

Jak przebiega hydroliza kwasowa estrów?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Animacja](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Jak przebiega hydroliza kwasowa estrów?

Hydroliza kwasowa estrów zachodzi szybciej, gdy ogrzewa się substraty: ester, wodę i katalizator, jak np. kwas siarkowy(VI).

Źródło: Arthur Jan Fijałkowski, dostępny w internecie: www.pl.wikipedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.

Produkcja kosmetyków związana jest z zastosowaniem m.in. estrów. Ich mieszanina stosowana w kosmetykach jest zróżnicowana pod względem chemicznym. Związki te mają jednak wspólne właściwości, które wpływają na trwałość powstających z nich produktów. Przykładem jest wrażliwość na hydrolizę lub utlenianie. Podatność połączeń estrowych na hydrolizę kwasową prowadzi do pojawienia się w produktach kosmetycznych alkoholi i kwasów. W wyniku procesu utleniania, związki te mogą ulegać dalszemu rozkładowi. W konsekwencji, zastosowanie takiego kosmetyku ma inny efekt (np. zapach) niż oczekiwany przez konsumenta.

Twoje cele

- Wymienisz rodzaje hydrolizy estrów.
- Nazwiesz produkty hydrolizy kwasowej estrów.
- Napiszesz równania reakcji hydrolizy dla wybranych estrów.

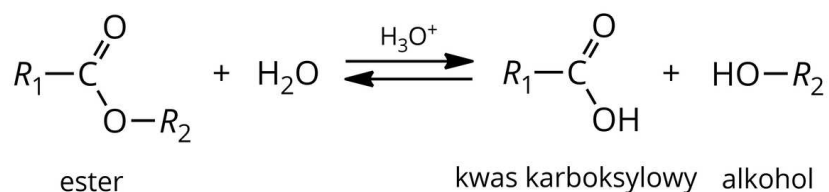
Przeczytaj

Hydroliza estrów i jej rodzaje

Hydroliza jest to reakcja chemiczna, której ulegają między innymi **estry**. Dla tej grupy związków chemicznych wyróżniamy następujące rodzaje hydrolizy:

- **Hydroliza kwasowa** – rozpad estru na kwas i alkohol. Hydroliza ta zachodzi pod wpływem wodnego roztworu kwasu. Jest odwróceniem reakcji **estryfikacji**, czyli jest reakcją odwracalną.

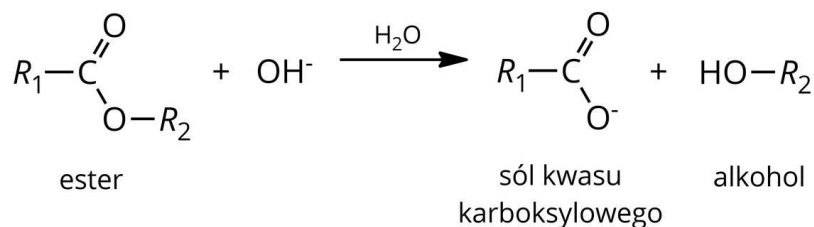
Zapis ogólny hydrolizy kwasowej estrów:



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

- **Hydroliza zasadowa** – rozpad estru na sól kwasu karboksylowego i alkohol. Zachodzi ona w środowisku zasadowym. Jest to reakcja praktycznie nieodwracalna.

Zapis ogólny równania hydrolizy zasadowej estrów:



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

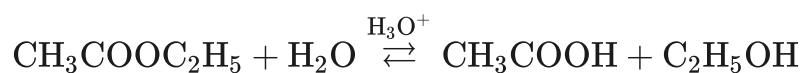
Mechanizm hydrolizy kwasowej

Hydroliza estru w środowisku kwasowym jest złożonym procesem. Wynika z podatności na reakcje substytucji nukleofilowej przy atomie węgla ugrupowania estrowego. W celu łatwiejszego zrozumienia poszczególnych etapów, cały mechanizm został rozpisany na etapy. Analiza dotyczy mechanizmu hydrolizy octanu etylu (etanianu etylu):

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

Równanie reakcji chemicznej

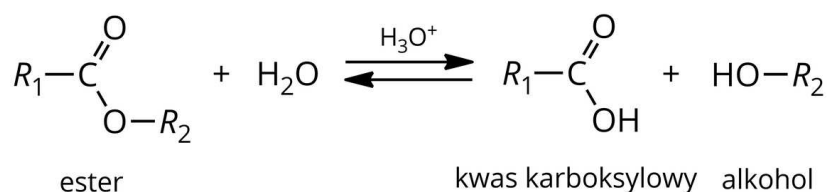
Pomijając mechanizm omówiony powyżej, równanie reakcji chemicznej przyjmuje zapis:



octan etylu (etanian etylu) + woda $\xrightleftharpoons{\text{H}_3\text{O}^+}$ kwas octowy (kwas etanowy) + etanol

Podsumowanie

Kwasowa hydroliza estrów jest dokładną odwrotnością estryfikacji. Ogólnie hydrolizę kwasową estrów można zapisać:



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

Modelowo, ogólny mechanizm hydrolizy kwasowej można przedstawić następująco:

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

Słownik

estry

powstają w wyniku estryfikacji; grupa organicznych związków chemicznych; powstają z kwasów (kwasy karboksylowe lub kwasy nieorganiczne) i alkoholi lub fenoli

estryfikacja

reakcja chemiczna, w której powstają estry; przykłady niektórych sposobów otrzymywania estrów:

- przez substytucję nukleofilową chlorków lub bezwodników kwasowych alkoholami
- przez substytucję nukleofilową kwasów karboksylowych alkoholami (katalizator kwas nieorganiczny)

hydroliza

reakcja zachodząca pomiędzy substancją rozpuszczoną a wodą; ulegają jej związki organiczne i nieorganiczne

grupa karbonylowa

grupa funkcyjna zbudowana z atomu węgla, który jest połączony wiązaniem podwójnym z atomem tlenu; atom węgla w grupie karbonylowej ma hybrydyzację sp^2 (jest ona płaska)

kation wodoru

kation utworzony z atomu wodoru, poprzez oderwanie jego jednego elektronu; praktycznie jest to wolny proton (jon wodoru z oderwanym jednym elektronem)

katalizator

substancja chemiczna wpływająca na obniżenie energii aktywacji; efektem jej zastosowania jest wzrost szybkości reakcji chemicznej; katalizator nie zużywa się w czasie reakcji

struktura rezonansowa

wynika z rezonansu chemicznego i jest wynikiem przedstawiania struktury związków chemicznych i innych indywiduów chemicznych za pomocą tzw. struktur granicznych; rzeczywista struktura cząsteczki jest opisywana przez kombinację liniową tych struktur

Bibliografia

Cordes E. H., *Mechanism and catalysis for hydrolysis of acetals, ketals, and Ortho Esters*, „Chemical Reviews” 2007, t. 74, nr 5, s. 1–44.

Dudek-Różycki K., Płotek M., Wichur T., *Węglowodory. Repetytorium i zadania*, Kraków 2020.

Dudek-Różycki K., Płotek M., Wichur T., *Związki organiczne zawierające azot oraz wielofunkcyjne pochodne węglowodorów. Repetytorium i zadania*, Kraków 2021.

Dudek-Różycki K., Płotek M., Wichur T., *Kompendium terminologii oraz nazewnictwa związków organicznych. Poradnik dla nauczycieli i uczniów*, Kraków 2020.

Florian J., Warshel A., *Phosphate Ester Hydrolysis in Aqueous Solution: Associative Versus Dissociative Mechanisms*, „J. Phys. Chem. B” 1998, t. 102, nr 4, s. 719–734.

Krammer P., Vogel H., *Hydrolysis esters in subcritical and supercritical water*, „The Journal of Supercritical Fluids” 2000, t. 16, nr 3, s. 189–206.

Lukatela G., Krauss N., Theis K., Selmer T., i in., *Crystal Structure of Human Arylsulfatase A: The Aldehyde Function and the Metal Ion at the Active Site Suggest a Novel Mechanism for Sulfate Ester Hydrolysis*, „Biochemistry” 1998, t. 37, nr 11, s. 3654–3664.

Oxonium, online: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/123332>, dostęp: 29.04.2021.

The mechanism for the acid catalysed hydrolysis of esters, online: <https://www.chemguide.co.uk/physical/catalysis/hydrolyse.html>, dostęp: 29.04.2021.

Wykład 16 I 2019 Żywnienie, online: http://bekas.pl/wyklady_pliki/wyklady_18_19/16_i_org.pdf, dostęp: 29.04.2021.

Animacja

Polecenie 1

Czy wiesz, jak przebiega hydroliza kwasowa estrów? Czy potrafisz opisać jej mechanizm i warunki, w jakich przebiega? Zapoznaj się z poniższą animacją i wykonaj zadania.

Trwa wczytywanie danych..

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DzEpy5d4b>

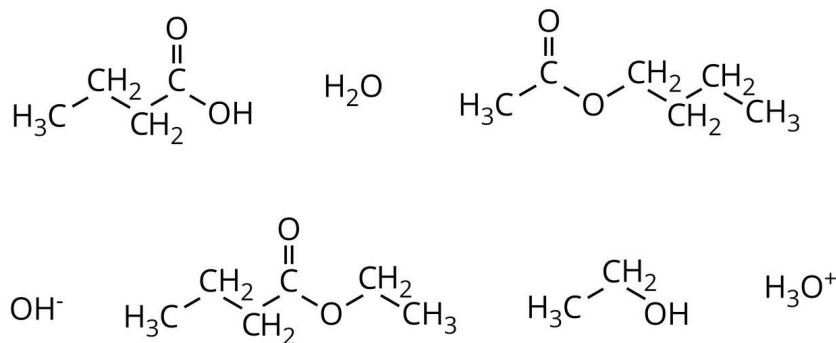
Animacja pt. *Jak przebiega hydroliza kwasowa estrów?*

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

Tematem animacji jest mechanizm hydrolizy kwasowej estru.

Ćwiczenie 1

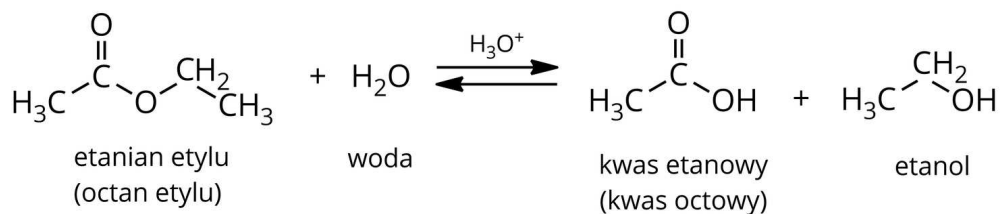
Spośród dostępnych poniżej elementów, wybierz odpowiednie i napisz równanie reakcji hydrolizy kwasowej danego estru. Podpisz reagenty.



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



Ćwiczenie 2

Na podstawie przedstawionej poniżej reakcji hydrolizy kwasowej etanianu etylu (octanu etylu), napisz ogólną reakcję hydrolizy kwasowej estrów. Pamiętaj o podpisaniu reagentów.



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

Sprawdź się

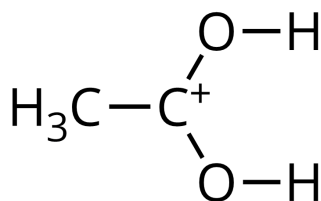
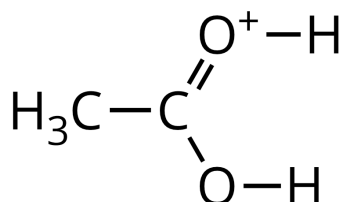
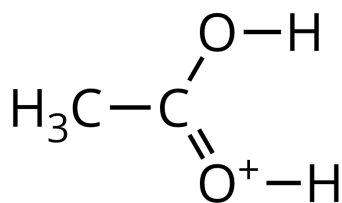
Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz poprawne odpowiedzi.

Wybierz z poniższych wzorów strukturalnych, który jon powstaje w czasie hydrolizy kwasowej octanu etylu (etanianu etylu):



Ćwiczenie 2



Wstaw odpowiednią nazwę w wyróżnione miejsca.

Na podstawie nazwy estru podaj, jakie produkty zostaną otrzymane w wyniku hydrolizy kwasowej.

1. Etanian butylu (octan butylu) – w wyniku hydrolizy kwasowej powstanie:

2. Butanian etylu (maślan etylu) – w wyniku hydrolizy kwasowej powstanie:

3. Metanian propylu (mrówczan propylu) – w wyniku hydrolizy kwasowej powstanie:

4. Etanian propylu (octan propylu) – w wyniku hydrolizy kwasowej powstanie:

kwasy etanowy (kwas octowy) i propan-1-ol

kwasy etanowy (kwas octowy) i butan-1-ol

kwasy butanowy (kwas masłowy) i etanol

kwasy metanowy (kwas mrówkowy) i propan-1-ol

Ćwiczenie 5



Wstaw odpowiednią nazwę w wyróżnione miejsca.

Na podstawie otrzymanych produktów, podaj nazwę estru, który został poddany reakcji hydrolizy kwasowej.

1. kwas metanowy (mrówkowy) i metanol; nazwa estru poddanego hydrolizie kwasowej:

2. kwas metanowy (mrówkowy) i butanol; nazwa estru poddanego hydrolizie kwasowej:

3. kwas propanowy (propionowy) i etanol; nazwa estru poddanego hydrolizie kwasowej:

4. kwas butanowy (masłowy) i propan-1-ol; nazwa estru poddanego hydrolizie kwasowej:

butanian propylu (maślan propylu)

propanian etylu (propionian etylu)

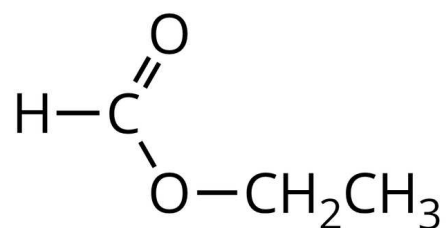
metanian metylu (mrówczan metylu)

metanian butylu (mrówczan butylu)

Ćwiczenie 6

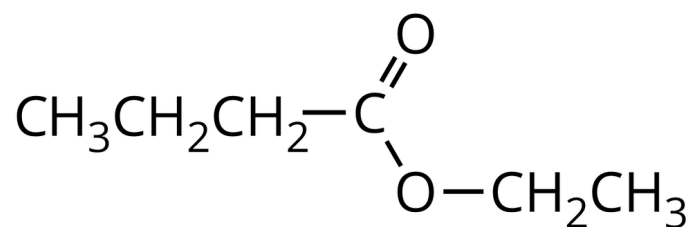


Zapoznaj się z poniższymi wzorami, a następnie wpisz odpowiedzi we właściwym miejscu.



Mrówczan etylu (metanian etylu)

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



Maślan etylu (butanian etylu)

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

Na podstawie powyższych wzorów estrów i ich nazw, podaj, jakie w wyniku hydrolizy kwasowej otrzymane zostaną:

- alkohole: ;

- kwasy: .

Ćwiczenie 7



Napisz słownie równanie reakcji hydrolizy kwasowej poniższych związków.

1. butanian propylu (maślan propylu)
2. metanian butylu (mrówczan butylu)

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

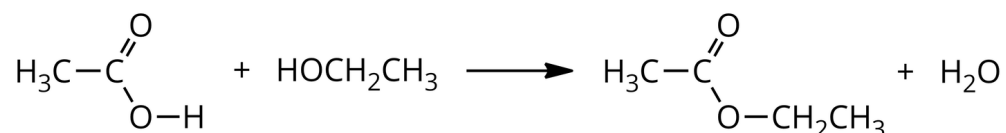
Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Zapoznaj się z poniższym zadaniem i wykonaj polecenie.

Uczeń chce napisać reakcję odwrotną do:



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

Nazwij rodzaj reakcji, którą powinien napisać uczeń, oraz zapisz równanie reakcji w sposób podany powyżej. Prawidłowy zapis ma uwzględniać wszystkie czynniki wpływające na zwiększenie szybkości reakcji.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Danuta Jyż-Kuroś

Przedmiot: chemia

Temat: Jak przebiega hydroliza kwasowa estrów?

Grupa odbiorcza: III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony
uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

XVII. Estry i tłuszcze. Uczeń:

5) wyjaśnia i porównuje przebieg hydrolizy estrów (np. octanu etylu) w środowisku kwasowym (reakcja z wodą w obecności kwasu siarkowego(VI)) oraz w środowisku zasadowym (reakcja z wodorotlenkiem sodu); pisze odpowiednie równania reakcji.

Zakres rozszerzony

XVII. Estry i tłuszcze. Uczeń:

5) wyjaśnia i porównuje przebieg hydrolizy estrów (np. octanu etylu) w środowisku kwasowym (reakcja z wodą w obecności kwasu siarkowego(VI)) oraz w środowisku zasadowym (reakcja z wodorotlenkiem sodu); pisze odpowiednie równania reakcji.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe.

Cele operacyjne

Uczeń:

- wymienia rodzaje hydrolizy estrów;
- nazywa produkty hydrolizy kwasowej estrów;

- pisze równania reakcji hydrolizy dla wybranych estrów;
- konstruuje z podanych elementów etapy hydrolizy kwasowej estrów.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- metoda rozwiązywania problemów;
- metoda lekcji odwróconej;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w grupach;
- praca zbiorowa.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do Internetu/smartfony, tablety;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda,
- aplikacja Quizizz/Kahoot.

Przed lekcją:

Nauczyciel dzieli uczniów na grupy. Uczniowie zapoznają się z blokiem tekstowym do omawianego tematu. Każda grupa ma przynieść na lekcję materiały: nożyczki, mazaki/markery, kartki, które będą wykorzystane do przygotowania puzzli chemicznych.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje uczniom przykładowe pytanie: dlaczego stosowane niektóre kosmetyki dają inny efekt niż oczekiwany przez konsumenta (taki jaki wynika z z opisu na etykiecie)?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół hydrolizy estrów.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie w parach oglądają uważnie animację z medium bazowego.
2. Nauczyciel informuje uczniów, że będą poszukiwać rozwiązania problemu – Jak można przedstawić mechanizm przebiegu hydrolizy kwasowej estrów? Uczniowie będą pracowali metodą rozwiązywania problemów i w swojej pracy powinni uwzględnić trzy etapy pracy. W czasie pracy mogą korzystać z e-materiału.
 - Diagnoza problemu: Jakie etapy można wyróżnić w przebiegu hydrolizy kwasowej estrów? Jakie elementy są ważne dla przebiegu tej reakcji?
 - Poszukiwanie rozwiązania problemu: Jak można przedstawić graficznie hydrolizę kwasową estrów? Jakie puzzle chemiczne trzeba przygotować aby przedstawić cały proces?
 - Wybór rozwiązania: Jaki powinien być rozmiar wykonanych elementów? Jaki zapis jest poprawny merytorycznie?
3. Nauczyciel monitoruje pracę uczniów, pomaga rozwiązać problemy merytoryczne i techniczne, zwraca uwagę na funkcjonalność, estetykę i czytelność wykonania puzzli chemicznych. Po przygotowaniu puzzli przez poszczególne grupy, każda prezentuje wynik swojej pracy. Przedstawia analizę zalet i wad swojego rozwiązania. W czasie prezentacji wyników pracy, nauczyciel dba o poprawność merytoryczną uczniów i podkreśla zalety każdego rozwiązania.
4. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów zadając przykładowe pytania: co to jest hydroliza? Jakie mamy rodzaje hydrolizy? Na czym polega hydroliza kwasowa? Co to jest jon hydroniowy? (Nauczyciel może przygotować quiz i wykorzystać aplikację Quizizz/Kahoot, z zastosowaniem smartfonów/tabletów.)
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie zamieszczają w swoim portfolio:
 - Przypomniała/łem sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Czego się nauczyłam/łem...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

1. Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”. 2. Nauczyciel prosi uczniów o przygotowanie tabeli, porównującej hydrolizę zachodzącą w środowisku kwasowym i zasadowym.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Medium może być wykorzystane:

- zgodnie z propozycją zawartą w scenariuszu;
- dla uczniów nieobecnych na lekcji jako formę uzupełnienia wiadomości;
- na lekcji powtórzeniowej jako wstęp teoretyczny przed rozwiązywaniem zadań dotyczących tematów.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):

- Co to jest hydroliza?
- Jakie mamy rodzaje hydrolizy?
- Na czym polega hydroliza kwasowa?
- Co to jest jon hydroniowy?

2. Materiały służące do tworzenia puzzli chemicznych (nożyczki, mazaki/markery, kartki).

3. Przygotowanie chemicznych puzzli. Zasady tworzenia puzzli:

- mają zawierać wszystkie etapy hydrolizy kwasowej;
- mają zawierać poprawny zapis chemiczny wszystkich cząsteczek i jonów;
- mają być funkcjonalne, estetyczne i czytelne;
- powinny być dobrym narzędziem do powtarzania tego zagadnienia (puzzle chemiczne można układać wielokrotnie i utrwać materiał);
- powinny być samosprawdzające się (np. kształt puzzli determinuje położenie tylko w jeden prawidłowy sposób).

4. Materiały dla osób szczególnie zainteresowanych tematem:

- <https://www.chemguide.co.uk/physical/catalysis/hydrolyse.html>
- <http://bcpw.bg.pw.edu.pl/Content/6230/dbcho.pdf>