Jak w wodzie zachowują się kwasy karboksylowe?

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

Kwasy karboksylowe można znaleźć w wielu owocach, czego przykładem może być występujący w porzeczkach kwas etanodiowy.
Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Czy wiesz, że w produktach spożywczych znajdują się kwasy karboksylowe? W porzeczkach, rabarbarze, ziarnach kawy i kakao występuje kwas szczawiowy (etanodiowy). Jabłka zawierają kwas propanodiowy (malonowy), natomiast kwas pentanowy (walerianowy) możemy odnaleźć w korzeniu kozłka lekarskiego. W skład masła i oleju kokosowego wchodzi kwas heksanowy (kapronowy). Co się stanie, jeśli wyizolujemy z tych produktów czyste kwasy karboksylowe i będziemy chcieli rozpuścić je w wodzie?

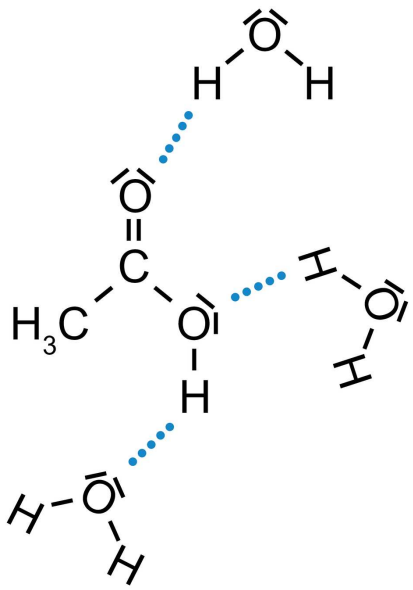
Twoje cele

- Zbadasz, które kwasy karboksylowe rozpuszczają się w wodzie, a które są właściwie nierozpuszczalne.
- Wyjaśnisz, jakie wiązania są odpowiedzialne za rozpuszczanie się kwasów karboksylowych w wodzie.
- Napiszesz i uzgodnisz równania dysocjacji elektrolitycznej kwasów karboksylowych i nazwiesz powstające w tych reakcjach jony.
- Zdecydujesz, jaki wpływ ma wprowadzenie dodatkowego podstawnika elektroujemnego na moc kwasu karboksylowego.
- Przeanalizujesz teorię kwasów i zasad Brønsteda-Lowry'ego w odniesieniu do kwasów karboksylowych.
- Obliczysz wartość stałej dysocjacji kwasowej i pH roztworu kwasu karboksylowego.

Przeczytaj

Przyczyna rozpuszczalności w wodzie, czyli wiązania wodorowe

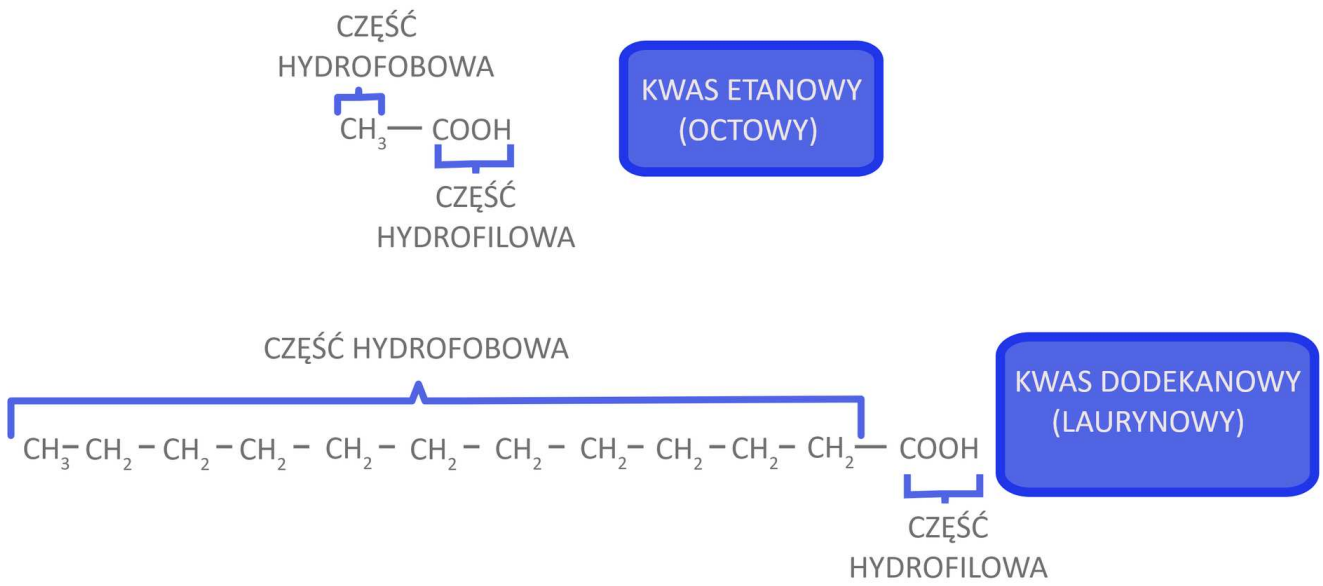
Analizując budowę strukturalną kwasów karboksylowych, należałoby oczekiwać, że ich cząsteczki są polarne (ze względu na obecność hydrofilowej grupy karboksylowej) i wykazują zdolność do tworzenia wiązań wodorowych między sobą lub z innymi cząsteczkami (np. wody). Idąc tym tropem, możemy przypuszczać, że kwasy karboksylowe dobrze rozpuszczają się w wodzie. Jednak badania przekonują, że jedynie kwasy karboksylowe, zawierające od jednego do czterech atomów węgla w cząsteczce (kwas mrówkowy, kwas octowy, kwas propanowy, kwas butanowy), są dobrze rozpuszczalne w wodzie. Na rysunku poniżej widzimy, jak atomy tlenu i wodoru z grupy karboksylowej tworzą wiązania wodorowe z atomami wodoru i tlenu, należącymi do cząsteczki wody.



Schemat tworzenia wiązań wodorowych (wiązania wodorowe zostały przedstawione za pomocą niebieskich kropek) – oddziaływania elektrostatycznego między atomem wodoru jednej cząsteczki, połączonej z elektroujemnym atomem, a atomem elektroujemnym, zawierającym wolne pary elektronowe drugiej cząsteczki.

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

Rozpuszczalność wyższych homologów maleje bardzo szybko wraz ze wzrostem długości łańcucha węglowego, ponieważ zmniejsza się udział hydrofilowej grupy karboksylowej w cząsteczce na rzecz hydrofobowej reszty węglowodorowej. Kwas zawierający 12 atomów węgla w cząsteczce, kwas dodekanowy, potocznie zwany kwasem laurynowym, jest praktycznie nierozpuszczalny w wodzie.



Wraz ze wzrostem długości części hydrofobowej w cząsteczce zmniejsza się rozpuszczalność w wodzie.
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Rozpuszczalność wybranych kwasów karboksylowych w wodzie. Miarą rozpuszczalności jest liczba gramów danej substancji, która rozpuszcza się w 100 g wody.

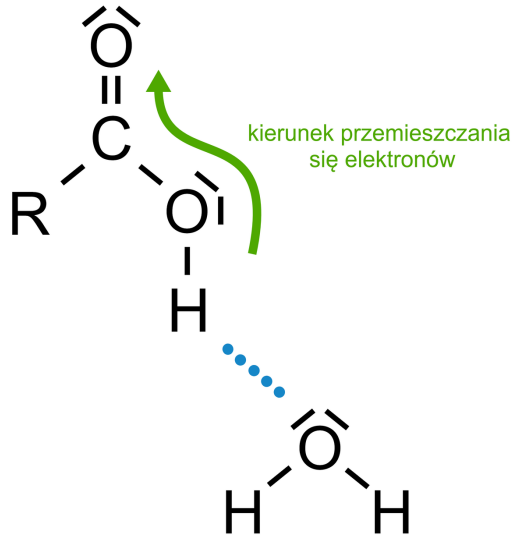
Nazwa	**Rozpuszczalność w wodzie** $\frac{g}{100\ g\ H_2O}$
Kwas mrówkowy (metanowy)	Bez ograniczeń
Kwas octowy (etanowy)	Bez ograniczeń
Kwas propanowy (propionowy)	Bez ograniczeń
Kwas butanowy (masłowy)	Bez ograniczeń
Kwas pentanowy (walerianowy)	3,7
Kwas heksanowy	1
Kwas oktanowy	0,7
Kwas dekanowy	0,2

Nazwa	Rozpuszczalność w wodzie $\frac{g}{100\ g\ H_2O}$
Kwas dodekanowy (laurynowy)	Nierozpuszczalny
Kwas heksadekanowy (palmitynowy)	Nierozpuszczalny
Kwas-*cis*-oktadec-9-enowy (kwas oleinowy)	Nierozpuszczalny
Kwas oktadekanowy (kwas stearynowy)	Nierozpuszczalny
kwas benzoesowy (kwas benzenokarboksylowy)	0,34

Źródło: R. T. Morrison, R. N. Boyd, W. Ankowiak i inni, *Chemia organiczna tom 1, tłum,* Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1985, s. 668.

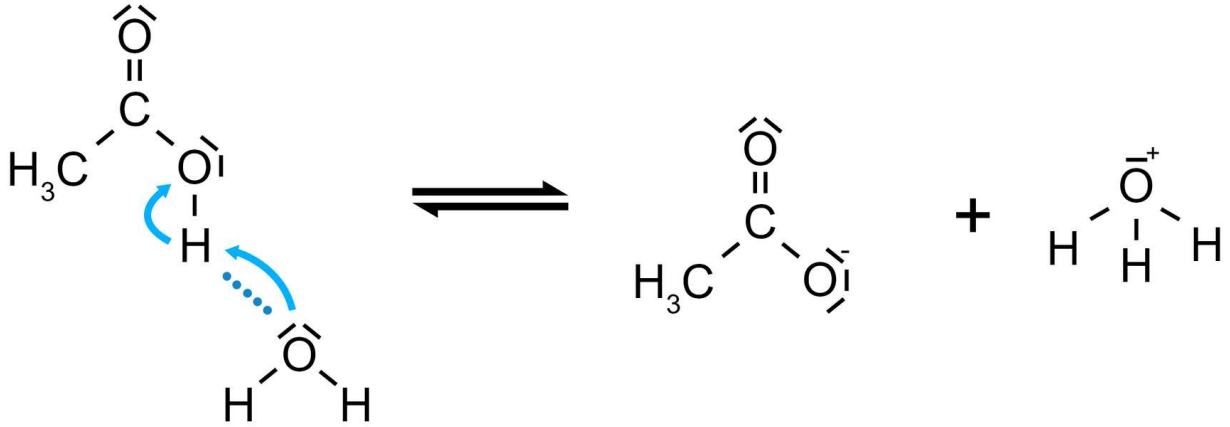
Dysocjacja elektrolityczna

Budowa elektronowa grupy karboksylowej znacząco wpływa na właściowości cząsteczek, w których występuje. Pomiędzy atomem węgla a atomem tlenu w grupie karbonylowej występuje wiązanie podwójne $C = O$, które jest spolaryzowane w kierunku atomu tlenu. Konsekwencją tego jest wzrost polaryzacji wiązania $O - H$, przez co ulega ono osłabieniu. Efekt ten potęguje wpływ chmury elektronowej atomu tlenu należącego do cząsteczki wody, która tworzy wiązania wodorowe z cząsteczką kwasu karboksylowego.



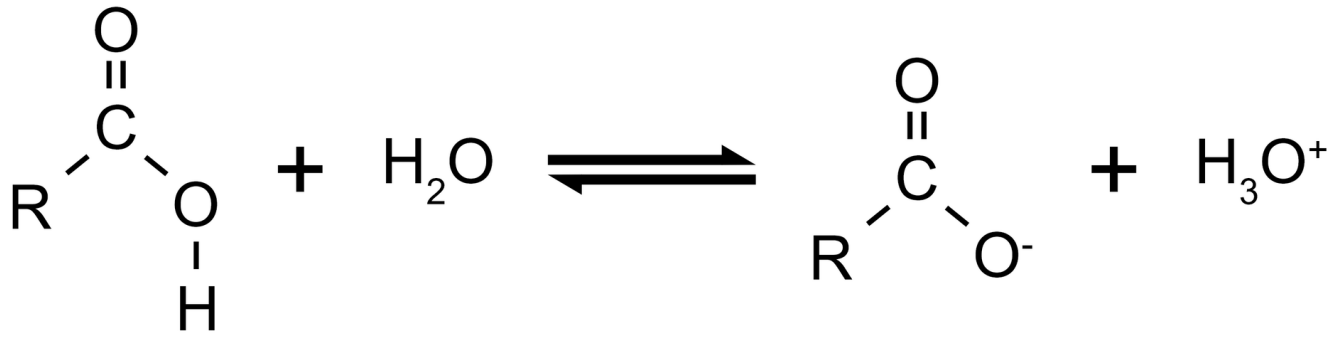
Dwa elektrony, tworzące wiązanie O-H, są silnie przesunięte w kierunku atomu tlenu.
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

W konsekwencji, w jednym momencie dochodzi do przemieszczenia dwóch elektronów tworzących wiązanie $O-H$ na atomie tlenu. Powstaje anion karboksylanowy oraz nowe wiązanie kowalencyjne $O-H$. W wyniku czego z cząsteczki wody powstaje kation oksoniowy, H_3O^+ (kation hydroniowy, kation hydronowy).



Wyjaśnienie omawianego procesu dysocjacji elektrolitycznej na przykładzie kwasu octowego (etanowego)
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

W ten sposób zachodzi dysocjacja elektrolityczna (jonowa), czyli rozpad cząsteczki na jony pod wpływem wody.



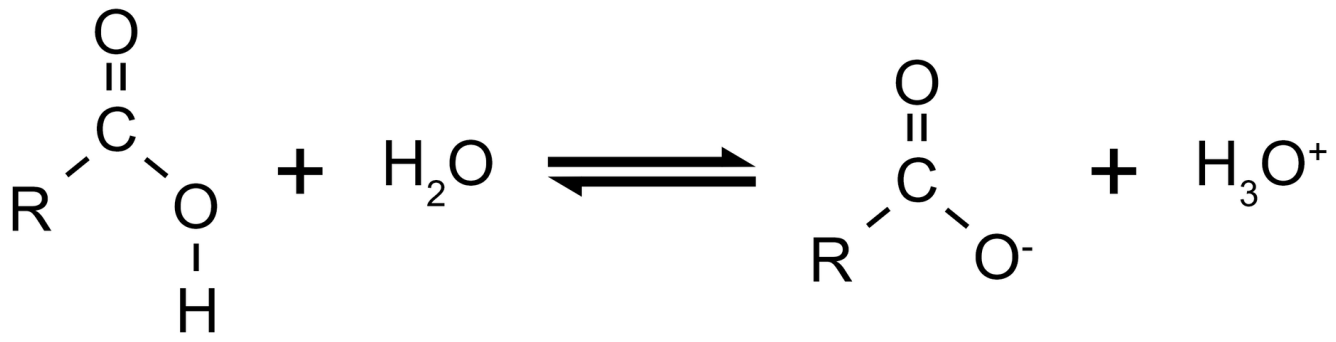
Schematyczny zapis dysocjacji elektrolitycznej (jonowej) kwasu karboksylowego. W wyniku tej reakcji powstaje anion karboksylanowy i kation oksoniowy.
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Wzrost stężenia kationów oksoniowych w roztworach kwasów karboksylowych odpowiada za ich odczyn kwasowy (pH<7). Im mniejsza rozpuszczalność, tym w mniejszym stopniu zachodzi dysocjacja elektrolityczna. Oznacza to, że każdy kolejny kwas karboksylowy w szeregu homologicznym jest słabszy od poprzedniego.

Źródło: dostępny w internecie: www.pl.wikipedia.org, licencja: CC BY-SA 2.5.

Stała dysocjacji kwasowej

Rozpuszczalny w wodzie kwas karboksylowy ulega dysocjacji elektrolitycznej, podczas której powstaje anion karboksylanowy, $RCOO^-$ oraz kation oksoniowy (hydroniowy), H_3O^+ :



Schemat dysocjacji elektrolitycznej kwasu karboksylowego
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

W roztworze wodnym istnieje zatem równowaga pomiędzy cząsteczkami kwasu karboksylowego a anionami karboksylanowymi i kationami oksoniowymi (hydroniowymi), których stężenia są tak powiązane, jak w przypadku dowolnej równowagi, zależnością:

$$K_{\mathrm{a}} = \frac{[\mathrm{RCOO^-}][\mathrm{H_3O^+}]}{\mathrm{RCOOH}}$$

Gdzie:

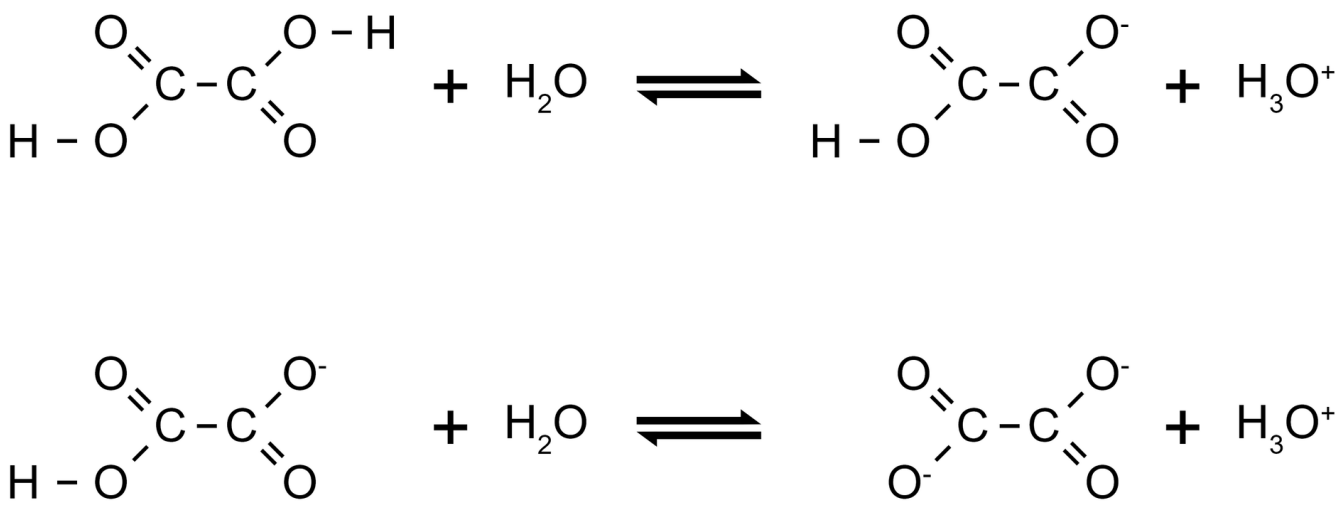
- K_{a} – stała dysocjacji kwasowej;
- $[\mathrm{RCOO^-}]$ – stężenie anionu karboksylanowego;
- $[\mathrm{H_3O^+}]$ – stężenie kationu oksoniowego;
- $[\mathrm{RCOOH}]$ – stężenie niezdysocjowanego kwasu karboksylowego.

Stężenie rozpuszczalnika, w tym przypadku wody, zasadniczo pozostaje stałe i dlatego wartość tę pomijamy.

Kwasy wielokarboksylowe

Kwasy wielokarboksylowe są lepiej rozpuszczalne w wodzie niż kwasy monokarboksylowe zawierające tyle samo atomów węgla w cząsteczce. Efekt ten jest spowodowany przez wzrost ilości hydrofilowych grup karboksylowych, które odpowiadają między innymi za tworzenie wiązań wodorowych z cząsteczkami wody. Wzrost liczby grup

karboksylowych sprzyja również wzrostowi mocy kwasu. Przykładem kwasu dikarboksylowego jest kwas szczawiowy (etanodiowy), który, tak jak inne kwasy wielokarboksylowe, ulega dysocjacji etapowej:



W pierwszym etapie dysocjacji powstaje anion wodoroszczawianowy, a w drugim anion szczawianowy.
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Kwas szczawiowy (etanodiowy) jest jednym z najsilniejszych kwasów karboksylowych. Charakteryzuje się stałą dysocjacji pierwszego etapu: $K_{a,1} = 5{,}4 \cdot 10^{-2}$ oraz stałą dysocjacji drugiego etapu: $K_{a,2} = 5{,}2 \cdot 10^{-5}$.

Moc kwasu

Każdy kwas karboksylowy charakteryzuje się swoją stałą dysocjacji kwasowej, która jest miarą jego mocy. Wyraża się ona stosunkiem stężenia substancji zdysocjowanej do niezdysocjowanej, dlatego im ma wyższą wartość, tym lepiej zachodzi dysocjacja, a więc kwas jest mocniejszy.

Na podstawie wartości K_a możemy dokładnie porównywać moc różnych kwasów.

Równanie dysocjacji elektrolitycznej	$HCOOH + H_2O \rightleftarrows HCOO^- + H_3O^+$	$CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows$
Stała dysocjacji, K_a	$1{,}8 \cdot 10^{-4}$	$1{,}8 \cdot 1$

Równanie dysocjacji elektrolitycznej	$HCOOH + H_2O \rightleftarrows HCOO^- + H_3O^+$	$CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows$
Nazwa anionu karboksylanowego	mrówczanowy (metanianowy)	octanowy (etanianowy)

Źródło: J. McMurry, H. Koroniak i inni, *Chemia organiczna*, Warszawa 2018, t. 4, s. 924.

Ciekawostka

Wartość $K_a = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$ dla kwasu octowego w praktyce oznacza, że w roztworze o stężeniu 0,1 $\frac{mol}{dm^3}$ jedynie około 0,1% cząsteczek jest zdysocjowanych.

Jak wynika z tabeli, dwie wartości stałych dysocjacji kwasów karboksylowych są niskie, co oznacza, że kwasy te są słabymi elektrolitami. Najmocniejszy w szeregu homologicznym monokarboksylowych kwasów alifatycznych jest kwas mrówkowy (metanowy). Wraz ze wzrostem długości łańcucha węglowego moc kwasów karboksylowych maleje.

Wpływ silnie elektroujemnych podstawników na moc kwasu

Jeżeli w cząsteczce kwasu karboksylowego znajduje się silnie elektroujemny podstawnik, następuje znaczne zwiększenie mocy kwasu w stosunku do kwasu niepodstawionego. Przyczyną tego jest przemieszczenie się elektronów w kierunku podstawnika, co powoduje wzrost polaryzacji wiązania $O - H$, czyniąc je bardziej podatnym na rozpad na jony pod wpływem wody.

✓ moc kwasu zależy od wartości elektroujemności podstawnika

SŁABSZY KWAS → MOCNIEJSZY KWAS

KWAS	$CH_2Br – COOH$	$CH_2CL – COOH$	$CH_2F – COOH$
K_a	$1,25 \cdot 10^{-3}$	$1,35 \cdot 10^{-3}$	$2,65 \cdot 10^{-3}$

✓ moc kwasu zależy od położenia podstawnika względem grupy karboksylowej

SŁABSZY KWAS → MOCNIEJSZY KWAS

KWAS	$CH_2F – CH_2 – CH_2 – COOH$	$CH_3 – CHF – CH_2 – COOH$	$CH_3 – CH_2 – CHF – COOH$
K_a	$2,95 \cdot 10^{-5}$	$7,90 \cdot 10^{-4}$	$2,85 \cdot 10^{-3}$

✓ moc kwasu zależy od liczby podstawników

SŁABSZY KWAS → MOCNIEJSZY KWAS

KWAS	$CH_2F – COOH$	$CHF_2 – COOH$	$CF_3 – COOH$
K_a	$2,65 \cdot 10^{-3}$	$5,20 \cdot 10^{-2}$	$6,00 \cdot 10^{-1}$

Kwas jest mocniejszy, jeśli posiada w swojej cząsteczce bardziej elektroujemny podstawnik, a także jeżeli znajduje się blisko grupy karboksylowej. Im więcej podstawników elektroujemnych znajduje się cząsteczce, tym stała dysocjacji kwasowej jest wyższa.

Źródło: GroMar Sp. z o. o. na podstawie Kamil Kaznowski, *Chemia Vademecum maturalne*, OE, Warszawa 2016, s. 204., licencja: CC BY-SA 3.0.

Słownik

hydrofilowość

(wodolubność) skłonność cząsteczek chemicznych do łączenia się z wodą

wyższe homologi

związki należące do tego samego szeregu homologicznego, które posiadają dłuższy łańcuch węglowy od poprzedników

hydrofobowość

(gr. *hydro* „woda”, *phobos* „strach”) skłonność cząsteczek chemicznych do odpychania od siebie cząsteczek wody

anion karboksylanowy

anion powstały z kwasu karboksylowego po dysocjacji elektrolitycznej

monokarboksylowe kwasy

kwasy karboksylowe zawierające jedną grupę karboksylową w strukturze

alifatyczne kwasy (acykliczne, łańcuchowe)

> kwasy nasycone lub nienasycone, w których atomy węgla tworzą łańcuchy proste lub rozgałęzione, ale nie tworzą struktur zamkniętych (cyklicznych)

> **silnie elektroujemny**
>
> posiadający wysoką wartość elektroujemności

> **podstawnik**
>
> atom lub ich grupa w miejscu atomu wodoru, zwykle przy atomie węgla

Bibliografia

Morrison R. T., Boyd R. N., *Chemia organiczna tom 1*, Warszawa 1985.

McMurry J., *Chemia organiczna tom 4*, Warszawa 2018.

Kaznowski K., *Chemia Vademecum maturalne*, Warszawa 2016.

Litwin M., Styka-Wlazło S., Szymońska J., *To jest chemia 2*, Warszawa 2016.

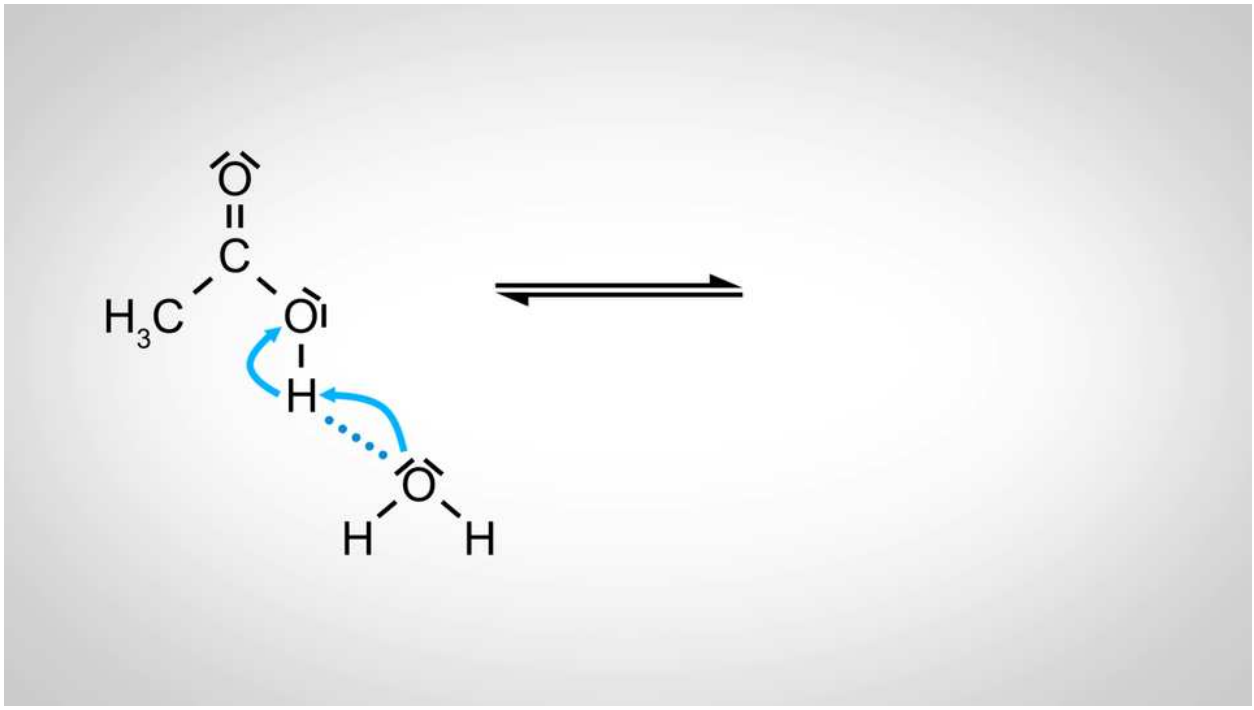
Jelińska-Kazimierczuk M., Megiel E., *Teraz matura Vademecum*, Warszawa 2015.

Mieszkowicz J., Męcik M., Wróblewska M., Matras K., *Chemia*, Rzeszów 2019, t. 3.

Animacja

Polecenie 1

Czy wiesz, co jest przyczyną dobrej rozpuszczalności kwasów w wodzie? Zapoznaj się z animacją i rozwiąż poniższe zadania.



Film dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DbBoye18P

Animacja pt. „Jak w wodzie zachowują się kwasy karboksylowe?”

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

Film nawiązujący do treści materiału - wyjaśnia, jak w wodzie zachowują się kwasy karboksylowe.

Ćwiczenie 1

Zaznacz prawidłową kolejność kwasów karboksylowych, w której następuje spadek rozpuszczalności kwasów karboksylowych w wodzie.

- kwas octowy (etanowy), kwas pentanowy (walerianowy), kwas oktadekanowy (stearynowy), heksadekanowy (palmitynowy)
- kwas octowy (etanowy), kwas butanowy (masłowy), kwas dekanowy, kwas oktadekanowy (stearynowy)
- kwas mrówkowy (metanowy), kwas heksadekanowy (palmitynowy), kwas propanowy (propionowy), kwas butanowy (masłowy)
- kwas mrówkowy (metanowy), kwas pentanowy (walerianowy), kwas oktanowy, kwas propanowy (propionowy)

Ćwiczenie 2

Spośród wymienionych poniżej wyrażeń wybierz te, które uzupełnią prawidłowo tekst.

Kwas butanowy (masłowy) ulega _____ pod wpływem wody. Zapis tego procesu można przedstawić następująco: _____ + $H_2O \rightleftarrows$ _____ $+ H_3O^+$. Pierwszą sprzężoną parę w tym równaniu tworzą kwas: _____ i zasada _____, natomiast druga sprzężona para składa się z kwasu, którym jest _____ i zasady, którą jest _____.

$CH_3 - CH_2 - COO^-$ | $CH_3 - CH_2 - CH_2 - COO^-$ | $CH_3 - CH_2 - COOH$ | $CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH$ | dysocjacji elektrolitycznej | kwas butanowy | anion butanianowy | kation oksoniowy | cząsteczka wody

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:

Ćwiczenie 1

Zaznacz zbiór, który zawiera nazwy kwasów karboksylowych rozpuszczalnych w wodzie.

- kwas octowy, kwas palmitynowy, kwas mrówkowy
- kwas dekanowy, kwas walerianowy, kwas masłowy
- kwas octowy, kwas stearynowy, kwas propionowy
- kwas mrówkowy, kwas oleinowy, kwas masłowy

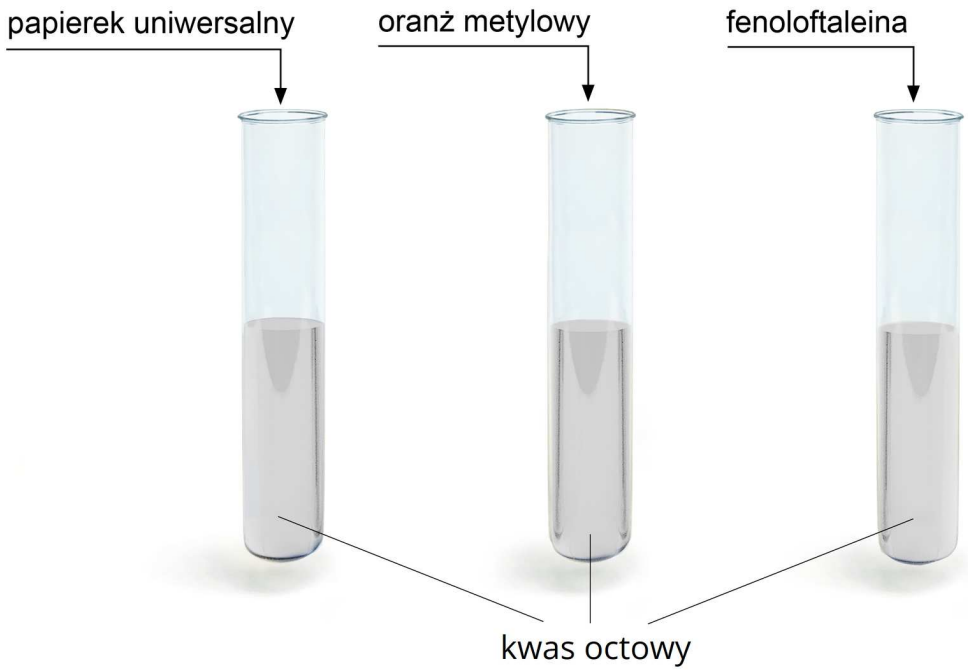
Ćwiczenie 2

Zaznacz prawidłową odpowiedź: z czego wynika rozpuszczalność niektórych kwasów karboksylowych w wodzie?

- Z tworzenia wiązań jonowych między kwasem karboksylowym a wodą.
- Z tworzenia wiązań kowalencyjnych między kwasem karboksylowym a wodą.
- Z tworzenia wiązań metalicznych między kwasem karboksylowym a wodą.
- Z tworzenia wiązań wodorowych między kwasem karboksylowym a wodą.

Ćwiczenie 3

Przeprowadzono doświadczenie, schematycznie przedstawione na poniższym rysunku.



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

A. Uzupełnij poniższe zdania, wpisując obserwacje po przeprowadzeniu doświadczenia.

Barwa papierka uniwersalnego zanurzonego w roztworze w probówce 1: _____.

Barwa roztworu po dodaniu kilku kropli oranżu metylowego do probówki 2: _____
.

Barwa roztworu po dodaniu kilku kropli fenoloftaleiny do probówki 3: _____.

B. Uzupełnij wniosek z przeprowadzonego doświadczenia.

Kwas octowy posiada odczyn _____.

Ćwiczenie 4

W roztworze kwasu p-chlorobenzoesowego stężenie jonów H_3O^+, pochodzących z jego dysocjacji elektrolitycznej, wynosi 0,001 $\frac{mol}{dm^3}$, natomiast stężenie niezdysocjowanych cząsteczek kwasu osiąga wartość 0,01 $\frac{mol}{dm^3}$. Oblicz wartość stałej dysocjacji kwasowej K_a opisanego kwasu. Zapisz odpowiedź.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5

Monokarboksylowe kwasy alkanowe należą do słabych elektrolitów, z których najmocniejszy jest kwas mrówkowy. Ich moc można zwiększyć poprzez przyłączenie do cząsteczki kwasu atomu (lub atomów) fluorowca. Efekt zwiększenia mocy kwasu jest tym większy, im:

- więcej atomów fluorowca znajduje się w cząsteczce kwasu;
- mniejsza odległość dzieli atom fluorowca od grupy karboksylowej;
- bardziej elektroujemny jest atom fluorowca.

Korzystając z powyższych informacji, przyporządkuj kwasom karboksylowym odpowiednie wartości stałych dysocjacji kwasowej .

Kwas mrówkowy	$1{,}5 \cdot 10^{-5}$
Kwas bromooctowy	$1{,}8 \cdot 10^{-4}$
Kwas chlorooctowy	$1{,}4 \cdot 10^{-3}$
Kwas octowy	$1{,}3 \cdot 10^{-3}$
Kwas dichlorooctowy	$1{,}8 \cdot 10^{-5}$
Kwas butanowy	$5{,}5 \cdot 10^{-2}$

Ćwiczenie 6

W poniższej tabeli podano wartości stałej dysocjacji czterech kwasów karboksylowych w temperaturze 25°C.

Nazwa kwasu	K_a
Kwas octowy (etanowy)	$1{,}8 \cdot 10^{-5}$
Kwas chlorooctowy (chloroetanowy)	$1{,}4 \cdot 10^{-3}$
Kwas benzoesowy (benzenokarboksylowy)	$6{,}3 \cdot 10^{-5}$
Kwas 3-chlorobenzoesowym (3-chlorobenzenokarboksylowy)	$1{,}5 \cdot 10^{-4}$

Źródło: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2010.; J .Sawicka, A. Janich-Kilian, W. Cejner-Maria, G. Urbańczyk, *Tablice chemiczne*, Gdańsk 2001.

W czterech probówkach znajdują się wodne roztwory wymienionych kwasów karboksylowych, które zapomniano podpisać. W celu identyfikacji substancji probówki, oznaczono symbolami: HX, HY, HZ, HW. Za pomocą pH-metru zmierzono, że najwyższą wartość pH posiada ciecz w probówce HW. Pomiędzy pozostałymi substancjami przeprowadzono następujące reakcje:

$$\mathrm{HY} + \mathrm{KZ} \rightarrow \mathrm{HY} + \mathrm{HZ}$$

$$\mathrm{HX} + \mathrm{KY} \rightarrow \mathrm{KX} + \mathrm{HY}$$

A. Na podstawie powyższych informacji, dokonaj identyfikacji zawartości probówek, podając nazwy systematyczne znajdujących się w nich kwasów karboksylowych: HW, HX, HY, HZ.

B. Napisz, jaki wpływ na moc kwasu chloroetanowego miałoby wprowadzenie kolejnego podstawnika $-\mathrm{Cl}$.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 7

Moc kwasu charakteryzowana jest za pomocą stałej dysocjacji kwasowej K_a lub w oparciu o wartość pK_a ($pK_a = -logK_a$).

Wzór kwasu	pK_a
$CH_2F - COOH$	2,59
$CH_2I - COOH$	3,12
$C_6H_5 - COOH$	4,19
$CH_3 - COOH$	4,76
$CH_3 - CH_2 - COOH$	4,87

Źródło: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej,* Warszawa 2010.; J .Sawicka, A. Janich-Kilian, W. Cejner-Maria, G. Urbańczyk, *Tablice chemiczne*, Gdańsk 2001.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8

Ocet spirytusowy to 10% roztwór kwasu octowego o gęstości 0,950 $\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$. Pani Kasia używa jego rozcieńczonej postaci jako środek odkamieniający. Przygotowała roztwór poprzez zmieszanie 100 cm^3 octu spirytusowego ze 150 cm^3 wody (d = 1 $\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$). Uzyskany roztwór do prac porządkowych w domu posiadał gęstość 0,980 $\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$. Stała dysocjacji kwasowej kwasu octowego wynosi $K_a = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$.

A. Oblicz stężenie procentowe otrzymanego roztworu kwasu octowego.

B. Przelicz obliczone stężenie procentowe na stężenie molowe.

C. Oblicz pH otrzymanego roztworu.

Rozwiązanie oraz 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: Amanda Gałkowska, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jak w wodzie zachowują się kwasy karboksylowe?

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

XVI. Kwasy karboksylowe. Uczeń:

3) pisze równania dysocjacji elektrolitycznej rozpuszczalnych w wodzie kwasów karboksylowych i nazywa powstające w tych reakcjach jony.

Zakres rozszerzony

XVI. Kwasy karboksylowe. Uczeń:

3) pisze równania dysocjacji elektrolitycznej rozpuszczalnych w wodzie kwasów karboksylowych i nazywa powstające w tych reakcjach jony.

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:

- bada, które kwasy karboksylowe rozpuszczają się w wodzie, a które są praktycznie nierozpuszczalne;
- wyjaśnia, jakie wiązania są odpowiedzialne za rozpuszczanie się kwasów karboksylowych w wodzie;

- pisze i uzgadnia równania dysocjacji elektrolitycznej kwasów karboksylowych i nazywa powstające w tych reakcjach jony;
- wyjaśnia, jaki wpływ ma wprowadzenie dodatkowego podstawnika elektroujemnego na moc kwasu karboksylowego;
- analizuje teorię kwasów i zasad Brønsteda-Lowry'ego w odniesieniu do kwasów karboksylowych;
- oblicza wartość stałej dysocjacji kwasowej i pH roztworu kwasu karboksylowego.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- animacja;
- ćwiczenia uczniowskie;
- analiza materiału źródłowego;
- eksperyment;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

- praca zbiorowa;
- praca w parach;
- praca indywidualna.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami z dostępem do Internetu, słuchawki/smafrtony, tablety;
- zasoby multimedialne zawarte w e-podręczniku;
- rzutnik multimedialny;
- tablica interaktywna/tablica i kreda;
- aplikacja Mentimeter.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje pytania zawarte we wprowadzeniu do e-materiału:

- Czy wiesz, że kwasy karboksylowe znajdują się w produktach spożywczych?
- Co się stanie jeśli wyizolujemy z tych produktów czyste kwasy karboksylowe i będziemy chcieli rozpuścić je w wodzie?

2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pojęcia „dysocjacja elektrolityczna". Nauczyciel może wykorzystać aplikację Mentimeter z wykorzystaniem tabletów/smartfonów.
3. Ustalenie celów lekcji: nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele.
4. Zasady BHP: nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji chemicznych, które będą używane na lekcji.

Faza realizacyjna:

1. Eksperyment – pokaz uczniowski. Nauczyciel wskazuje asystenta do przeprowadzenia eksperymentu chemicznego w formie pokazu "Badanie pH wodnego roztworu kwasu octowego, oleinowego i stearynowego" i rozdaje karty pracy uczniom. Uczniowie formułują pytanie badawcze i hipotezę, zapisują w kartach pracy. Podczas przebiegu doświadczenia uczniowie obserwują zmiany, zapisują w kartach pracy. Po zakończeniu eksperymentu asystent zadaje kolegom i koleżankom pytanie: Jakie są różnice pomiędzy badanymi roztworami kwasów?Uczniowie zgłaszają swoje odpowiedzi. Sformułowane uogólnienia w postaci wniosków uczniowie zapisują w kartach pracy. Zapisują również równania dysocjacji elektrolitycznej.
2. Uczniowie samodzielnie analizują animację „Jak w wodzie zachowują się kwasy karboksylowe?" i sprawdzają zdobytą wiedzę wykonując parami ćwiczenia załączone do animacji.
3. Chętni lub wybrani uczniowie podchodzą do tablicy i zapisują równania dysocjacji elektrolitycznej kwasów karboksylowych wybranych przez nauczyciela, podając nazwy anionów karboksylanowych.
4. Samodzielna analiza materiału źródłowego w e-materiale dotycząca mocy kwasów i wpływu silnie elektroujemnych podstawników na moc kwasu. Chętni uczniowie wyjaśniają na forum klasy, jaki wpływ ma wprowadzenie dodatkowego podstawnika elektroujemnego na moc kwasu karboksylowego. Nauczyciel kontroluje poprawność merytoryczną wypowiedzi i ewentualnie wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.
5. Uczniowie analizują treści w e-materiale dotyczące obliczania wartość stałej dysocjacji kwasowej i pH roztworu kwasu karboksylowego. Nauczyciel proponuje uczniom do rozwiązania przykładowe zadania. Chętni uczniowie rozwiązuje je na tablicy. Nauczyciel sprawdza poprawność rozwiązywanych zadań i ewentualnie wyjaśnia niezrozumiale kwestie.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów, wykorzystując zadania z e-materiału. Pyta:

- Czy kwas etanowy rozpuszcza się w wodzie?
- Czy kwas metanowy jest lepiej rozpuszczalny w wodzie, niż kwas etanowy?
- Czy kwas stearynowy rozpuszcza się w wodzie?
- Czy kwas butanowy jest lepiej rozpuszczalny w wodzie, niż kwas stearynowy?

- Jak nazywa się anion powstający z dysocjacji elektrolitycznej kwasu benzenokarboksylanowego?
- Jak nazywa się anion powstający z dysocjacji elektrolitycznej kwasu 2-metylopropanowego?
- Czy kwas fluoroetanowy jest silniejszym kwasem od kwasu etanowego?
- Jeśli kwas jest silniejszy to ma wyższą, czy niższą stałą dysocjacji kwasowej od kwasu słabszego?

2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:

- Przypomniałem/łam sobie, że...
- Co było dla mnie łatwe...
- Czego się nauczyłam/łem...
- Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

Nauczyciel prosi uczniów o wykonanie ćwiczeń w e-materiale – zestaw ćwiczeń.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

1. Aplikacja może być wykorzystana podczas przygotowywania się do lekcji lub do sprawdzianu.

Materiały pomocnicze:

1. Kalkulator.
2. Tablica logarytmiczna.
3. Doświadczenie:

   Szkło i sprzęt laboratoryjny:
   probówki, łyżeczka, bagietka, statyw do probówek, pipety.

   Odczynniki chemiczne:
   woda destylowana, kwas octowy, kwas oleinowy, kwas stearynowy, uniwersalny papierek wskaźnikowy, oranż metylowy.

   Instrukcja do doświadczenia:

- W 3 probówkach umieść po 3 cm^3 wody destylowanej.
- Do każdej probówki z wodą dodaj niewielką ilość podanych kwasów karboksylowych: kwasu octowego, oleinowego i kwasu stearynowego (do jednej probówki jeden kwas) i zbadaj rozpuszczalność w wodzie mieszając zawartość probówki bagietką.
- Sprawdź odczyn w każdej probówce za pomocą uniwersalnego papierka wskaźnikowego i oranżu metylowego.

4. Karta pracy.

Plik o rozmiarze 80.49 KB w języku polskim

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

- Czy kwas etanowy rozpuszcza się w wodzie?
- Czy kwas metanowy jest lepiej rozpuszczalny w wodzie, niż kwas etanowy?
- Czy kwas stearynowy rozpuszcza się w wodzie?
- Czy kwas butanowy jest lepiej rozpuszczalny w wodzie, niż kwas stearynowy?
- Jak nazywa się anion powstający z dysocjacji elektrolitycznej kwasu benzenokarboksylanowego?
- Jak nazywa się anion powstający z dysocjacji elektrolitycznej kwasu 2-metylopropanowego?
- Czy kwas fluoroetanowy jest silniejszym kwasem od kwasu etanowego?
- Jeśli kwas jest silniejszy to ma wyższą, czy niższą stałą dysocjacji kwasowej od kwasu słabszego?