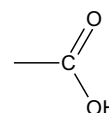


## MO 18 DERIVÁTY KARBOXYLOVÝCH KYSELIN

1. Přehled derivátů karboxylových kyselin.
2. **Funkční** deriváty - příprava, vlastnosti, použití.
3. **Substituční** deriváty - příklady, význam.
4. Funkční **deriváty kyseliny uhličitě**.

### FUNKČNÍ DERIVÁTY KARBOXYLOVÝCH KYSELIN

- karboxylové kyseliny obsahovaly karboxylovou funkční skupinu –COOH (jednovazná)



- funkční deriváty k.k. lze je odvodit náhradou **-OH** skupiny v karboxylové skupině jinou funkční skupinou

#### dělení

✓ soli	R-COOM (M – kov)	výskyt v přírodě
✓ estery	R-COOR'	výskyt v přírodě
✓ halogenidy	R-COX	vyrobeny uměle, reaktivní
✓ nitrily	R-CN	
✓ anhydridy	(R-CO) <sub>2</sub> O	vyrobeny uměle, reaktivní
✓ amidy	R-CONH <sub>2</sub>	výskyt v přírodě
✓ laktamy		
✓ laktony		
✓ hydrazidy		

#### názvosloví:

**acyl** = zbytek k.k. po odtržení –OH skupiny

- od systematického názvu:

**-ová → -oyl**  
př. kyselina heptanová → heptanoyl

**-karboxylová kyselina → -karbonyl**  
př. k. cyklohexankarboxylová → cyklohexankarbonyl

- od triviálního názvu:

vychází z latinského názvu kyseliny  
**-icum → -yl**

<i>acidum formicum</i>	→ formyl
<i>acidum aceticum</i>	→ acetyl
kyselina propionová	→ propionyl
kyselina máslená	→ butyryl
kyselina benzoová	→ benzoyl
kyselina šťavelová	→ oxalyl

SOLI

obecný vzorec:



názvosloví:

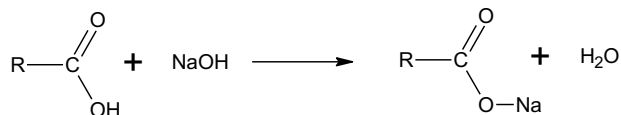
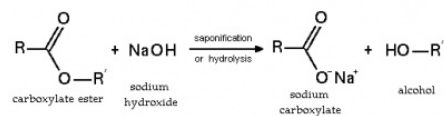
viz názvy produktů u neutralizace (níže)

vzorec	český název	semitriviální název	systematický název
CH <sub>3</sub> COONa	octan sodný	natrium-acetát	natrium-ethanoát
(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> Ca	octan vápenatý	kalcium-diacetát	kalcium-diethanoát
(CH <sub>3</sub> COO) <sub>3</sub> Al	octan hlinitý	aluminium-triacetát	aluminium -triethanoát
	vinan draselný	dikalium-tartarát	dikalium-2,3-dihydroxy-butandioát
	vinan draselno-sodný	kaliium-natrium-tartarát	kaliium-natrium2,3-dihydroxy-butandioát
(C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> COO) <sub>2</sub> Ca	stearan vápenatý	kalcium-distearát	kalcium-dioktadekanoát

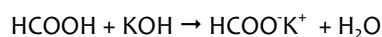
příprava:

**zásaditá hydrolýza esterů → vznik solí**

- **zmýdelnění** v případě esterů **vyšších** karboxylových kyselin (viz MO 19)
- *opačná reakce esterifikace*
- probíhá za přítomnosti **zásady** a vzniká **sůl** a **voda** – obecně:



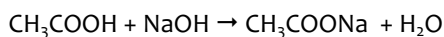
**neutralizace karb. kyseliny s hydroxidem → vznik solí** (viz též MO 17)



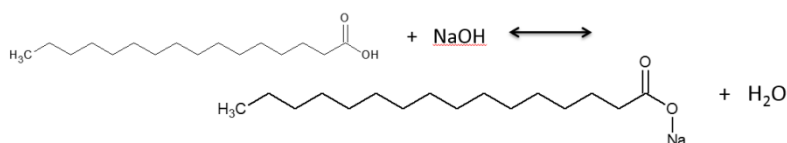
!!!

mravenčan draselný !!!  
kaliium-formiát  
kaliium-methanoát





octan sodný  
natrium-acetát  
natrium-ethanoát  
sodná sůl kys. octové

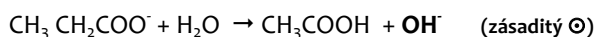
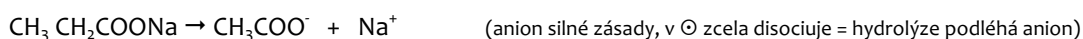


palmitan sodný

### chemické vlastnosti:

hydrolyza propionanu sodného:

!!!



### zástupci:

#### sodné a draselné soli

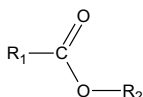
- mýdla

soli kyseliny octové se nazývají **octany** (acetáty)

- octan **hlinitý** ke snižování **otoků**
- octan **sodná a draselný** jsou katalyzátory v org. chemii
- octan **olovnatý** („olověný cukr“) - toxický

### ESTERY

#### obecný vzorec:



#### názvosloví:

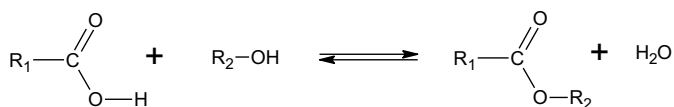
1. semisystematické **UHLOVODÍKOVÝ ZBYTEK + ACYL + -ÁT**
2. opisné **UHLOVODÍKOVÝ ZBYTEK + 2. pád názvu KARBOXYLOVÉ KYSELINY**
3. ve shodě s anorganickými solemi
4. systematické

vzorec	1	2	3	4
$\text{HCOOCH}_2\text{CH}_3$	ethyl-formiát	ethylester kys. mravenčí	mravenčan ethylnatý	ethyl-methanoát
$\text{CH}_3\text{COOCH}=\text{CH}_2$	vinyl-acetát	vinylester kyseliny octové	octan vinylnatý	vinyl-ethanoát
$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$	methyl-acetát	methylester kyseliny octové	octan methylnatý	
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$	ethyl-propionát	ethylester kyseliny propionové	propionan ethylnatý !!!	
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}=\text{CH}_2$	vinyl-propionát	vinylester kyseliny propionové	propionan vinylnatý	
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOCH}_2\text{CH}_3$	ethyl-benzoát	ethylester kyseliny benzoové	benzoan ethylnatý	
$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3$	methyl-methakrylát	methylester kyseliny methakrylové	methakrylan methylnatý	methyl-methylpropenoát

acyl – uhlovodíkový zbytek, jež vzniká odtržením –OH skupiny ze skupiny –COOH (názvy acylů viz MO 17)

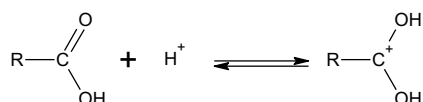
**příprava:**

**esterifikace** – reakce karboxylové kyseliny s alkoholem v kyselém prostředí

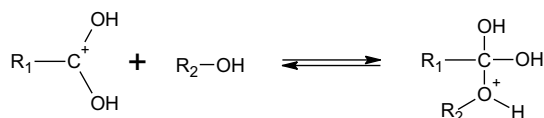


*mechanismus reakce:*

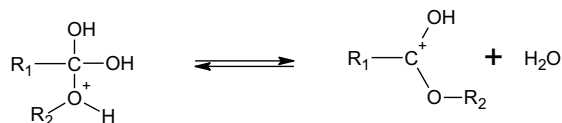
a) adice vodíkového kationtu (protonu) na kyslík karboxylové skupiny - protonizace



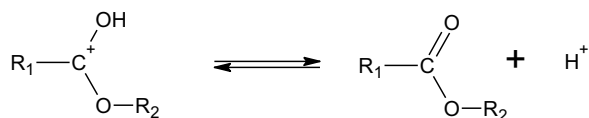
b) nukleofilní adice alkoholu



c) eliminace vody



d) odštěpení protonu

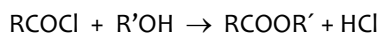


- esterifikace je typická **rovnovážná** reakce, proto se musí vlivem reakčních podmínek **posouvat rovnováha** co nejvíce **doprava**:

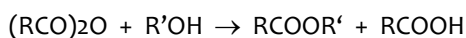
**odebíráním** vody – částečně ji váže  $\text{H}_2\text{SO}_4$  použitá jako katalyzátor !!!

zapište rovnici přípravy: 1,2,3-tripalmitoylglycerolu !!!

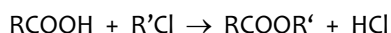
**z halogenidů kyselin**



**z anhydridů**



**z halogenderivátů**



**zástupci:**

- ethylformiát** – rumová esence
- ethylacetát** – rozpouštědlo, hrušková a malinová esence
- ethylbutyrát** – ananasová esence
  
- vinylacetát** – výroba polyvinylacetátu (umělá vlákna)
  
- methylakrylát a methylmetakrylát** – polymerace – organická skla
  
- estery vyšších karb. kys. a glycerolu** – součástí tuků a olejů

**HALOGENIDY**

**obecný vzorec:**



**názvosloví:**

1. funkční skupinové - **ACYL + HALOGENID**
2. - **ACYL + -OYLHALOGENID**
3. opisné - **HALOGENID + KARBOXYLOVÉ KYSELINY**

vzorec	1	2	3
CH <sub>3</sub> COBr	acetylbromid !!!	ethanoylbromid	bromid kys. octové
CH <sub>3</sub> COCl	acetylchlorid		
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COCl		benzoylchlorid	chlorid kyseliny benzoové
		propanoylbromid (propionylbromid)	bromid kyseliny propanové
		hexanoylbromid	bromid kyseliny hexanové
			dichlorid kyseliny jantarové (butandiové)
		cyklohexankarbonylbromid	bromid cyklohexankarboxylové kyseliny

**příprava:**

- nejvýznamnějšími halogenderiváty jsou chloridy, které se připravují reakcí s chloridy fosforu nebo síry:



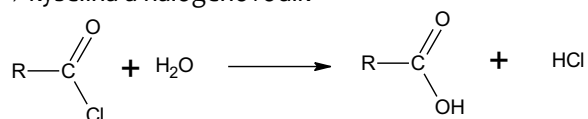
**fyzikální vlastnosti:**

- kapaliny nebo krystalické látky ostrého zápachu
- rozpustné v polárních rozpouštědlech
- leptavé účinky
- mají **nižší teploty** varu než jim odpovídající **kyseliny** – důvodem je **absence vodíkových můstků**

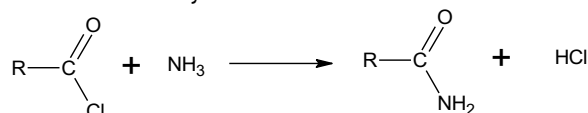
**chemické vlastnosti:**

- **nejreaktivnější** z funkčních derivátů – lze z nich připravit **ostatní deriváty**
- většina reakcí probíhá mechanismem **substituce nukleofilní S<sub>E</sub>**

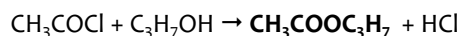
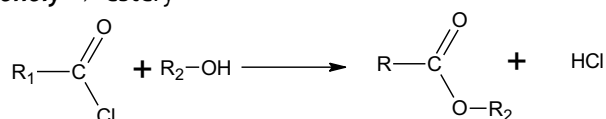
**hydrolýza** → kyselina a halogenovodík



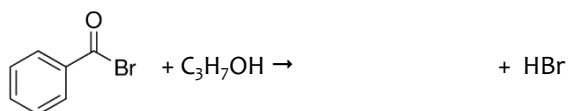
**reakce s amoniakem** → aminy



**reakce s alkoholy** → estery

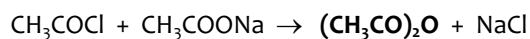
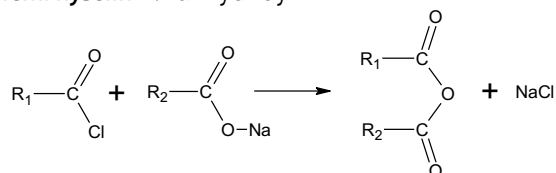


propylester k. octové !!!



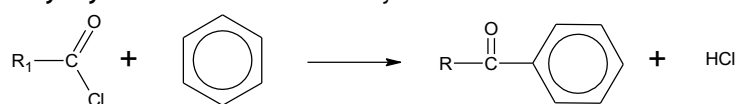
propylester k. benzoové !!!

**reakce se solemi kyselin** → anhydridy



anhydrid kyseliny octové

**Friedel-Craftsovy acylace** → aromatické ketony



**použití:**

- příprava jiných funkčních derivátů
- jako **acylační** činidla

**NITRILY**

- obecný vzorec  $R-C\equiv N$

**názvosloví:**

1. systematické

**ACYL + ONITRIL (KARBONITRIL)  
UHLOVODÍK + NITRIL**

2. funkční skupinové

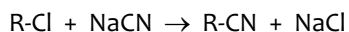
**UHL. ZBYTEK + KYANID !!!**

3. opisné

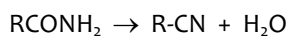
vzorec	1a	1b	2 !!!	3
$CH_3CN$	acetonitril	ethannitril	methylkyanid	nitril ethanové kyseliny
$CH_3CH_2CN$	propionitril	propannitril	ethylkyanid	nitril propanové kyseliny
	akrylonitril	propennitril	vinylkyanid	nitril akrylové kyseliny
		hexannitril		nitril hexanové kyseliny
		hexandinitril		dinitril hexandiové kyseliny
$C_6H_5CN$	benzonitril	benzenkarbonitril	fenylkyanid	nitril benzoové kyseliny
	cyklohexankarbonitril			

**příprava:**

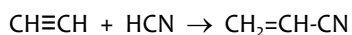
**z halogenderivátů**



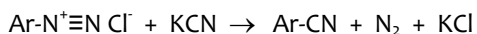
**dehydratací amidů<sup>1</sup>**



**adice kyanovodíku**



**Sandmayerova reakce (z diazoniových solí)**



**fyzikální vlastnosti:**

- nižší nitrily jsou **kapaliny** příjemné vůně, vyšší **krystalické** látky

<sup>1</sup> provádí se působením oxidu fosforečného



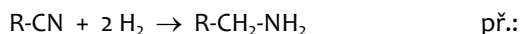
- mají nižší teploty varu než kyseliny
- mnohé nitrily jsou **toxické**

**chemické vlastnosti:**

**hydrolýza** → amidy



**redukce** → aminy



**nitrilová syntéza**



**zástupci:**

**kyanovodík – nitril kyseliny mravenčí**

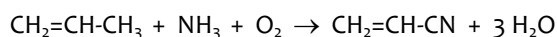
- vysoce toxická těkavá kapalina
- teplota varu 26 °C
- hořkomandlový zápach
- je slabou kyselinou

**acetonitril**

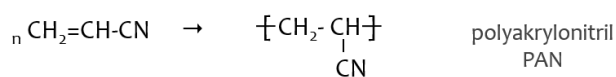
- používá se jako rozpouštědlo

**propennitril – akrylonitril**

- vysoce toxická kapalina
- průmyslově se vyrábí reakcí propenu s amoniakem a kyslíkem



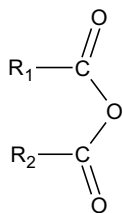
- polymerací vzniká **polyakrylonitril PAN** – umělé vlákno



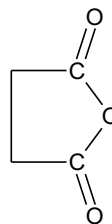
ANHYDRIDY

rozdělení:

a) otevřené



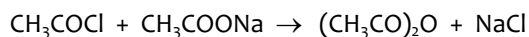
b) cyklické



názvosloví:

- |                 |                                      |
|-----------------|--------------------------------------|
| 1. systematické | <b>ALKANOVÁ KYSELINA + -ANHYDRID</b> |
| 2. radikálové   | <b>ACYL + -ANHYDRID</b>              |
| 3. opisné       |                                      |

vzorec	1	2	3
$(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$	ethananhydrid	acetanhydrid	anhydrid k. octové
	butananhydrid	butyranhydrid	anhydrid k. máselné
	-	ftalanhydrid !!!	anhydrid k. ftalové
		maleinanhydrid	anhydrid k. maleinové
			anhydrid cyklohexan-1,2-dikarboxylové k.
		sukcinanhydrid	anhydrid k. jantarové (butandiové)
<i>smíšené anhydridy</i>			
		anhydrid chloroctové a octové kyseliny	
		anhydrid benzoové a máselné kyseliny	

**příprava:****reakcí halogenidů a solí kyselin****zahříváním kyselin** (pouze některé – např. kyselina ftalová)

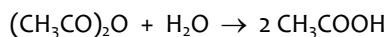
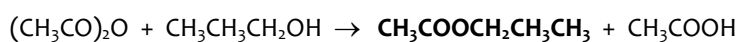
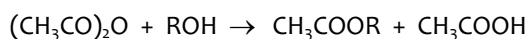
dehydratace: příprava **ftalanhydridu** (k. ftalová = k. benzen-1,2-dikarboxylová) !!!

**fyzikální vlastnosti:**

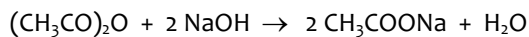
- nižší anhydridy jsou ostře páchnoucí kapaliny
- vyšší krystalické látky
- jsou špatně rozpustné ve vodě

**chemické vlastnosti:**

- silná acylační činidla, ale méně reaktivní než halogenidy

**hydrolýza****reakce s alkoholy a fenoly<sup>2</sup>** → estery

**propylester k. octové** !!!

**reakce s hydroxidem****zástupci:****acetanhydrid**

- kapalina
- používá se jako acetylační činidlo

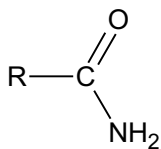
**ftalanhydrid**

- kapalina
- používá se k výrobě ftaleinů, např. fenolftaleinu

<sup>2</sup> obdobně reagují s amoniakem → amidy

AMIDY

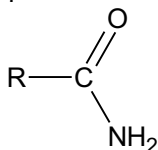
obecný vzorec:



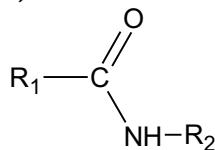
rozdělení:

podobně jako aminy se dělí na:

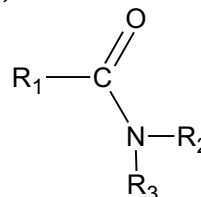
a) primární



b) sekundární



c) terciární



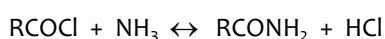
názvosloví:

1. systematické **UHLOVODÍK + AMID**
2. radikálové **ACYL + -AMID**
3. opisné **AMID + 2. pád názvu KARBOXYLOVÉ KYSELINY**

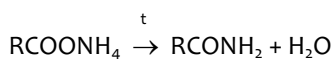
vzorec	1	2	3
HCONH <sub>2</sub>	methanamid	formamid	amid kyseliny mravenčí
CH <sub>3</sub> CONH <sub>2</sub>	ethanamid	acetamid	amid kyseliny octové
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CONH <sub>2</sub>		benzamid !!!	amid kys. benzoové

příprava:

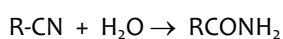
*z ostatních funkčních derivátů působením NH<sub>3</sub>*



*dehydratací amonných solí karboxylových kyselin*

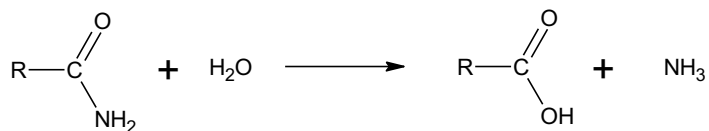


*hydratace nitrilů*

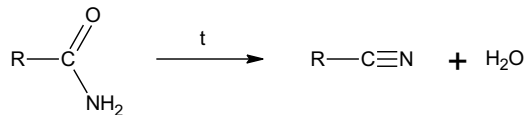


chemické vlastnosti:

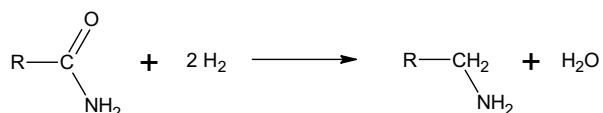
*hydrolýza*



**dehydratace**



**redukce**



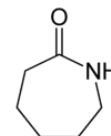
**zástupci:**

**formamid** – kapalina, používá se jako rozpouštědlo

**polyamidy** – umělá vlákna, peptidy, bílkoviny

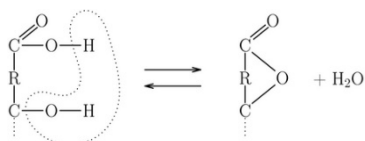
### LAKTAMY

hexano-6-laktam = ε-kaprolaktam = laktam 6-aminohexanové kyseliny



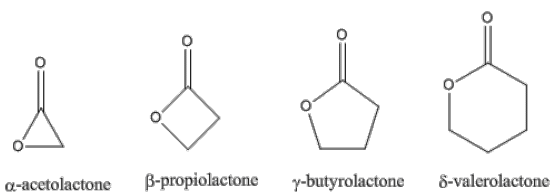
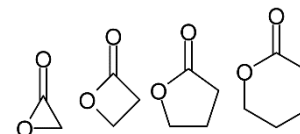
### LAKTONY

**příprava:**



**názvosloví:**

pentano-5-lakton = δ-valerolaktan = lakton k. 5-hydroxypentanové



**vyznačte:**

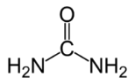
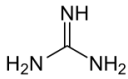
butano-4-lakton  
(γ-butyrolakton)  
(lakton 4-hydroxybutanové kyseliny)

HYDRAZIDY

obecný vzorec: **R-CONH-NH<sub>2</sub>**

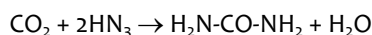
acetohydrazid CH<sub>3</sub>-CONH-NH<sub>2</sub>

DERIVÁTY H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> KYSELINY UHLIČITÉ

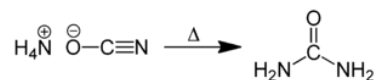
vzorec	1	2	3
	močovina	diamid kyseliny uhličitě	karbamid
CS(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	thiomočovina	diamid kyseliny thiouhličitě	
COCl <sub>2</sub>	fosgen	dichlorid kyseliny uhličitě	karbonyldichlorid
CSCl <sub>2</sub>	thiofosgen	dichlorid kyseliny thiouhličitě	thiokarbonyldichlorid
	guanidin	součást keratinu	
NH <sub>2</sub> COOH	karbamová kyselina	diethylester kyseliny uhličitě	diethylkarbonát
ClCOOH	kyselina chlormravenčí		

močovina

syntéza:



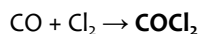
- bezbarvá krystalická látka
- výroba platů, barviv, hnojiv
- odpadní produkt metabolismu savců (součást moči)
- **F. Wöhler** popřel vitalistickou teorii (Berzelius) zahřátím kyanatanu amonného a vytvořením **močoviny**:



- z **anorganické** látky byla vytvořena **organická**

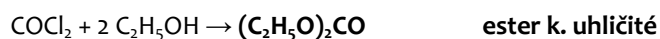
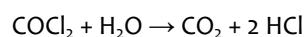
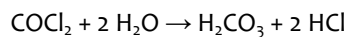
fosgen

- za 1. světové války byl použit jako **bojový plyn** - vzniku **plicního edému**, který bývá příčinou smrti
- prudce **toxický**, dusivý bezbarvý **plyn**, mnohem nebezpečnější než chlor
- velmi silně zředěn zapáchá jako shnilé brambory
- **vzniká** slučováním oxidu uhelnatého s chlorem za teploty od 130 °C do 150 °C za přítomnosti katalyzátoru (C či Pt)



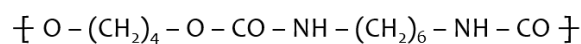
- vznikat také fotochemickým rozkladem chlorovaných uhlovodíků, např. dichlormethanu nebo tetrachlormethanu

chemické vlastnosti:



### karbamová kyselina

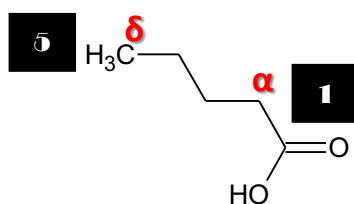
- estery této kyseliny se používají:
  - ve farmacii (lokální anestetika)
  - insekticid karbaryl
  - k výrobě pěnových plastů **polyurethanů** (PUR)



## SUBSTITUČNÍ DERIVÁTY KARBOXYLOVÝCH KYSELIN

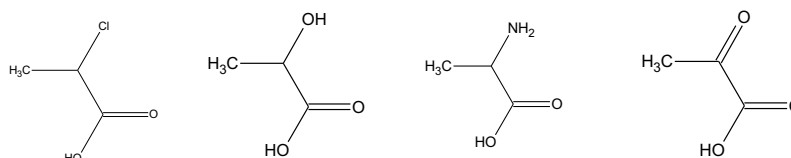
- sloučeniny, jež vznikají náhradou 1 či více atomů H v řetězci karboxylové kyseliny např. **halogenem, amino- či hydroxyskupinou**

poloha substituentu:

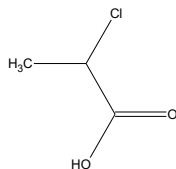


dělení

- ✓ halogenkyseliny
- ✓ hydroxykyseliny
- ✓ aminokyseliny
- ✓ oxokyseliny

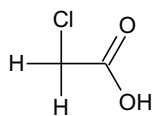


### HALOGENKyseliny

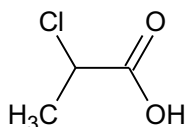


- atom **H/ů** je/jsou nahrazen/y atomem/my **halogenu/ů**

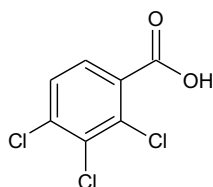
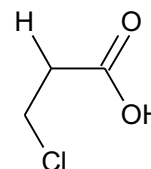
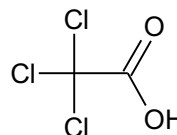
**názvosloví:**



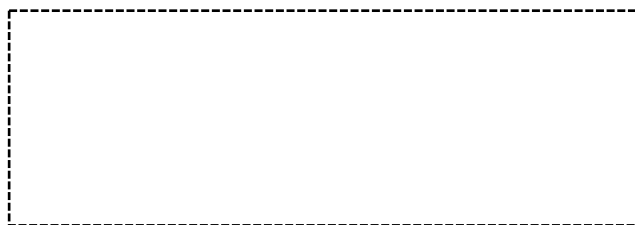
k. 2-chlorethanová  
k. α-chloroctová  
k. chloroctová



k. 2-chloropropanová  
k. α-chloropropionová



k. 2,3,4-trichlorbenzoová

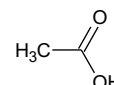
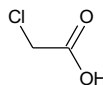


kys. trichloroctová – určete též, zda je opticky aktivní

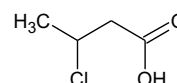
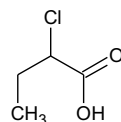
!!!

### síla halogenkyselin

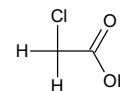
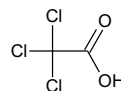
- rozhodněte, která z dvojice halogenkyselin je **silnější** (<, >) !!!
- halogeny působí **-I efektem**
- atom **-X** si **přitahuje e<sup>-</sup>** → oslabí se vazba mezi O-H → atom H se **snáze odštěpí**
- jsou **silnějšími kyselinami** nežli nesubstituované karboxylové kyseliny



- čím **blíže** je vázán atom halogenu ke karboxylové skupině, tím je kyselina silnější

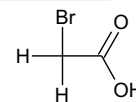
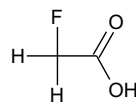


- s rostoucím **počtem** atomů halogenu v molekule síla kyselin opět **vzrůstá**



- síla kyselin s halogenem vázaným na stejném místě klesá se vzrůstajícím protonovým číslem atomu halogenu (tedy od F k I) – **nejsilnější** jsou **fluorované** kyseliny

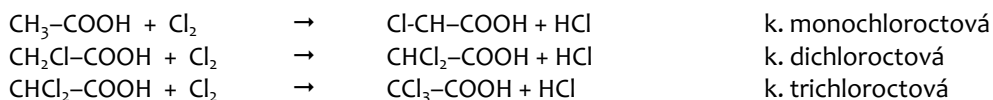




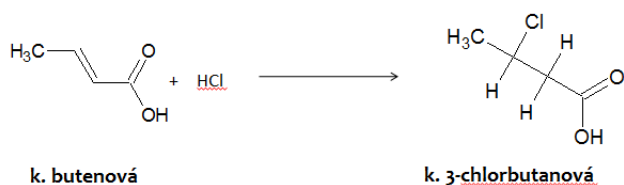
CV: Disociační konstanta kyseliny octové je  $K_A = 2 \cdot 10^{-5}$  a kyseliny trichloroctové  $K_A = 2 \cdot 10^{-1}$ . !!!  
Která z kyselin je silnější? Zdůvodněte.

**příprava:**

$\alpha$ -halogenkyseliny - přímá halogenace karboxylových kyselin  $S_E$



$\beta$ -halogenkyseliny - adicí halogenvodíku na  $\alpha, \beta$  - nenasycené kyseliny



$\alpha, \beta$ -halogenkyseliny - adicí halogenu na  $\alpha, \beta$  - nenasycené kyseliny



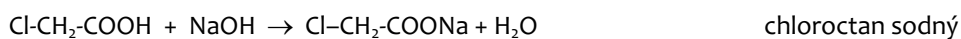
**fyzikální vlastnosti:**

- rozpustné v **polárních** rozpouštědlech (voda)
- **toxické**

**chemické vlastnosti:**

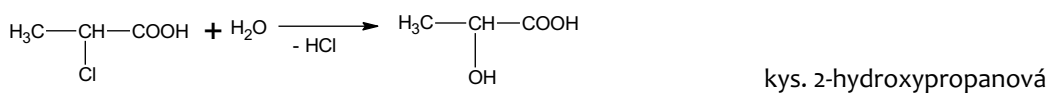
- halogenkyseliny mohou poskytovat tyto reakce:

**neutralizace**

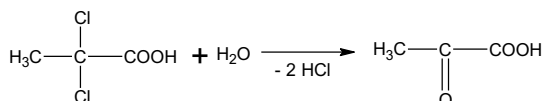


**hydrolyza**  $\rightarrow$  hydroxykyseliny

$\alpha$ -halogenkyseliny  $\rightarrow$  **hydroxy**kyseliny

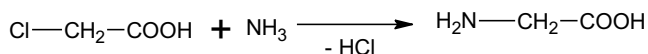


$\alpha,\alpha$ -dihalogenkyseliny  $\rightarrow$  oxokyseliny



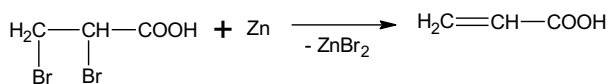
kys. 2-oxopropanová

reakce s amoniakem  $\rightarrow$  aminokyseliny



kys. 2-aminoethanová (kys.  $\alpha$ -aminooctová)

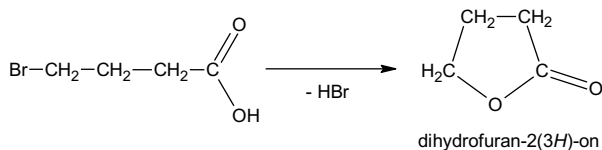
reakce s kovy



k. akrylová (k. propenová)

zahřívání  $\gamma$ -halogenkyselin

vznikají vnitřní estery (? heterocyklické sloučeniny – název pod vzorcem sloučeniny)  $\rightarrow$  laktony (butano-4-lakton)

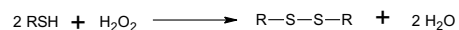
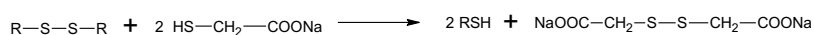
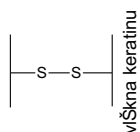
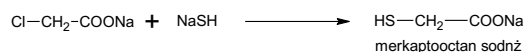


zástupci:

kyselina chloroctová

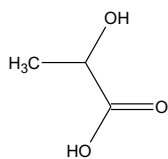
- krystalická látka
- výborně rozpustná ve vodě
- toxická
- používá se k organickým syntézám (barviva, léčiva apod.)

princíp trvalé úpravy vlasů:





HYDROXYKYSELINY

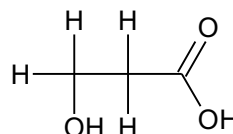
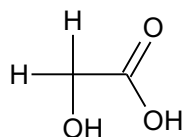


názvosloví:

1. systematické **HYDROXY- + KARBOXYLOVÁ KYSELINA**
2. triviální

vzorec	1	2	acyl
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$	α-hydroxypropionová kyselina 2-hydroxypropanová	<b>mléčná</b>	laktoyl
$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{H}_2\text{C}-\text{COOH} \end{array}$	2-hydroxybutandiová	jablečná	maloyl
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{COOH} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{COOH} \\   \\ \text{H}_2\text{C}-\text{COOH} \end{array}$	2-hydroxypropan-1,2,3-trikarboxylová	<b>citronová</b>	citroyl
$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{HO}-\text{CH}-\text{COOH} \end{array}$	2,3-dihydroxybutandiová	<b>vinná</b>	tartronoyl
	2-hydroxybenzoová	salicylová	salicyloyl
	2-acetyloxybenzoová o-acetyloxybenzoová	acetylsalicylová	
	3,4,5-trihydroxybenzoová	gallová	galoyl

CV:

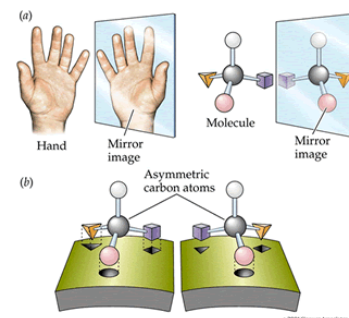


2-hydroxyethanová kyselina  
 $\alpha$ -hydroxyoctová kyselina  
 hydroxyoctová kyselina

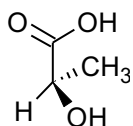
izomerie:

**optická**

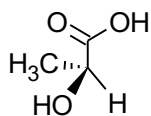
- sloučeniny, jejichž molekuly **nejsou ztotožnitelné** se svým **zrcadlovým obrazem** a **stáčí rovinu** lineárně **polarizovaného světla** doleva (-) či doprava (+)
- stereoizomery se nazývají **enantiomery** neboli **optické antipody**
- izomery obsahují asymetrický uhlíkový atomu **C\*** neboli **chirální atom uhlíku** – centrum chirality (stereogenní centrum)
- směs enantiomerů v poměru **1:1** (ekvimolární směs) se nazývá **směs racemická** (racemát)
- racemát je **opticky inaktivní** = nestáčí rovinu polarizovaného světla



D-izomer (dle postavení -OH skupiny na C\*)



L-izomer (dle postavení -OH skupiny na C\*)



enantiomery kyseliny mléčné



- mléčná kyselina  
 stáčí rovinu polarizovaného světla **doleva**  
 LEVOTOČIVÁ (-)  
 D - řada

+ mléčná kyselina  
 stáčí rovinu polarizovaného světla **doprava**  
 PRAVOTOČIVÁ (+)  
 L - řada

CV: Napište vzorce substitučních derivátů karboxylových kyselin a uveďte, zda jsou opticky aktivní:

!!!

a) kys. mléčná

b) kys. vinná

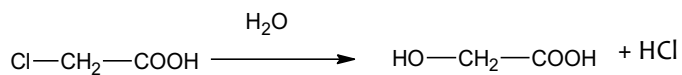
c) citronová

**příprava:**

*alifatické hydroxykyseliny*

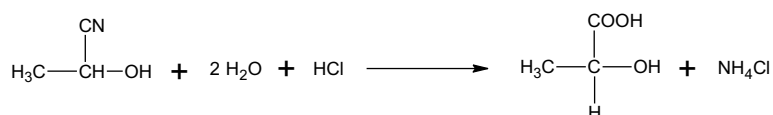
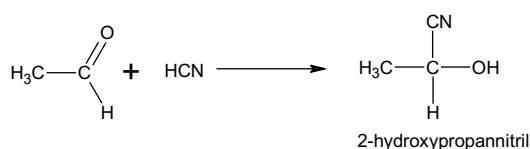
**α-hydroxykyseliny**

alkalická **hydrolýza α-halogenkyselin<sup>3</sup>** (prostředí NaOH)



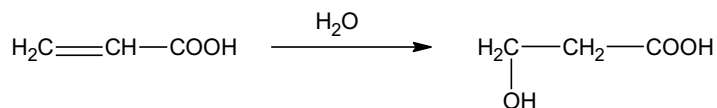
k. 2-hydroxyethanová

**hydrolýza kyanhydrinů**

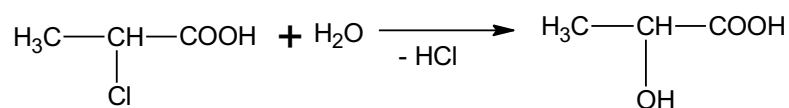


**β-hydroxykyseliny**

**hydrolýza nenasycených kyselin**



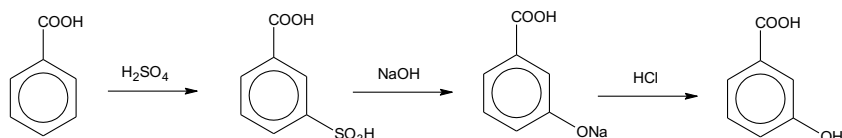
**alkalická hydrolýza halogenkyselin**



k. 2-hydroxypropanová

*aromatické hydroxykyseliny*

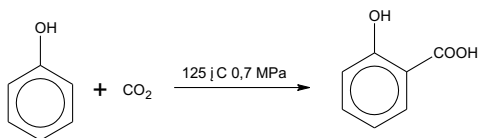
výroba kyseliny **m-hydroxybenzoové** (sulfonace – neutralizace - ....)



<sup>3</sup> provádí se zahříváním vodným roztokem hydroxidu sodného; ve skutečnosti vznikají sodné soli



### Kolbeho syntéza



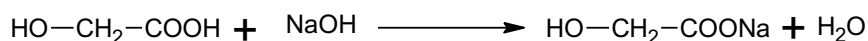
### fyzikální vlastnosti:

- krystalické látky, většinou dobře rozpustné ve vodě
- jsou silnějšími kyselinami než karboxylové kyseliny, ale slabší než halogenkyseliny

### chemické vlastnosti:

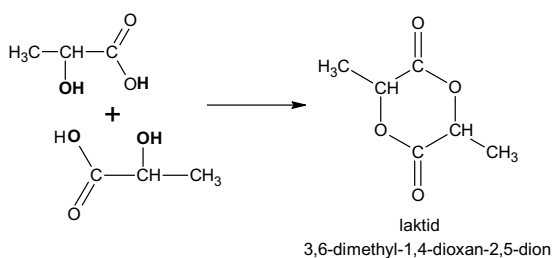
- projevují se současně jako kyseliny a alkoholy (resp. fenoly)

### neutralizace

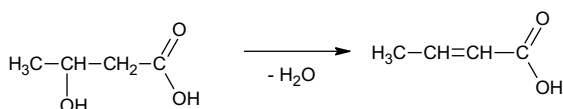


### chování při zahřívání

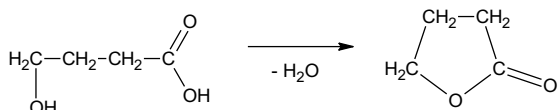
$\alpha$  - hydroxykyseliny  $\rightarrow$  cyklické estery – **laktidy** – produkty kondenzace dvou molekul hydroxykyselin



$\beta$  - hydroxykyseliny  $\rightarrow$  nenasycené kyseliny<sup>4</sup>



$\gamma$  - a  $\delta$  - hydroxykyseliny  $\rightarrow$  vnitřní estery - **laktony**



4-hydroxybutanová kyselina  
 $\gamma$ -hydroxymásečná kyselina

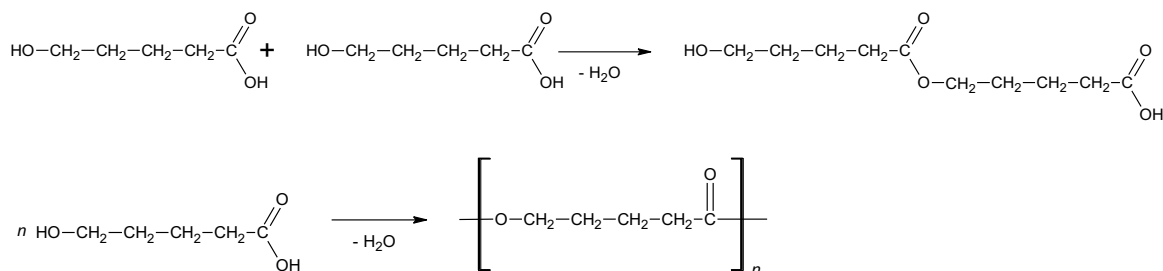
butano-4-lakton  
 $\gamma$ -butyrolakton

<sup>4</sup> katalyzováno přítomností kyselin



## polymerace

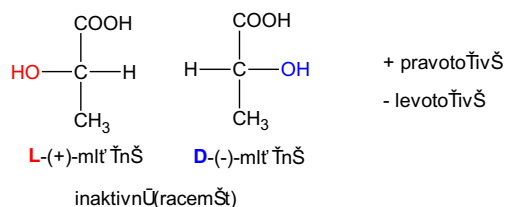
$\delta$  - hydroxykyseliny  $\rightarrow$  polyestery



**zástupci:**

### kyselina mléčná

- *acidum lacticum*
- vyskytuje se v těchto formách:



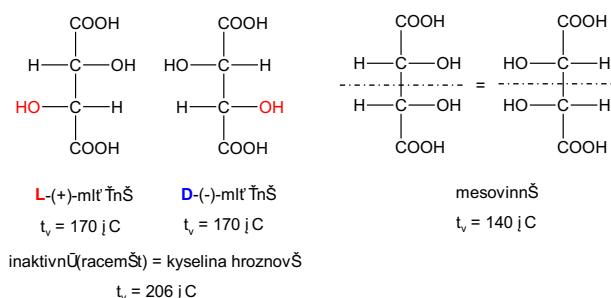
- inaktivní kyselina mléčná vzniká **mléčným kvašením** (fermentací) sacharidů za působení mikroorganismů
- při námaze se hromadí pravotočivá k. ml. ve svalech = **bolest**
- po odpočinku - krystalky laktátu se za přítomnosti  $\text{O}_2$  rozpouští, bolest ustává
- používá se v pekařství, pivovarnictví (E270)
- v mléčných výrobcích funguje jako přirozené konzervační činidlo
- baktericidní účinky (obs. v potu)
- anion kyseliny mléčné = **l a k t á t**  $\text{CH}_3\text{CHOHCOO}^-$  = soli se nazývají **laktáty**

### kyselina citronová

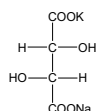
- 2-hydroxypropan-1,2,3-trikarboxylová kyselina
- vyskytuje se v citrusových a nezralých **plodech**
- pro potravinářské účely se vyrábí citronovým kvašením **melasy** (odpadní směs cukrovarů (řepa cukrovka)) pomocí **plísňe *Aspergillus niger*** (objevil James Currie v roce 1917)
- je důležitým metabolickým meziproduktem při aerobních procesech (cyklus kyseliny citronové = **citrát. cyklus** – MO 24)
- přírodní konzervační látka a používá se jako dochucovací prostředek jídel a nealkoholických nápojů
- díky schopnosti tvořit s kovy cheláty, se kyselina citronová přidává do mýdel a čisticích prostředků
- ve fotografické chemii ustalovačem

## kyselina vinná

- 2,3-dihydroxybutandiová kyselina
- obsahuje 2 **asymetrické atomy uhlíku** (chirální atomy C\*; stereogenní centra) → větší počet forem
- k. **mesovinná** je opticky **inaktivní** i když obsahuje 2 C\* (obs. prvek symetrie)



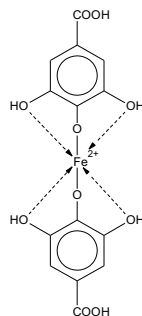
- racemická kys. vinná je **kyselina hroznová**
- lat. *racemus* = hrozen
- její soli jsou **vinany**
- důležitý je tetrahydrát pravovinanu draselného-sodného, tzv. **Seignettova sůl** na přípravu Fehlingova roztoku<sup>5</sup>



- **vinný kámen** neboli **hydrogenvinan draselný**
  - je draselná sůl kyseliny vinné přítomná ve víně
  - vysrážením vzniká krystalický zákal (jemný sediment)

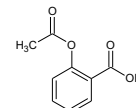
## kyselina gallová

- je obsažena v řadě rostlin (např. v čaji), vázána spolu s glukosou je v **taninu**, který je součástí tříslovin
- používá se na přípravu inkoustů

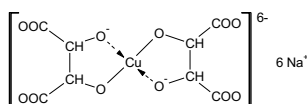


## kyselina acetylsalicylová

- kyselina 2-acetyloxybenzoová
- využití: analgetikum, antipyretikum, antiflogistikum (potlačuje zánět)
- kontraindikace: u dětí může způsobit vzácný, ale smrtelný **Reyův syndrom**
- při vředové nemoci žaludku, při průduškovém astmatu a v posledních třech měsících těhotenství

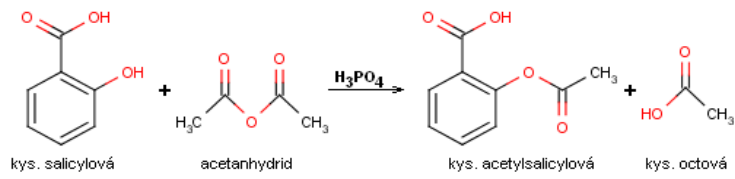


<sup>5</sup> vinanový anion vytváří komplexní útvar, ve kterém je koncentrace měďnatých iontů snížena tak, že se hydroxidem sodným nesráží hydroxid měďnatý



příprava z kyseliny salicylové

!!!



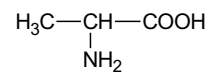
### AMINOKYSELINY (podrobněji MO 20 – Bílkoviny a aminokyseliny)

- obsahují  $-\text{NH}_2$  skupinu
- stavební jednotky **bílkovin** (cca 20 proteinogenních AK)

pojmy:

**amfion, izoelektický bod, transaminace, esenciální, neesenciální AK**

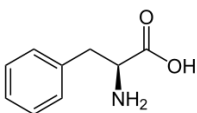
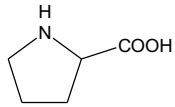
CV: Napište vzorec **alaninu** a uveďte, zda jsou **opticky aktivní**:

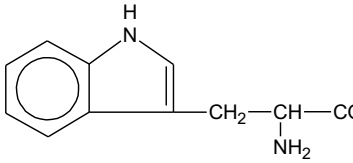
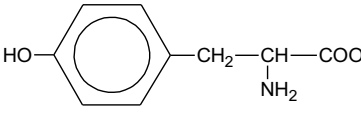
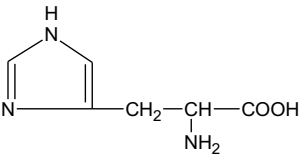


názvosloví:

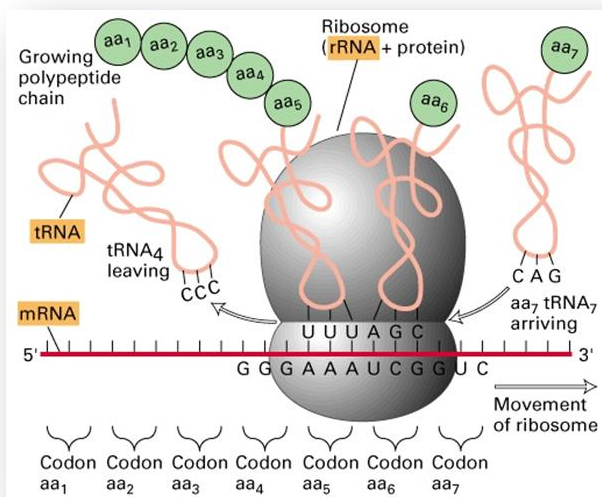
1. systematické **AMINO- + KARBOXYLOVÁ KYSELINA**

2. triviální

vzorec	triviální název	systematický název	zkratka	acyl
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	glycin	k. 2-aminoethanová k. α-aminooctová	Gly	glycyl
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	alanin	k. 2-aminopropanová k. α-aminopropionová	Ala	alanyl
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\   \\ \text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	valin	k. 2-amino-3-methylbutanová k. α-amino-3-methylmáseľná	Val	valyl
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\   \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	leucin	k. 2-amino-4-methylpentanová	Leu	leucyl
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	isoleucin	k. 2-amino-3-methylpentanová	Ile	isoleucyl
	fenylalanin	2-amino-3-fenylpropanová kyselina	Phe	fenylalanyl
	prolin		Pro	proyl
$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	serin		Ser	seryl
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	threonin		Thr	threonyl
$\begin{array}{c} \text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	cystein		Cys	cysteinyľ
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	methionin		Met	methionyl

	tryptofan		Try	tryptofyl
	tyrosin		Tyr	tyrosyl
$\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	asparagin		Asn	asparaginyly
$\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	glutamin		Gln	glutaminyly
$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	kyselina asparagová		Asp	aspartyl
$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	kyselina glutamová		Glu	α-glutamyl
$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	lysin		Lys	lysyl
$\text{HN}=\overset{\text{NH}_2}{\text{C}}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_3-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	arginin		Arg	arginyl
	histidin		His	histidyl

	U	C	A	G				
<b>U</b>	UUU	fenylalanin	UCU	serin	UAU	tyrosin	UGU	cystein
	UUC	fenylalanin	UCC	serin	UAC	tyrosin	UGC	cystein
	UUA	leucin	UCA	serin	UAA	<b>stop</b>	UGA	<b>stop</b>
	UUG	leucin	UCG	serin	UAG	<b>stop</b>	UGG	tryptofan
<b>C</b>	CUU	leucin	CCU	prolin	CAU	histidin	CGU	arginin
	CUC	leucin	CCC	prolin	CAC	histidin	CGC	arginin
	CUA	leucin	CCA	prolin	CAA	glutamin	CGA	arginin
	CUG	leucin	CCG	prolin	CAG	glutamin	CGG	arginin
<b>A</b>	AUU	izoleucin	ACU	treonin	AAU	asparagin	AGU	serin
	AUC	izoleucin	ACC	treonin	AAC	asparagin	AGC	serin
	AUA	izoleucin	ACA	treonin	AAA	lysin	AGA	arginin
	AUG	<b>metionin</b>	ACG	treonin	AAG	lysin	AGG	arginin
<b>G</b>	GUU	valin	GCU	alanin	GAU	kys.	GGU	glycin
	GUC	valin	GCC	alanin	GAC	asparagová	GGC	glycin
	GUA	valin	GCA	alanin	GAA	kys.	GGA	glycin
	GUG	valin	GCG	alanin	GAG	glutamová	GGG	glycin



**OXOKYSELINY**

- **aldehydokyseliny**
- **ketokyseliny**
- vznikají jako **meziprodukty** při štěpení sacharidů

názvosloví:

1. systematické **OXO- + KARBOXYLOVÁ KYSELINA**
2. triviální

vzorec	1	2
	2-oxopropanová	<b>pyrohroznová</b>
	2-oxobutanová	acetyloctová

CV: Napište vzorec **kyseliny pyrohroznové** (2-oxopropanová) a uveďte, zda je opticky aktivní:

!!!