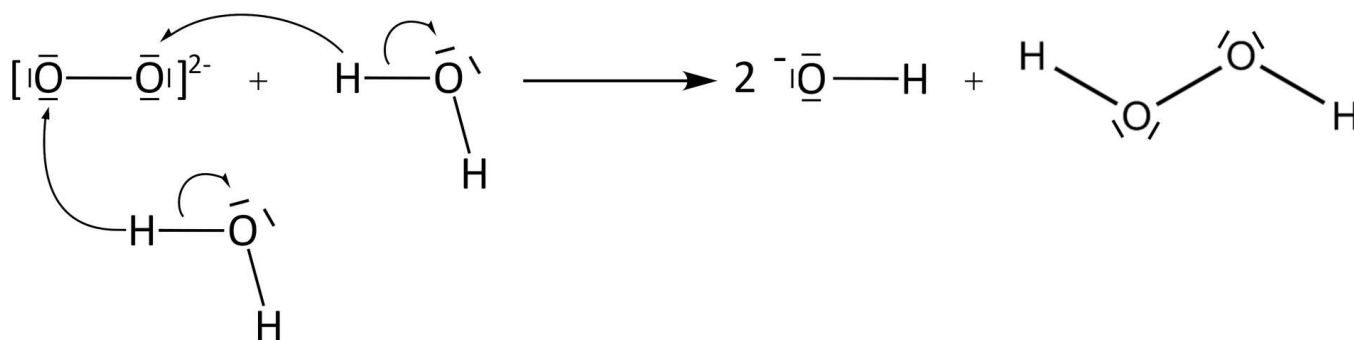
Kwas 1	Zasada 1
H <sub>2</sub> O	OH <sup>-</sup>
Kwas 2	Zasada 2
H <sub>2</sub>	H <sup>-</sup>

Równanie reakcji można w sposób cząsteczkowy zapisać jako:



## Reakcja nadtlenków z wodą

W reakcjach nadtlenków z wodą, to właśnie woda pełni rolę kwasu, będąc dawcą jonu wodoru. Z kolei jego biorcą jest anion nadtlenkowy O<sub>2</sub><sup>2-</sup>. Powstaje wówczas anion wodorotlenkowy i nadtlenek wodoru, jak to pokazano na poniższym schemacie:



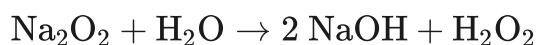
Schemat reakcji anionu O<sub>2</sub><sup>2-</sup> z wodą

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

W reakcji nadtlenków z wodą sprzężone pary kwas-zasada tworzą:

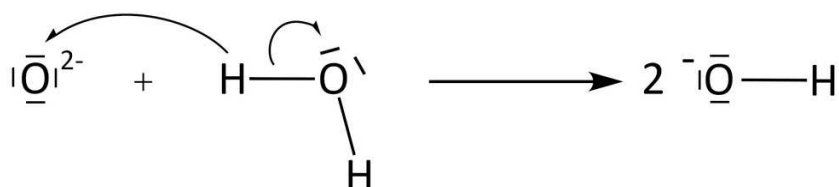
Kwas 1	Zasada 1
H <sub>2</sub> O	OH <sup>-</sup>
Kwas 2	Zasada 2
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> <sup>2-</sup>

Zgodnie ze schematem, na jeden anion nadtlenkowy przypadają dwie cząsteczki wody. Reakcję zapisuje się w sposób cząsteczkowy, zgodnie z poniższym równaniem reakcji:



## Reakcja tlenków z wodą

W przypadku reakcji tlenków z wodą, tu także woda pełni rolę kwasu, będąc dawcą jonu wodoru. Biorcą tego jonu jest anion tlenkowy O<sup>2-</sup>. Powstają wówczas dwa aniony wodorotlenkowe, co zostało przedstawione na poniższym schemacie:



Schemat reakcji anionu O<sup>2-</sup> z wodą

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

W reakcji tlenków z wodą, sprzężone pary kwas-zasada tworzą:

Kwas 1	Zasada 1
H <sub>2</sub> O	OH <sup>-</sup>
Kwas 2	Zasada 2
OH <sup>-</sup>	O <sup>2-</sup>

Zgodnie ze schematem, na jeden anion tlenkowy przypada jedna cząsteczka wody. Reakcję zapisuje się w sposób cząsteczkowy, zgodnie z poniższym równaniem reakcji:



# Słownik

## teoria kwasów i zasad Brønsteda-Lowry'ego (teoria protolityczna, teoria protonowa)

wg tej teorii kwasami są cząstki (cząsteczki, jony), które są donorami jonów wodoru (oddają jony wodoru) w reakcji z akceptorami jonów wodoru (cząstkami przyjmującymi jony wodoru), które z kolei wg tej teorii są zasadami

## kwas Brønsteda

każda substancja mogąca odłączyć od siebie jon wodoru

## donor

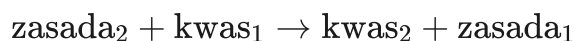
dawca jonu wodoru

## akceptor

biorca jonu wodoru

## sprzężona para kwas-zasada

para reagentów ( $\text{kwas}_1$ –  $\text{zasada}_1$  oraz  $\text{kwas}_2$  –  $\text{zasada}_2$ ) w reakcji przeniesienia jonu wodoru według równania:



## autodysocjacja

dysocjacja elektrolityczna rozpuszczalnika amfiprotycznego, zachodząca wskutek wymiany jonów wodoru między jego cząsteczkami

## związek amfiprotyczny

substancja, indywidualium chemiczne (cząsteczka, jon), które wg teorii kwasów i zasad Brønsteda- Lowry'ego może – zależnie od środowiska reakcji – przyłączać lub odłączać jeden bądź więcej jonów wodoru

## dysocjacja elektrolityczna

samorzutny proces rozpadu indywidualów chemicznych (kwasów, zasad, soli) na jony

# Bibliografia

Pazdro K.M., *CHEMIA Podręcznik do kształcenia rozszerzonego w liceach, Część IV. Chemia nieorganiczna*, Warszawa 2009.

# Grafika interaktywna

---

## Polecenie 1

Jakie właściwości posiada woda wg teorii Brønsteda-Lowry'ego? Pełni ona rolę kwasu czy zasady? Zapoznaj się z grafiką interaktywną, a następnie przejdź do wykonania ćwiczeń sprawdzających.

Grafika interaktywna pt. *Amfiprotyczność wody*

Źródło: GroMar Sp. z o.o., Holliday, A. K.; Massy, A. G., *Inorganic Chemistry in Non-Aqueous Solvents*, Oksford 1965. oraz materiał dostępny pod adresem: <https://pl.khanacademy.org>, licencja: CC BY-SA 3.0.

## Polecenie 2

Amoniak jest dobrze rozpuszczalny w wodzie, podczas gdy azot jest już trudno rozpuszczalny. Jaki jest tego powód? Woda w reakcji z amoniakiem pełni funkcję kwasu czy zasady? Zapoznaj się z grafiką interaktywną, przedstawiającą ten przypadek, a następnie wykonaj ćwiczenia sprawdzające, znajdujące się pod grafikami..

Grafika interaktywna pt. „Reakcja wody z amoniakiem”

Źródło: GroMar Sp. z o.o., Holliday, A. K.; Massy, A. G. *Inorganic Chemistry in Non-Aqueous Solvents*, Oksford 1965. oraz materiał dostępny pod adresem: <https://pl.khanacademy.org> oraz materiał dostępny pod adresem: <https://pl.khanacademy.org/science/ap-chemistry/acids-and-bases-ap/acids-bases-and-ph-ap/a/bronsted-lowry-acid-base-theory>., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Ćwiczenie 1

Dokończ poniższe zdanie, zaznaczając poprawną odpowiedź.  
Według teorii Brønsteda-Lowry'ego woda może pełnić tylko rolę:

zasady.

zarówno kwasu, jak i zasady.

kwasu.

## Ćwiczenie 2

Woda w reakcji z amoniakiem, wg , pełni funkcję . Cząsteczka wody przekazuje jeden ze swoich  do cząsteczki amoniaku. Produktami tej reakcji jest  ( $\text{NH}_4^+$ ) i  ( $\text{OH}^-$ ).

kation wodorowy

anion wodorotlenkowy

kwasu

atomów wodoru

anion amonu

teorii Arrheniusa

zasady

kation amonu

atomów tlenu

teorii Brønsteda-Lowry'ego

anionów

## Ćwiczenie 3

Na podstawie pierwszej grafiki opisz, jak definiuje pojęcia kwasu i zasady teoria Brønsteda-Lowry'ego.

**Odpowiedź:**

# Sprawdź się

---

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



W teorii Brønsteda-Lowry'ego woda może pełnić funkcję kwasu. Z jaką zasadą jest wówczas sprzężona? Wybierz prawidłową odpowiedź.

- $\text{H}_3\text{O}^+$
- $\text{OH}^-$
- $\text{H}_2\text{O}$
- $\text{O}^{2-}$
- $\text{H}^-$

## Ćwiczenie 2



Dopasuj definicję – donor jonu wodoru, akceptor jonu wodoru – do prawidłowej nazwy.

donor jonu wodoru, akceptor jonu wodoru

Kwas Brønsteda	
Zasada Brønsteda	

### Ćwiczenie 3



Wybierz prawidłowo skompletowane pary sprzężonych kwasów i zasad wg teorii Brønsteda-Lowry'ego.

- $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
- $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NH}_3$
- $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{OH}^-$
- $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{OH}^-$
- $\text{HF}$ ,  $\text{F}^-$
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
- $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$

### Ćwiczenie 4



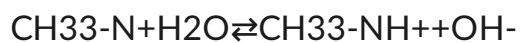
W reakcji z wodą wymienione poniżej jony pełnią funkcję zasad. Dopisz sprzężone z nimi kwasy.

- $\text{PO}_4^{3-}$ ;
  - $\text{CO}_3^{2-}$ ;
  - $\text{ClO}^-$ ;
  - $\text{S}^{2-}$ .
-

## Ćwiczenie 5



W wodnym roztworze *N,N*-dimetyloaminy (trimetyloaminy) zachodzi reakcja, którą można opisać następującym równaniem:



Dla powyższej reakcji uzupełnij pary sprzężone kwas-zasada, przenosząc odpowiedni wzór w puste miejsce.

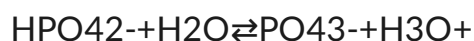
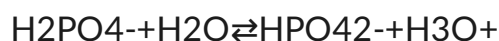
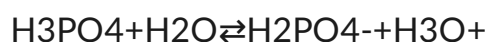
Sprzężona para 1., Sprzężona para 2., H<sub>2</sub>O

	Kwas	Zasada
Sprzężona para 1.		
Sprzężona para 2.	H <sub>2</sub> O	

## Ćwiczenie 6



Kwas fosforowy(V) (ortofosforowy(V)) ulega trzyetapowej dysocjacji elektrolitycznej, zgodnie z poniższymi równaniami reakcji:



Powstające aniony – diwodoroortofosforanowy(V) oraz wodoroortofosforanowy(V) – podobnie jak woda, wykazują właściwości amfiprotyczne.

Wybierz prawidłową odpowiedź. Co oznacza, że jony  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  oraz  $\text{HPO}_4^{2-}$  wykazują właściwości amfiprotyczne?

- Pełnią rolę jedynie kwasu – oddają jon wodoru.
- Pełnią rolę jedynie zasady – przyjmują jon wodoru.
- Mogą pełnić rolę zarówno kwasu, jak i zasady – mogą oddawać, jak i przyjmować jon wodoru.
- Nie pełnią ani roli kwasu, ani zasady – nie oddają ani nie przyjmują jonu wodoru.

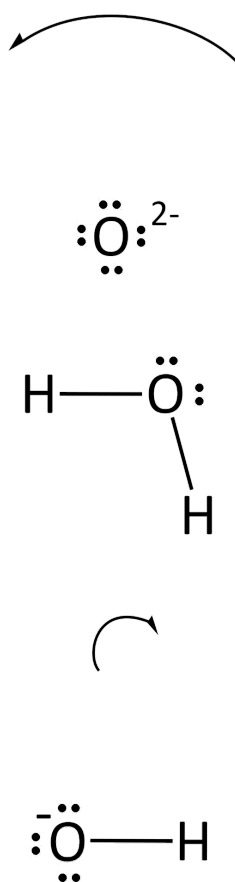
## Ćwiczenie 7



## Ćwiczenie 8



Roztworzenie tlenków metali w wodzie również należy do reakcji z przeniesieniem protonu, w których woda pełni rolę kwasu Brønsteda. Przedstaw w sposób schematyczny równanie tej reakcji, wybierając elementy spośród podanych.



+

2

→

# Dla nauczyciela

---

## Scenariusz zajęć

**Autor:** Daria Szeliga, Krzysztof Błaszczak

**Przedmiot:** chemia

**Temat:** Czy woda może być kwasem?

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

## Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

VI. Reakcje w roztworach wodnych. Uczeń:

8) uzasadnia przyczynę kwasowego odczynu wodnych roztworów kwasów, zasadowego odczynu wodnych roztworów niektórych wodorotlenków (zasad) i amoniaku oraz odczynu niektórych wodnych roztworów soli zgodnie z teorią Brønsteda-Lowry'ego; pisze odpowiednie równania reakcji.

## 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:

- wyjaśnia teorię kwasów i zasad Brønsteda-Lowry'ego;
- uzasadnia przyczynę zasadowego odczynu niektórych wodorotlenków, soli, amoniaku oraz amin;
- uzasadnia rolę wody jako kwasu w reakcjach roztwarzania wodoroków metali oraz nadtlenków w wodzie.

## Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

## Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- dyskusja dydaktyczna;
- mapa myśli;
- ćwiczenia uczniowskie;
- analiza materiału źródłowego;
- grafika interaktywna;
- tarcza strzelnicza.

## Formy pracy:

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

## Środki dydaktyczne:

- tablica i kreda;
- zasoby multimedialne zawarte w e-podręczniku.

## Przebieg zajęć

### Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Przypomnienie teorii kwasów i zasad Brønsteda-Lowry'ego w formie pytań do uczniów: Czym jest kwas Brønsteda? (donorem protonów); Czym jest zasada Brønsteda? (akceptorem protonów); Na czym polega sprzężenie kwas-zasada w teorii kwasów i zasad Brønsteda-Lowry'ego? (Sprzężoną parę kwas – zasada tworzy drobina, która oddaje lub przyjmuje proton wraz z drobiną, którą się staje po jego oddaniu lub przyjęciu.)
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Nauczyciel zadaje uczniom pytanie: W jakich sytuacjach woda może pełnić rolę kwasu?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują na kartkach i gromadzą w portfolio.

### Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel zapisuje na tablicy kilka wzorów kilku soli zasadowych, np.  $K_2S$ ,  $NaF$ ,  $Na_2CO_3$  itp. Następnie wyjaśnia, że zasadowy odczyn wodnych roztworów tych soli można wykazać pisząc równanie reakcji jonu pochodzącego od słabszego elektrolitu (w tym przypadku anionu reszty kwasowej) z wodą, czyli równanie reakcji hydrolizy. Podczas zapisywania równań reakcji, nauczyciel wyjaśnia, że woda oddaje proton do anionu reszty kwasowej, jest więc kwasem<sub>1</sub>. Po przeniesieniu protonu staje się anionem

wodorotlenkowym, czyli zasadą<sub>1</sub>. Anion reszty kwasowej przyjmuje proton – jest więc zasadą<sub>2</sub>, a po przyjęciu staje się kwasem<sub>2</sub>, zgodnie z poniższymi równaniami reakcji:

Plik o rozmiarze 47.12 KB w języku polskim

2. Nauczyciel rysuje na tablicy tabelę, a wybrani uczniowie podchodzą i zapisują wzory cząsteczek lub jonów w odpowiednich miejscach.

Plik o rozmiarze 53.52 KB w języku polskim

3. Nauczyciel zadaje pytanie: „Powstanie w reakcji hydrolizy, którego z jonów świadczy o zasadowym odczynie roztworów tych soli? (OH<sup>-</sup>)

4. Proces ten polega na początkowym przeniesieniu protonu na jony wodorotlenkowe, tworząc akwajon, który następnie rozpada się na kation sodu i wodę, dlatego stosuje się sumaryczny zapis w postaci następującego równania reakcji:

Plik o rozmiarze 24.28 KB w języku polskim

5. Nauczyciel przedstawia również równania reakcji dysocjacji amoniaku oraz amin, np. metanoaminy (metyloaminy). Uczniowie na podstawie równań reakcji zapisują pary sprzężonych kwasów i zasad.

Plik o rozmiarze 38.38 KB w języku polskim

6. Nauczyciel zadaje uczniom pytanie: Jaką rolę pełni woda w reakcjach roztwarzania wodoroków metali oraz nadtlenków? (woda pełni rolę kwasu).

7. Wybrani uczniowie zapisują na tablicy przykładowe równania reakcji wodoroku metalu oraz nadtlenku z wodą.

8. Uczniowie w parach sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale w sekcji „Sprawdź się”.

### **Faza podsumowująca:**

1. Nauczyciel rysuje na tablicy mapę pojęć dotyczącą reakcji, w których woda pełni funkcję kwasu. Uczniowie podchodzą do tablicy i uzupełniają mapę, tak jak np. poniżej:

Plik o rozmiarze 37.61 KB w języku polskim

Po stworzeniu mapy pojęć powrót do fazy wstępnej i skonfrontowanie z wypowiedziami uczniów.

2. Tarcza strzelnicza. Celem tej metody jest bardzo szybkie uzyskanie informacji zwrotnej. Uczniowie na tarczy strzelniczej zawieszonyj 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.

**Praca domowa:**

1. Zadaniem uczniów jest samodzielna praca z grafiką interaktywną. Uczniowie zapoznają się z poleceniem i wykonują zawarte w medium ćwiczenia.
2. Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

**Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:**

Grafika interaktywna może zostać wykorzystana przy przygotowywaniu się ucznia do sprawdzianu lub do zdobycia wiedzy w razie nieobecności ucznia na lekcji.

**Materiały pomocnicze:**

1. Nauczyciel przygotowuje arkusz papieru z tarczą strzelniczą oraz cenki dla uczniów.
2. Nauczyciel przygotowuje załączniki zawarte w fazie realizacyjnej i podsumowującej.