PRAKTICKÉ ÚLOHY Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 51. ročník – školský rok 2014/2015
Celoštátne kolo

Pavol Tarapčík

Maximálne:	**25 bodov**
Doba riešenia: 150 minút	

Téma: Určenie rovnovážnej konštanty tvorby iónu I_3^-

Princíp:

Rovnováhu rozdelenia jódu I_2 medzi organické rozpúšťadlo a vodný roztok ovplyvňuje tvorba trijodidového iónu vo vodnom roztoku, ak sú v ňom prítomné jodidové ióny.

$$I_2 + I^- \rightleftarrows I_3^-$$

Rovnovážna konštanta tejto reakcie sa dá určiť napríklad podľa vplyvu na rozdelenie jódu medzi vodný a organický roztok. Pôvodne sa ako organické rozpúšťadlo použil chlorid uhličitý. Pri vašom experimente použijete oveľa menej škodlivý xylén, pretože CCl_4 je látka s podozrením na karcinogénne účinky a teda sa dnes v škole nesmie používať. Prečítajte si nasledujúci postup a riešenie úlohy, ako bola urobená pri použití CCl_4. Postup musí byť modifikovaný, pretože vlastnosti xylénu sú pre uvedený účel menej priaznivé. Odlišné bude potom aj vyhodnotenie rovnovážnej konštanty zo zadania úlohy. Použite ako pomôcku tu uvedený alternatívny postup vyhodnotenia pre prácu s CCl_4.

Roztok jódu v CCl_4 sa pretrepe s deionizovanou vodou (Prvý pokus). Po dosiahnutí rovnováhy sa fázy oddelia a titráciou tiosíranom sa stanoví koncentrácia jódu v každej z nich.

Roztok jódu sa pretrepe s roztokom 0,1 mol/l KI (Druhý pokus). Vedľajšia reakcia tvorby I_3^- spôsobí zvýšenie koncentrácie jódu vo vodnej fáze a teda aj zmenu rozdeľovacieho pomeru.

(V nasledujúcom opise hranaté zátvorky znamenajú rovnovážne koncentrácie, indexy org =organická fáza, aq = vodná fáza.)

Prvým pokusom sa určí hodnota rozdeľovacej konštanty K_D, pretože sa v oboch fázach vyskytuje len jedna chemická forma jódu:

$$K_D = [I_2]_{org} / [I_2]_{aq}$$

Pri druhom pokuse sa v prítomnosti jodidov vo vodnom roztoku uplatní tvorba trijodidového iónu a vo vodnej fáze budú prítomné dve formy jódu, teda častice I_2 a I_3^-. Rovnováhu vo vodnej fáze charakterizuje rovnovážna konštanta tvorby trijodidu (označuje sa tiež ako konštanta stability trijodidového komplexu)

$$\beta = [I_3^-]_{aq} / [I_2]_{aq} \cdot [I^-]_{aq}$$

Údaje, ktoré sa získajú pri druhom pokuse, umožňujú vypočítať rozdeľovací pomer D a z hodnôt K_D, D a zo známych koncentrácií určíme β:

$$D = c(I_2)_{org} / c(I_2)_{aq}$$

$c(I_2)_{org}$ a $c(I_2)_{aq}$ sa získajú titráciou organickej a vodnej fázy po dosiahnutí rovnováhy pri extrakcii.

$$D = [I_2]_{org} / ([I_3^-]_{aq} + [I_2]_{aq})$$

po dosadení $[I_3^-]_{aq} = \beta \cdot [I_2]_{aq} \cdot [I^-]_{aq}$ a $[I_2]_{aq} = [I_2]_{org} / K_D$ *dostaneme rovnicu **1:***

$$\beta = (K_D / D - 1) / [I^-]_{aq}$$

a ďalej dosadíme $[I^-]_{aq} = c(I^-) - [I_3^-]_{aq}$ *, kde* $[I_3^-]_{aq} = c(I_2)_{aq} - [I_2]_{aq} \approx c(I_2)_{aq}$ *za predpokladu, že* $[I_3^-]_{aq} \gg [I_2]_{aq}$. *Tým dostaneme rovnicu **2:***

$$\beta = (K_D/D - 1)/ (c(I^-) - [I_3^-]_{aq})$$

K_D, D a $[I_3^-]_{aq}$ *sa určia titráciami organickej a vodnej fázy.*

Vo vašej práci budete pri extrakcii používať vždy rovnaké objemy organickej aj vodnej fázy, potom platí

$$D = R / (1 - R)$$

R je výťažok extrakcie „z vodnej fázy do organickej fázy“ (podiel látky v organickej fáze z celkového množstva látky v pokuse)

$R = [I_2]_{org} \ / \ c^o(I_2)$

Titráciou budete zisťovať koncentrácie len v organických fázach. Titráciou pôvodného roztoku jódu v xyléne zistíte $c^o(I_2)$, titráciou podielu xylénovej fázy po extrakcii zistíte $[I_2]_{org}$. Pretože K_D vo vami použitej sústave je veľmi vysoké, nie je možné určiť ho dostatočne presne, lebo $[I_2]_{org} \approx c^o(I_2)$. Preto urobíte experiment s dvomi koncentráciami jodidu, ktorý spôsobí pozorovateľné úbytky jódu z xylénovej fázy. Potom z dvoch rovníc **1** vypočítate konštantu rovnováhy tvorby trijodidu, pričom hodnotu $[I_3^-]_{aq}$ získate z úbytku jódu v organickej fáze, teda $[I^-]_{aq} = c(I^-)_{aq} - (1 - R).\ c^o(I_2)$,.

Potrebné chemikálie:

látka	forma	množstvo
roztok I_2 v xyléne, 0,1 mol dm^{-3}	roztok	50 cm^3
KIO_3, odvážené množstvo na prípravu 500 cm^3 roztoku; $M_r(KIO_3) = 214{,}00$	tuhý	0,3800 g
$Na_2S_2O_3$ (zásobný koncentrovaný roztok 0,5 mol dm^{-3})	roztok	100 cm^3
HCl (1:3)	roztok	50 cm^3
škrobový indikátor	roztok	25 cm^3
asi 0,2 mol dm^{-3} KI s presne známou koncentráciou napísanou na štítku (roztok A)	roztok	50 cm^3
asi 0,4 mol dm^{-3} KI s presne známou koncentráciou napísanou na štítku (roztok B)	roztok	50 cm^3
KI	tuhý	2 g
$NaHCO_3$	tuhý	2 g
xylén		25 cm^3
deionizovaná/destilovaná voda		

Pomôcky:

byreta 25 cm^3, pipeta nedelená 2, 5, 10 (2x), 20, 25 cm^3, (delená - 2 cm^3, ak nie je k dispozícii nedelená pipeta), 10 cm^3 delená pipeta

kadička 250 cm^3, 2x 50 až 100 cm^3, titračná banka 2x 250 cm^3

odmerná banka 2x 500 cm^3, odmerný valec 5 (10) cm^3
skúmavka so zábrusom a zátkou 2x
hodinové sklo 2x, špachtľa, balónik, pH papierik, filtračný papier
sklená tyčinka, kvapkadlá, byretový lievik, lapák, stojan
strička s deionizovanou vodou

Úloha 1: Príprava roztokov

1.1 Príprava roztoku tiosíranu:

Pripravte 500 cm^3 asi 0,025 mol dm^{-3} roztoku $Na_2S_2O_3$ z roztoku koncentrácie 0,5 mol dm^{-3} $Na_2S_2O_3$. Pri zrieďovaní robte laboratórne operácie presne.

1.2 Príprava roztoku jodičnanu draselného:

V liekovke je odvážené množstvo KIO_3 (M = 214,004 g/mol). Rozpustite ho, roztok kvantitatívne preneste do odmernej banky s objemom 500 cm^3 a doplňte po značku destilovanou vodou. Vypočítajte koncentráciu KIO_3 v roztoku.

Úloha 2: Stanovenie presnej koncentrácie roztokov tiosíranu a jódu

2.1 Stanovenie presnej koncentrácie roztoku tiosíranu sodného

Vypočítajte vhodný objem roztoku KIO_3, ktorý treba použiť pri stanovení presnej koncentrácie odmerného roztoku tiosíranu sodného.

Do titračnej banky odmerajte 50 cm^3 destilovanej vody, pridajte po poradí asi 0,5 g KI, 8 cm^3 roztoku kyseliny chlorovodíkovej (1 : 3) a po malých častiach asi 0,5 g $NaHCO_3$. Po skončení „šumenia“ pridajte vypočítaný objem roztoku jodičnanu draselného. Roztok zrieďte asi na 150 cm^3 deionizovanou vodou. Titrujte odmerným roztokom tiosíranu do bledožltého sfarbenia. Pridajte 3 cm^3 škrobového indikátora a dotitrujte do vymiznutia modrého sfarbenia. Titráciu urobte najmenej dvakrát. Vypočítajte koncentráciu pripraveného štandardného odmerného roztoku tiosíranu.

2.2 Stanovenie presnej koncentrácie roztoku jódu v organickej fáze

Do titračnej banky pridajte asi 50 cm^3 destilovanej vody, pipetujte 2,0 cm^3 roztoku jódu v xyléne. Pridajte asi 5 cm^3 xylénu a titrujte roztokom tiosíranu do zmiznutia

farby jódu v organickej fáze. Titráciu urobte najmenej dvakrát. Vypočítajte koncentráciu roztoku jódu.

Poznámka k experimentu:

Pri titrácii prispôsobte postup práce skutočnosti, že reakcia medzi jódom a tiosíranom prebieha vo vodnej fáze (jód z organickej fázy musí difundovať do vodnej fázy). Pri pridávaní odmerného roztoku postupujte opatrne, aby vo vodnej fáze nevznikol nadbytok tiosíranu.

Úloha 3: Stanovenie konštanty tvorby trijodidu

3.1 Distribučný experiment

Experiment A: Do skúmavky so zábrusom dajte 7 cm^3 roztoku jódu v xyléne. Pridajte 7 cm^3 roztoku KI s označením A. Uzavrite a intenzívne pretrepávajte asi 1 minútu. Následne nechajte sústavu v pokoji na rozdelenie fáz.

Experiment B: Rovnaký postup urobte s roztokom KI s označením B.

3.2 Jodometrické stanovenie rovnovážnej koncentrácie roztoku jódu v organickej fáze

Do titračnej banky pridajte asi 50 cm^3 destilovanej vody, pipetujte asi 2,0 cm^3 roztoku jódu v xyléne, ktorý tvorí hornú fázu v distribučnom experimente A. Pridajte asi 5 cm^3 xylénu a titrujte roztokom tiosíranu do zmiznutia farby jódu v organickej fáze. Titráciu urobte najmenej dvakrát. Vypočítajte koncentráciu roztoku jódu **v organickej fáze, ktorá je v rovnováhe s roztokom KI označeným A**. Vypočítajte výťažok extrakcie R_A a distribučný pomer D_A.

Urobte rovnaký pokus ako v predchádzajúcom odseku s použitím organickej fázy z experimentu B. Vypočítajte koncentráciu roztoku jódu **v organickej fáze, ktorá je v rovnováhe s roztokom KI označeným B**. Vypočítajte výťažok extrakcie R_B a distribučný pomer D_B.

3.3 Výpočet rovnovážnej konštanty tvorby trijodidu

Vyplňte potrebné hodnoty v odpoveďovom hárku a vypočítajte rovnovážnu konštantu tvorby trijodidu.

PRAKTICKÁ ČASŤ – ORGANICKÁ SYNTÉZA

Chemická olympiáda – kategória A – šk. rok 2014/15
Celoštátne kolo

Matej Žabka, Martin Putala

Maximálne 15 bodov
Doba riešenia: 210 minút, z toho 60 minút zahrievanie reakčnej zmesi

Bázická hydrolýza etylesteru kyseliny fenyloctovej

Estery je možné hydrolyzovať v kyslom aj bázickom prostredí. Kyslá hydrolýza je rovnovážna reakcia a jej smer možno ovplyvniť relatívnou koncentráciou vody a alkoholu. Na rozdiel od kyslej hydrolýzy je však bázická hydrolýza nevratná reakcia. Na reaktivitu pri takomto type hydrolýzy majú okrem fyzikálno-chemických parametrov (teplota, koncentrácia bázy) vplyv aj substituenty naviazané na východiskový ester. Vašou úlohou je pomocou bázickej hydrolýzy pripraviť kyselinu fenyloctovú z jej etylesteru.

Materiál a pomôcky:

50 ml a 100 ml slzovitá banka so zábrusom, 50 ml a 100 ml kadička, 50 ml Erlenmeyerova banka so zábrusom a zátkou, 50 ml a 10 ml odmerný valec, Petriho miska, Pasteurove pipety, savička, 50 ml oddeľovací lievik, spätný chladič, Liebigov chladič, teplomer, vodný kúpeľ, sklenená tyčinka, lievik, odsávacia banka, manžeta, sklenená frita, magnetické miešadlo, filtračný papier, filtračný lievik, hadice, svorky, lapáky, kruh, 2 stojany, pinzeta, lyžička, liekovka, magnetické miešadielko, nožnice, indikátorové papieriky, ochranné okuliare, ochranné rukavice, UV lampa (v laboratóriu), nádoby na organický odpad a na použitý acetón (v laboratóriu).

Chemikálie

chemikália, obal, umiestnenie	H-veta*	P-veta*
etylester kyseliny fenyloctovej, v označenej uzavretej liekovke na stole	-	-
vodný roztok NaOH, c = 3,0 mol.dm^{-3} v sklenej fľaši v digestore	314	280, 305/351/338, 310

10 % vodný roztok kyseliny chlorovodíkovej, v sklenej fľaši v digestore	315	261, 305/351/338
zmes hexán:etyl-acetát 3:1 na TLC, v sklenej fľaši v digestore	kombinácia viet pre benzín lekárenský a etyl-acetát	
hexány, v pôvodnej sklenej fľaši označenej ako **benzín lekárenský** **, v digestore	225, 304, 315, 336, 361, 373, 411	210, 261, 273, 281, 301/310, 305/351/338
etyl-acetát (len ako súčasť eluenta pre TLC)	225, 319, 336	210, 261, 305/351/338
***terc*-butylmetyléter (TBME),** v sklenej fľaši pre spoločné použitie na stole	225, 315	210
bezvodý síran sodný, v pôvodnej zásobnej fľaši v digestore	-	-

* - zdroj: karty bezpečnostných údajov na http://www.sigmaaldrich.com

** - zdroj: karty bezpečnostných údajov na http://www.mikrochem.com

Výstražné upozornenia (H-vety)

H 225 Vysoko horľavá kvapalina a pary.

H 304 Pri požití a vniknutí do dýchacích ciest môže spôsobiť smrť.

H 314 Spôsobuje ťažké poleptanie kože a poškodenie očí.

H 315 Dráždi kožu.

H 319 Spôsobuje vážne podráždenie očí.

H 336 Môže spôsobiť ospalosť alebo závraty.

H 361 Podozrenie na poškodenie plodnosti alebo plodu v tele matky.

H 373 Môže spôsobiť poškodenie orgánov pri dlhšej alebo opakovanej expozícii.

H 411 Jedovatý pre vodné organizmy, s dlhodobými účinkami.

Bezpečnostné upozornenia (P-vety a ich kombinácie)

P 210 Uchovávajte mimo dosahu tepla/iskier/otvoreného ohňa/horúcich povrchov. Nefajčite.

P 261 Zabráňte vdychovaniu prachu/dymu/plynu/hmly/pár/aerosólov.

P 273 Zabráňte uvoľneniu do životného prostredia.

P 280 Noste ochranné rukavice/ochranný odev/ochranné okuliare/ochranu tváre. Zabráňte uvoľneniu do životného prostredia.

P 281 Používajte predpísané osobné ochranné prostriedky.

P 301/310 PO POŽITÍ: Okamžite volajte NÁRODNÉ TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÉ CENTRUM alebo lekára.

P 305/351/338 PO ZASIAHNUTÍ OČÍ: Niekoľko minút ich opatrne vyplachujte vodou. Ak používate kontaktné šošovky a ak je to možné, odstráňte ich. Pokračujte vo vyplachovaní.

P 310 Okamžite volajte NÁRODNÉ TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÉ CENTRUM alebo lekára.

Postup:

Do 50 ml slzovitej banky, upevnenej na stojane, preneste 1,00 g etylesteru kyseliny fenyloctovej (zvyšnú kvapku nechajte v liekovke ako štandard pre TLC). Potom prilejte 10 ml 3 M vodného roztoku NaOH a pridajte magnetické miešadielko. Na banku nasaďte spätný chladič, ktorý upevnite druhým lapákom a zapojte chladenie (s prúdením vody vzostupne). Banku potom umiestnite tesne nad magnetické miešadlo (pozor, bankou neťuknúť o miešadlo!) a zahrievajte na vzdušnom kúpeli tak, aby reakčná zmes vrela 1 hodinu (vzdušný kúpeľ).

Po tejto dobe vypnite zahrievanie, zdvihnite aparatúru a nechajte zmes ochladiť na laboratórnu teplotu. Po ochladení banku ponorte do kúpeľa so studenou vodou a Pasteurovou pipetou opatrne prikvapkajte 10 % vodný roztok HCl až do pH = 2. Vypadnutú tuhú látku potom odsajte za zníženého tlaku a premyte malým množstvom hexánov, pričom filtrát zachytávajte do prázdnej odsávacej banky.

Pripravte si aparatúru na extrakciu a získaný filtrát prelejte do 50 ml oddeľovacieho lievika. Potom do lievika nalejte 15 ml *terc*-butylmetyléteru a zmes pretrepte niekoľko krát. Vodnú vrstvu vypustite do kadičky. Oddelenú organickú fázu (hustota organickej vrstvy je menšia ako hustota vodnej vrstvy) vylejte do Erlenmeyerovej banky. Vodnú vrstvu vráťte naspäť do oddeľovacieho lievika a opakujte extrakciu s ďalšími 15 ml *terc*-butylmetyléteru.

Obidve získané organické fázy spojte a pridajte bezvodý Na_2SO_4 do vyčírenia roztoku za občasného premiešania. Banku udržujte uzavretú zátkou. Potom sušidlo odfiltrujte cez skladaný filter a premyte ho čistým *terc*-butylmetyléterom, pričom filtrát zachytávajte do 100 ml slzovitej banky, do ktorej pridajte magnetické miešadielko.

Pripravte si aparatúru na destiláciu: banku s filtrátom uchyťte do lapáku na stojane, nasaďte Liebigov chladič, teplomer, na zachytávanie destilátu použite opláchnutú použitú 50 ml banku (s prúdom vody proti smeru prúdiacich pár) a rozpúšťadlo oddestilujte na horúcom vodnom kúpeli. Po oddestilovaní rozpúšťadla vypnite zahrievanie a destilačnú banku s produktom nechajte otvorenú stáť 5 minút v digestóriu, aby sa odparilo zvyškové rozpúšťadlo.

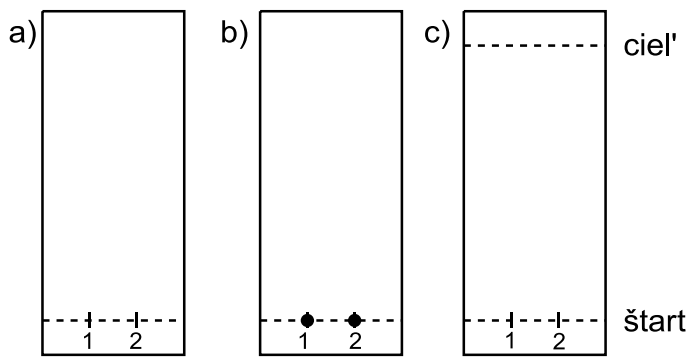
Kryštalizácia produktu:

Po ochladení do banky s destilačným zvyškom pridajte predtým odfiltrovaný produkt a na banku nasaďte spätný chladič. Chladič upevnite druhým lapákom a zapojte chladenie (s prúdením vody vzostupne). Pridajte malé množstvo hexánov (cca 5 ml) pomocou Pasteurovej pipety a zmes miešajte a zahrievajte na vriacom vodnom kúpeli do rozpustenia tuhej látky. V prípade potreby prikvapkávajte ďalšie množstvo hexánov. Po rozpustení vypnite zahrievanie a miešanie, vyberte banku z kúpeľa, uchyťte ju do lapáka na stojane a nechajte ochladiť na laboratórnu teplotu. Vypadnuté kryštály odsajte za zníženého tlaku (vodnú vývevu vypínajte až po odpojení odsávacej banky). Z produktu pinzetou vyberte magnetické miešadielko, potom produkt preneste na dopredu odvážený a označený filtračný papier, po vysušení produkt odvážte a odovzdajte.

Tenkovrstvová chromatografia:

Malé množstvo vzorky produktu sa prenesie do prázdnej liekovky. Vzorka produktu v jednej a východiskovej látky v druhej liekovke sa rozpustí v malom množstve *terc*-butylmetyléteru (približne 1 ml čo zodpovedá jednej dávke Pasteurovou pipetou). Na TLC platničku sa narysuje ceruzkou opatrne čiara (aby sa nepoškodil jej povrch) 1 cm od spodného okraja (obr. a)). Pipetkou sa nanesie vzorka produktu (číslo 1) a východiskového esteru (číslo 2) (obr. b). 50 ml kadička sa použije ako vyvíjacia komôrka: naleje sa do nej zmes hexány:etyl-acetát (3:1) do výšky 0,5 cm, platnička sa opatrne vloží pinzetou do komôrky a zakryje sa Petriho miskou. Keď rozpúšťadlo vystúpi asi 1 cm pod horný okraj, platnička sa vyberie z komôrky a čiarou sa označí, pokiaľ vystúpilo rozpúšťadlo (obr c)). Platnička sa nechá samovoľne usušiť. Vo svetle UV lampy vyznačte okraje škvŕn reaktantov a produktu. Pre každú látku vypočítajte jej R_F hodnotu:

$$R_F = \frac{\text{vzdialenosť (štart-stred škvrny) v cm}}{\text{vzdialenosť (štart-cieľ) v cm}}$$



Obrázok 1: Tenkovrstvová chromatografia (TLC).

Na vyvolanú platničku napíšte ceruzkou štartovné číslo a odovzdajte ju dozoru.

Poznámky

Počas celej práce používajte ochranné okuliare! Ak nosíte vlastné okuliare, tie na ochranu Vašich očí postačia. Pri práci používajte tiež ochranné rukavice. Pri výpočtoch používajte nasledovné relatívne atómové hmotnosti:

$A_r(C) = 12$, $A_r(H) = 1$, $A_r(O) = 16$

Výsledky uvádzajte na primeraný počet platných číslic.

Teplota varu *terc*-butylmetyléteru je 55 °C, zmesi hexánov 65 °C.

Úloha 1 (10 b)

a) Uveďte hmotnosť získaného produktu v g.

b) Uveďte R_F hodnoty pre východiskový ester a váš produkt.

c) Z vášho produktu bude zmeraná a hodnotená tiež teplota topenia.

Úloha 2 (0,4 b)

Napíšte celkovú rovnicu bázickej hydrolýzy etylesteru kyseliny fenyloctovej a tiež rovnicu neutralizácie produktu tejto hydrolýzy s roztokom kyseliny chlorovodíkovej pri spracovaní reakčnej zmesi.

Úloha 3 (0,7 b)

a) Určte, ktorá východisková látka je limitujúca pre rozsah reakcie.

b) Vypočítajte teoretický výťažok produktu v g.

c) Vypočítajte experimentálny výťažok produktu v %.

Úloha 4 (1,2 b)

a) Priraďte ^{1}H NMR spektrá produktu a východiskovej látke a priraďte signály v nich jednotlivým atómom vodíka:

Spektrum **A**: ^{1}H-NMR (300 MHz, $CDCl_3$): δ 11,61 (s, 1H), 7,35 - 7,28 (m, 5H), 3,65 (s, 2H).

Spektrum **B**: ^{1}H-NMR (300 MHz, $CDCl_3$): δ 7,34 - 7,26 (m, 5H), 4,14 (kv, J = 7,2 Hz, 2H), 3,60 (s, 2H), 1,24 (t, J = 7,2 Hz, 3H).

Použité skratky: s – singlet, t – triplet, kv – kvartet, m – mulitplet.

b) Ako by ste pomocou ^{1}H NMR rozlíšili etylester kyseliny fenyloctovej a benzylester kyseliny propánovej?

c) Ako by ste pomocou IČ rozlíšili východiskový ester a produkt?

Úloha 5 (1,2 b)

a) Napíšte mechanizmus bázickej hydrolýzy etylesteru kyseliny fenyloctovej.

b) Prečo je bázická hydrolýza nevratná reakcia?

c) Napíšte štruktúry produktov, ak by ste použili východiskový ester značený ^{18}O na alkoxylovom kyslíku. Na akej pozícii po reakcii by ste očakávali takto označený atóm?

d) Napíšte štruktúry produktov, ak by ste v reakcii použili $Na^{18}OH$ v $H_2{}^{18}O$.

Úloha 6 (0,9 b)

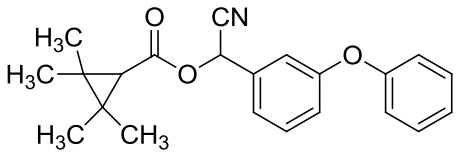
a) Napíšte štruktúru produktu **C**, ktorý vznikne zahrievaním etylesteru kyseliny fenyloctovej so silnou bázou bez prítomnosti vody a priraďte signály jednotlivým atómom vodíka v jeho ^1H NMR spektre.

^{1}H-NMR (300 MHz, $CDCl_3$): δ 7,33 - 7,23 (m, 10H), 4,47 (s, 1H), 4,21 (kv, *J* = 7,0 Hz, 2H), 3,71 (s, 2H), 1,20 (t, *J* = 7,0 Hz, 3H).

b) ^{13}C NMR spektrum obsahuje 14 signálov, z ktorého má najvyšší posun signál pri 206 ppm. Priraďte tento signál.

Úloha 7 (0,6 b)

Insekticíd fenpropatrín hydrolyzuje v bázickom prostredí (vodný roztok NaOH) za vzniku 3 produktov **D** - **F**. Napíšte ich štruktúru.



fenpropatrín

Autori: RNDr. Pavol Tarapčík, CSc., Matej Žabka, doc. RNDr. Martin Putala, PhD.
Vedúci autorského kolektívu: doc. Ing. Ján Reguli, CSc.
Recenzenti: Ing. Elena Kulichová, Doc. RNDr. Peter Magdolen PhD., Mikuláš Bartal
Slovenská komisia chemickej olympiády
Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2015