

## KARBOXYLOVÉ KYSELINY

= deriváty uhlovodíků, které obsahují alespoň jednu ..... skupinu



### Názvosloví

#### Nasyčené monokarboxylové kyseliny

HCOOH	methanová kyselina	kyselina mravenčí
	ethanová kyselina	
	propanová kyselina	
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH		kyselina máselná
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH		kyselina valerová
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH		kyselina kapronová
		kyselina palmitová
		kyselina stearová

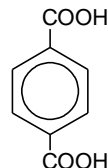
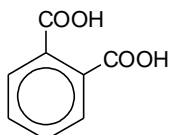
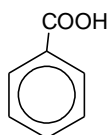
#### Nenasycené monokarboxylové kyseliny

CH <sub>2</sub> =CHCOOH		kyselina akrylová
	hexa-2,4-dienová kyselina	kyselina sorbová
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH		

#### Dikarboxylové kyseliny

HOOC – COOH	ethandiová kyselina	kyselina šťavelová
HOOC – CH <sub>2</sub> – COOH		kyselina malonová
HOOC – (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> – COOH		kyselina jantarová
	pentandiová kyselina	kyselina glutarová
	hexandiová kyselina	kyselina adipová
HOOC  COOH		kyselina maleinová
HOOC  COOH		kyselina fumarová

#### Aromatické kyseliny



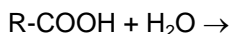
### Vlastnosti karboxylových kyselin

1. Seřadte následující kyseliny podle vzrůstající teploty tání: kyselina propandiová ( $M_r = 104$ ), kyselina butandiová ( $M_r = 118$ ), kyselina pentanová ( $M_r = 102$ ).
2. Seřadte tyto kyseliny podle snižující se rozpustnosti ve vodě:  $C_4H_9COOH$ ,  $HOOC(CH_2)_2COOH$ ,  $C_{10}H_{22}COOH$

Ethanová kyselina tvoří dimer díky .....

### Reaktivita karboxylových kyselin

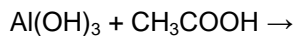
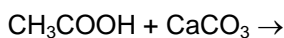
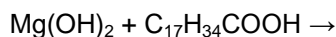
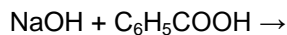
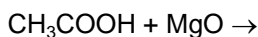
1. Slabé kyseliny



3. Vysvětlete skutečnost, že síla karboxylových kyselin klesá s rostoucím počtem uhlíkových atomů.
4. Seřadte kyseliny podle klesající kyselosti: kyselina palmitová, kyselina mravenčí, kyselina butanová.

Jako všechny kyseliny i karboxylové kyseliny reagují s kovy, hydroxidy, oxidy kovů, uhličitany a vytváří soli:

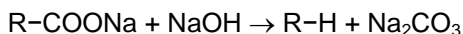
5. Doplňte rovnice a pojmenujte produkty:



Sodné a draselné soli mastných kyselin jsou mýdla, například palmitan sodný, stearan sodný.

6. Jak funguje mýdlo?

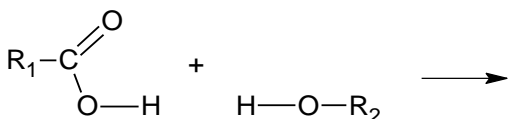
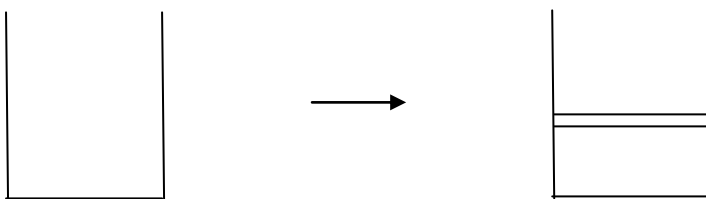
2. Dekarboxylace = odstranění oxidu uhličitého z kyselin nebo jejich solí při vysokých teplotách za přítomnosti NaOH





3. Esterifikace = kondenzační reakce mezi karboxylovými kyselinami a alkoholy za účasti kyselého katalyzátoru

(Kondenzace =



Neutralizace:

Kyseliny dávají .....

Hydroxidy dávají .....

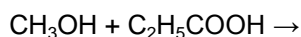
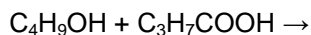
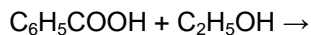
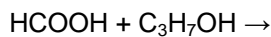
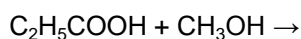
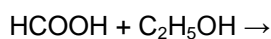
×

Esterifikace:

Kyseliny dávají .....

Hydroxidy dávají .....

9. *Doplňte rovnice a pojmenujte vzniklé estery:*



10. *Zapište rovnice esterifikací vedoucích ke vzniku následujících esterů:*

*methylester kyseliny butanové*

*propylester kyseliny benzoové*

*butylester kyseliny ethanové*

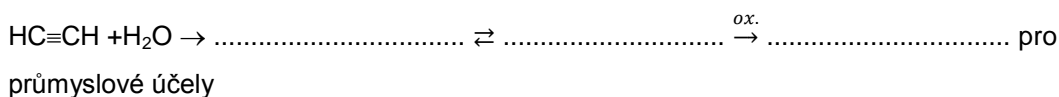
*ethylester kyseliny propanové*

## Příprava a výroba karboxylových kyselin

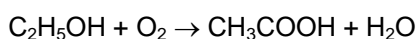
- **Alifatické kyseliny:** oxidace ..... alkoholů nebo ....., oxidační činidla: ....., O<sub>2</sub>,...

### ethanová kyselina:

1. hydratace etynu + oxidace

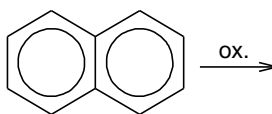
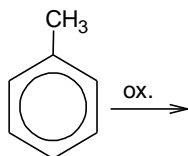


2. oxidace ethanolu



pro přípravu octa, ocet = 8% vodný roztok kyseliny octové, tento proces probíhá za účasti enzymů produkovaných bakteriemi z rodu *Mycoderma aceti*

- **Aromatické kyseliny:** oxidace uhlovodíků



## Význam a použití některých karboxylových kyselin

**Kyselina mravenčí (metanová)**

**Kyselina octová (ethanová)**

**Kyselina šťavelová**

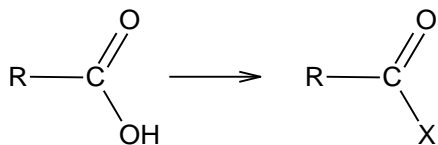
**Kyselina tereftalová**

**Kyselina benzoová**

**Kyselina sorbová**

## FUNKČNÍ DERIVÁTY

Záměna ve funkční skupině – OH je zaměněno za jinou skupinu



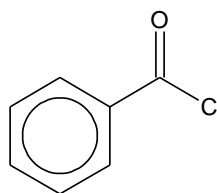
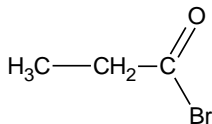
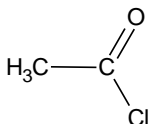
- |   |                         |                   |   |
|---|-------------------------|-------------------|---|
| X | - halogen $\Rightarrow$ | - NH <sub>2</sub> | } |
|   | - OR $\Rightarrow$      | - NHR             |   |
|   | - OCOR' $\Rightarrow$   | - NR <sub>2</sub> |   |

## Halogenidy

Kapaliny rozpustné v polárních rozpouštědlech, způsobují popálení kůže, dráždění očí, jsou syntetickými meziprodukty

Názvosloví: acyl + halogenid (formylchlorid) nebo opisný tvar halogenid kyseliny (chlorid kyseliny mravenčí)

11. *Pojmenujte následující halogenidy*



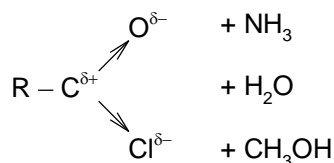
12. *Napište vzorce:*

methanoylbromid

acetyljodid

chlorid kyseliny butanové

Reakce: Nejenom atom kyslíku, ale i atom halogenu je schopen snížit elektronovou hustotu na atomu uhlíku. Kladný náboj pak přitahuje nukleofily.



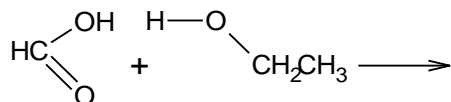
## Estery

Esterifikace: kyselina + alkohol  $\rightarrow$  ester + voda

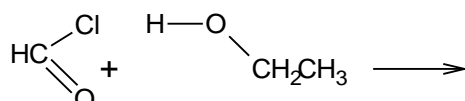
### Příprava:

1. Alkohol + kyselina v přítomnosti kyselého katalyzátoru ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

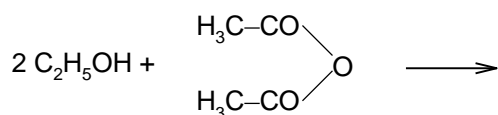
Molekula vody vznikne odštěpením OH skupiny kyseliny a H atomu alkoholu.



2. alkohol + halogenid



3. alkohol + anhydrid

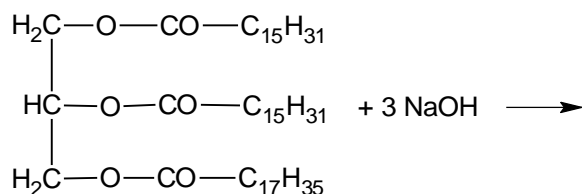


### Vlastnosti:

Nižší estery jsou kapaliny, estery kyselin s dlouhým řetězcem jsou pevné a dobře rozpustné v polárních organických látkách, méně pak rozpustné ve vodě. Estery jsou méně reaktivní než jejich kyseliny.

### Reakce: hydrolýza

- Kyselá  $\text{HCOOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+}$
- Alkalická  $\text{HCOOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} \rightarrow$   
zmýdelnění tuků

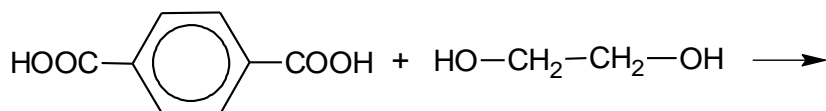


### Použití a význam:

přírodní estery =

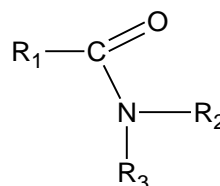
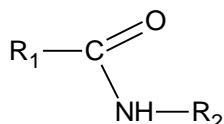
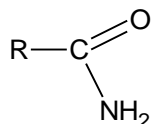
umělé příchutě

polyestery = syntetická vlákna, PET lahve,...



## Amidy

Tři typy:



Přírodně se vyskytující amidy = peptidy a proteiny, obsahují peptidickou vazbu (viz aminokyseliny)

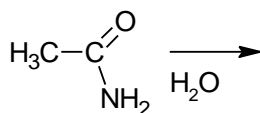
Názvosloví: -amid, opisem amid kyseliny

HCONH<sub>2</sub> methanamid, formamid, amid kyseliny mravenčí

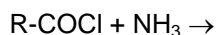
CH<sub>3</sub>CONH<sub>2</sub> ethanamid, acetamid, amid kyseliny octové

Vlastnosti:

Amid kyseliny mravenčí je kapalina, ostatní jsou pevné látky. V přítomnosti silných anorganických kyselin se rozkládají na kyseliny a amoniak.



Příprava: z halogenidů



Použití: polyamidy, PAD = syntetická vlákna, z diaminů a dikarboxylových kyselin

Nylon = nylon6-6

Silon = nylon 6

## Anhydridy:

Pojmenování: kmen latinského nebo systematického názvu + anhydrid (acetanhydrid) nebo opisem anhydrid kyseliny (anhydrid kyseliny octové)

Molekula vody se odštěpuje z:

- dvou molekul monokarboxylové kyseliny

13. *Napište strukturu anhydridu, vzniklého ze dvou molekul kyseliny etanové.*

- jedné molekuly dikarboxylové kyseliny (vnitřní anhydrid)

14. *Napište strukturu anhydridu, vzniklého odštěpením vody z kyseliny ftalové (benzen-1,2-diové)*

Anhydridy jsou reaktivnější než jejich estery a amidy

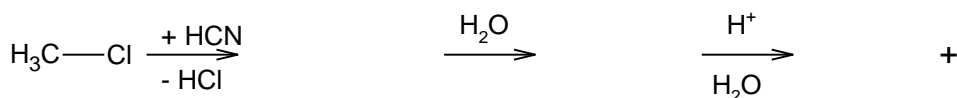
## Nitrily

Deriváty karboxylových kyselin, atom dusíku nahrazuje jak –OH tak =O skupinu. Nitrily obsahují –C=N skupinu.

Názvosloví: ethannitril                      butannitril                      C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>CN                      C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>CN

15. Vysvětlete, proč nepoužíváme název metannitril?

Vlastnosti a použití: toxické kapaliny dobře rozpustné v polárních organických rozpouštědlech. Nejdůležitější reakce = hydrolyza, produkty hydrolyzy jsou amidy nebo kyseliny. Tato reakce se používá pro výrobu karboxylových kyselin. Nitrily se vyrábí reakcí halogenalkanů s HCN.



16. Navrhněte další způsob přípravy nitrilů

Propenonitril = akrylonitril ..... se používá pro výrobu syntetických vláken polyakrylonitrilů.

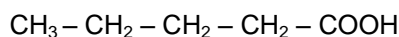
17. Napište rovnici polymerace akrylonitrilu.

18. Najděte užití polyakrylových vláken.

## SUBSTITUČNÍ DERIVÁTY

Deriváty mají nahrazen alespoň jeden vodík v uhlíkovém řetězci. Řecká písmena vyjadřují postavení substituentů.

5    4    3    2    1    užívá se se systematickými názvy



δ    γ    β    α                      užívá se s triviálními názvy

## Halogenkyseliny

Pojmenování: podobné jako u halogenalkanů



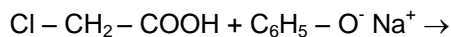
Příprava: halogenace karboxylových kyselin

Vlastnosti, použití: toxické látky dobře rozpustné v polárních organických rozpouštědlech/vodě, halogenkyseliny jsou slabší/silnější kyseliny než nesubstituované kyseliny.

19. Seřadte podle vzrůstající kyselosti: CHCl<sub>2</sub>COOH, CCl<sub>3</sub>COOH, CH<sub>2</sub>ClCOOH and CH<sub>3</sub>COOH



Halogenový atom může být snadno nahrazen jinou skupinou  $\Rightarrow$  syntetizují se jiné deriváty



### Hydroxykyseliny

Pojmenování: předpona hydroxy + systematický název kyseliny, triviální názvy

20. Napište strukturální vzorce následujících kyselin.

**Kyselina salicylová** = 2-hydroxybenzoová, izolovaná z kůry vrby (salix)

**Kyselina mléčná** = 2-hydroxypropanová ( ..... kyselina)

21. Kyselina mléčná vykazuje optickou izomerii. Nakreslete struktury obou enantiomerů.

Tvořená kvašením sacharidů v ..... (odpovídá za kyselou chuť kyselého mléka), .....  
nebo ..... Když má tělo nedostatek kyslíku pro úplnou oxidaci glukózy na oxid uhličitý  
(.....) vzniká ve svalech laktát..... oxidací, a to způsobuje.....

**Kyselina vinná** = 2,3-dihydroxybutanová

Hlavně ve víně, draselné soli tvoří krystaly, těm se říká vinný kámen.

22. Kolik chirálních center má molekula kyseliny vinné? Kolik jejích enantiomerů existuje?

**Kyselina citronová** = 2-hydroxy- 1,2,3-propantriová

Používání v průmyslu jako ..... nebo pro ..... chuť.

Vyráběna průmyslově z ..... pomocí plísně aspergillus negri. Citrátový ion je  
meziproduktem v citrátovém (Krebsově) cyklu = součást metabolických procesů v lidském těle při  
konverzi sacharidů, lipidů a bílkovin na ..... a....., který produkuje energeticky bohaté  
molekuly .....

**Kyselina acetylsalicylová** = aspirin (Acylpyrin, Anopyrin, Superpyrin)

analgetikum, antipyretikum, vyrábí se reakcí kyseliny salicylové s acetanhydridem

23. Napište rovnici vzniku aspirinu.

## Aminokyseliny

Pojmenování: předpona amino nebo triviální názvy

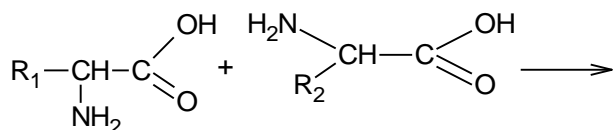
$\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$  kyselina 2-aminoethanová = kyselina  $\alpha$ -aminooctová = glycin

$\text{CH}_3\text{CHNH}_2\text{COOH}$  kyselina 2-aminopropanová = kyselina  $\alpha$ -aminopropionová = alanin

Vlastnosti: bílé pevné látky, rozpustné ve vodě, v pevném stavu, jako neutrální molekuly, existují ve formě dipolárních iontů

$\text{NH}_3^+ \text{CH}_2\text{COO}^-$  obojetný ion, amfion, výsledek vnitřní reakce mezi kyselinou a zásadou

Reaguje, jak s kyselinami, tak se zásadami. Dvě molekuly aminokyselin vytváří dipeptidy.



Použití: aromatické přísady

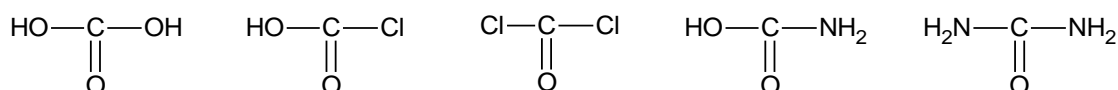
Aspartam (asparagin + fenylalanin dipeptid) ... sladká chuť

Glutamát sodný = látka zvýrazňující chuť (zesiluje chuť ostatních složek potravy)

## Ketokyseliny

Obsahují karbonylovou skupinu. Nejvýznamnější je kyselina 2-oxopropanová (kyselina pyrohroznová), účastní se metabolismu v podobě pyruvátového iontu.

### Funkční deriváty karboxylových kyselin



**Fosgen:** jedovatý plyn,  $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{COCl}_2$ , hydrolyzuje na  $\text{CO}_2$  a  $\text{HCl}$  (důvod, proč je toxický), reakcí s amoniakem tvoří močovinu

**Močovina:** bílá krystalická látka, produkt metabolismu bílkovin (aminokyselin), rozkládá se na oxid uhličitý a amoniak.

24. Napište rovnice:

a. hydrolyzy fosgeny

b. hydrolyzy močoviny