**CHEMIE – KARBOXYLOVÉ KYSELINY**

OBECNÉ INFO

* kyslíkaté deriváty uhlovodíků - **vznikají částečnou oxidací**
* Charakteristická skupina = **KARBOXYL**
* *V přírodě nejrozšířenější organické sloučeniny*

 *Obecný vzorec karboxylu*

VÝSKYT

* **Volně**: kyselina mravenčí, jablečná, šťavelová
* **vázaně** – (*častěji*):
	+ **ve formě esterů** *(vonné látky – esence, tuky, vosky)*
	+ **Ve formě solí**

Názvosloví triviální

* kyselina **mravenčí** *(HCOOH)*
* kyselina **jablečná** *(HOOC-CHOH-CH2-COOH)*
* kyselina **šťavelová** *(COOH)2*
* kyselina **mléčná** *(CH3-CHOH-COOH)*
* kyselina **benzoová**



Názvosloví latinské

Podle rozdaných tabulek

Názvosloví systematické

→ uhlovodík + koncovka **-ová** (**karboxylová**, pokud **C** karboxylu nezapočítáváme do základního řetězce)

* HCOOH … kyselina methanová
* HOOC-CHOH-CH2-COOH … kyselina 2-hydroxybutandiová
* HOOC-COOH (*COOH)2* … kyselina ethandiová
* … kyselina benzenkarboxylová

Tvorba názvosloví

**→ Číslování uhlíků od karboxylové kyseliny dál**

****

**→** Pojmenujeme hlavní řetězec a přidáme -ová kyselina

Uhlovodíkový zbytek karbox. kyselin

* Zbytky kyselin (=acyly) **R-CO-** → Vzniká odtržením -**OH** skupiny

→ Jeho název je odvozen od názvu kyseliny a má koncovku –**yl** (mezinárodní- př. formyl, acetyl)

→ nebo **– oyl** (české- př. methanoyl, ethanoyl…)

Fyzikální vlastnosti karbox. Kyselin

* Závisejí na počtu **C** a na počtu **karboxylů**
* Jednosytné *nižší* = bezbarvé, ostře páchnoucí **kapaliny**, neomezeně mísitelné s vodou
* Jednosytné *střední* (C4- C9) = **olejovité** bezbarvé **kapaliny**, velmi ostrý zápach (k. máselná), špatně rozpustné v H2O
* *Nejvyšší* (od C10) a *vícesytné* = bezbarvé **pevné látky**, bez zápachu, většinou špatně rozpustné ve vodě

Chemické vlastnosti karbox. Kyselin

* velmi reaktivní

typické reakce – mechanizmy:

* + **nukleofilní adice** = nukleofil Nu**-** postupuje podél vazby C=O a naváže se na elektro**filní** uhlík C=O skupiny. Elektronový pár z vazby C=O přeskočí na elektro**negativní** kyslík a **vzniká alkohol**.
	+ **nukleofilní substituce** =
	+ **elektrofilní substituce** = reakce s kovy, oxidy, hydroxidy *(neutralizace)*

Síla kyselin

Sílu kyselin ovlivňují**:**

* ***elektronegativní substituenty*** (halogeny, skup. OH) **zvyšují** sílu kyseliny

*Cl3C-COOH… k. trichlorethanová - velmi silná (srovnatelně s H2SO4) x CH3COOH … k.octová = slabá*

* ***elektropozitivní substituenty*** (alkyly) odpuzují elektrony - sílu kyseliny **snižují** (vodíkový kationt je obtížněji odštěpitelný) - čím **více uhlíků, tím slabší kyselina**

Typické reakce

**1. Kyselý charakter =** ve vodném prostředí **disociují** (= odštěpují H+ kationt)

* **R-COOH + H2O ↔ R-COO- + H3O+** … oxoniový kationt + karboxylátový aniont (octanový, mravenčanový…)
* **organické kyseliny - slabé kyseliny**

**2. Neutralizace** = důsledek kyselého charakteru – reakce s kovy, oxidy, hydroxidy → soli = *elektrofilní substituce*

* soli mají koncovku **–oát:**
* **2** HCOOH + Ca → (HCOO)**2**Ca + H2↑(plynný)

 kalcium-methan**oát** (mravenčan vápenatý)

* **2** CH3COOH + Mg(OH)2 → (CH3COO)**2**Mg + 2 H2O magnesium-ethan**oát** (octan hořečnatý)
* C6H5COOH + 2 K → 2 C6H5COOK + H2↑ kalium-benz**oát** (benzoan draselný)

**3. esterifikace =** reakce organické kyseliny a alkoholu (fenolu) → estery … latinská koncovka
**-oát** a voda

* **estery** jsou **funkční deriváty** karboxylových kyselin
* připravují se reakcí karboxylových kyselin s alkoholy nebo fenoly
* k přípravě esterů je vhodné použít vyšší kyseliny nebo aromatické kyseliny, aby vznikly produkty s charakteristickými vůněmi



Kyselina octová ethanol ethylester k. octové

(=ethylethanoat)

**4. dekarboxylace** = odštěpení **CO2**

* typické pro vícesytné organické kyseliny
* důležité reakce v metabolismu
* k. propandiová:

**→ HOOC-CH2-COOH + CaO →CH3COOH + CaCO3**

ESTERIFIKACE

* **Zvratná reakce**, rovnováhu ve prospěch produktu posunujeme přidáním koncentrované H2SO4 - váže na sebe vznikající vodu
* **Zpětná reakce = hydrolýza esterů** – významná - trojím způsobem:
	1. **Kyselá hydrolýza**
* ester a voda → organická kyselina + alkohol
	1. **Zásaditá hydrolýza**
* tuky + roztok NaOH → sůl org. kyseliny (mýdlo) + glycerol
	1. **Enzymatická hydrolýza**
		+ průběh stejný jako kyselá, ale za použití enzymů jako katalyzátorů rce

VÝZNAMNÉ KARBOXYLOVÉ KYSELINY

Jednosytné nenasycené kyseliny

* jednosytné = 1 skupina COOH
* nasycené = žádná násobná vazba mezi C (jen jednoduché)
* obecný vzorec **CnH2n+1COOH**

**Kyselina mravenčí (methanová) HCOOH**

Výroba:

* oxidací methanolu přes methanal

Vlastnosti – fyzikální*:*

* bezbarvá kapalina, štiplavý kyselý zápach, žíravina, silné dezinfekční účinky

Vlastnosti – chemické:

* velmi reaktivní
* poskytuje všechny reakce aldehydů i organických kyselin
* oxiduje se až na CO2

Použití

* ke srážení latexu → *pryž (guma)*
* na leptání
* dezinfekční činidlo *(konzervárenství, včelařství)*
* estery - voňavkářství, esence *(např. rumová = ethylmethanoát/ ethylester kys. mravenčí/ mravenčan ethylnatý)*

**Kyselina octová (ethanová) CH3COOH**

Výroba:

1. biochemická cesta

→ využívá se octového kvašení (za přístupu O2) → k potravinářským účelům

**→ CH3C**H2**OH** →O2→ **CH3COOH** + H2O

→ v ocetnicích = betonové nádrže

2. syntetická cesta – oxidací acetaldehydu

Vlastnosti – fyzikální*:*

* bezbarvá kapalina, pronikavý štiplavý zápach
* čistá = nazývána „ledová“– přechází do pevného skupenství
* slabá kyselina, velmi dobře rozpustná ve vodě, dezinfekční účinky

Použití:

* potravinářství
* domácnosti - jako ocet (8% roztok + karamel) a jako octová tresť (10% roztok) = konzervační činidlo, pochutina
* chemická surovina → plasty, vlákna (syntetická)

**Kyslina propionová (propanová) C2H5COOH**

* první z organických kyselin, která je zastoupena v tucích
* ve farmacii → acylpyrin
* ve zdravotnictví → protiotokové (adstringentní) látky
* estery = rozpouštědla, esence (hrušková, rumová)

**Kyselina máselná (butanová) C3H7COOH**

* **olejovitá kapalina**, obsažena **v másle**
* obsažena **v potu** savců
* výrazně **páchne** x **estery** příjemně **voní**
* ethylbutanoát = ananasová esence

**Kyselina stearová (oktadekanová) C17H35COOH**

* v čistém stavu **bezbarvá** **pevná** látka, obsažená **v tucích** (sádle, oleji),
* **soli** kyseliny stearové - sodné a draselné = **mýdla**

**→ sodné** mýdlo

**= pevné**

**→ draselné mýdlo = mazlavé**

**Kyselina palmitová (hexadekanová) C15H31COOH**

* v čistém stavu **bezbarvá** pevná **látka**, obsažená **v tucích** (sádle, oleji)

Jednosytné nenasycené kyseliny

* jednosytné = 1 skupina COOH
* nenasycené = aspoň 1 násobná vazba mezi C
* **Kyselina olejová (oktadecenová) C17H33COOH**
* **Kyselina linolová (oktadekadienová) C17H31COOH**
* **Kyselina linolenová (oktadekatrienová) C17H29COOH**

= olejovité bezbarvé kapaliny, obsažené v tucích (hlavně rostlinných)

*k. linolová a linolenová jsou tzv. „esenciální kyseliny“ (= nepostradatelné) - člověk je nedovede syntetizovat x nutně je k životu potřebuje*



Jednosytné nenasycené kyseliny

* jednosytné = 1 skupina COOH
* **Aromatické**= v radikálu mají benzenové jádro

**Kyselina benzoová**

**Kyselina benzoová (benzenkarboxylová)**

* **Výroba**: oxidací toluenu (vzdušným O2 nebo oxidačním činidlem)
* pevná **bezbarvá** sloučenina, špatně rozpustná v H2O, dezinfekční činidlo
* konzervační činidlo (benzoan sodný) v potravinářství: hořčice…
* v lékařství - dezinfekce, léky
* chemická surovina: aromatické sloučeniny

Vícesytné nasycené kyseliny

* ****vícesytné = více skupin COOH

→ nejvýznamnější jsou dvojsytné (dikarboxylové) (=2 karboxyly)

* nasycené = žádná násobná vazba mezi C (jen jednoduché)

**Kyselina ethandiová**

**Kyselina šťavelová (ethandiová) HOOC-COOH**

* přírodní látka, **bezbarvá**, **pevná**
* dobře **rozpustná** v H2O - roztok dost kyselý (2 karboxyly) - silnější než kyselina mravenčí
* **žíravina**, **jedovatá** – váže z krve Ca+II → nesráží se krev, dochází ke křečovým stahům svalů - i dýchacích (= tetanie) → **udušení**
* *(COO)2Ca = šťavelan vápenatý*
* standardní látka **v analytické chemii** (slouží ke stanovení jiných látek…)
* **leptání** bílých vzorů na tkaniny
* *šťavelan draselný → čištění od rzi*

**Kyselina ethandiová**

**Kyselina adipová (hexandiová)
HOOC-(CH2)4-COOH**

* bezbarvá pevná látka, výchozí látka pro syntézu polyamidových (**PAD**) vláken = **nylon**

Vícesytné nenasycené kyseliny

* vícesytné = více skupin COOH

→ nejvýznamnější jsou dvojsytné (dikarboxylové) (=2 karboxyly)

* ****nenasycené = alespoň jedna násobná vazba mezi C

**Kyselina butendiová**

* bezbarvé pevné látky - **meziprodukty metabolismu cukrů**
* 2 izomery
	+ **cis/Z = kyselina maleinová**
	+ **Trans/E = kyselina fumarová**

Vícesytné nasycené kyseliny

* vícesytné = více skupin COOH

→ nejvýznamnější jsou dvojsytné (dikarboxylové) (=2 karboxyly)

* nenasycené = alespoň jedna násobná vazba mezi C
* Aromatické

**Kyselina ftalová**(benzen-1,2-dikarboxylová) = ortoftalová

* získává se oxidací ortoxylenu či naftalenu
* bezbarvá pevná látka
* **výroba** syntetických pryskyřic, **fenolftaleinu**

**Kyselina citronová**

* **v potravinářství -** konzervace, udržení barvy, ochrana před bakteriemi
* **citronan sodný** - proti srážení krve

**Kyselina tereftalová**(1,4-benzendikarboxylová) = paraftalová

* technicky **nejdůležitější**
* získává se oxidací paraxylenu
* **bezbarvá** pevná látka, její methylester se používá na **výrobu polyesterů** (PES) = syntetická vlákna (**tesil**), **sklolamináty** = plasty, pevné, odolné proti chemikáliím, místo oceli - tyče na záclony, lodě, přilby…

**Kyselina vinná**

* Ve víně
* Vznik v hroznech
* Potravinářství
* Ochucování

**Další kyseliny = substituční deriváty**

* pro substituční deriváty KK typické navázání jiné charakteristické skupiny (např. –OH, aminoskupiny –NH2) na atom uhlíku jinde v řetězci, než na –COOH
* karboxyl tak zůstává  zachován
* podle typu navázané charakteristické skupiny rozdělujeme substituční deriváty karboxylových kyselin na:
	+ **aminokyseliny (-NH2)**
	+ **halogenkyseliny (-X)**
	+ **hydroxykyseliny (-OH)**
	+ **oxokyseliny (=O).**

Funkční deriváty karboxylových kyselin

* odvozují se **náhradou H+ z karboxylové skupiny** (poté se jedná o soli) **či celé hydroxylové skupiny -OH**

Acyly

* části karboxylové kyseliny bez hydroxylové skupiny OH:

methanoyl = formyl (podle kyseliny mravenčí *lat. Accidum formicum)*

ethanoyl = acetyl

benzoyl

Halogenidy karboxylových kyselin

* názvy halogenidů se vytváří spojením názvů **acylu** a koncovkou **-halogenid**, např.:
	+ **CH3COCl - acetylchlorid**
	+ **C6H5COI – benzoyljodid**

**Anhydridy karboxylových kyselin**

* Vznikají**spojením dvou acylů** prostřednictvím atomu kyslíku skupiny –OH
*  V názvu se uvádí, z jaké kyseliny anhydrid vznikl, např.:
	+ **anhydrid kyseliny octové** = **acetanhydrid**

**Estery karboxylových kyselin**

* Produkty reakce karboxylových kyselin s alkoholy (esterifikace vratná rce)
* estery nachází široké uplatnění v potravinářství jako vonné **esence:**
	+ **butylethanoát = hrušková**
	+ **methylbutanoát = jablečná**
	+ **ethylbutanoát = ananasová**
	+ **oktylethanoát = pomerančová**
	+ **ethylmethanoát = rumová**
	+ **isobutylmethanoát = malinová**

**Amidy karboxylových kyselin**

* složeny z aminoskupiny – NH2 navázané na acyl
* nemají zásadité vlastnosti
* názvy amidů jsou tvořené **kmenem názvu acylu** a přípony **-amid**nebo se používá dvousložkový název amid kyseliny karboxylové, např.:
	+ **CH3CONH2 = acetamid, amid kyseliny octové**