

## OKRUH 7

### Karboxylové kyseliny

*Pro karboxylové kyseliny je charakteristická přítomnost jedné nebo více karboxylových skupin*

#### Monokarboxylové kyseliny

##### Příprava kyseliny mravenčí z chloroformu a její důkaz

Chemikálie: chloroform -  $\text{CHCl}_3$

hydroxid sodný - 2 M vodný roztok NaOH

dusičnan stříbrný - 2% vodný roztok  $\text{AgNO}_3$

amoniak - koncentrovaný roztok  $\text{NH}_4\text{OH}$

Provedení: Do zkumavky s 0,5 ml chloroformu přidáme 1,5 ml 2 M roztoku hydroxidu sodného. Vytvoří se dvě oddělené vrstvy, protože se chloroform s vodou nemísí. Tuto směs opatrně zahřejeme až zmizí vrstva chloroformu. Ke vzniklému roztoku přidáme několik kapek čerstvě připraveného amoniakálního roztoku dusičnanu stříbrného. Vyloučí se černá sraženina stříbra.

##### Rozklad kyseliny mravenčí

*Pokus provádějte v digestoři!*

Chemikálie: kyselina mravenčí - koncentrovaná  $\text{HCOOH}$

kyselina sírová - koncentrovaná  $\text{H}_2\text{SO}_4$

Provedení: Do zkumavky dáme 1 - 2 ml kyseliny mravenčí a stejné množství koncentrované kyseliny sírové. Zkumavku uzavřeme zátkou s odvodnou trubičkou, která je na konci zúžená, a opatrně zahříváme. Vznikající oxid uhelnatý zapálíme u konce odvodné trubičky.

##### Oxidace kyseliny mravenčí

Chemikálie: kyselina mravenčí - koncentrovaná  $\text{HCOOH}$

kyselina sírová - 2 M vodný roztok  $\text{H}_2\text{SO}_4$

manganistan draselný - 2 M vodný roztok  $\text{KMnO}_4$

vápenná voda - vodný roztok  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Provedení: Do zkumavky dáme 1 - 2 ml kyseliny mravenčí a přidáme 1 - 2 ml 2 M kyseliny sírové a stejné množství čerstvě připraveného 2 M vodného roztoku manganistanu draselného. Zkumavku uzavřeme zátkou se zahnutou odvodnou trubičkou. Konec odvodné trubičky zavedeme do zkumavky s vápennou vodou. Zkumavku s kyselinou opatrně zahříváme. Po krátké chvíli pozorujeme, že se roztok v zahřívané zkumavce odbarvuje a ve zkumavce s vápennou vodou vzniká zákal vyloučeného uhličitanu.

##### Důkaz kyseliny octové

Chemikálie: octan sodný - krystalický  $\text{CH}_3\text{COONa}$

chlorid železitý - 0,1 M vodný roztok  $\text{FeCl}_3$

Provedení: Do zkumavky dáme několik krystalků octanu sodného a přidáme tolik vody, až se rozpustí. Potom přidáme 3 kapky 0,1 M roztoku chloridu železitého. Okamžitě vzniká červené zbarvení. Vzniklý roztok zahřejeme opatrně k varu. Roztok se odbarví a vyloučí se sraženina hydroxidu železitého. Obsah zkumavky necháme vychladnout a pozorujeme, že se sraženina hydroxidu rozpouští a opět se objevuje červené zbarvení roztoku.

### **Příprava mastných kyselin z mýdla**

Chemikálie: mýdlo - 1% vodný roztok

kyselina sírová - 10% vodný roztok  $H_2SO_4$

Provedení: Do zkumavky dáme 2 - 3 ml roztoku mýdla a po kapkách přidáme 10 % kyselinu sírovou. Dojde k rozdělení roztoku na dvě vrstvy. Horní vrstva mastných kyselin po chvíli ztuhne.

### **Tepelný rozklad octanu sodného**

Chemikálie: octan sodný ( $CH_3COONa$ )

nitroprussid sodný

Provedení: Do zkumavky uzavřené zátkou s odvodnou trubičkou vsypeme 2 g octanu sodného, upevníme do stojanu a zahříváme. Jakmile se sůl roztaví a začne hnědnout, zavedeme konec odvodné trubičky do zkumavky s 2 ml vody. Vzniklý aceton je možno dokázat převedením na jodoform. Zkoušku na aceton můžeme provést nitroprussidem sodným v alkalickém prostředí za vzniku červeného zbarvení.

### **Nenasycené kyseliny**

#### **Adice bromu na kyselinu olejovou**

Chemikálie: kyselina olejová ( $C_{17}H_{33}COOH$ )

bromová voda

Provedení: Do zkumavky vlijeme 4 – 5 ml bromové vody, přikapeme několik kapek kys. olejové a protřepeme. Bromová voda se odbarví.

#### **Reakce kyselina olejové s manganistanem draselným**

Chemikálie: roztok manganistanu draselného ( $KMnO_4$ )

kyselina olejová ( $C_{17}H_{33}COOH$ )

Provedení: Do zkumavky vlijeme 4 – 5 ml zásaditého roztoku  $KMnO_4$ , přidáme 2 – 3 kapky kyseliny olejové a protřepeme. Původně fialový roztok přejde do hnědého zbarvení.

#### **Převedení kyseliny olejové na kyselinu ellaidovou**

Chemikálie: kyselina olejová ( $C_{17}H_{33}COOH$ )

zředěná kyselina sírová ( $H_2SO_4$ )

nasycený roztok dusitanu sodného ( $NaNO_2$ )

Provedení: Do zkumavky dáme 2 ml kys. olejové, přidáme 3 ml nasyceného roztoku dusitanu sodného a 0,5 ml zředěné kys. sírové, směs dobře protřepeme a necháme stát. Působením kyseliny dusité přechází kapalná kys. olejová na kys. ellaidovou, pevnou krystalickou látku. Částečné ztuhnutí je patrné až po cca. 20 minutách. Po 1 hodině obsah zkumavky zcela ztuhne.

### **Dikarboxylové kyseliny**

#### **Vznik šťavelanu sodného z mravenčanu sodného**

Chemikálie: mravenčan sodný ( $HCOONa$ )

roztok chloridu vápenatého ( $CaCl_2$ )

Provedení: Do suché zkumavky dáme asi 1 g mravenčanu sodného, zkumavku uzavřeme zátkou s odvodnou trubičkou a zahříváme nad kahanem. Reakcí vznikající vodík lze na konci odvodné trubičky zapálit. Vzniklou kyselinu šťavelovou lze dokázat tak, že po ochlazení rozpustíme obsah

zkumavky v malém množství vody a přilijeme roztok chloridu vápenatého. Vzniká bílá sraženina těžce rozpustného šťavelanu vápenatého, nerozpustného v kys. octové.

### **Rozklad kyseliny šťavelové**

Chemikálie: kyselina šťavelová (COOH)<sub>2</sub>

konc. kyselina sírová (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

Provedení: Do zkumavky uzavřené zátkou s ohnutou odvodnou trubičkou, dáme 1 g kys. šťavelové a přilijeme 1 – 2 ml konc. kys. sírové. Zkumavku upevníme do stojanu a opatrně zahříváme (kyselina šťavelová se rozkládá) až vznikají bublinky plynu. Unikající plyn zavedeme do vápenné vody, vzniká bílý zákal. Po zapálení hoří plyn modrým plamenem, který je charakteristický pro oxid uhelnatý.

### **Oxidace kyseliny šťavelové**

Chemikálie: roztok manganistanu draselného (KMnO<sub>4</sub>)

nasycený roztok kyseliny šťavelové (COOH)<sub>2</sub>

konc. kyselina sírová (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

Provedení: Do zkumavky , uzavřené zátkou s odvodnou trubičkou vlijeme 2 – 3 ml roztoku manganistanu draselného okyseleného kyselinou sírovou a přilijeme 1 – 2 ml nasyceného roztoku kyseliny šťavelové. Zkumavku upevníme ve stojanu a zahříváme. Obsah zkumavky se odbarvuje a unikají bublinky plynu. Vznikající plyn zavedeme do vápenné vody, ve které vzniká bílá sraženina CaCO<sub>3</sub>.

## **Aromatické karboxylové kyseliny**

### **Příprava kyseliny benzoové oxidací toluenu**

Chemikálie: toluen (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> – CH<sub>3</sub>)

5% roztok manganistanu draselného (KMnO<sub>4</sub>)

10% kyselina sírová (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

Provedení: Do zkumavky se 2 – 3 ml přilijeme stejný objem 5% roztoku manganistanu draselného, okyseleného 10% kyselinou sírovou. Směs protřepeme a zahřejeme. Fialová barva směsi zmizí v důsledku oxidace toluenu na kyselinu benzoovou. Po odbarvení roztok za horka zfiltrujeme a ochladíme. Vylučují se bezbarvé krystalky kyseliny benzoové. K pokusu je možno použít o-xylen, ze kterého vzniká kyselina ftalová.

### **Příprava fenolftaleinu**

Chemikálie: ftalanhydrid

kyselina sírová (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

fenol (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH)

ethanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)

10% roztok hydroxidu sodného (NaOH)

Provedení: Ve zkumavce smícháme 0,1 g dobře rozetřeného ftalanhydridu, stejné množství fenolu a 2 – 3 kapky kyseliny sírové. Směs krátce zahřejeme na vařiči. Potom zkumavku ochladíme, přidáme 2 ml ethanolu na rozpuštění fenolftaleinu a několik kapek vzniklého alkoholického roztoku nalijeme do zkumavky s 10% roztokem NaOH. Roztok se zbarví červeně, okyselením zbarvení zmizí.

### **Důkaz kyseliny benzoové**

Chemikálie: kyselina benzoová - krystalická C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH

kyselina octová - 20% roztok  $\text{CH}_3\text{COOH}$

chlorid železitý - 0,1 M vodný roztok  $\text{FeCl}_3$

peroxid vodíku - 30%  $\text{H}_2\text{O}_2$

Provedení: K roztoku 0,2 g kyseliny benzoové ve 3 ml 20% kyseliny octové přidáme několik kapek roztoku chloridu železitého a 1 ml peroxidu vodíku. Zkumavku se směsí zahříváme na vodní lázni a pozorujeme změnu zbarvení roztoku.

## **Aromatické hydroxykyseliny**

### **Rozklad kyseliny mléčné**

Chemikálie: kyselina mléčná ( $\text{CH}_3\text{CHOH-COOH}$ )

kyselina sírová ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

Lugolův roztok

Provedení: Do zkumavky, uzavřené zátkou s ohnutou odvodní trubičkou, vlijeme 0,2 ml kyselina mléčné, 1 ml konc. kyseliny sírové a zahříváme. Odvodní trubičku zavedeme do odbarveného Lugolova roztoku. Podle charakteristického zápachu identifikujeme vznikající jodoform. Dále unikající plyn zapálíme, hoří modrým plamenem charakteristickým po CO. Pokus se lépe daří, zahříváme – li kyselinu mléčnou se zředěnou kyselinou sírovou, proto, že koncentrovaná kyselina sírová převádí acetaldehyd na jeho polymer paraldehyd

### **Reakce kyseliny benzoové a salicyové s bromem a s $\text{FeCl}_2$**

Chemikálie: kyselina salicyová (o-hydroxybenzoová)

kyselina benzoová ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ )

bromová voda

roztok chloridu železitého ( $\text{FeCl}_3$ )

Provedení: 1. Do první zkumavky dáme 1 – 2 ml kyseliny benzoové, do druhé 1 – 2 ml kyseliny salicyové. Do každé zkumavky přidáme 1 – 2 ml bromové vody. Zkumavky s kyselinou salicyovou se odbarví, kdežto kyselina benzoová s bromovou vodou nereaguje.

2. Několik krystalků kyseliny salicyové rozpustíme ve 5 ml vody a přikapeme několik kapek roztoku chloridu železitého. Objeví se fialové zbarvení, dokazující přítomnost fenolického hydroxidu.

### **Acetocetan ethylnatý a jeho oxo- enol tautomerie**

Chemikálie: acetocetan ethylnatý

1% roztok chloridu železitého ( $\text{FeCl}_3$ )

bromová voda

Provedení: Do zkumavky dáme 2 ml vody, 5 – 6 kapek acetocetanu, obsah zkumavky protřepeme a přidáme několik kapek 1% roztoku  $\text{FeCl}_3$ . Objeví se fialové zbarvení, charakteristické pro hydroxylovou skupinu vázanou vazbou  $\text{C} = \text{C}$ . Ke zbarvenému roztoku z předcházejícího pokusu přidáme několik kapek bromové vody. Zbarvení zmizí, protože adicí bromu na vazbu  $\text{C} = \text{C}$  zaniká enol skupina (obsahující hydroxyl). Po několika sekundách (někdy až minuty) se zbarvení znovu objeví, neboť molekuly acetocetanu ethylnatého přešly z keto na enolformu.

### **Zmýdelnění tuků, příprava mýdla ze sádra. Důkaz nenasycených kyselin v tucích a olejích**

Chemikálie: ethanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )

roztok hydroxidu sodného ve vodě 1 : 2 ( $\text{NaOH}$ )

kyselina sírová ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )  
chlorid sodný ( $\text{NaCl}$ )  
chlorid vápenatý ( $\text{CaCl}_2$ )  
octan olovnatý ( $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ )  
bromová voda  
rostlinný olej  
sádlo

**Provedení:** Pro urychlení pokusu provedeme zmýdelnění v ethanolickém prostředí. Do porcelánového kelímku dáme 5 g sádla, 25 ml NaOH 1 : 2 a 5ml ethanolu. Směs zahříváme na vodní lázni. Během varu přidáváme dest. vodu.

- a) Reakce mýdla: část získaného mýdla rozpustíme v 10 ml vody. Po protřepání se utvoří pěna.
- b) Příprava mastných kyselin z mýdla: k části mýdlového roztoku přilijeme zředěnou kys. sírovou do kyselé reakce. Vznikne sraženina mastných kyselin, nerozpustných ve vodě.
- c) K části roztoku přisypeme kryst. NaCl, dojde k vysolení mýdla.
- d) Vznik nerozpustného vápenatého mýdla: k části roztoku chloridu vápenatého, vznikne sraženina nerozpustného vápenatého mýdla.
- e) Vznik olovnaté soli: k části roztoku mýdla přilijeme roztok octanu olovnatého, vznikne sraženina olovnaté soli – olovnatá destička.
- f) Vznik emulze: k roztoku mýdla přilijeme 2 – 3 kapky rostlinného nebo minerálního oleje a silně protřepeme. Vznikne stálá emulze drobně rozptýleného tuku ve vodě.

#### **Důkaz nenasycených kyselin v tucích a olejích**

Do zkumavky vlijeme 4 – 5 ml bromové vody, přidáme 2 – 3 kapky rostlinného oleje a protřepeme.

Dojde k adici bromu a bromová voda se odbarví.