



59. ročník

2022/2023

NÁRODNÍ KOLO

Kategorie A

Praktická část – Řešení

PRAKTICKÁ ČÁST**40 BODŮ****Úloha 1 A zase katalýza****28 bodů****1. Napište výhodu použití thiaminu oproti alkalickému kyanidu.**

Thiamin (jakožto vitamin B₁) není na rozdíl od alkalických kyanidů toxický.

za správnou odpověď 0,50 bodu

2. Molekula thiaminu má relativně kyselý vodík na pětičlenném thiazolovém cyklu, který je možné ve vodném prostředí odtrhnout hydroxidem. Jestliže do reakce používáme hydrochlorid thiaminu (thiamin·HCl, $M = 337,3$ g/mol), je do reakce přidán dostatek hydroxidu sodného na odtržení tohoto protonu? Zdůvodněte.

Do reakce vstupuje $n = m/M = 0,7/337,3$ mol = 2 mmol thiaminu·HCl. Následně je přikapáno $n = c \cdot V = 3 \cdot 0,0015$ mol = 4,5 mmol hydroxidu sodného. Po neutralizaci molekuly chlorovodíku (z thiaminu·HCl) nám tak zůstane 2,5 mmol hydroxidu na deprotonaci thiaminu. Ano, do reakce je přidán dostatek hydroxidu.

za odpověď podloženou výpočtem 0,50 bodu

3. Vypočítejte hodnoty R_f benzaldehydu a benzoinu.

V mobilní fázi 5 %vol EtOAc v toluenu má benzaldehyd $R_f = a / b = 4,00 / 5,70 = 0,70$ a benzoin $R_f = a / b = 2,40 / 5,60 = 0,43$

Poznámka: uvedená hodnota je přibližná, záleží na konkrétním provedení. V den ChO bude organizátory určena master hodnota.

1,00 bodu za správný postup výpočtu

Pro každou z látek: 2,00 bodu pro odchylku R_f do 0,1; 1,00 bodu pro odchylku R_f 0,1–0,15; 0,00 bodu pro větší odchylku

celkem max. 5,00 bodu

4. Podle TLC okomentujte čistotu výchozího benzaldehydu (tedy zda byl vámi použitý benzaldehyd čistý, nebo ne). Jaká je běžná nečistota vyskytující se v benzaldehydu?

Benzaldehyd podléhá v přítomnosti vzduchu oxidaci na kyselinu benzoovou, která je proto jeho běžným kontaminantem.

za k. benzoovou 1,00 bodu

za odpověď v souladu s TLC 1,00 bodu

celkem max. 2,00 bodu

5. Podle TLC okomentujte čistotu surového a rekrystalizovaného produktu, tedy (ne)přítomnost nečistot(y).

za každou odpověď v souladu s TLC 1,00 bodu

celkem max. 2,00 bodu

6. Před odchodem z laboratoře na stole ponechte Petriho misku s produktem, TLC destičku a pracovní list.

- Vzhled produktu: sněhově bílé jehličkovité krystaly 4,00 bodu, nažloutlá nebo jiná barva, nebo nekystalický vzhled 3,00–1,00 bodu, intenzivní žlutá či jiná barva 0,00 bodu max. 4,00 bodu

Poznámka: vzhled produktu bude hodnocen porovnáním vzorků všech soutěžících.

- Výtěžek produktu: teoretický výtěžek 4,24 g, izolovaný produkt obvykle 1,78 g (42 %), hodnocení: do 1,50 g 6,00 bodu, pak (hmotnost produktu) $\times 3,333$, zaokrouhlení na 2 desetinná místa max. 6,00 bodu

Poznámka: hodnocení výtěžku může být upraveno autory po zhodnocení výsledků praktické části.

- Čistota produktu: surový i rekrystalizovaný produkt mají na TLC jeden spot 3,00 bodu, surový produkt obsahuje nečistoty 2,00 bodu, rekrystalizovaný produkt obsahuje nečistoty podle TLC 0,00 bodu

max. 3,00 bodu

- TLC destička: popisky 1,00 bodu, čistota provedení* 4,00 bodu max. 5,00 bodu

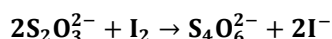
* čistota provedení: TLC destička není poničená, poškrábaná, nemá poničené rohy ani sedřenou silikagelovou vrstvu v místě nanášení vzorků, skvrny nanesených látek jsou pod UV světlem dobře viditelné, nejsou příliš velké, rozmyté ani slité dohromady a na destičce nejsou žádné další skvrny

celkem max. 18,00 bodu

Úloha 2 Jodometrické stanovení kofeinu

12 bodů

1. Rovnice



za rovnici 0,25 bodu
za správné vyčíslení 0,25 bodu
celkem 0,50 bodu

2. Hodnocení výpočtu koncentrace roztoku jodu

Spotřeba 19,3 ml roztoku $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ($c = 0,1 \text{ mol/l}$) odpovídá $n = V \cdot c = \frac{19,3}{1000} \cdot 0,1 = 1,93 \text{ mmol}$

za výpočet $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ 0,25 bodu

Reakce je v poměru 2 thiosíranové anionty ku 1 molekule jodu. Látkové množství jodu je tedy 0,965 mmol.

za bilanci titrace a $n(\text{I}_2)$ dohromady 0,25 bodu

Pro titraci bylo pipetováno 20 ml roztoku jodu. Jeho koncentrace je tedy $c = \frac{n}{V} = \frac{0,000965}{0,02} = 0,04825 \text{ mol/l}$

za numericky správný výsledek koncentrace 0,50 bodu

celkem 1,00 bodu

plný počet bodů bude udělen i za jakýkoli jiný postup výpočtu vedoucí ke správnému výsledku

3. Hodnocení spotřeby roztoku thiosíranu sodného při titraci vzorku

Předpokládaná spotřeba je přibližně 7,8 ml roztoku $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Přesnou hodnotu (od které se bude počítat bodové hodnocení podle odchylky) stanoví pro konkrétní roztoky experimentálně organizátoři soutěže.

Hodnocení odchylky:

odchylka:	počet bodů:
0,00 – 0,20 ml	8,00
0,20 – 1,20 ml	$8,00 \times (1,20 - \text{odchylka})$
$\geq 1,20 \text{ ml}$	0

Odchylka rovná a větší než 1,20 ml 0,00 bodu.

celkem max. 8,00 bodu

Hodnocení výpočtu průměrné hmotnosti koncentrace kofeinu v jedné tabletě

Hodnotit se musí správnost výpočtu z (i nepřesného) výsledku titračního stanovení.

Modelový výpočet pro spotřebu 7,8 ml

Rozdíl spotřeb při slepé titraci a titraci vzorku odpovídá jodu, který reagoval s kofeinem ve vzorku. Při výpočtu tak rovnou vyjdeme z průměrných hodnot spotřeb. Rozdíl spotřeb roztoku $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ($c = 0,1 \text{ mol/l}$) odpovídá:

$$n = \Delta V \cdot c = \left(\frac{19,3}{1000} - \frac{7,8}{1000} \right) \cdot 0,1 = 1,15 \text{ mmol}$$

za výpočet $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ 0,75 bodu

Jedné molekule kofeinu odpovídají dvě molekuly jodu a každé molekule jodu odpovídají dvě molekuly thiosíranu. Látkové množství kofeinu v jedné tabletě je tedy čtvrtinovou látkového množství thiosíranu, tedy 0,2875 mmol.

za bilanci a $n(\text{kofein})$ dohromady 0,75 bodu

Hmotnost kofeinu v tabletě je potom $m = n \cdot M = \frac{0,2875}{1000} \cdot 194,19 = 55,8 \text{ mg}$

za numericky správný výsledek hmotnosti 0,50 bodu

celkem 2,00 bodu

plný počet bodů bude udělen i za jakýkoli jiný postup výpočtu vedoucí ke správnému výsledku

4. Proč se při standardizaci roztoku jódu roztok před titrací filtruje.

Přestože při standardizaci nevzniká žádná sraženina, roztok je filtrován (stejně jako následně při samotné titraci kofeinu) pro zohlednění množství jódu zachyceného na filtračním papíře, který by jinak zkresloval stanovení.

za správnou odpověď **0,50 bodu**