PRAKTICKÉ ÚLOHY Z ANALYTICKEJ CHÉMIE

Chemická olympiáda – kategória A – 51. ročník – školský rok 2014/15
Domáce a školské kolo

Pavol Tarapčík

Praktická činnosť v študijnom/školskom kole CHO je zameraná na laboratórne operácie súvisiace s odmernou analýzou, od prípravy roztokov, cez vykonanie titrácie až po spracovanie výsledku a tiež na pochopenie jednotlivých javov prebiehajúcich pri takejto činnosti.

V rámci tohto kola treba precvičiť výpočet výsledku analýzy pri priamom a spätnom odmernom stanovení. Zároveň treba uvádzať a používať namerané a vypočítané hodnoty korektným spôsobom. Treba sa preto venovať aj práci s číslami.

Študijná časť

Maximálne 50 bodov Doba riešenia: bez časového obmedzenia

Preštudujte si všeobecné základy odmernej analýzy, teda: postupy merania hmotnosti a objemu, techniku práce s odmerným sklom, vlastnosti chemických reakcií využiteľných v tejto oblasti, spôsoby určovania bodu ekvivalencie, aké chemické reakcie sa využívajú pri hlavných typoch odmernej analýzy, referenčné (základné) látky. Tieto informácie nájdete v učebniciach a príručkách analytickej chémie.

Odporúčaná literatúra:

M. Čakrt a spol.: *Praktikum z analytickej chémie*, Bratislava, Alfa, 1989.

A. Hercegová a kol.: *Praktikum z analytickej chémie*, Bratislava, STU, 2011.

Projekt VIZLAB, ktorý obsahuje mnoho užitočných informácií o práci v analytickom laboratóriu, je dostupný na stránke http://www.analytika.sk

J. Garaj, Z. Hladký, J. Labuda: *Analytická chémia I*, Bratislava, STU, 1996.

P. Tarapčík a kol.: *Zbierka príkladov z analytickej chémie*, Bratislava, STU, 1995.

Skriptá z Analytickej chémie I a II, a Bratislava, STU, 1996, upravené do elektronickej podoby sú k dispozícii na webovej stránke Ústavu analytickej chémie FCHPT STU http://www.chtf.stuba.sk/kalch/eAC.php. Na tejto stránke je zároveň aj elektronická forma zbierky príkladov z analytickej chémie.

Úloha 1 (50 bodov)

STANOVENIE ŽELEZA – túto úlohu riešte ako prípravnú – študijnú

Železo je jedným z najdôležitejších prvkov, pretože podporuje životné funkcie v ľudskom organizme. Jeho nedostatok môže spôsobiť anémiu, ktorá sa zvyčajne lieči tak, že sa do organizmu dodáva Fe(II) v podobe liekov. Liečivé účinky železitých zlúčenín sú v tomto prípade podstatne menšie.

Železnaté soli sú pomerne silné redukovadlá a možno ich ľahko oxidovať na soli železité. Preto na kontrolu kvality niektorých liekov treba používať samostatné metódy na stanovenie Fe^{2+} a na Fe^{3+}, ako aj metódy na stanovenie celkového množstva železa. V tejto úlohe uvidíme, ako možno riešiť tento problém.

1. Pred stanovením celkového množstva železa vo vzorke sa zlúčeniny železa obvykle premenia na železnaté zlúčeniny alebo na železité zlúčeniny. S použitím štandardných redoxných potenciálov uvedených v tabuľke určte, ktoré z daných oxidovadiel môže za štandardných podmienok oxidovať Fe^{2+} na Fe^{3+}. Napíšte chemické rovnice zodpovedajúcich reakcií v iónovom tvare.

oxidovaná forma	redukovaná forma	$E°$ / V
Fe^{3+}	Fe^{2+}	+0,77
HNO_3	NO (+H_2O)	+0,96
H_2O_2 (+H^+)	H_2O	+1,77
I_2	I–	+0,54
Br_2	Br–	+1,09

(2 b)

2. Po oxidácii železa na Fe^{3+} možno celkový obsah železa stanoviť vyzrážaním Fe^{3+} vo forme $Fe(OH)_3$, žíhaním previesť hydroxid na oxid Fe_2O_3 a tento nakoniec odvážiť.

a) Vypočítajte hodnotu pH vo vodnom roztoku $FeCl_3$ s koncentráciou 0,010 mol dm^{-3}. Predpokladajte pritom, že kation $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$ sa správa ako jednosýtna kyselina, ktorej konštanta kyslosti má hodnotu K_a = 6,3.10^{-3}. Neuvažujte prítomnosť chlorokomplexov.

(5 b)

b) Vypočítajte hodnotu pH, ktorá je potrebná nato, aby sa z roztoku tejto železitej soli začal zrážať $Fe(OH)_3$. Neuvažujte prítomnosť hydroxokomplexov, resp. uvažujte tvorbu hydroxokomplexu, ako je uvedená v úlohe 2a.

Súčin rozpustnosti $Fe(OH)_3$ je $K_s = 6{,}3.10^{-38}$.

(9 b)

c) Vypočítajte hodnotu pH, pri ktorej sa zo 100,0 cm^3 roztoku 0,010 mol dm^{-3} $FeCl_3$ úplne vyzráža $Fe(OH)_3$. Za úplné vyzrážanie považujeme taký stav, keď v roztoku zostane rozpustených maximálne 0,2 mg Fe.

(3 b)

Poznámka: Všetky hodnoty pH treba určiť s presnosťou na jedno desatinné miesto. Pri výpočte zanedbajte iónovú silu roztoku.

3. Fe^{2+} možno stanoviť v prítomnosti Fe^{3+} titráciou s roztokom $KMnO_4$ v kyslom prostredí. Keďže $KMnO_4$ vo vodných roztokoch podlieha pomalému rozkladu, jeho koncentráciu v roztoku treba stanoviť tesne pred titračným stanovením Fe^{2+}. To sa robí pomocou štandardnej látky so známym zložením. Z presne známeho množstva štandardu možno pripraviť v odmernej banke vodný roztok, ktorý sa doplní po značku na známy objem.

Na titráciu 10,00 cm^3 štandardného roztoku obsahujúceho 0,2483 g As_2O_3 v 100,0 cm^3 vody sa použilo 12,79 cm^3 roztoku $KMnO_4$. Na titráciu 15,00 cm^3 roztoku obsahujúceho v jednom litri 2,505 g Fe, sa použilo 11,80 cm^3 toho istého roztoku $KMnO_4$. Vypočítajte podiel železa vo vzorke, ktoré bolo vo forme Fe^{2+}.

(10 b)

4. K roztoku, ktorý obsahoval ióny Fe^{2+} aj Fe^{3+}, sa pridala kyselina vínna. Roztok sa potom zneutralizoval vodným roztokom amoniaku a nakoniec sa k nemu pridal nadbytok KCN. Potenciál platinovej elektródy ponorenej do tohto roztoku a meranej oproti nasýtenej kalomelovej elektróde bol +0,132 V.

Vypočítajte obsah (v hmot. %) železa vo východiskovej vzorke, ktoré bolo vo forme Fe^{2+}, za predpokladu, že v spomínanom roztoku bolo všetko železo vo forme hexakyanokomplexu. Štandardný potenciál sústavy $[Fe(CN)_6]^{3-}/[Fe(CN)_6]^{4-}$ má hodnotu +0,364 V. Potenciál nasýtenej kalomelovej elektródy má hodnotu +0,241 V. Teplota roztoku vzorky je 25 °C.

(10 b)

5. Z doteraz poskytnutých údajov sa pomocou Nernstovej rovnice dá zistiť pomer konštánt stability hexakyanoželezitého a hexakyanoželeznatého komplexu. Zistite výpočtom tento pomer.

(10 b)

Praktická časť – školské kolo

Maximálne 25 bodov Doba riešenia: neobmedzená

Túto úlohu vykonajte prakticky v laboratóriu, nacvičte si pracovné operácie v oblasti analytickej chémie.

Úloha 2 (25 bodov)

STANOVENIE OBSAHU SULFIDOV A SULFÁNU V ODPADOVEJ VODE

Sulfidy/sulfán sú súčasťou niektorých priemyselných procesov, odpadových kalov, vôd, ale aj niektorých minerálok a liečivých vôd. Jedno z možností odmerného stanovenia je jodometria. Ak takéto materiály obsahujú interferujúce zložky pre následné jodometrické stanovenie, môžu sa výhodne sulfidy oddeliť ako plynný sulfán, ktorý sa absorbuje do vhodného prostredia a potom stanoví oxidáciou s jódom.

Potrebné pomôcky:

Na spracovanie vzorky:

Obdobná aparatúra ako je uvedená na obrázku na spracovanie vzorky.

Na titrácie:

Byreta, pipety, kadičky, titračné banky, byretový lievik, kvapkadlá

Na prípravu roztokov:

kadičky, odmerné banky, kvapkadlá, váhy, varič na zahrievanie

Chemikálie/roztoky:

Tuhé látky: uhličitan sodný, jód (alebo jodičnan draselný), jodid draselný, tiosíran sodný, hydroxid sodný, škrob

Urobte výpočty a zdôvodnenie presne navažovaných a „potrebných“ množstiev. Pripravujte len také množstvo kyselín, ktoré spotrebujete!

Pripravte odmerný roztok s presnou koncentráciou asi $c(I_2)$ = 0,05 mol dm^{-3}:

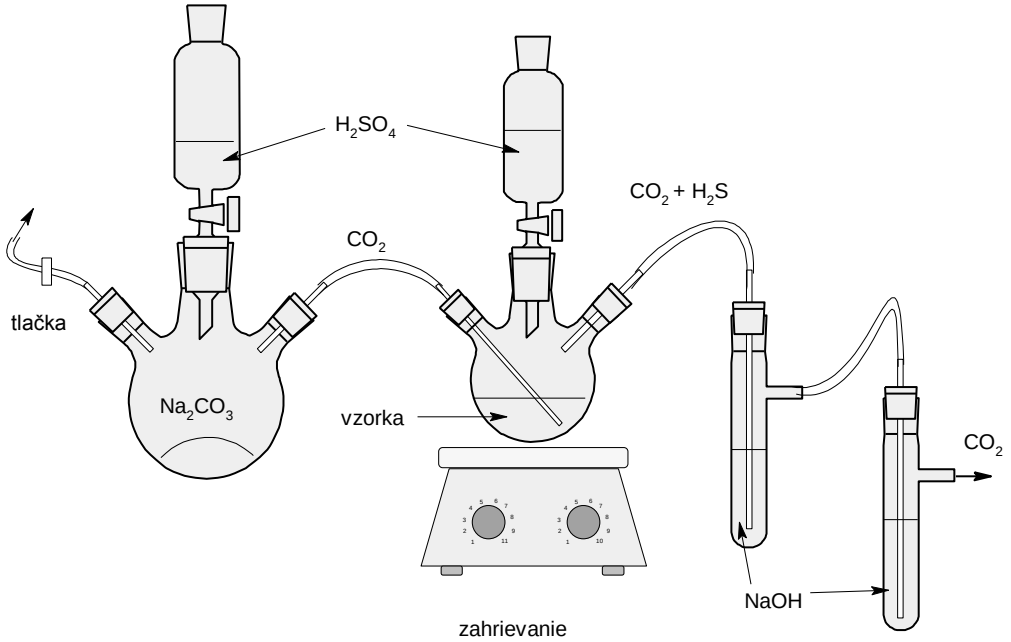
Príprava: 1. variant: Presný návažok presublimovaného jódu (vážiť v uzatvorenej navažovačke) rozpustite s potrebným množstvom KI v destilovanej vode a doplňte po značku 1 dm^3 v odmernej banke.

Príprava: 2. variant: Presný návažok jodičnanu draselného a približne odvážené potrebné množstvo jodidu draselného rozpustite v destilovanej vode okyslenej dvomi mililitrami zriedenej kyseliny sírovej v jódovej banke. Po rozpustení ho kvantitatívne preneste do odmernej banky 1 dm^3 a doplňte po značku.

Pripravte odmerný roztok $c(Na_2S_2O_3)$ = 0,05 mol dm^{-3}: Potrebné množstvo tiosíranu sodného a 0,2 g Na_2CO_3 rozpustite v destilovanej vode a doplňte po značku 1 dm^3.

Absorpčný roztok: pripravte roztok 10% NaOH s 5 % glycerínu.
Škrob: 0,5 % indikátorový roztok – návažok škrobu sa krátko povarí v deionizovanej vode (kaša) a zriedi sa na požadovaný objem
Kyselina chlorovodíková, konc. sa zriedi v objemovom pomere 2:1. Kyselina sírová konc. sa zriedi v objemovom pomere 1:2

Aparatúra a postup:
Na obrázku je naznačená možná zostava aparatúry pre túto prácu. Môžete ju upraviť podľa vašich konkrétnych možností v laboratóriu. Napríklad, trojhrdlové banky sa dajú nahradiť obyčajnými bankami a prevŕtanou zátkou s tromi otvormi pre vstup/ výstup, časť na prípravu CO_2 sa dá nahradiť Kippovým prístrojom, ako reakčná banka môže byť Erlenmayerova banka, namiesto prikvapkávacieho lievika sa môže použiť byreta, a pod.



Oxid uhličitý ako nosný plyn sa pripraví reakciou uhličitanu sodného s kyselinou sírovou. Budete potrebovať asi 1,5 hodiny prefúkavať aparatúru s prietokom plynu 20 cm^3 za minútu. (1 bublinka za sekundu).

Vypočítajte koľko uhličitanu sodného a koľko kyseliny sírovej pri tom spotrebujete.

Nádobka na prípravu CO_2 môže byť napríklad 500 až 1000 cm^3 okrúhla banka, do ktorej sa dá potrebné množstvo tuhého uhličitanu sodného. V zátke treba urobiť tri otvory. 1. pre stopku prikvapkávacieho lievika, ktorým sa pridáva kyselina sírová. 2. pre trubičku s kúskom hadice s tlačkou na odpúšťanie prebytočného plynu (nastavenie prietoku), 3. pre výstupnú trubica, ku ktorej sa hadicou pripojí rozkladná banka.

Rozkladnou bankou je napríklad Erlenmayerova banka s objemom 250 až 500 cm^3, ktorá sa umiestni na zahrievanie. Cez zátku do nej vstupuje ku dnu trubica s prívodom nosného plynu. Druhým otvorom cez zátku vchádza trubica na pridanie kyseliny sírovej, tretím otvorom prechádza výstupná trubica na pripojenie k dvom do série zapojeným premývačkám s absorpčným roztokom.

Analýza vzorky:

Do rozkladnej banky vložte 100 cm^3 analyzovaného roztoku. Do dvoch za sebou spojených premývačiek sa nalejte 20 až 50 cm^3 absorpčného roztoku hydroxidu sodného. Premývačky pripojte k vývodu plynu z rozkladnej banky a päť minút prebublávajte slabým prúdom CO_2, aby sa zbavili kyslíka. Potom sa do rozkladnej nádoby pridajte 5 cm^3 zriedenej kyseliny sírovej. Slabý prúd plynu prechádza zo zdroja, cez rozkladnú nádobku do premývačiek asi 1 hodinu, rozkladnú banku pritom zahrievajte na teplotu 50 až 60 ^oC.

Po odpojení premývačiek ich obsah kvantitatívne preneste do titračnej banky so zábrusovou zátkou, k zmesi pridajte 10 cm^3 kyseliny chlorovodíkovej a ihneď 20 cm^3 odmerného roztoku jódu. Banku uzavrite a nechajte 5 minút v tme. Následne banku otvorte, zátku opláchnite destilovanou vodou do vnútra titračnej banky. Nespotrebovaný jód titrujte odmerným roztokom tiosíranu sodného príslušnej látkovej koncentrácie na škrobový indikátor do odfarbenia.

Štandardizácia roztoku tiosíranu (zistenie presnej koncentrácia)

Do titračnej banky sa pridajte 10 cm^3 roztoku jódu so známou presnou koncentráciou a titrujte roztokom tiosíranu do svetložltého sfarbenia. Pridajte sa 1 cm^3 indikátora a modrý roztok dotitrujte do odfarbenia. Experiment podľa potreby viackrát zopakujte. Spotreby sa nemajú líšiť o viac ako 0,05 cm^3 (dve kvapky, pol dielika stupnice byrety). Vypočítajte presnú koncentráciu odmerného roztoku.

Poznámka: Ak nie je z prevádzkových dôvodov u vás na škole možné urobiť vymytie sulfánu zo vzorky, úlohu urobte bez tohto stupňa – teda jodometrické stanovenie sulfidov v modelovej vzorke obsahujúcej Na_2S v deionizovanej vode (model obsahu premývačiek).

Otázky a úlohy

Čo znamená „štandardizácia“ roztoku?

Čo je to základná látka a aké má mať vlastnosti?

Aké meradlá treba použiť na meranie objemov pri tejto práci?

Čo znamená formulácia „presne odvážte asi...“?

Opíšte podrobne postup správneho pipetovania.

Čo pre pracovný postup znamená „pridajte 25,00 ml“ a čo by znamenalo pridajte „25 ml“?

Vypočítajte koľko uhličitanu sodného a koľko kyseliny sírovej potrebujete pri práci na výrobu oxidu uhličitého.

Vypočítajte potrebné návažky látok na prípravu použitých roztokov.

Vypočítajte presnú koncentráciu odmerného roztoku zistenú štandardizáciou.

Vypočítajte obsah sulfidov v dodanej vzorke.

Hodnotenie laboratórnej práce – najmä podľa správneho vykonávania laboratórnych operácií (celkove 25 b = 50 pb)

príprava roztokov – váženie, práca s odmernou bankou	5 pb
– práca s pipetou,	5 pb
– práca s byretou	5 pb
– výsledky titrovania – reprodukovateľnosť	5 pb
– vedenie laboratórnych záznamov	5 pb
– výpočty na prípravu experimentu a výsledkov (postupy)	15 pb
– odpovede na položené otázky (okrem výpočtových)	10 pb

PRAKTICKÁ ČASŤ – ORGANICKÁ SYNTÉZA

Chemická olympiáda – kategória A – školský rok 2014/15
Školské kolo

Matej Žabka, Martin Putala

Maximálne 15 bodov Doba riešenia: neobmedzená

Úvod

Úlohy z organickej syntézy v praktickej časti tohto ročníka chemickej olympiády budú zamerané na reakcie, ktorých sa zúčastňujú estery karboxylových kyselín.

Zvládnutie úloh bude vyžadovať základné teoretické znalosti a praktické zručnosti z izolácie, čistenia (ako sú extrakcia, destilácia, filtrácia za zníženého tlaku a normálneho tlaku, kryštalizácia), identifikácie a charakterizácie organických zlúčenín (ako sú tenkovrstvová chromatografia, NMR a IČ spektroskopia).

Odporúčaná literatúra:

Ľubovoľná príručka organickej syntézy, napr. Pavol Elečko, Mária Mečiarová, Martin Putala, Marta Sališová, Ján Šraga: *Laboratórne cvičenie z organickej chémie,* 2. nezmenené vydanie, Bratislava, Univerzita Komenského, 1998, ISBN 80-223-1274-6.

Príprava bionafty z rastlinného oleja

V tomto kole bude Vašou úlohou pripraviť bionaftu a to reakciou alkoholu s esterom – **transesterifikáciou**. Bionafta je palivo šetrné voči životnému prostrediu, pretože je možné ho pripraviť z obnoviteľných zdrojov, napríklad repky olejnej. Už v súčasnosti bionafta čiastočne nahrádza míňajúce sa zásoby ropy. Používa sa samotná alebo v zmesi s naftou. Bionafta sa pripravuje reakciou rastlinných olejov s nižšími alkoholmi (najčastejšie metanolom) za vzniku esterov mastných kyselín. V tejto úlohe ako alkohol použijete izopropylalkohol.

Materiál a pomôcky:

100 ml guľatá banka so zábrusom, spätný chladič, 3 ks 100 ml kadičky, 25 ml odmerný valec, 100 ml oddeľovací lievik, 2 ks liehové kahany, Pasteurove pipety, savička, 5 ml pipeta a pipetovací balónik alebo byreta, varič (alebo magnetické miešadlo so zohrievaním), filtračný papier, filtračný lievik, vodný (alebo olejový, či pieskový) kúpeľ, hadice, svorky, lapáky, kruh, stojan, pinzeta, lyžička, varné

kamienky (alebo magnetické miešadielko), nožnice, ochranné okuliare, ochranné rukavice, laboratórny plášť.

Chemikálie

chemikália, obal	R-veta*	S-veta*
rastlinný olej (slnečnicový alebo repkový), v uzavretej fľaši	-	-
izopropylalkohol (propán-2-ol), v pôvodnej sklenej fľaši	11, 36, 67	2, 7, 16, 24/25, 26
koncentrovaná kyselina sírová, v pôvodnej sklenej fľaši	35	26, 30, 45
nasýtený roztok chloridu sodného, v pôvodnej sklenej fľaši (postačí komerčná kuchynská soľ)	-	-
bezvodý síran sodný, v pôvodnej zásobnej fľaši	-	-

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

Označenia špecifického rizika (R-vety a ich kombinácie)

R 11 Veľmi horľavý.

R 35 Spôsobuje silné popáleniny/poleptanie.

R 36 Dráždi oči.

R 67 Pary môžu spôsobiť ospalosť a závrat.

Bezpečnostné informácie (S-vety a ich kombinácie)

S 2 Uchovávajte mimo dosahu detí.

S 7 Uchovávajte nádobu tesne uzavretú.

S 16 Uchovávajte mimo dosahu zdrojov zapálenia - Zákaz fajčenia.

S 24 Zabráňte styku s pokožkou.

S 25 Zabráňte styku s očami.

S 26 V prípade kontaktu s očami je potrebné ihneď ich vymyť s veľkým množstvom vody a vyhľadať lekársku pomoc.

S 30 Nikdy nepridávajte vodu k tomuto produktu.

S 45 V prípade nehody alebo ak sa necítite dobre, okamžite vyhľadajte lekársku pomoc (ak je to možné, ukážte označenie látky alebo prípravku).

Postup:

Do suchej 100 ml guľatej banky upevnenej v lapáku nalejte 8 ml čistého izopropylalkoholu a pridajte varné kamienky alebo použite magnetické miešadlo. Pomocou Pasteurovej pipety vám učiteľ opatrne prikvapká 1 ml 96 % kyseliny sírovej, pričom zmes premiešavajte. **Pozor! Koncentrovanú kyselinu pridá učiteľ. Reakčná zmes sa samovoľne zahrieva.** Do zmesi pridajte 20 ml rastlinného oleja. Na banku nasaďte spätný chladič, ktorý upevnite druhým lapákom a zapojte chladenie (s prúdením vody vzostupne). Zmes miešajte a zahrievajte na vriacom vodnom kúpeli (prípadne použite varné hniezdo, olejový alebo pieskový kúpeľ) tak, aby reakčná zmes vrela 90 minút (teplota varu izopropylalkoholu je 82 °C). Po tejto dobe vypnite zahrievanie, zdvihnite aparatúru z kúpeľa a nechajte zmes ochladiť na laboratórnu teplotu. Medzitým si pripravte aparatúru na extrakciu – oddeľovací lievik umiestnite do kruhu na stojane a podložte kadičkou. Zmes po ochladnutí prelejte cez filtračný lievik do oddeľovacieho lievika tak, aby varné kamienky (miešadielko) zostali v banke. Oddeľte spodnú vrstvu, vrchnú vrstvu premyte dvakrát 20 ml nasýteného roztoku NaCl a prelejte do suchej kadičky. Pridajte bezvodý Na_2SO_4, zmes premiešajte a sušidlo odfiltrujte. Produkt odvážte a vypočítajte výťažok. S produktom spravte nasledujúce dva testy.

Test horenia: Pripravte si dva prázdne liehové kahany s knôtmi (môžete použiť aj kadičku zakrytú alobalom). Do jedného dajte východiskový rastlinný olej a do druhého získanú bionaftu. Pokúste sa zapáliť obidva kahany a porovnajte priebeh horenia.

Test viskozity: Naplňte dve prázdne pipety alebo byrety po značku: jednu rastlinným olejom a druhú bionaftou a odmerajte čas, za ktorý vytečie určený objem a porovnajte.

Poznámky

Počas celej práce používajte ochranné okuliare! Ak nosíte vlastné okuliare, tie na ochranu Vašich očí postačia. Pri práci používajte tiež ochranné rukavice, laboratórny plášť a vhodnú, uzavretú obuv. Je potrebné zabezpečiť primerané vetranie pracoviska.

Pri výpočtoch používajte nasledovné relatívne atómové hmotnosti:

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

ρ (*i*-PrOH) = 0,79 g.cm^{-3}, ρ (rastlinný olej) = 0,92 g.cm^{-3}, ρ (glycerol) = = 1,26 g.cm^{-3}, ρ (bionafta) = 0,87 g.cm^{-3}

Výsledky uvádzajte na primeraný počet platných číslic.

Úloha 1 (7 b)

Uveďte hmotnosť získaného produktu v g.

Úloha 2 (1,4 b)

Napíšte reakčnú schému prípravy bionafty. Rastlinný olej znázornite ako triacylglycerol, kde acylmi sú zvyšky kyseliny stearovej, olejovej a linolovej (1:1:1). Napíšte systémové názvy jednotlivých produktov tejto transesterifikačnej reakcie.

Úloha 3 (1,0 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 (2,4 b)

Odpovedzte na nasledujúce otázky týkajúce sa tejto praktickej úlohy:

a) Prečo sa použil nadbytok jedného z reaktantov?
b) Aká je úloha kyseliny sírovej v transesterifikácii?
c) Prečo sa po ochladení reakčnej zmesi vytvorili dve vrstvy? Ktoré látky sa oddelili počas premývania vodným roztokom NaCl?
d) Porovnajte priebeh horenia východiskového oleja a produktu.
e) Porovnajte viskozitu východiskového oleja a produktu.
f) Prečo sa koncentrovaná kyselina sírová nepridala priamo k rastlinnému oleju? Aký vplyv by to malo na zvyšky nenasýtených mastných kyselín?

Úloha 5 (0,8 b)

Napíšte mechanizmus transesterifikácie katalyzovanej kyselinou sírovou.

Úloha 6 (1,2 b)

a) Bionaftu možno pripraviť aj s použitím katalytického množstva NaOH v metanole. Napíšte všeobecnú reakčnú schému.

b) Prečo nemožno pri bázicky katalyzovanej transesterifikácii ako alkohol použiť 95 % etanol? Aká konkurenčná reakcie by prebiehala?

c) Prečo je výhodnejšie pripraviť bionaftu z použitých olejov (obsahujú voľné mastné kyseliny) kyslo katalyzovanou transesterifikáciou?

Úloha 7 (1,2 b)

Priraďte k jednotlivým produktom ich ^{1}H NMR spektrá. Stručne zdôvodnite.

Spektrum A: ^{1}H NMR (300 MHz, $CDCl_3$): δ 5,45 – 5,40 (m, 2H), 4,95 – 4,85 (m, 1H), 2,32 (t, *J* = 7,5 Hz, 2H), 2,20 – 2,15 (m, 4H), 1,68 – 1,62 (m, 2H), 1,32 – 1,29 (m, 26H), 0,88 (t, *J* = 7,0 Hz, 3H).

Spektrum B: ^{1}H NMR (300 MHz, $CDCl_3$): δ 5,45 – 5,35 (m, 4H), 4,95 – 4,85 (m, 1H), 2,65 – 2,55 (m, 2H), 2,32 (t, *J* = 7,5 Hz, 2H), 2,20 – 2,15 (m, 4H), 1,68 – 1,62 (m, 2H), 1,32 – 1,29 (m, 20H), 0,90 (t, *J* = 7,0 Hz, 3H).

Spektrum C: ^{1}H NMR (300 MHz, $CDCl_3$): δ 4,95 – 4,85 (m, 1H), 2,32 (t, *J* = 7,5 Hz, 2H), 1,68 – 1,62 (m, 2H), 1,32 – 1,29 (m, 34H), 0,88 (t, *J* = 7,0 Hz, 3H).

Poznámka:

***Úlohy praktickej časti školského kola** majú hodnotu maximálne **40 bodov** (25 bodov za analytickú chémiu a 15 bodov za organickú syntézu). (Domáce kolo (= študijná časť) sa do hodnotenia nepočíta.)*

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 2014