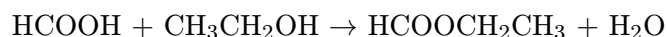


Příloha I – Demonstrační příprava ethyl-formiátu

Ethyl-formiát, ethylester kyseliny mravenčí ($\text{HCOOCH}_2\text{CH}_3$) lze připravit reakcí kyseliny mravenčí s ethanolem v přítomnosti bezvodého chloridu vápenatého, který může fungovat jako Lewisova kyselina a současně odnímá vodu, čímž posunuje reakční rovnováhu ve prospěch esteru. Reakce probíhá velmi snadno, protože kyselina mravenčí je ve srovnání s ostatními karboxylovými kyselinami lepší elektrofil – atom uhlíku karbonylu je stericky méně bráněný a současně více elektrondeficitní.



Chemikálie:

Kyselina mravenčí (98%), ethanol (98%), bezvodý CaCl_2 a 5% vodný roztok Na_2CO_3 .

Pomůcky:

Dvě zkumavky, zátka, chladicí prst (lze nahradit zátkou), Pasteurova pipeta nebo kapátko, stojan na zkumavky a nádoba na vodní lázeň (větší kádinka, hrnec...).

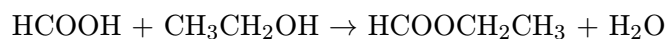
Postup:

- Do zkumavky navážíme **0,5 g** práškového bezvodého chloridu vápenatého, přidáme **1,4 cm³** kyseliny mravenčí a **2,2 cm³** ethanolu.
- Zkumavku zazátkujeme nebo do ústí umístíme chladicí prst. Směs promícháme a zkumavku vložíme na **5 minut** do vodní lázně vyhřáté na cca 60 °C. Během zahřívání směs občas promícháme. Pozorujeme, jak na chladných stěnách zkumavky kondenzuje ester (*t.v.* = 54 °C).
- Přidáme **5 cm³** vody a směs promícháme. Pozorujeme, jak se ve zkumavce oddělují dvě fáze, horní fáze je tvořena vzniklým esterem, který je nemísitelný s vodou (hustota ethyl-formiátu je 0,917 g cm⁻³).
- Pokud chceme demonstrovat i vůni esteru, horní vrstvu ve zkumavce oddělíme pomocí pasteurovy pipety nebo kapátka do druhé zkumavky a protřepeme s několika cm³ 5% vodného roztoku Na_2CO_3 . Při protřepání dojde k neutralizaci zbytkové kyseliny mravenčí. Oddělenou vrstvu esteru odebereme pomocí pasteurovy pipety nebo kapátka. Takto připravený ester je poměrně čistý, obsahuje však vlhkost.

Postup lze modifikovat pro přípravu dalších esterů kyseliny mravenčí s dalšími primárními stericky nebráněnými alkoholy.

Příloha II – Příprava ethyl-formiátu

Ethyl-formiát, ethylester kyseliny mravenčí ($\text{HCOOCH}_2\text{CH}_3$) lze připravit reakcí kyseliny mravenčí s ethanolem v přítomnosti bezvodého chloridu vápenatého, který může fungovat jako Lewisova kyselina a současně odnímá vodu, čímž posunuje reakční rovnováhu ve prospěch esteru. Vznikající ethyl-formiát se z reakční směsi okamžitě oddestilovává. Reakce probíhá velmi snadno, protože kyselina mravenčí je ve srovnání s ostatními karboxylovými kyselinami lepší elektrofil – atom uhlíku karbonylu je stericky méně bráněný a současně více elektrondeficitní.



Chemikálie:

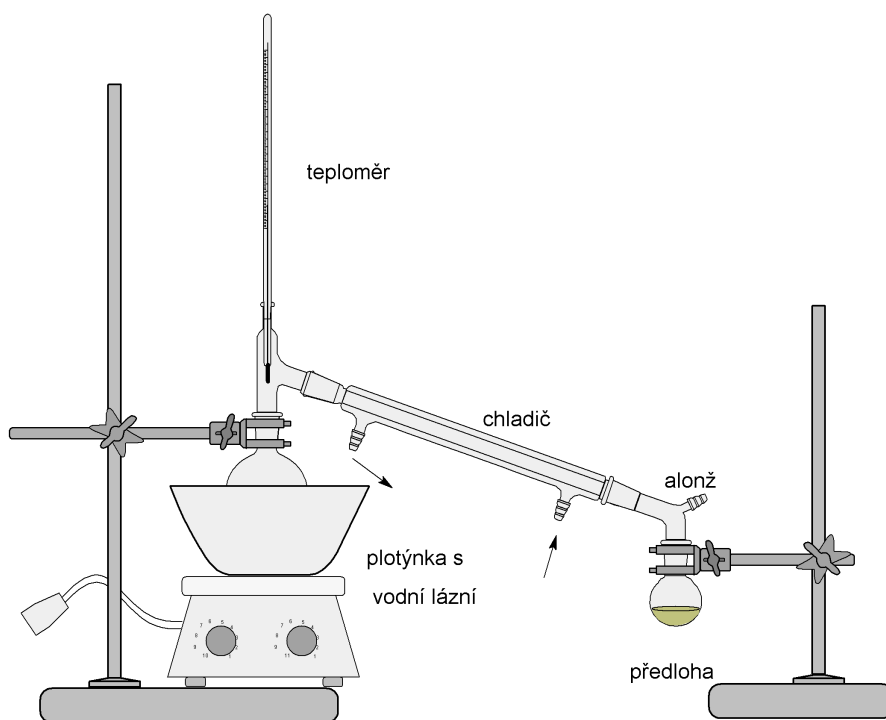
Kyselina mravenčí (98%), ethanol (98%), bezvodý CaCl_2 a nasycený vodný roztok Na_2CO_3 .

Pomůcky:

Destilační aparatury se zábrusy NZ 29 a NZ 14 (destilační nástavec, chladič a alonž), destilační baňky o objemu 100 cm^3 , zábrusový teploměr, vodní lázeň (hrnec, krystalizační miska), elektromagnetická míchačka nebo plotýnkový vařič, odměrný válec, dělicí nálevka, Erlenmeyerova baňka o objemu 100 cm^3 , nálevka a varný kamínek (např. drobný porcelánový střep).

Postup:

- V baňce o objemu 100 cm^3 s kulatým dnem smícháme **14 cm^3** kyseliny mravenčí s **22 cm^3** ethanolu a **$5,0\text{ g}$** bezvodého CaCl_2 . Nezapomeneme do baňky přidat varný kamínek.
- Sestavíme destilační aparaturu dle nákresu na obrázku, zapneme přívod vody a pozvolna zahříváme tak, aby destilovala kapalina při teplotě kolem **55°C** .



- Destilaci ukončíme v okamžiku, kdy v destilační baňce zůstává destilační zbytek o objemu cca **10 cm³**.
- Destilát v předloze obsahuje malé množství vody a kyseliny mravenčí. Kyselinu mravenčí odstraníme protřepáním produktu s **10 cm³** nasyceného vodného roztoku Na₂CO₃ v dělicí nálevce.
- Po oddělení vodné vrstvy vlijeme ester do malé Erlenmeyerovy baňky o objemu 100 cm³ a přisypeme malou lžičku bezvodého CaCl₂, který slouží k vysušení produktu.
- Výsledný surový produkt oddělíme od sušidla filtrací a predestilujeme jej v destilační aparatuře se zábrusy NZ 14.

Použitá literatura:

Návod na reparativní přípravu ethyl-formiátu byl vyvinut Mgr. Radkem Matuškou (Střední průmyslová škola chemická, Brno). Základem byl návod na přímou reakci kyseliny mravenčí s ethanolem bez přítomnosti kyselého katalyzátoru (Vogel, 1974). Reakce však vyžaduje mnoho hodin zahřívání směsi k varu. Zmínky o možnosti využít bezvodý chlorid vápenatý jako katalyzátor a dehydratační činidlo lze nalézt na internetu, nelze však dohledat odkaz na primární zdroj informací (Ethyl formate, 2018). Návod na demonstrační přípravu ethyl-formiátu byl navržen a vyzkoušen autory článku.

Ethyl formate. (28. 6. 2018). in Sciencemadness Wiki. Získáno z: <https://goo.gl/rk7LuT>

Vogel, A. I. (1974). Practical Organic Chemistry (3. opravené vydání). London: Longman.

Informace o nebezpečných vlastnostech použitých látek a pokyny k bezpečnému zacházení

Kyselina mravenčí

Klasifikace kategoriemi nebezpečí podle Nařízení (ES) č. 1272/2008

Hořlavé kapaliny kategorie 3

Akutní toxicita orálně kategorie 4

Akutní toxicita vdechnutí kategorie 3

Žíravost pro kůži kategorie 1A

Výstražný symbol



Signální slovo

Nebezpečí

H-věty

H226 – Hořlavá kapalina a páry

H302 – Zdraví škodlivý při požití

H314 – Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí

H331 – Toxický při vdechování

EUH071 – Způsobuje poleptání dýchacích cest

P-věty

P210 – Chraňte před teplem, horkými povrchy, jiskrami, otevřeným plamenem a jinými zdroji zapálení. Zákaz kouření.

P260 – Nevdechujte prach/ dým/ plyn/ mlhu/ páry/ aerosoly.

P280 – Používejte ochranné rukavice/ ochranný oděv/ ochranné brýle/ obličejový štít.

P304 + P340 + P310 – Při vdechnutí: Přeneste osobu na čerstvý vzduch a ponechte ji v poloze usnadňující dýchání. Okamžitě volejte Toxikologické informační středisko/lékaře.

P305 + P351 + P338 – Při zasažení očí: Několik minut opatrně vyplachujte vodou. Vyjměte kontaktní čočky, jsou-li nasazeny a pokud je lze vyjmout snadno. Pokračujte ve vyplachování.

P370 + P378 – V případě požáru: K uhašení použijte suchou chemikálii nebo písek.

P210 – Chraňte před teplem, horkými povrchy, jiskrami, otevřeným plamenem a jinými zdroji zapálení. Zákaz kouření.

P280 – Používejte ochranné brýle/ obličejový štít.

P305 + P351 + P338 – Při zasažení očí: Několik minut opatrně vyplachujte vodou. Vyjměte kontaktní čočky, jsou-li nasazeny a pokud je lze vyjmout snadno. Pokračujte ve vyplachování.

P337 + P313 – Přetrvává-li podráždění očí: Vyhledejte lékařskou pomoc/ ošetření.

P403 + P235 – Skladujte na dobře větraném místě. Uchovávejte v chladu.

Ethanol

Klasifikace kategoriemi nebezpečí podle Nařízení (ES) č. 1272/2008

Hořlavé kapaliny kategorie 2

Podráždění očí kategorie 2

Výstražný symbol



Signální slovo

Nebezpečí

H-věty

H225 – Vysoce hořlavá kapalina a páry

H319 – Způsobuje vážné podráždění očí.

P-věty

P210 – Chraňte před teplem, horkými povrchy, jiskrami, otevřeným plamenem a jinými zdroji zapálení. Zákaz kouření.

P280 – Používejte ochranné brýle/obličejový štít.

P305 + P351 + P338 – Při zasažení očí: Několik minut opatrně vyplachujte vodou. Vyjměte kontaktní čočky, jsou-li nasazeny a pokud je lze vyjmout snadno. Pokračujte ve vyplachování.

P337 + P313 – Přetrvává-li podráždění očí: Vyhledejte lékařskou pomoc/ ošetření.

P403 + P235 – Skladujte na dobře větraném místě. Uchovávejte v chladu.

Chlorid vápenatý

Klasifikace kategoriemi nebezpečí podle Nařízení (ES) č. 1272/2008

Podráždění očí kategorie 2

Výstražný symbol



Signální slovo

Varování

H-věty

H319 – Způsobuje vážné podráždění očí

P-věty

P305 + P351 + P338 – Při zasažení očí: Několik minut opatrně vyplachujte vodou. Vyjměte kontaktní čočky, jsou-li nasazený a pokud je lze vyjmout snadno. Pokračujte ve vyplachování.

Uhličitan sodný

Klasifikace kategoriemi nebezpečí podle Nařízení (ES) č. 1272/2008

Podráždění očí kategorie 2

Výstražný symbol



Signální slovo

Varování

H-věty

H319 – Způsobuje vážné podráždění očí

P-věty

P305 + P351 + P338 – Při zasažení očí: Několik minut opatrně vyplachujte vodou. Vyjměte kontaktní čočky, jsou-li nasazený a pokud je lze vyjmout snadno. Pokračujte ve vyplachování.

Ethyl-formiát

Klasifikace kategoriemi nebezpečí podle Nařízení (ES) č. 1272/2008

Hořlavé kapaliny kategorie 2

Akutní toxicita orálně kategorie 4

Akutní toxicita vdechnutí kategorie 4

Podráždění očí kategorie 2

Toxicita pro specifické cílové orgány – jednorázová expozice kategorie 3 (dýchací systém)

Výstražný symbol



Signální slovo

Nebezpečí

H-věty

H225 – Vysoce hořlavá kapalina a páry

H302 + H332 – Zdraví škodlivý při požití nebo při vdechování

H319 – Způsobuje vážné podráždění očí

H335 – Může způsobit podráždění dýchacích cest

P-věty

P210 – Chraňte před teplem, horkými povrchy, jiskrami, otevřeným ohněm a jinými zdroji zapálení. Zákaz kouření.

P261 – Zamezte vdechování prachu/ dýmu/ plynu/ mlhy/ par/ aerosolů.

P301 + P312 + P330 – Při požití: Necítíte-li se dobře, volejte Toxikologické informační středisko/lékaře. Vypláchněte ústa.

P305 + P351 + P338 – Při zasažení očí: Několik minut opatrně vyplachujte vodou. Vyjměte kontaktní čočky, jsou-li nasazeny a pokud je lze vyjmout snadno. Pokračujte ve vyplachování.

P370 + P378 – V případě požáru: K uhašení použijte suchou chemikálii nebo písek.

P403 + P235 – Skladujte na dobře větraném místě. Uchovávejte v chladu.