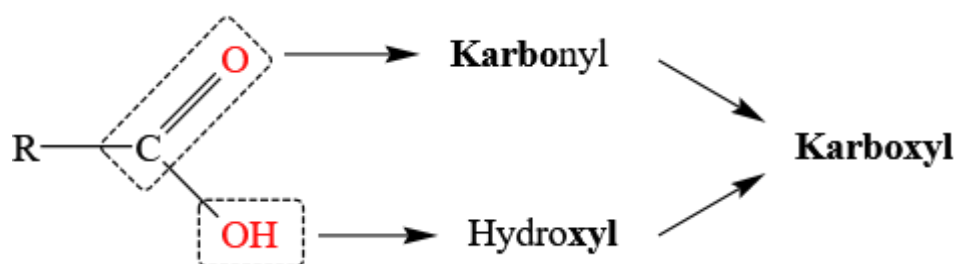


Karboxylové kyseliny

Úvod do karboxylových kyselín

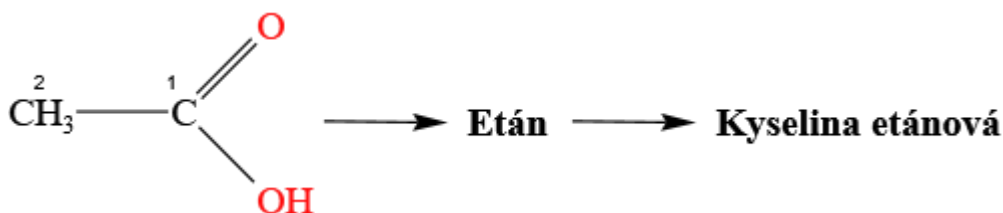
- Tieto kyseliny obsahujú charakteristickú -COOH skupinu
 - Skrátene sa označuje karboxyl
 - V rámci karboxylovej skupiny sa nachádza karbonylová skupina (karbonyl) aj hydroxylová skupina (hydroxyl)
 - ☐ Názov je teda spojením týchto dvoch skupín



- Obečný vzorec karboxylových kyselín je R-COOH
- COOH skupina je polárna skupina
 - Je to kvôli rozdielnym elektronegativitám prvkov v nej
 - V rámci skupiny sa teda vytvárajú kladné a záporné čiastkové náboje
 - ☐ Záporný čiastkový náboj je na oboch kyslíkoch
 - Sú viac elektronegatívne a preto silnejšie priťahujú väzbové e⁻
 - ☐ Kladný čiastkový náboj je potom na uhlíku karboxylovej skupiny a vodíku v hydroxylovej časti karboxylu

Názvoslovie (nomenklatúra)

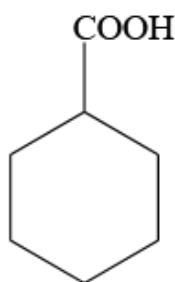
1. Substitučné názvy
 - Spočítame všetky uhlíky v reťazci aj s uhlíkom karboxylovej skupiny
 - ☐ Následne priradíme podľa počtu uhlíkov názov uhľovodíka
 - ☐ Pred uhľovodík doplníme kyselina
 - ☐ K názvu uhľovodíka pridáme príponu -ová



- Pri cyklických uhľovodíkoch spočítame uhlíky a určíme názov uhľovodíka



- ☐ Pred uhl'ovodík doplníme kyselina
- ☐ K názvu uhl'ovodíka pridáme príponu -karboxylová



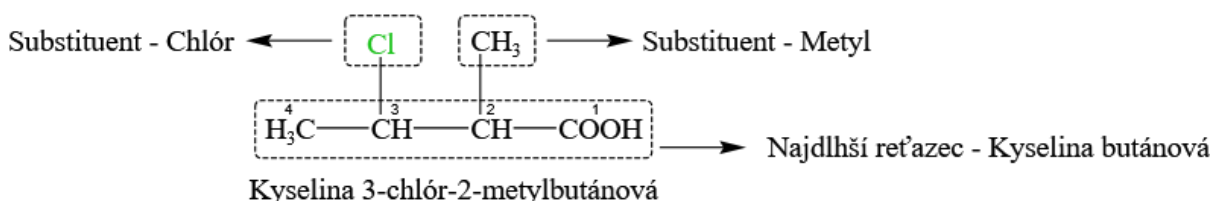
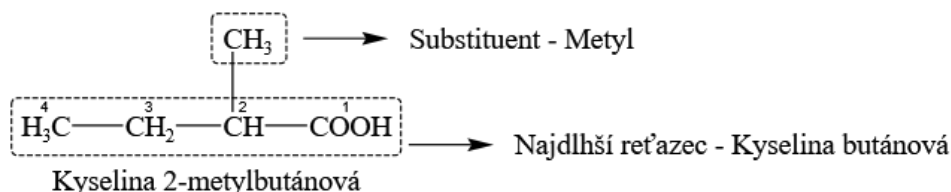
→ **Cyklohexán** → **Kyselina cyklohexánkarboxylová**

2. Triviálne názvy

- Veľa z týchto kyselín má aj triviálne názvy, väčšinou odvodené od toho kde boli prvýkrát izolované
- Napr. kyselina metánová sa označuje triviálne kyselina mravčia

Číslovanie a doplnenie k názvosloviu

- Ako uhlík číslo 1 sa označuje stále uhlík karboxylovej skupiny
- Uhlík číslo 2 je hneď za ním a označuje sa ako α uhlík
- Uhlík číslo 3 je β uhlík, číslo 4 je γ uhlík...
- Ak je reťazec karboxylovej kys. rozvetvený alebo substituovaný
 1. Určíme najdlhší možný reťazec, ktorý obsahuje -COOH skupinu - ten bude základný názov
 - Ostatné časti reťazca berieme za substituenty
 2. V názve sa substituenty uvádzajú pred názvom kyseliny a uvádza sa ich poloha (číslo uhlíka na ktorom sa nachádzajú)
 3. Ak je substituentov viac, uvádzajú sa v abecednom poradí

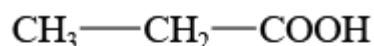


Klasifikácia karboxylových kyselín

1. Podľa počtu karboxylových skupín v molekule
 - Monokarboxylové kyseliny (jednosýtné)
 - Dikarboxylové kyseliny (dvojsýtné)
 - Polykarboxylové kyseliny (trojsýtné)

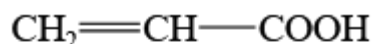
2. Podľa charakteru reťazca

- Nasýtené
 - Iba s jednoduchými väzbami



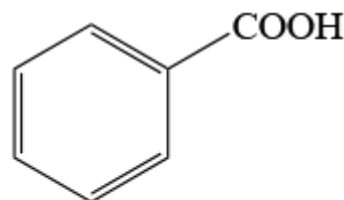
Kyselina propánová
Kyselina propionová (triviálne)

- Nenasýtené
 - Obsahujú aspoň jednu dvojitú väzbu



Kyselina propénová
Kyselina akrylová (triviálne)

- Aromatické
 - Spĺňajú pravidla aromatickosti



Kyselina benzénkarboxylová
Kyselina benzoová (triviálne)

- Vyššie jednosýtné karboxylové kyseliny (s 12 a viac uhlíkmi v reťazci) označujeme za masné kyseliny pretože sú súčasťou lipidov

Vlastnosti karboxylových kyselín

Fyzikálne vlastnosti

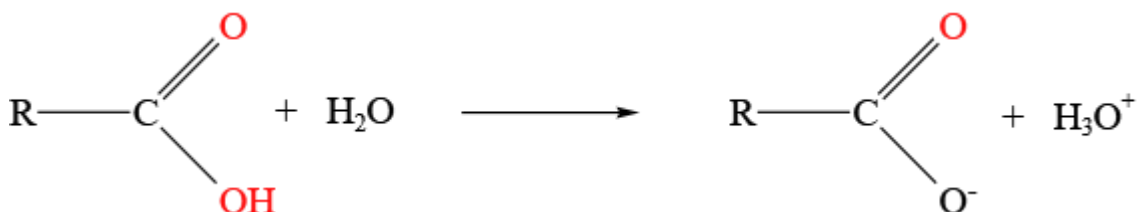
- Nižšie monokarboxylové kyseliny (C1-C6) sú kvapaliny s prenikavým zápachom
 - Neprijemne zapácha napr. kyselina maslová (C4)
- Vyššie karboxylové, dikarboxylové a aromatické KK. sú kryštalické látky
- Karboxylové kyseliny vytvárajú vodíkové mostíky
 - Preto radi vytvárajú diméry
 - 2 KK. sa spoja pomocou vodíkových mostíkov
 - K zodpovedajúcim uhl'ovodíkom majú vyššie teploty varu
 - Vodíkové mostíky zvyšujú bod varu
 - Vytvárajú vodíkové mostíky aj s vodou

- Rozpustnosť karboxylových kyselín je ovplyvnená:
 1. Polárnou -COOH skupinou
 - Je to polárna skupina a teda podporuje rozpustnosť v polárnych rozpúšťadlách ako H₂O
 - Rozpustné vo vode sú práve vďaka tejto polárnej -COOH skupine
 - ☐ Pretože ona vytvára vodíkové mostíky s vodou a to spôsobuje rozpustenie látky
 - Krátke karboxylové kyseliny sú preto rozpustné vo vode
 - ☐ Preváži hydrofilný charakter -COOH skupiny nad hydrofóbnym uhľovodíkovým reťazcom
 2. Nepochárny uhľovodíkovým reťazcom
 - So zvyšujúcou sa dĺžkou reťazca sa rozpustnosť vo vode zmenšuje
 - Uhľovodíkový reťazec je nepolárny a preto je hydrofóbný, bráni rozpustnosti
 - Preto pri dlhších KK. prevládne hydrofóbnosť uhľovodíkoveho reťazca nad hydrofilnosťou polárnej -COOH skupiny

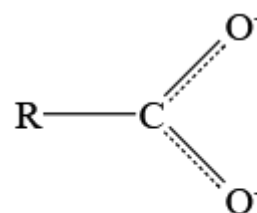
Chemické vlastnosti

Kyslé vlastnosti

- Vo vodných roztokoch karboxylová skupina disociuje a odštiepuje protón
 - Tým určujeme kyslý charakter karboxylových kyselín
 - Vzniká karboxylátový anión



- Karboxylátový anión má rezonančnú štruktúru
 - Väzby sú rovnocenné, rovnako dlhé
 - Záporný náboj na kyslíku je rovnomerne rozložený



Rezonančná štruktúra

- Sú to pomerne slabé kyseliny, sú silnejšie ako H₂CO₃ ale slabšie ako napr. HCl, H₂SO₄, HNO₃

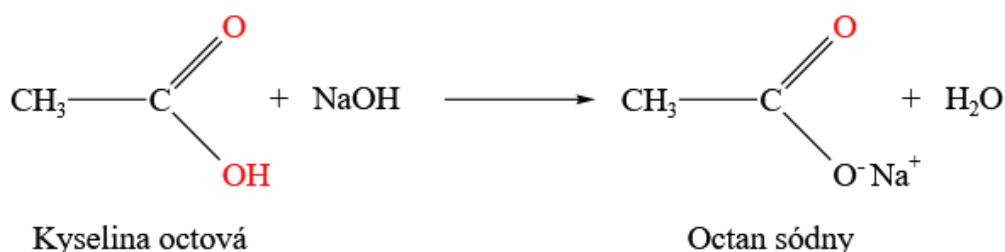
- Podstata kyslosti KK.
 - Karbonylový kyslík ťaha silno k sebe väzbové elektróny
 - ☐ Preto sa vytvára na kyslíku záporný čiastkový náboj
 - ☐ Uhlík má naopak deficit elektrónov a kladný čiastkový náboj
 - Uhlík s kladným čiastkovým nábojom potom polarizuje hydroxylovú -OH skupinu
 - ☐ Z nej sa potom ľahšie odviaže vodíkový kation
 - ☐ To je dôvod prečo sú karboxylové skupiny kyslé
 - ☐ Tiež preto majú karboxylové kyseliny silnejšie kyslé vlastnosti ako príslušné alkoholy
- So zvyšujúcou dĺžkou reťazca sa kyslosť karboxylových kyselín znižuje
 - Je to spôsobené kladným indukčným efektom uhlíkového reťazca
 - ☐ Zvyšuje sa elektrónová hustota na karboxylovom uhlíku a tým sa znižuje polarizácia -OH skupiny
 - Najsilnejšia monokarboxylová kyselina je kyselina metánová (mravčia)
- Viacsýtne KK. sú silnejšie kyseliny ako jednosýtne

Reaktivita

- Sú reaktívne zlúčeniny, ktorých reaktivita vyplýva najmä z prítomnosti karboxylovej skupiny

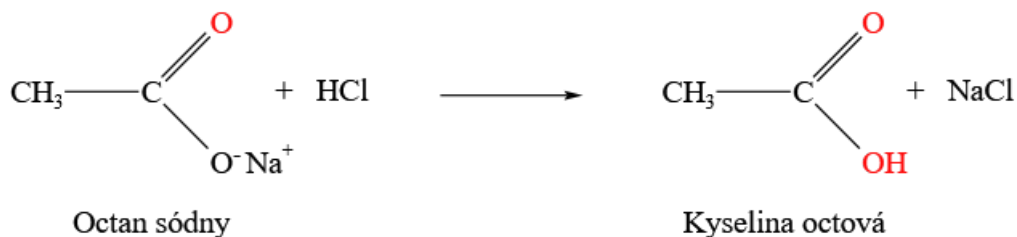
1. Neutralizácia

- Keďže ide o kyseliny podliehajú neutralizačným reakciám so zásadami
- Vznikajú soli karboxylových kyselín



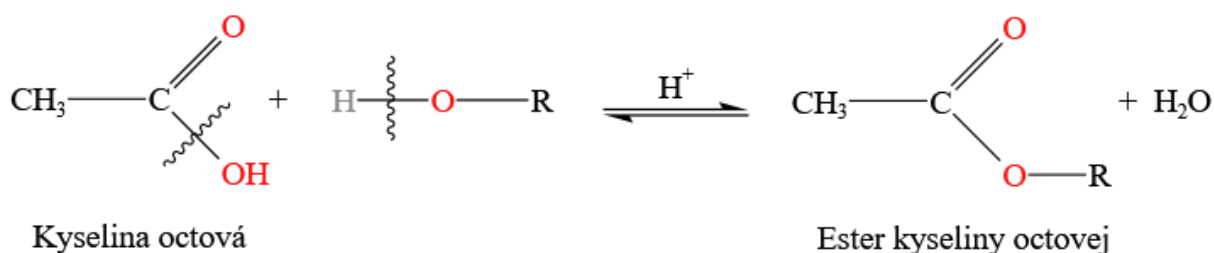
2. Regenerácia karboxylových kyselín

- Pôsobením silných anorganických kyselín na soli karboxylových kyselín sa regenerujú KK a vznikajú soli silnej kyseliny
 - ☐ Soľ sa správa ako zásada a prijíma vodíkový kation
 - ☐ Táto reakcia by ale napr. so slabou H_2CO_3 neprebehla



3. Esterifikácia

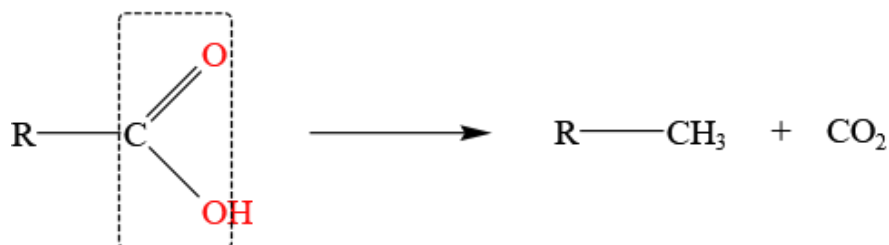
- Je veľmi dôležitá reakcia v biochémií
- Ide o reakciu alkoholu a kyselínou
 - ☐ Vzniká ester a voda
 - ☐ Prebieha za katalýzy kyslého prostredia (napr. H_2SO_4)
- Spätná reakcia sa nazýva kyslá hydrolýza esterov



- Estery sú kvapalné alebo tuhé látky, ktoré medzi sebou nevedia vytvárať vodíkové väzby
- Estery vyšších mastných kyselín a trojsýtného alkoholu glycerolu sa nachádzajú v tukoch a olejoch

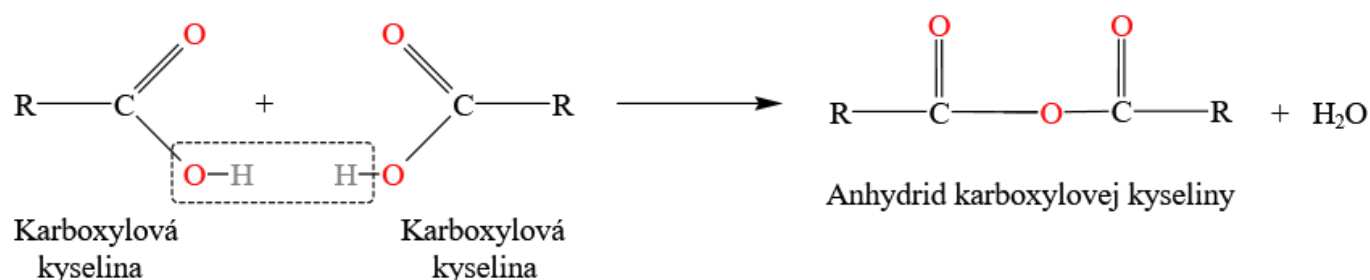
4. Dekarboxylácia

- Je to odštiepenie oxidu uhličitého z molekuly



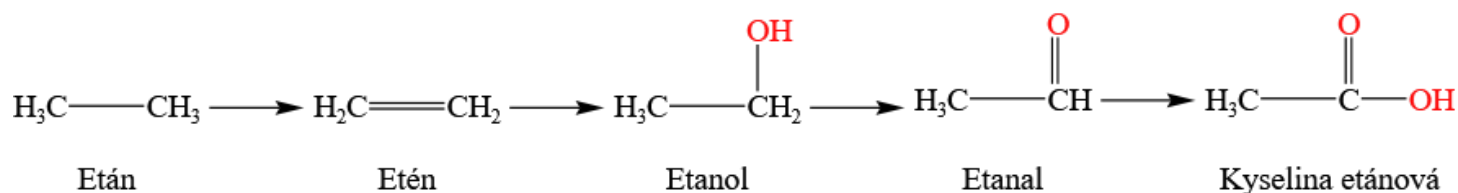
5. Dehydratácia

- Ak reagujú dve karboxylové kyseliny spoločne a pri tom sa odštiepuje voda vznikajú anhydridy



Oxidácia uhlíkov až na karboxylové kyseliny

- Karboxylové kyseliny sú finálnym produktom oxidácie uhlíkov
- Z alkánov najprv vznikajú alkény z nich potom alkoholy, karbonylové zlúčeniny a z nich karboxylové kyseliny

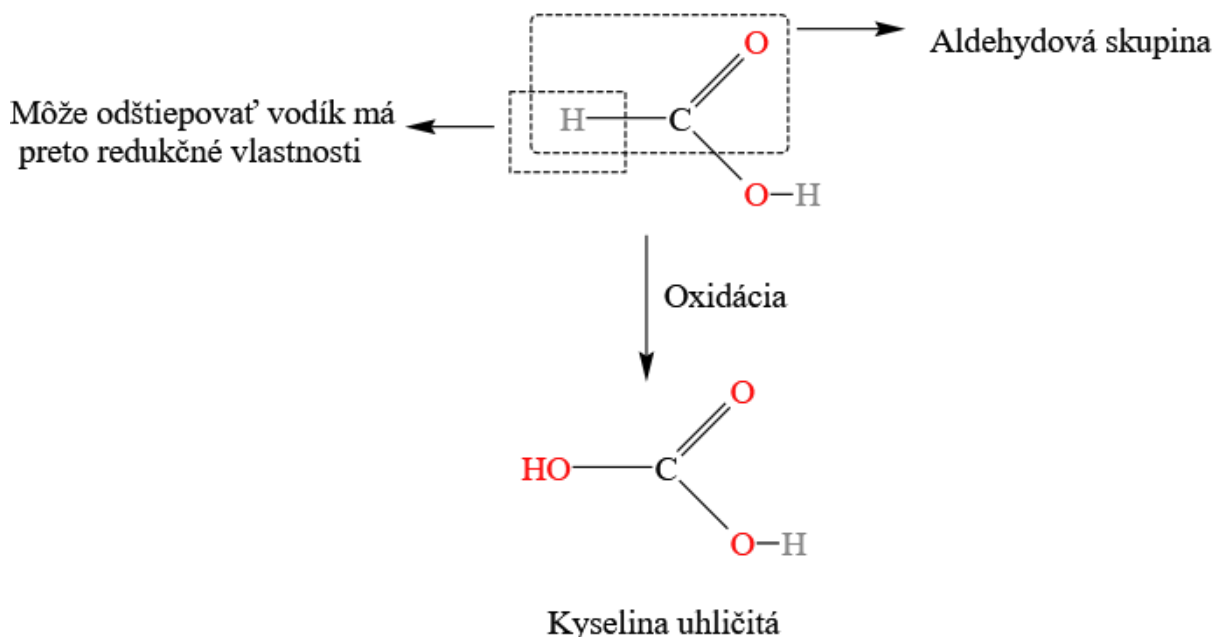


Prehľad monokarboxylových kyselín

Nasýtené monokarboxylové kyseliny (jednosýtné)

1. Kyselina metánová (mravčia)

- Je to bezfarebná kvapalina ostrého zápachu, vyskytuje sa v telách mravcov, komárov ale aj v prírode
- Najjednoduchšia karboxylová kyselina ale patrí aj k najsilnejším KK.
- Má v sebe ako jediná KK. aldehydovú skupinu
 - Preto sa dokáže oxidovať na H_2CO_3
 - Má redukčné účinky
- Vyrába sa oxidáciou metanolu, používa sa potom v textilnom priemysle a na konzervovanie potravín
- Hydroxylátový anión od nej odvodený sa nazýva formiát



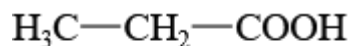
2. Kyselina etánová (octová)

- Je to číra kvapalina štiplavého zápachu
- Nachádza sa aj v octe ako 6-8% roztok
- Vyrába sa z etanolu alebo etanalu oxidáciou
- V metabolizme sa vyskytuje v aktivovanej forme ako acetylkoenzým A
 - Je to jeden z najvýznamnejších metabolitov
- Používa sa v potravinárstve ako konzervačná látka a tiež na výrobu plastov
- Hydroxylátový anión od nej odvodený sa nazýva acetát



Kyselina etánová

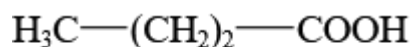
3. Kyselina propánová (propiónová)



Kyselina propánová

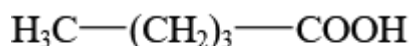
4. Kyselina butánová (maslová)

- Ide o olejovitú kvapalinu s nepríjemným zápachom
- Nachádza sa v máse viazaná esterovou väzbou
 - Pri jeho rozklade sa uvoľňuje a zapácha



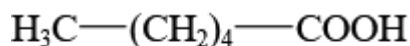
Kyselina butánová

5. Kyselina pentánová (valérová)



Kyselina pentánová

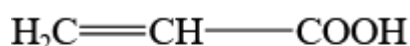
6. Kyselina hexánová (kaprónová)



Kyselina hexánová

Nenasýtené monokarboxylové kyseliny (jednosýtné)

1. Kyselina propénová (akrylová)

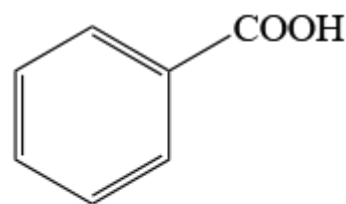


Kyselina propénová

Aromatické monokarboxylové kyseliny (jednosýtné)

1. Kyselina benzénkarboxylová (benzoová)

- Je to biela kryštalická látka, používaná:
 - V potravinárskom priemysle ako konzervačná látka
 - V chemickom priemysle ako východisková látka pre syntézu iných látok

Kyselina benzénkarboxylová
Kyselina benzoová (triviálne)

Prehľad dikarboxylových kyselín

- K názvu sa pridáva prípona -diová
- Mnohé z nich sú dôležité medziprodukty krebsovho cyklu

Nasýtené dikarboxylové kyseliny (dvojsýtné)

1. Kyselina etándiová (oxálová, šťavelová)

- Je najjednoduchšou dvojsýtnou kyselinou
- Nachádza sa v niektorých rastlinách a je toxická



Kyselina etándiová

2. Kyselina propándiová (malónová)



Kyselina propándiová

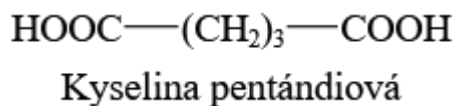
3. Kyselina butándiová (jantárová)



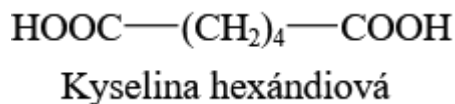
Kyselina butándiová



4. Kyselina pentándiová (glutárová)

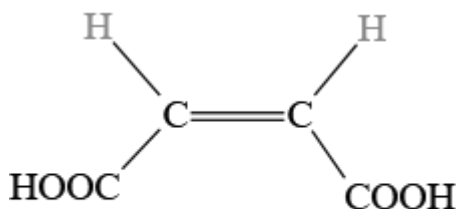


5. Kyselina hexándiová (adipová)

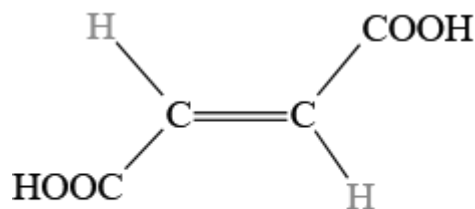


Nenasýtené dikarboxylové kyseliny (dvojsýtne)

1. Kyselina cis-butendiová (maleínová, (Z)-butendiová)



Kyselina maleinová



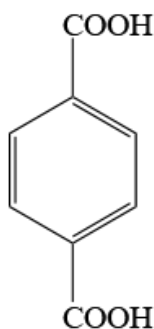
Kyselina fumarová

2. Kyselina trans-butendiová (fumarová, (E)-butendiová)

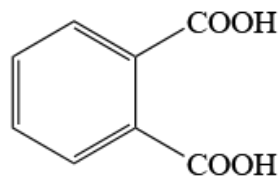
Aromatické dikarboxylové kyseliny (dvojsýtne)

1. Kyselina fťalová

2. Kyselina tereftalová



Kyselina tereftalová



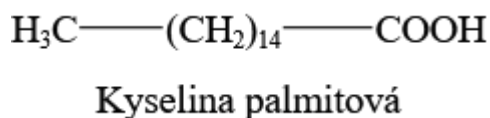
Kyselina fťalová

Prehľad mastných kyselín

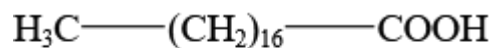
- Mastné kyseliny sú vyššie karboxylové kyseliny (12 a viac uhlíkov)
 - Najčastejšie sa nachádzajú v lipidoch
- Viac popísané v téme lipidy

Nasýtené monokarboxylové kyseliny (jednosýtne)

1. Kyselina palmitová (hexedekánová)



2. Kyselina stearová (oktadekánová)



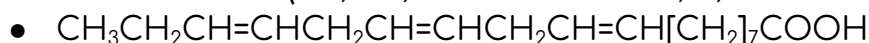
Kyselina stearová

Nenasýtené dikarboxylové kyseliny (dvojsýtne)

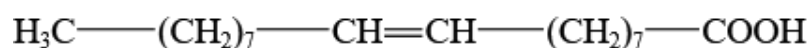
1. Kyselina linolová (cis, cis - oktadeka-9,12-dienová)



2. Kyselina linolénová (cis, cis, cis - oktadeka-9,12,15-trienová)

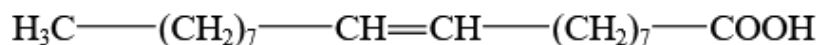
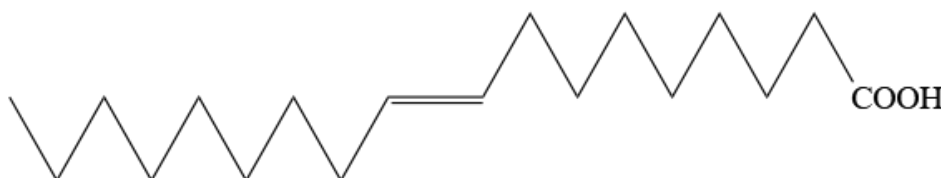


3. Kyselina olejová (cis-oktadek-9-enová)



Kyselina elaidová

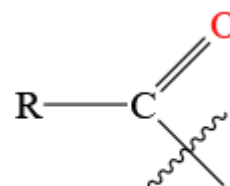
4. Kyselina elaidová (trans-oktadek-9-enová)



Kyselina olejová

Acyly odvodené od karboxylových kyselín

- Ak odštiepime z karboxylovej kyseliny OH skupinu vzniká substituent, ktorý sa nazýva acyl



Acyl

Názvy acylov

1. Systematický

- Príponu -ová nahradíme -oyl
- Kyselina hexanová - hexanoyl

2. Triviálny

- Odvodené od latinských názvov kyselín
- Prípomy -yl

Prehľad acylov

1. Metanoyl (formyl) - od kyseliny metánovej
2. Etanoyl (acetyl) - od kyseliny etánovej
3. Propanoyl (propionyl) - od kyseliny propánovej
4. Butanoyl (butyryl) - od kyseliny butánovej
5. Pentanoyl (valeryl) - od kyseliny pentánovej
6. Hexanoyl (kapronoyl) - od kyseliny hexánovej
7. Palmitoyl (hexadekanoyl) - od kyseliny palmitovej
8. Stearoyl (oktadekanoyl) - od kyseliny stearovej

1. Propenoyl (akryloyl)- od kyseliny propénovej
2. Oleoyl- od kyseliny olejovej
3. Linolyl- od kyseliny linolovej
4. Linolenyl- od kyseliny linolénovej

1. Ethandioyl (oxalyl)- od kyseliny etándiovej
2. Propandioyl (malonyl)- od kyseliny propándiovej
3. Butandioyl (sukcinyl)- od kyseliny butándiovej
4. Pentandioyl (glutaryl)- od kyseliny pentándiovej
5. Hexandioyl (adipoyl)- od kyseliny hexándiovej
6. Butendioyl (maleinyl), (fumaryl)- od kyseliny maleínovej a fumarovej
7. Benzoyl- od kyseliny bezoovej
8. Ftaloyl - od kyseliny ftalovej
9. Tereftaloyl- od kyseliny terftálovej

Zdroje:

1. Souhrnné texty z Chemie, 4.vydání, II.díl, autor - Eva Streblová
2. Chémia pre 2. ročník gymnázia so štvorročným štúdiom a 7. ročník gymnázia s osemročným štúdiom, autori - Jarmila Kmeťová, Marek Skoršepa, Mária Vydrová
3. Chémia v kocke II. pre stredné, autori - Bohumír Kotlík, Květoslava Růžičková
4. Chémia v kocke I. pre stredné, autori - Bohumír Kotlík, Květoslava Růžičková