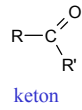
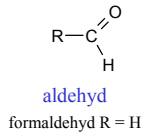


## Aldehydy a ketony



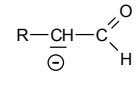
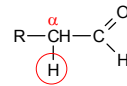
obsahují polární skupinu

typická reakce = adice



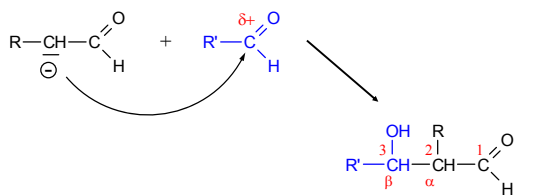
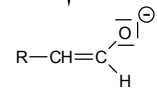
## Aldolová kondenzace

Aldehydy a ketony mající na  $\alpha$ -uhlíku vodík = slabé kyseliny



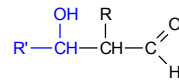
karbanion

delokalizace náboje

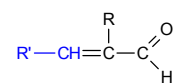


3-hydroxyaldehyd ( $\beta$ -aldol)

za vyšší teploty



$\beta$ -aldol

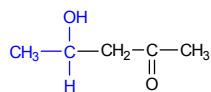


nenasycený aldehyd

## Reakce acetaldehydu s acetonem



$\text{OH}^-$

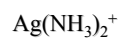


4-hydroxypentan-2-on  
 $\beta$ -hydroxyketon

## Redoxní reakce aldehydů/ketonů

### Aldehydy

- oxidace mírnými oxidačními činidly

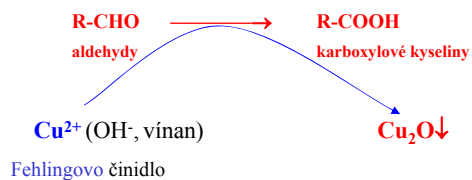


Tollensovo činidlo

## Redoxní reakce aldehydů/ketonů

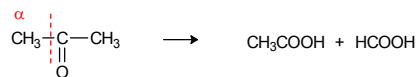
### Aldehydy

- oxidace mírnými oxidačními činidly

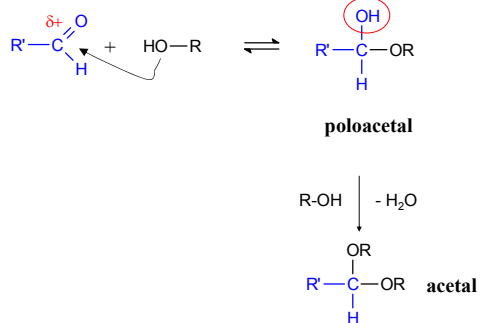


### Ketony redukční vlastnosti nemají

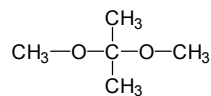
- silná oxidační činidla ( $\text{KMnO}_4$ ) štěpí vazbu C-C mezi karbonylovým a  $\alpha$ -uhlíkem za vzniku dvou molekul karboxylových kyselin



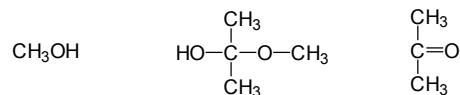
## Adice alkoholu na karbonyl



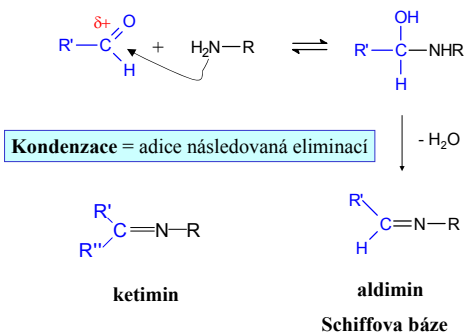
### Typ sloučeniny??



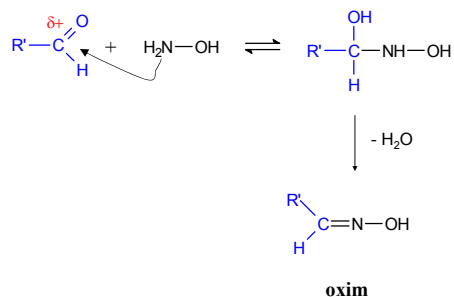
### Co vznikne její hydrolyzou?



## Adice primárních aminů na karbonyl

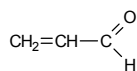
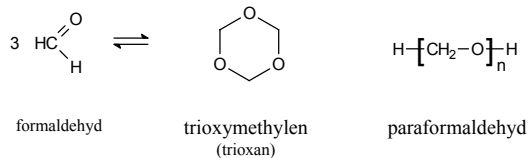


## Adice hydroxylaminu na karbonyl

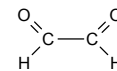


## Polymerace aldehydů

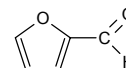
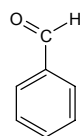
v kyselém prostředí



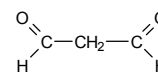
akrolein  
akrylaldehyd  
propenal



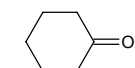
glyoxal  
ethandial



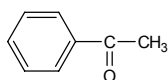
furfural  
fural



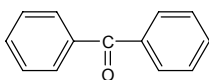
malondialdehyd



cyklohexanon



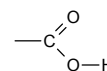
acetofenon  
fenyl(methyl)keton



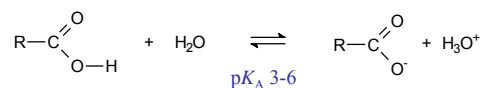
benzofenon  
difenylketon

## Karboxylové kyseliny

• karboxyl



• reakce s vodou



## Nasyčené alifatické monokarboxylové kyseliny

Počet C	Vzorec	Název (triv./syst.)	Sůl
1	HCOOH	<b>mravenčí</b> (methanová)	<b>formiát</b>
2	CH <sub>3</sub> COOH	<b>octová</b> (ethanová)	<b>acetát</b>
3	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	<b>propionová</b> (propanová)	<b>propionát</b>
4	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH	<b>máselná</b> (butanová)	<b>butyrát</b>
5	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	<b>valerová</b> (pentanová)	<b>valerát</b>
12	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> COOH	<b>laurová</b> (dodekanová)	<b>dodekanoát</b>
16	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH	<b>palmitová</b> (hexadekanová)	<b>palmitát</b>
18	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH	<b>stearová</b> (oktadekanová)	<b>stearát</b>

## Nenasycené alifatické monokarboxylové kyseliny

**akrylová** kyselina      CH<sub>2</sub>=CH-COOH  
propenová kyselina  
**akrylát**

**olejová** kyselina      CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sup>9</sup>CH=CH(CH<sub>2</sub>)<sup>7</sup>COOH  
*cis*-oktadec-9-enová  
**oleát**

### Alifatické dikarboxylové kyseliny

Počet C	Vzorec	Název	Sůl
2	HOOC-COOH	<b>šřavelová</b> (ethandiová)	oxalát
3	HOOC-CH <sub>2</sub> -COOH	<b>malonová</b> (propandiová)	malonát
4	HOOC-(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -COOH	<b>jantarová</b> (butandiová)	sukcinát

### Alifatické dikarboxylové kyseliny

Počet C	Vzorec	Název	Sůl
5	HOOC-(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -COOH	<b>glutarová</b> (pentandiová)	glutarát
6	HOOC-(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -COOH	<b>adipová</b> (hexandiová)	adipát
4	HOOC-CH=CH-COOH	<b>fumarová</b> ( <i>trans</i> -butendiová)	fumarát
4	HOOC-CH=CH-COOH	<b>maleinová</b> ( <i>cis</i> -butendiová)	maleinát

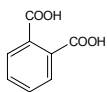
### Aromatické karboxylové kyseliny



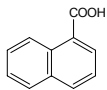
**benzoová**  
benzenkarboxylová  
benzoát



**fenylactová**



**ftalová**  
benzen-1,2-dikarboxylová  
ftalát



**1-naftoová**  
naftalen-1-karboxylová

1-naftoát

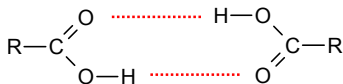
### Mastná kyselina

- alifatická monokarboxylová kyselina, kterou lze získat hydrolyzou přirozených tuků

### Vyšší mastné kyseliny

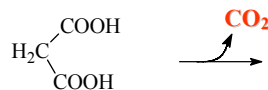
- (více jak 10 uhlíků) rozpustné v roztocích alkalických hydroxidů → soli

### Dimery karboxylových kyselin



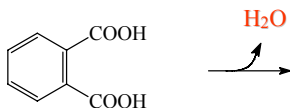
Jak reagují dikarboxylové kyseliny při zahřívání?

- dekarboxylující kyseliny



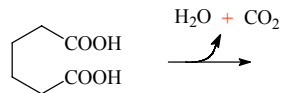
malonová kyselina

- dehydratující kyseliny



ftalová kyselina

- dehydratující a dekarboxylující kyseliny



adipová kyselina

### Funkční deriváty karboxylových kyselin

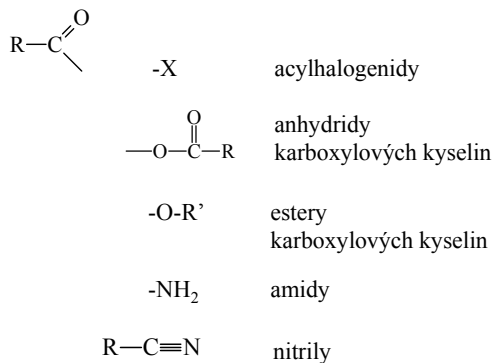
- hydroxyl OH nahrazen jinou funkční skupinou
- jednovazný zbytek kyseliny **acyl**



- zakončení acylu **-oyl**      např. heptanoyl, oleoyl, steraoyl

výjimky:    formyl              sukcinyl  
               acetyl              oxalyl  
               propionyl          benzoyl  
               butyryl             akryloyl

### Typy funkčních derivátů



### Funkční deriváty karboxylových kyselin

- **nejreaktivnější** acylchloridy a anhydridy
- **hydrolyzou** funkčních derivátů vzniká výchozí karboxylová kyselina

### Estery

#### Kyselá hydrolyzá

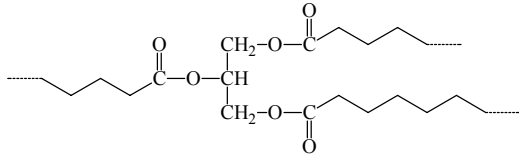


#### Alkalická hydrolyzá (zmýdelnění)



## Estery

- Lipidy (tuky a oleje) - např. **triacylglyceroly**

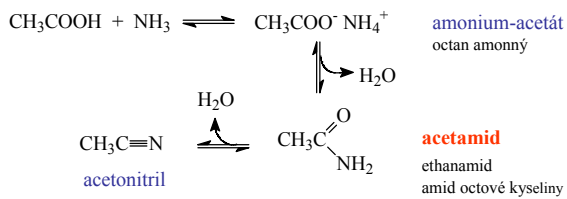


## Amidy

- amid  $R-CO-NH_2$
- N*-alkylamid  $R-CO-NH-R'$
- N,N*-dialkylamid  $R-CO-NR_2'$
- amidová vazba** vazba C-N v seskupení  $-CO-N<$
- peptidová vazba** amidová vazba mezi aminokyselinami v proteinech

## Amidy - vznik

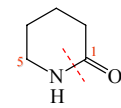
- a) zahříváním kyselin s  $NH_3$  nebo aminy



- b) acylace  $NH_3$  nebo aminů

## Laktamy

- intramolekulární cyklické (vnitřní) amidy
- vznikají ze 4-amino- a 5-aminokyselin

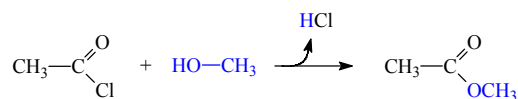


piperidin-2-on

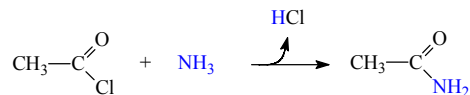
## Acylhalogenidy

- v živých organismech se nevyskytují
- velmi reaktivní, acylační činidla

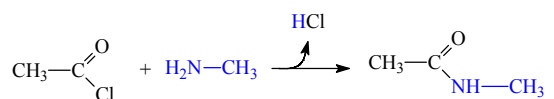
- s alkoholy  $\rightarrow$  **estery**



- s amoniakem  $\rightarrow$  **amidy**

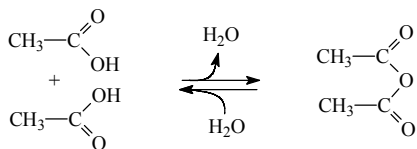


- s aminem  $\rightarrow$  ***N*-alkylamidy**

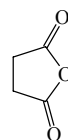


## Anhydridy kyselin

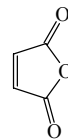
- velmi reaktivní, acylační činidla



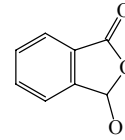
## Intramolekulární cyklické anhydridy



sukcinanhydrid

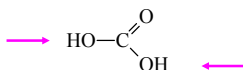


maleinanhydrid

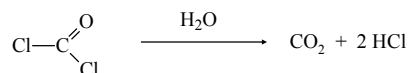
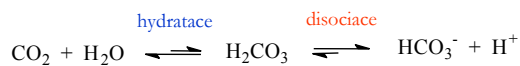


ftalanhydrid

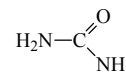
## Deriváty kyseliny uhlíčné



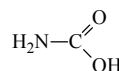
- nestálá kyselina, nelze ji izolovat
- existuje jen ve vodném roztoku



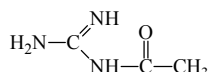
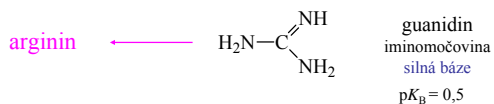
fosgen  
karbonyldichlorid  
dichlorid kyseliny uhlíčné



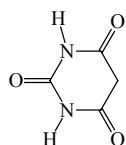
močovina  
urea  
karbamid  
diamid kyseliny uhlíčné



karbamová kyselina  
amid kyseliny uhlíčné  
acyl = karbamoyl



acetylmočovina

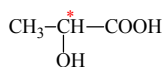


barbiturová kyselina

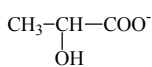
## Substituční deriváty karboxylových kyselin

- náhrada atomu H v uhlovodíkovém zbytku kyseliny funkční skupinou (-X, =O, -NH<sub>2</sub>, -OH)
- možnost vzájemného ovlivňování COOH a funkční skupiny v závislosti na jejich poloze

## Hydroxykyseliny

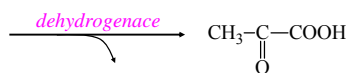


**mléčná kyselina**  
2-hydroxypropanová



**laktát**

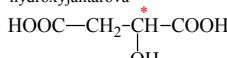
L-laktát - konečný produkt anaerobní glykolýzy  
D,L-laktát - mléčné kvašení (jogurty, kefíry ...)



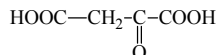
**pyrohroznová kyselina (pyruvát)**  
2-oxopropanová

## jablečná kyselina (malát)

hydroxybutandiová  
hydroxyjantarová

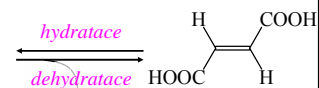


hydrogenace



## oxaloctová kyselina (oxalacetát)

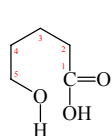
oxobutandiová kyselina



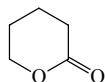
fumarová kyselina

## Laktony

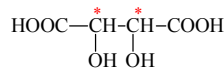
- cyklické (vnitřní) estery
- vznikají intramolekulární esterifikací 4-OH a 5-OH kyselin



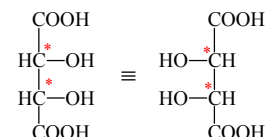
5-hydroxypentanová kyselina



pentano-5-lakton



**vinná kyselina (tartarát)**  
2,3-dihydroxybutandiová  
2,3-dihydroxyjantarová

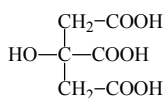


teoreticky  $2^2 = 4$  isomery  
ve skutečnosti 2 antipody

identické isomery (*meso*-forma)  
opticky inaktivní

vínan draselno-sodný

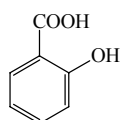
(Seignettova sůl) - součást Fehlingova činidla na důkaz redukujících látek



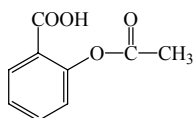
**citronová kyselina (citrát)**  
2-hydroxypropan-1,2,3-trikarboxylová

*in vitro* → nesrážlivost krve (váže  $\text{Ca}^{2+}$ )

acylpyrin, anopyrin, aspirin



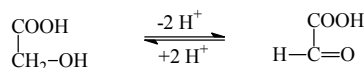
salicylová kyselina  
2-hydroxybenzoová



*o*-acetylsalicylová kyselina

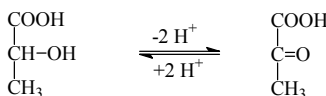
## Oxokyseliny

- vznikají oxidací hydroxykyselin



hydroxyoctová

glyoxalová kyselina  
oxoethanová



mléčná

pyrohroznová (pyruvát)  
2-oxopropanová



