



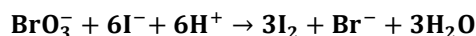
58. ročník

2021/2022

ŠKOLNÍ KOLO

Kategorie A

Praktická část – Řešení

PRAKTICKÁ ČÁST**20 BODŮ****Úloha 1 Jodometrické stanovení chlornanu sodného v Savu****10 bodů****1) Rovnice**

za rovnici 0,25 bodu
za vyčíslení 0,25 bodu

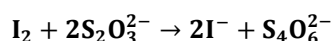
celkem 0,50 bodu**2) Hodnocení spotřeby při standardizaci:**

Předpokládaná spotřeba je 20 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: |
|----------------|-------------------------------------|
| 0,00–0,10 ml | 3,00 |
| 0,10–1,10 ml | $3 \times (1,10 - \text{odchylka})$ |
| $\geq 1,10$ ml | 0 |

Odchylka rovná a větší než 1,10 ml 0,00 bodu.

celkem max. 3,00 bodu**Hodnocení rovnice reakce**

za rovnici 0,25 bodu
za vyčíslení 0,25 bodu

celkem 0,50 bodu**Hodnocení výpočtu koncentrace thiosíranu sodného (pro modelovou spotřebu 20 ml)**

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

10 ml roztoku standardu o koncentraci 0,01667 mol/l odpovídá $n = V \cdot c = \frac{10}{1000} \cdot 0,01667 = 0,1667$ mmol

za výpočet $n(\text{KBrO}_3)$ 0,25 bodu

Reakce je v poměru 1:6, tedy 0,1667 mmol bromičnanu odpovídá $6 \cdot 0,1667 = 1$ mmol $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

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

Pro modelovou spotřebu 20 ml vychází koncentrace odměrného roztoku thiosíranu sodného

$$c = \frac{n}{V} = \frac{1}{\frac{\frac{1000}{20}}{1000}} = 0,05 \text{ mol/l}$$

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

celkem 0,75 bodu

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

3) Hodnocení spotřeby při stanovení chlornanu:

Předpokládaná spotřeba je 20 ml roztoku I_2 . Přesnou hodnotu (od které se bude počítat bodové hodnocení podle odchylky) stanoví pro konkrétní roztoky experimentálně organizátoři soutěže.

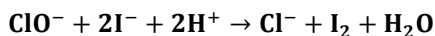
Hodnocení odchylky:

| odchylka: | počet bodů: |
|----------------|-------------------------------------|
| 0,00–0,10 ml | 3,00 |
| 0,10–1,10 ml | $3 \times (1,10 - \text{odchylka})$ |
| $\geq 1,10$ ml | 0 |

Odchylka rovná a větší než 1,10 ml 0,00 bodu.

celkem max. 3,00 bodu

Hodnocení rovnice reakce



za rovnici 0,25 bodu

za vyčíslení 0,25 bodu

celkem 0,50 bodu

Hodnocení výpočtu hmotnostního zlomku chlornanu sodného

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

Modelový výpočet pro spotřebu 20 ml

Spotřeba 20 ml roztoku $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ($c = 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$) odpovídá $n = V \cdot c = \frac{20}{1000} \cdot 0,05 = 1 \text{ mmol}$

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

Reakce je v poměru 2:1, tedy 1 mmol $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ odpovídá množství 0,5 mmol chlornanu sodného v 10 ml vzorku.

za bilanci titrace a $n(\text{NaClO}_3)$ 0,25 bodu

Ve 100 ml odměrné baňce je 10x tolik chlornanu sodného, než bylo pipetováno, což odpovídá 5 mmol. Hmotnost je:

$$m = n \cdot M = 5 \cdot 74,44 = 372,2 \text{ mg}$$

$$w = \frac{m_{\text{NaClO}}}{m_{\text{savo}}} = \frac{0,3722}{7,92} = 0,047 = 4,7 \% \text{ hm.}$$

za numericky správný výsledek hmotnosti 0,25 bodu
za numericky správný výsledek hmotnostního zastoupení 0,25 bodu

celkem 1,00 bodu

4) Jaký je rozdíl mezi přímým a nepřímým stanovením? O jaký typ se jedná v tomto případě?

Při nepřímých metodách se přidává činidlo, které vytvoří se stanovovanou složkou produkt, který je teprve titrován.

V této úloze je jak standardizace, tak samotné stanovení chlornanu nepřímé.

za vysvětlení 0,25 bodu
za správné určení 0,25 bodu

celkem 0,50 bodu

5) Chlornan sodný se za vyšších teplot rozkládá na tři rozkladné produkty. Napište vzorce alespoň dvou z nich.

NaCl, O₂, NaClO₃

za každý vzorec 0,125 bodu

celkem max. 0,25 bodu

Úloha 2 Hrátky s acetanilidem

10 bodů

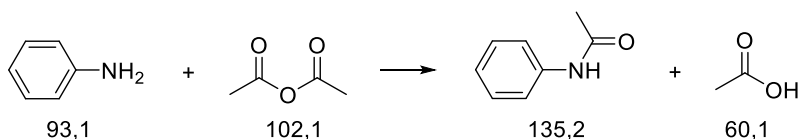
0) Provedení experimentu

Poznámka: Cílem je naučit studenty základní techniky. Provedení proto nebudujeme a body dáváme za to, že danou operaci zvládli. Ve vyšších kolech už bude provedení hodnoceno.

za přípravu acetanilidu 2,50 bodu
za rekrystalizaci acetanilidu 2,50 bodu
za provedení TLC analýzy 2,50 bodu

celkem max. 7,50 bodu

1) Vypočítejte teoretický výtěžek acetanilidu v gramech a reálný procentuální výtěžek.



$$n(\text{anilin}) = m / M = 5,1 / 93,1 = 54,8 \text{ mmol}$$

$$n(\text{acetanhydrid}) = m / M = 7,7 / 102,1 = 75,4 \text{ mmol}$$

Klíčovou složkou je tedy anilin.

Teoretický výtěžek:

$$n(\text{acetanilid}) = 54,8 \text{ mmol}$$

$$m(\text{acetanilid}) = n \times M = 0,0548 \times 135,2 = 7,4 \text{ g}$$

Procentuální výtěžek (ukázka výpočtu pro izolovaný výtěžek 5,0 g acetanilidu)

$$5,0 / 7,4 \times 100 \% = 67,6 \%$$

Poznámka: výtěžek jako takový se nehodnotí, body jsou uděleny jen za správnost výpočtu.

Obvyklé výtěžky studentů se pohybují mezi 45 a 70%.

za teoretický výtěžek 0,50 bodu
za výpočet procentuálního výtěžku 0,50 bodu

celkem 1,00 bodu

2) **Vypočítejte hodnoty R_f anilinu a acetanilidu.**

Anilin: $R_f = a / b = 4,70 / 5,20 = 0,90$

Acetanilid: $R_f = a / b = 4,00 / 5,20 = 0,77$

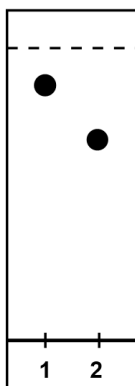
Poznámka: uvedené hodnoty jsou přibližné, záleží na konkrétním provedení.

Bodování anilin:

0,50 bodu pro R_f v rozmezí 0,80–0,99; 0,25 bodu pro R_f 1,00 nebo 0,70–0,80; 0,00 bodu pokud $R_f < 0,70$

Bodování acetanilid:

0,50 bodu pro R_f v rozmezí 0,67–0,87; 0,25 bodu pro R_f 0,87–0,92 nebo 0,62–0,67; 0,00 bodu pro R_f mimo tyto intervaly



celkem max. 1,00 bodu

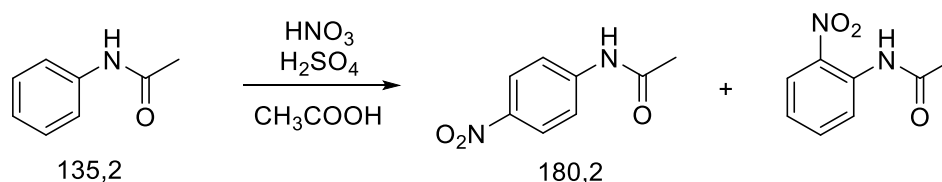
3) **Které rozpouštědlo by bylo potřeba přidat k ethyl-acetátu, aby R_f hodnoty obou látek byly nižší: hexan nebo ethanol? Své rozhodnutí zdůvodněte.**

Bylo by třeba přidat hexan. Hexan je nepolární a jeho přidavek do mobilní fáze sníží afinitu unášených látek k mobilní fázi. Přidavek ethanolu jakožto polárního rozpouštědla by naopak vedl ke zvýšení hodnot R_f .

za správnou odpověď, pouze pokud je odůvodněna, 0,50 bodu

Úloha 3 Nitrace acetanilidu**0 bodů**

Poznámka: tato úloha je dobrovolná a nezapočítává se do celkového hodnocení školního kola.

Výpočet teoretického výtěžku 4-nitroacetanilidu v gramech a procentuálního výtěžku.

Při výpočtu budeme považovat 4-nitroacetanilid za cílový produkt a 2-nitroacetanilid za produkt vedlejší. Výpočet výtěžku tudíž vztáhneme pouze na 4-nitroacetanilid.

$$n(\text{acetanilid}) = m / M = 5,0 / 135,2 = 37,0 \text{ mmol}$$

Teoretický výtěžek:

$$m(4\text{-nitroacetanilid}) = n \times M = 0,037 \times 180,2 = 6,7 \text{ g}$$

Procentuální výtěžek (ukázka výpočtu pro izolovaný výtěžek 1,8 g 4-nitroacetanilidu)

$$1,8 / 6,7 \times 100 \% = 26,9 \%$$

Poznámka: výtěžek se může značně lišit, záleží na kvalitě promytí a rekrystalizace. V každém případě bude výtěžek relativně nízký. Reakce je tak ukázkou, že ne všechno v syntetické chemii probíhá bez problémů a občas přicházíme o značné množství hmoty nežádoucími reakcemi a ztrátami při čištění.