

Milé studentky, milí studenti,

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

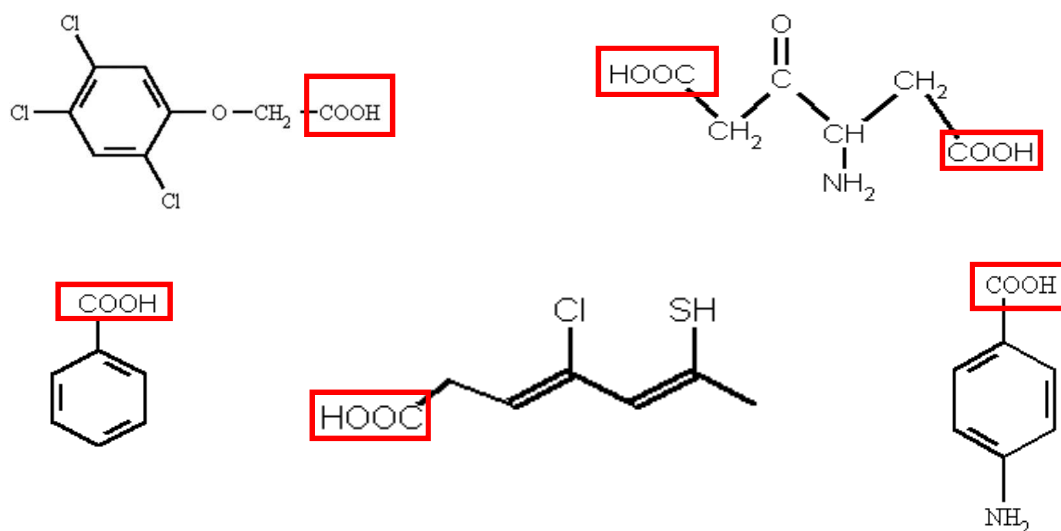
Co způsobuje jejich kyselost?

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

Karboxylové kyseliny aneb co všechno je v přírodě kyselé?

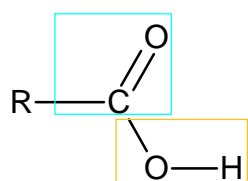
Co mají karboxylové kyseliny společného a jak je poznáme?

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:

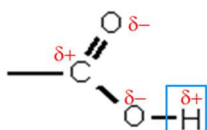
Karboxylové kyseliny mají vysoce polarizované vazby mezi kyslíkem a vodíkem v karboxylové skupině. Tyto vazby ve vodě disociují za uvolnění H^+ (resp. H_3O^+) iontů a za současného vzniku aniontu příslušné kyseliny.

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 OH skupiny je relativně **kyselý**. ($-COOH$)

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.

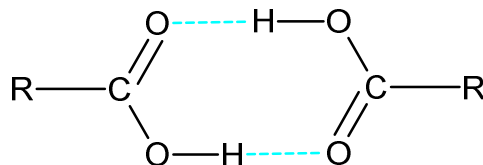
Tab.: Srovnání hodnot disociačních konstant pK_A kyselin (při 25 °C)

Kyselina octová	4,76
Kyselina chlorooctová	2,81
Kyselina dichlorooctová	1,35
Kyselina trichlorooctová	0,77
Kyselina trifluorooctová	0,30

Čím je hodnota disociační konstanty větší a tudíž kyselina (nebo zásada) je silnější, tím je její pK_A menší. Protože $pK_A = -\log K_A$ ($-\log K_A$ 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 $T_{\text{tání}}$ 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 příslušného **uhlovodíku** a přípony **-ová** a podstatným jménem **kyselina**. Jestliže se mezi základní skelet nezapočítává atom uhlíku karboxylové skupiny ($-\text{COOH}$), 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).

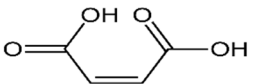
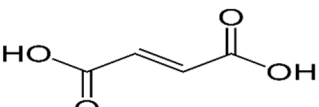
a) Acyklické nasycené monokarboxylové kyseliny

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

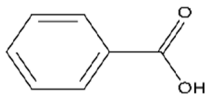
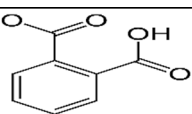
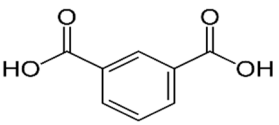
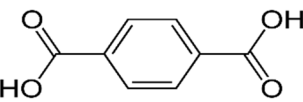
b) Acyklické nenasyčené monokarboxylové kyseliny

$\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$	$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$
propenová kyselina	oktadec-9-enová kyselina
akrylová kyselina	olejová kyselina

c) Acyklické dikarboxylové kyseliny

HOOC-COOH	$\text{HOOC-CH}_2\text{-COOH}$	$\text{HOOC-(CH}_2)_2\text{-COOH}$
ethandiová kyselina	propandiová kyselina	butandiová kyselina
šťavelová kyselina	malonová kyselina	jantarová kyselina
$\text{HOOC-(CH}_2)_3\text{-COOH}$	$\text{HOOC-(CH}_2)_4\text{-COOH}$	
pentandiová kyselina	hexandiová kyselina	
glutarová kyselina	adipová kyselina	
HOOC-CH=CH-COOH		
		
cis-butendiová kyselina	trans-butendiová kyselina	
maleinová kyselina	fumarová kyselina	

c) Aromatické karboxylové kyseliny

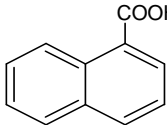
	
benzenkarboxylová kyselina	benzen-1,2-dikarboxylová kyselina
benzoová kyselina	ftalová kyselina
	
benzen-1,3-dikarboxylová kyselina	benzen-1,4-dikarboxylová kyselina
isoftalová kyselina	tereftalová kyselina

Dělení karboxylových kyselin

1. podle počtu karboxylových skupin:

- a) jednosytné HCOOH
b) dvojsytné $\text{HOOC}-\text{COOH}$
c) trojsytné $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ | \\ \text{R}-\text{C}-\text{COOH} \\ | \\ \text{COOH} \end{array}$

2. podle typu vazeb

- a) nasycené CH_3-COOH
b) nenasycené $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$
b) aromatické 

Reakce karboxylových kyselin

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

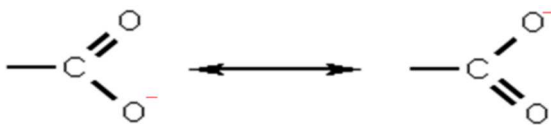
1. Disociace

Stejně jako u anorganických kyselin může dojít k odštěpení H^+ za vzniku aniontu $-\text{COO}^-$.

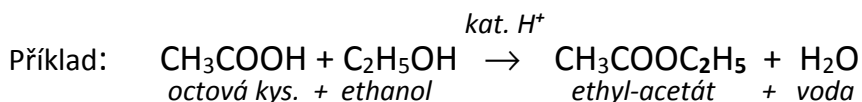


Většina organických kyselin jsou kyseliny **slabé** (oproti anorganickým), a proto v roztoku **disociují jen částečně!** To znamená, že se ustaví **rovnováha** mezi disociovanou a nedisociovanou formou kyseliny.

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

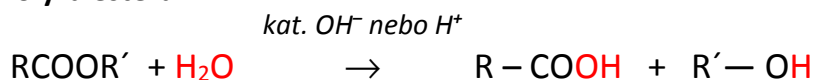


2. Esterifikace

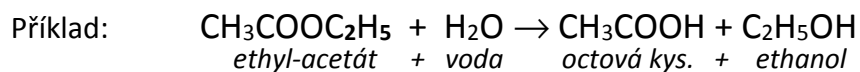


Kyslíkový atom v odstupující vodě pochází z karboxylové kyseliny.

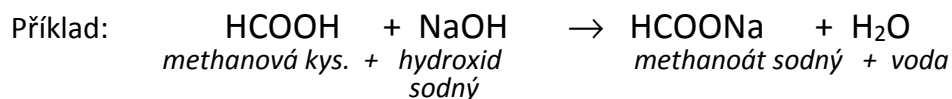
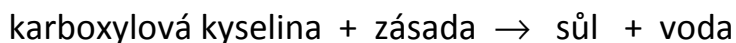
1. Hydrolýza esteru



Hydrolýza esteru je vlastně ve své podstatě obrácená rovnice esterifikace.

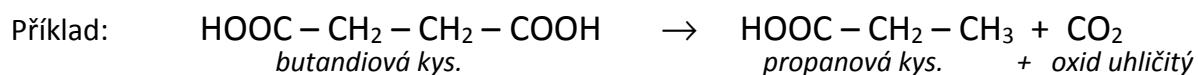


2. Neutralizace



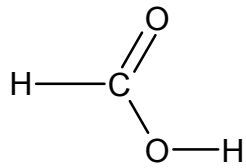
3. Dekarboxylace

Dekarboxylace karboxylových kyselin spočívá v odštěpení CO_2 z molekuly karboxylové kyseliny. Dochází k ní nejčastěji u dikarboxylových kyselin zahříváním.



Příklady karboxylových kyselin

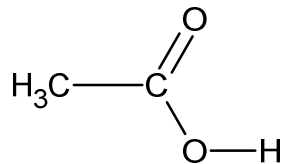
mravenčí kyselina



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



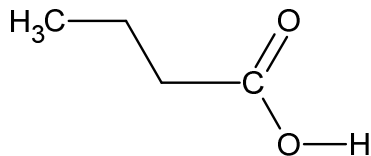
octová kyselina



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



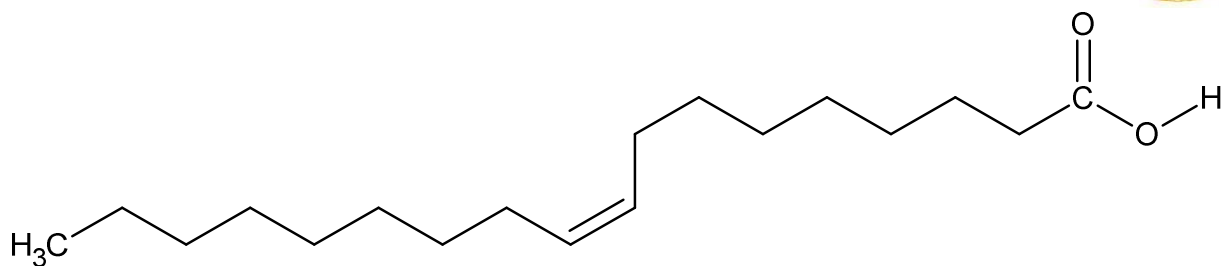
máselná kyselina



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



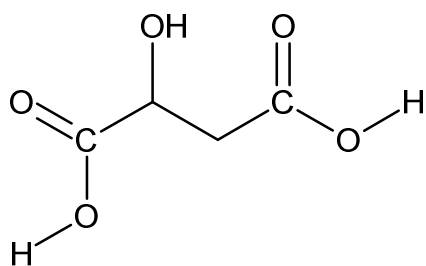
olejová kyselina



- je obsažena v tucích a rostlinných olejích



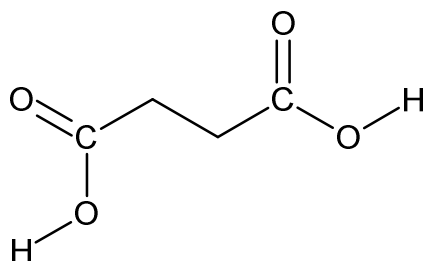
jablečná kyselina



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



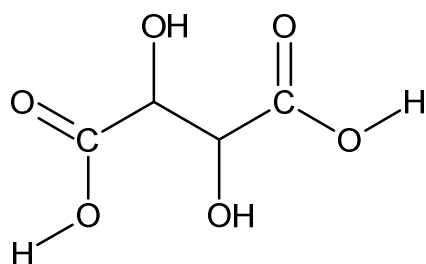
jantarová kyselina



- vyskytuje se v ovoci (angrešt)



vinná kyselina

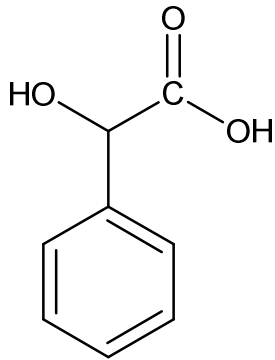


- obsažena ve vinných hroznech a jiném ovoci
- využívá se v potravinářském průmyslu



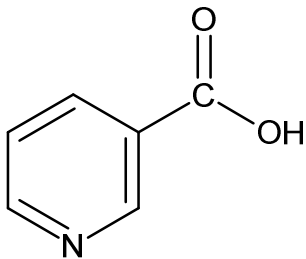
mandlová kyselina



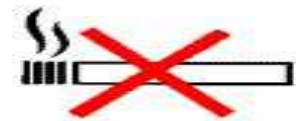


- obsažena v mandlích

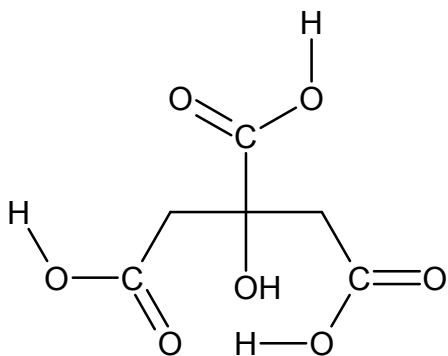
nikotinová kyselina



- 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/1Vkrp5Gocgkc0eCZDG7331YJqCqyyiaKnwNi9Y_nml0Q/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

Vzorce:

- Kekule 2.1
- ChemSketch 5.8.5.8