



Czy woda może pełnić rolę zasady?

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Animacja
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Monotlenek diwodoru – poprawna, aczkolwiek rzadko używana nazwa pewnego związku chemicznego, bez którego nie byłoby życia na Ziemi. Jest zbudowany z dwóch atomów wodoru i jednego atomu tlenu. Mowa tutaj oczywiście o wodzie, ponieważ to właśnie ona pełni kluczową rolę w organizmach żywych, jest także rozpuszczalnikiem wielu substancji, a także środowiskiem, w którym zachodzą reakcje chemiczne. Na pozór niewielka cząsteczka wody posiada tak szeroki zakres zastosowań. Co zatem łączy wodorotlenek sodu i wodę? Woda w pewnych warunkach, podobnie jak wodorotlenek sodu, może również pełnić rolę zasady. Dlaczego tak się dzieje?

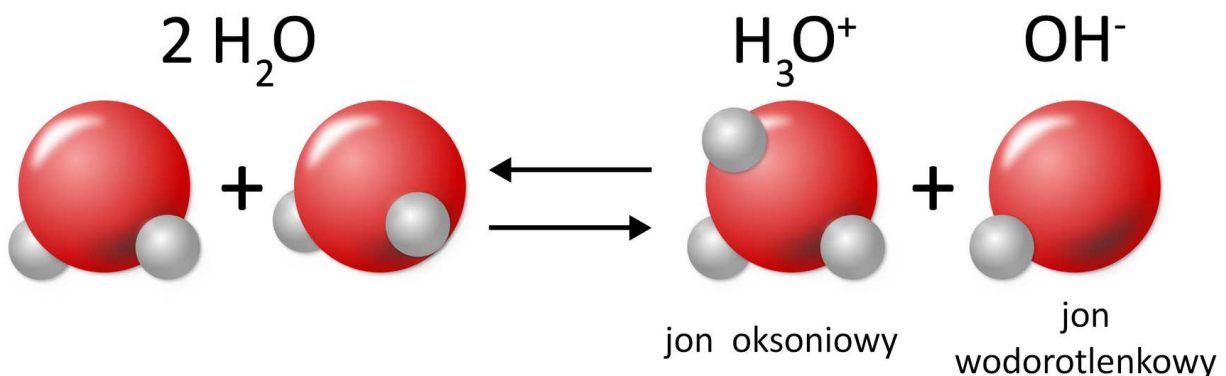
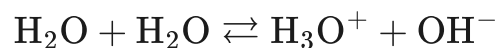
#### Twoje cele

- Zidentyfikujesz kwasy i zasady oraz sprzężone z nimi pary wg teorii Brønsteda-Lowry'ego.
- Wykorzystasz teorię kwasów i zasad Brønsteda-Lowry'ego do zapisania równania reakcji dysocjacji.
- Uzasadnisz, dlaczego niektóre indywidualne chemiczne są amfolitami (mają zdolności amfiprotyczne).

# Przeczytaj

## Woda jako kwas i zasada

Woda kranowa jest roztworem zawierającym jony pochodzące z dysocjacji rozpuszczonych w niej soli. Dobrze przewodzi prąd elektryczny, do czego przyczyniają się właśnie jony, które pochodzą z rozpuszczonych soli. Woda poddana kilkukrotnej destylacji staje się wodą zdejonizowaną, czyli taką, która bardzo słabo przewodzi prąd elektryczny, ponieważ została pozbawiona jonów rozpuszczonych w niej soli. W wodzie będą się nadal znajdować niewielkie liczby jonów oksioniowych ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) oraz wodorotlenkowych ( $\text{OH}^-$ ). Jest to związane z jej [autoprotolizą](#), zachodzącą zgodnie z równaniem:



Równanie autoprotolizy wody

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

Powyższa reakcja pokazuje, że jedna cząsteczka wody zachowuje się jak zasada Brønsteda, ponieważ przyjmuje jon wodoru ( $\text{H}^+$ ), w wyniku czego staje się jodem oksioniowym ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ). Natomiast druga cząsteczka zachowuje się jak kwas Brønsteda, ponieważ oddaje jon wodoru ( $\text{H}^+$ ), w wyniku czego staje się jodem wodorotlenkowym (

$\text{OH}^-$ ). Woda jest przykładem związku [amfiprotycznego](#) – zachowuje się, jak kwas oraz zasada.

Strzałka  $\rightleftharpoons$  oznacza stan równowagi termodynamicznej reakcji. A więc w pewnym momencie ustala się równowaga pomiędzy formami zdysocjowanymi i niezdisocjowanymi, co jest związane z tym, że tyle samo jonów  $\text{H}_3\text{O}^+$  i  $\text{OH}^-$  powstaje, co ulega ponownemu przekształceniu w cząsteczki wody.

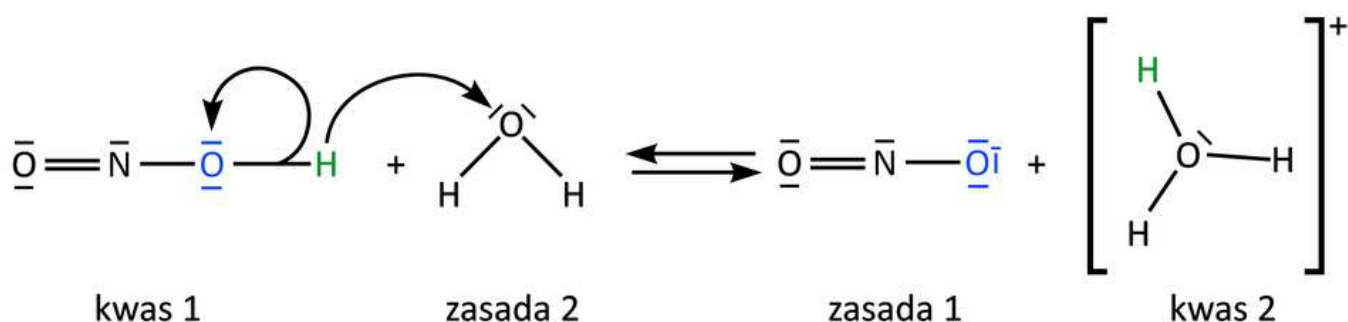
Iloczyn stężeń jonów oksoniowych i wodorotlenkowych (tzw. iloczyn jonowy wody) jest zatem stały w danej temperaturze:

$$K_{\text{H}_2\text{O}} = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

W temperaturze 298 K wynosi  $10^{-14}$ . Z iloczynu jonowego wody wynika, że w czystej wodzie stężenie jonów oksionowych oraz stężenie jonów wodorotlenkowych wynosi  $1 \cdot 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$  w temperaturze 298 K. Jest ono tak małe, że woda zdejonizowana bardzo słabo przewodzi prąd elektryczny.

## Woda jako zasada

Wiesz już, że woda jest związkiem amfiprotycznym, czyli może zachowywać się, jak kwas oraz zasada. W wyniku zmieszania kwasu z wodą zachodzi reakcja [dysocjacji elektrolitycznej](#), dzięki której kwas rozpada się na odpowiednie jony. Przeanalizujemy równanie procesu dysocjacji, zapisane zgodnie z teorią Brønsteda–Lowry'ego:



W wyniku reakcji dysocjacji kwasu azotowego(III), para elektronowa tworząca wiązanie tlen-wodór zostaje w całości przyciągnięta do bardziej elektroujemnego atomu tlenu, w wyniku czego powstaje jon azotanowy(III) ( $\text{NO}_2^-$ ). Uwolniony jon wodoru zostaje przyciągnięty przez wolną parę elektronową atomu tlenu cząsteczki wody, co w konsekwencji tworzy jon oksoniowy ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ). Zwróć uwagę, że dzięki reakcji dysocjacji i w myśl teorii Brønsteda-Lowry'ego powstają sprzężone pary kwasowo-zasadowe: kwas 1 – zasada 1 oraz zasada 2 – kwas 2.

### Ważne!

W myśl teorii kwasów i zasad Brønsteda-Lowry'ego, możemy stwierdzić:

- kwas jest indywidualium chemicznym, który może oddać jon wodoru;
- zasada jest indywidualium chemicznym, który może przyjąć jon wodoru;
- pomiędzy kwasem i zasadą może zachodzić transfer jonu wodoru od kwasu do zasady, co określa się mianem reakcji protolitycznej;
- w równaniu reakcji pomiędzy kwasem i zasadą można wyróżnić dwie sprzężone pary: kwas i sprzężona zasada, zasada oraz sprzężony kwas.

### Polecenie 1

Zapisz równania dysocjacji elektrolitycznej następujących związków, zgodnie z teorią Brønsteda-Lowry'ego. Wskaż, które indywidualia chemiczne odpowiadają za odczyn wodnego roztworu kwasu. Wskaż, jaką funkcję – kwasu czy zasady – pełni woda w tych dwóch poniżej zapisanych przypadkach.

1.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  2.  $\text{H}_3\text{PO}_4$

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Słownik

### autoprotoliza

autojonizacja, autodysocjacja, dysocjacja elektrolityczna rozpuszczalnika amfiprotycznego zachodząca wskutek wymiany protonów między jego cząsteczkami

### substancja amfiprotyczna

indywiduum chemiczne (cząsteczka, jon), które według teorii Brønsteda-Lowry'ego może – zależnie od środowiska reakcji – przyłączać lub odłączać proton(y)

### iloczyn jonowy wody

iloczyn stężeń jonów powstałych w reakcji dysocjacji wody:

$$K_{\text{H}_2\text{O}} = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

wyrażany wzorem:

$$K_{\text{H}_2\text{O}} = c_{\text{H}_3\text{O}^+} \cdot c_{\text{OH}^-}$$

gdzie  $c$  – stężenie jonów  $\text{H}_3\text{O}^+$  i  $\text{OH}^-$

### dysocjacja elektrolityczna

samorzutny proces rozpadu indywiduów chemicznych (kwasów, zasad, soli) w roztworach na dodatnio i ujemnie naładowane cząstki, tj. jony

## Bibliografia

Atkins P., Jones L., *Chemia ogólna. Cząstki, materia, reakcje*, Warszawa 2018.

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2007.

Encyklopedia PWN

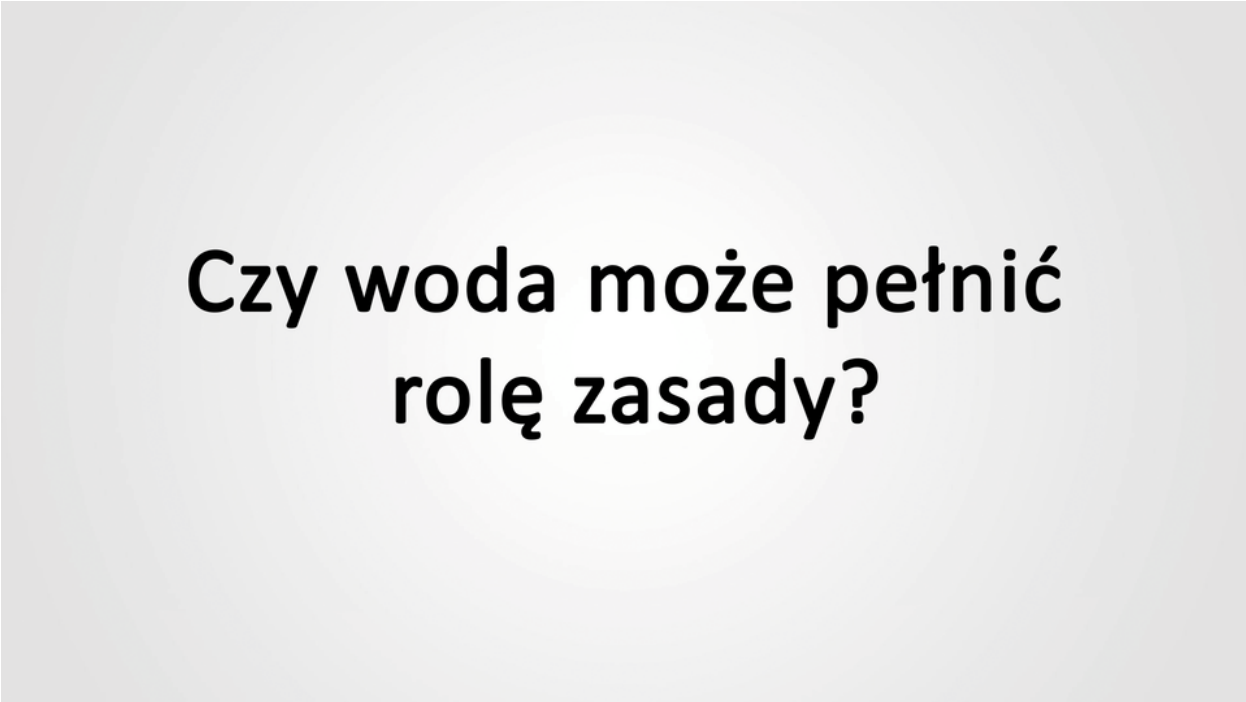
Housecroft C. E., Sharpe A. G., *Inorganic Chemistry*, Fourth edition, 2012.

# Animacja

---

## Polecenie 1

Zgodnie z definicją Brønsteda-Lowry'ego, kwasem jest substancja będąca donorem protonu, a zasadą substancja będąca jego akceptorem. Czy woda może pełnić rolę zasady? Zapoznaj się z animacją i wykonaj zadania.



## Czy woda może pełnić rolę zasady?

Film dostępny pod adresem </preview/resource/RHB1Sa2b27qKM>

Animacja pt. *Czy woda może pełnić rolę zasady?*

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

Animacja dotyczy zagadnienia roli wody w dysocjacji elektrolitycznej. Postawione zostaje pytanie czy woda, może pełnić rolę zasady. Wyjaśniona zostaje definicja zasady zgodnie z definicją Brønsteda—Lowry'ego, struktura wody i jej znaczenie w reakcji dysocjacji chlorowodoru. Następnie omówiono dysocjację kwasów wieloprotonowych z działaniem wody na przykładzie kwasu siarkowego( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

---

## Ćwiczenie 1

W reakcji dysocjacji elektrolitycznej  $\text{H}_3\text{PO}_4$  woda pełni funkcję:

zasady.

zarówno kwasu, jak i zasady.

kwasu.

## Ćwiczenie 2

Napisz równanie reakcji autodysocjacji wody i podpisz sprzężone pary kwas-zasada.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 3

Ustalenie się stanu równowagi w reakcji dysocjacji kwasów jest możliwe dla:

tylko dla silnych kwasów.

tylko dla słabych kwasów.

nie jest możliwe ustalenie się stanu równowagi w reakcji dysocjacji.

zarówno silnych, jak i słabych kwasów.

# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Zaznacz poprawny wzór, który przedstawia iloczyn jonowy wody.

$K_{\text{H}_2\text{O}} = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]^{-1}$

$K_{\text{H}_2\text{O}} = [\text{H}_3\text{O}^+]$

$K_{\text{H}_2\text{O}} = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$

$K_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]}$

## Ćwiczenie 2



Substancja amfiprotyczna to:

substancja, która w roztworach nie wykazuje żadnej reaktywności chemicznej.

substancja, która w roztworach zachowuje się tylko jak zasada.

substancja, która w zależności od reakcji może pełnić funkcję zarówno kwasu, jak i zasady.

substancja, która w roztworach zachowuje się tylko jak kwas.

### Ćwiczenie 3



Napisz równania dysocjacji elektrolitycznej selenowodoru i kwasu siarkowego(VI), zachodzące po rozpuszczeniu tych związków w wodzie.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

### Ćwiczenie 4



Kwas węglowy(IV) jest kwasem słabym. W wyniku dysocjacji elektrolitycznej tego kwasu w roztworze powstają m.in. jony węglanowe. Zapisz równanie dysocjacji elektrolitycznej jonu wodorowęglanowego, w której woda pełni rolę zasady Brønsteda-Lowry'ego.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

### Ćwiczenie 5



Jednym ze składników popularnego napoju gazowanego jest kwas fosforowy(V), oznaczony symbolem E338. Dzięki niemu wspomniany napój może być stosowany do usuwania rdzy z metalowych powierzchni. Napisz, jakie jony powstają w czasie dysocjacji kwasu fosforowego(V). Podaj ich nazwy.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 6



Na podstawie poniższej tabeli, uszereguj kwasy zgodnie ze wzrastającą mocą (u góry umieść najmocniejszy, u dołu najłabszy).

Kwas	Stała dysocjacji kwasowej
H <sub>2</sub> S	$1,0 \cdot 10^{-7}$
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	$5,8 \cdot 10^{-10}$
HBr	$3,0 \cdot 10^{-9}$

H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>



H<sub>2</sub>S



HBr



## Ćwiczenie 7



Jony chlorkowe powstają w wyniku rozpuszczania i dysocjacji chlorowodoru w wodzie. Zapisz, stosując wzory elektronowe, równanie reakcji zachodzącej pomiędzy chlorowodorem a wodą.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 8



Amfiprotyczne indywidua chemiczne (amfolity) mogą przyjmować jon wodoru lub mogą być jego dawcą. Z poniższych drobin wybierz te, które są amfolitami. Swoją odpowiedź uzasadnij odpowiednimi równaniami reakcji.

$\text{ZnCl}_2$

$\text{NaOH}$

$\text{HCO}_3^-$

$\text{H}_2\text{SO}_4$

$\text{H}_2\text{O}$

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:** Robert Wróbel, Krzysztof Błaszczak

**Przedmiot:** chemia

**Temat:** Czy woda może pełnić rolę zasady?

**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:

- wskazuje kwasy i zasady oraz sprzężone z nimi pary wg teorii Brønsteda-Lowry'ego;
- analizuje teorię kwasów i zasad Brønsteda-Lowry'ego;
- uzasadnia, dlaczego dysocjacja elektrolityczna może być przykładem reakcji kwasowo-zasadowej.

## Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

## **Metody i techniki nauczania:**

- dyskusja dydaktyczna;
- pogadanka;
- ćwiczenia uczniowskie;
- analiza materiału źródłowego;
- animacja;
- technika zdań podsumowujących.

## **Formy pracy:**

## **Środki dydaktyczne:**

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do Internetu/smartfony, tablety;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica multimedialna/tablica, kreda/mazak;
- rzutnik multimedialny;
- aplikacja Kahoot!/Quizizz.

## **Przebieg zajęć**

### **Faza wstępna:**

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje informacje zawarte we wprowadzeniu e-materiale. Czy woda może być zasadą?
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Nauczyciel zadaje pytanie uczniom: Dlaczego woda w pewnych warunkach może być zasadą?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

### **Faza realizacyjna:**

1. Nauczyciel proponuje uczniom pracę z animacją przedstawiającej reakcję cząsteczek kwasów z wodą w świetle teorii Brønsteda-Lowry'ego. Uczniowie samodzielnie analizują treści animacji i układają pytania zapisując je na kartkach. Po wyznaczonym czasie, na forum klasy zadają sobie nawzajem pytania i udzielają odpowiedzi. Pozostałe osoby weryfikują poprawność merytoryczną wypowiedzi kolegów i koleżanek. Nauczyciel wyjaśnia ewentualnie niezrozumiałe kwestie.
2. Uczniowie pracują w parach z częścią „Sprawdź się”. Wykonują zadania 1-8. (Nauczyciel może wyświetlać polecenia na tablicy multimedialnej). Wybrana osoba czyta po kolei polecenia. Po każdym przeczytanym poleceniu daje uczniom określony czas na zastanowienie się (uczniowie nie korzystają z podpowiedzi), a następnie chętna lub wskazana osoba z danej pary udziela odpowiedzi. Pozostali uczniowie ustosunkowują się do niej, proponując swoje pomysły. Nauczyciel, w razie potrzeby, koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne kwestie, udziela uczniom informacji zwrotnej.

## **Faza podsumowująca:**

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów poprzez zadawanie przykładowych pytań lub nauczyciel może przygotować quiz z wykorzystaniem aplikacji Kahoot!, Quizizz z zastosowaniem smartfonów/tabletów. Uczniowie odpowiadają na pytania: co to jest kwas i zasada? Jakie znasz teorie kwasowo-zasadowe? Jakie substancje ulegają dysocjacji elektrolitycznej? Dlaczego woda może pełnić rolę zasady?
2. Jako podsumowanie lekcji, nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie zamieszczają w swoim portfolio:
  - Przypomniałem/łam sobie, że...
  - Łatwe było dla mnie...
  - Dziś nauczyłem/łam się...
  - Trudność mi sprawiało...

## **Praca domowa:**

Zapisz równanie dysocjacji elektrolitycznej kwasu fosforowego(V), kwasu fluorowodorowego, wskaż sprzężone pary kwasu i zasady zgodnie z teorią Brønsteda-Lowry'ego.

## **Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimediu:**

Animacja może być wykorzystana w celu wizualnego przygotowania uczniów z tematu dysocjacji kwasów. Uczniowie nieobecni na lekcji mogą jej użyć jako uzupełnienie luk kompetencyjnych.

## **Materiały pomocnicze:**

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
  - Co to jest kwas i zasada?
  - Jakie znasz teorie kwasowo-zasadowe?
  - Jakie substancje ulegają dysocjacji elektrolitycznej?
  - Dlaczego woda może pełnić rolę zasady?
2. Dodatkowe źródła informacji:
  - Hulanicki A., *Reakcje kwasów i zasad w chemii analitycznej*, Warszawa 2012, wyd. 4.