Milé studentky, milí studenti,

každý z vás ví, že citron je kyselý nebo že sednout si na mravence není příjemné. Máte rádi utopence?

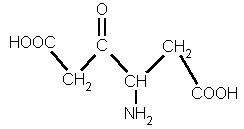
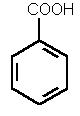
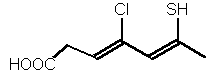
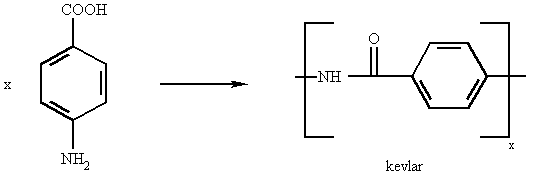
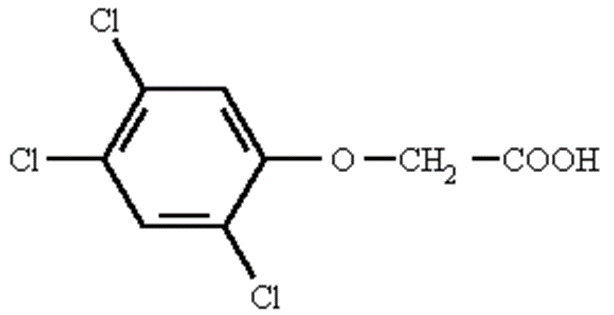
Co způsobuje jejich kyselost?

Odpovědi najdete v části **Karboxylové kyseliny aneb co všechno je v přírodě kyselé?**

**Karboxylové kyseliny aneb co všechno je v přírodě kyselé?**

**Co mají karboxylové kyseliny společného a jak je poznáme?**

Z obrázků je patrné, že karboxylové skupiny ve své molekule obsahují skupinu –COOH.



Jedná se o **karboxylovou skupinu** charakteristickou pro **karboxylové kyseliny.**

**Karboxylová skupina** formálně vzniká připojením **hydroxylové skupiny –OH** ke **karbonylové skupině** (oxoskupině) **>C=O**. Struktura karboxylové skupiny je následující:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Poznámka: mezi karbonylové sloučeniny patří aldehydy a ketony. Učební text naleznete na stránkách:

<https://studiumchemie.cz>

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Vlastnosti:**

Karboxylové kyseliny mají vysoce polarizované vazby mezi kyslíkem a vodíkem v karboxylové skupině. Tyto vazby ve vodě disociují za uvolnění H+ (resp. H3O+) iontů a za současného vzniku aniontu příslušné kyseliny.

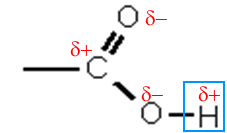
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Co znamená polarizace vazby?

Elektrony chemické vazby jsou mezi jednotlivými atomy rozloženy nerovnoměrně. To, **jak se rozloží, závisí na elektronegativitě** jednotlivých vázaných prvků.

Který prvek si bude elektrony přitahovat k sobě?

**Kyslík** – bude mít tedy částečný záporný náboj



Proton karboxylové O**H** skupiny je relativně **kyselý**. (–COO**H**)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Vlastnosti karboxylových kyselin jsou ovlivněny polaritou vazeb:**

* **Elektron-akceptorní** substituenty na uhlíku **zvyšují** polarizaci O–H vazby a tím i **kyselost** dané karboxylové kyseliny.
* Podobně **elektron-donorní** substituenty **snižují kyselost**. Vliv substituentu se přenáší po konjugovaných násobných vazbách na značné vzdálenosti či přes aromatická jádra.

*Tab.: Srovnání hodnot disociačních konstant pKA kyselin (při 25 °C)*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Kyselina octová | |  | | --- | | 4,76 | |
| Kyselina chloroctová | 2,81 |
| Kyselina dichloroctová | 1,35 |
| Kyselina trichloroctová | 0,77 |
| Kyselina trifluoroctová | 0,30 |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Čím je hodnota disociační konstanty větší a tudíž kyselina (nebo zásada) je silnější, tím je její p*K*A menší.Protože p*K*A = –log *K*A (–log *K*A je záporný dekadický logaritmus *K*A).

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

* I když k disociaci na ionty u kyseliny někdy nedojde, díky parciálním nábojům mohou tvořit karboxylové skupiny navzájem nebo s vodou slabé vazby mezi kyslíkem jedné skupiny a vodíkem skupiny druhé, tzv. **vodíkové můstky.**

**Vodíkové můstky zvyšují *T*tání a *T*varu karboxylových kyselin.**



* Karboxylové kyseliny jsou kapalné nebo pevné látky:
* Karboxylové kyseliny s kratším uhlovodíkovým řetězcem jsou rozpustné ve vodě.
* Čím je uhlovodíkový řetězec delší, tím jsou ve vodě méně rozpustné.

**Proč to tak je?**

Uhlovodíkový řetězec je **nepolární.**

Karboxylová skupina udává **polární charakter.**

**S rostoucí délkou řetězce (R) tedy roste nepolární charakter molekuly. Rozpustnost ve vodě, která je polární, klesá.**

**Názvosloví aneb jak jim říkat**

Názvy karboxylových kyselin jsou tvořené přídavným jménem vytvořeným z názvu patřičného **uhlovodíku** a přípony **–ová** a podstatným jménem **kyselina**. Jestliže se mezi základní skelet nezapočítává atom uhlíku karboxylové skupiny (–COOH), použije se koncovka **–karboxylová**.

Protože se ale mnoho těchto sloučenin nachází v přírodě, byly pojmenovány dlouho před tím než byla známa jejich struktura, a to **triviálními názvy** (to abychom to neměli tak jednoduché).

**a) Acyklické nasycené monokarboxylové kyseliny**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | **HCOOH** | **CH3COOH** | **CH3CH2COOH** | | **methanová kyselina**  **mravenčí kyselina** | **ethanová kyselina**  **octová kyselina** | **propanová kyselina**  **propionová kyselina** | | **CH3(CH2)2COOH** | **CH3(CH2)3COOH** | **CH3(CH2)4COOH** | | **butanová kyselina**  **máselná kyselina** | **pentanová kyselina**  **valerová kyselina** | **hexanová kyselina**  **kapronová kyselina** | | **CH3(CH2)10COOH** | **CH3(CH2)14COOH** | **CH3(CH2)16COOH** | | **dodekanová kyselina**  **laurová kyselina** | **hexadekanová kyselina**  **palmitová kyselina** | **oktadekanová kyselina**  **stearová kyselina** |  |  |  |  | | --- | --- | --- | |  |  |  | |  |  |

**b) Acyklické nenasycené monokarboxylové kyseliny**

|  |  |
| --- | --- |
| **CH2=CHCOOH** | **C17H33COOH** |
|  |  |
| **propenová kyselina**  **akrylová kyselina** | **oktadec-9-enovákyselina**  **olejová kyselina** |

**c) Acyklické dikarboxylové kyseliny**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **HOOC-COOH** | **HOOC-CH2-COOH** | **HOOC-(CH2)2-COOH** |
| **ethandiová kyselina**  **šťavelová kyselina** | **propandiová kyselina**  **malonová kyselina** | **butandiová kyselina**  **jantarová kyselina** |
| **HOOC-(CH2)3-COOH** | **HOOC-(CH2)4-COOH** | |
| **pentandiová kyselina**  **glutarová kyselina** | **hexandiová kyselina**  **adipová kyselina** | |
| **HOOC-CH=CH-COOH** | | |
| Maleic-acid-2D-skeletal-A.png | Kyselina fumarová | |
| ***cis*-butendiová kyselina**  **maleinová kyselina** | ***trans*-butendiová kyselina**  **fumarová** **kyselina** | |

**c) Aromatické karboxylové kyseliny**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | |  |  | | --- | --- | | Strukturní vzorec | Strukturní vzorec | | **benzenkarboxylová kyselina**  **benzoová kyselina** | **benzen-1,2-dikarboxylová kyselina**  **ftalová kyselina** | | Strukturní vzorec | Strukturní vzorec | | **benzen-1,3-dikarboxylová kyselina**  **isoftalová kyselina** | **benzen-1,4-dikarboxylová kyselina**  **tereftalová kyselina** | | |  |  |
|  | | | | | | | |  |
|  | | | |  | | | | | |

**Dělení karboxylových kyselin**

1. **podle počtu karboxylových skupin:**
2. jednosytné HCOOH
3. dvojsytné HOOC—COOH
4. trojsytné 

1. **podle typu vazeb**
2. nasycené CH3—COOH

b) nenasycené CH2 = CH—COOH

1. aromatické 

**Reakce karboxylových kyselin**

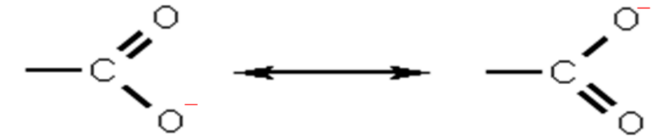
1. disociace
2. esterifikace
3. zásaditá či kyselá hydrolýza esteru
4. neutralizace
5. dekarboxylace
6. **Disociace**

Stejně jako u anorganických kyselin může dojít k odštěpení **H+**za vzniku aniontu **–COO–.**

****

Většina organických kyselin jsou kyseliny **slabé** (oproti anorganickým), a proto v roztoku **disociují jen částečně**! To znamená, že se ustaví **rovnováha** mezi disociovanou a nedisociovanou formou kyseliny.

Záporný náboj se může velmi rychle přesouvat mezi oběma kyslíkovými atomy, ty jsou tedy v průměru stejné a nerozlišitelné.

****

1. **Esterifikace**

R – COOH + R´— OH → RCOOR´ + H2O

*kat. H****+***

Příklad: CH3COOH + C2H5OH   → CH3COOC**2**H**5** + H2O

*octová kys. + ethanol ethyl-acetát + voda*

**

Kyslíkový atom v odstupující vodě pochází z karboxylové kyseliny.

1. **Hydrolýza esteru**

*kat. OH****–*** *nebo H****+***

RCOOR´ + H2O → R – COOH + R´— OH

Hydrolýza esteru je vlastně ve své podstatě obrácená rovnice esterifikace.

Příklad: CH3COOC**2**H**5** + H2O → CH3COOH + C2H5OH

*ethyl-acetát + voda* *octová kys. + ethanol*

1. **Neutralizace**

karboxylová kyselina + zásada → sůl + voda

Příklad: HCOOH + NaOH → HCOONa + H2O

*methanová kys. + hydroxid methanoát sodný + voda*

*sodný*

1. **Dekarboxylace**

Dekarboxylace karboxylových kyselin spočívá v odštěpení CO2 z molekuly karboxylové kyseliny. Dochází k ní nejčastěji u dikarboxylových kyselin zahříváním.

Příklad: HOOC – CH2 – CH2 – COOH → HOOC – CH2 – CH3 + CO2

*butandiová kys. propanová kys. + oxid uhličitý*

**Příklady karboxylových kyselin**

**mravenčí kyselina**



* součást mravenčího jedu
* používá se jako konzervační a dezinfekční prostředek

[](http://www.google.com/)

**octová kyselina**



* štiplavě páchnoucí kapalina, leptá pokožku
* její vodný roztok se používá k výrobě barviv, plastů, ke konzervaci potravin

**máselná** **kyselina**



* má nepříjemný zápach
* vzniká například v potu působením mikroorganismů nebo v másle (→ žluknutí)

[](http://www.google.com/)

**olejová** **kyselina**



* je obsažena v tucích a rostlinných olejích

 **jablečná** **kyselina**



* obsažena v nezralém ovoci, silně kyselá
* je metabolitem zapojeným např. do citrátového cyklu

**jantarová kyselina**



* vyskytuje se v ovoci (angrešt)



**vinná** **kyselina**



* obsažena ve vinných hroznech a jiném ovoci
* využívá se v potravinářském průmyslu

[](http://www.google.com/) **mandlová** **kyselina**



* obsažena v mandlích

[](http://www.google.com/)

**nikotinová** **kyselina**



* vyskytuje se v obilovinách, kvasinkách, játrech a ledvinách
* využívá se v lékařství

**citronová** **kyselina**



* obsažena v ovoci (nejvíce v bobulovém a v citrusech)
* využívá se v potravinářství a farmaceutickém průmyslu
* je metabolitem zapojeným např. do citrátového cyklu

A ještě testík: <https://docs.google.com/forms/d/1VkRp5Gocgkc0eCZDG7331YJqCqyyjaKnwNi9Y_nmI0Q/edit>

Použité zdroje:

Texty a některé vzorce:

* Přehled středoškolské chemie-Vacík, J.
* <http://www.jergym.hiedu.cz/~canovm/>

Obrázky a obrázková pozadí:

* [www.google.com](http://www.google.com/)

Vzorce:

* Kekule 2.1
* ChemSketch 5.8.5.8