



58. ročník

2021/2022

NÁRODNÍ KOLO

Kategorie E

Praktická část I – Řešení

PRAKTICKÁ ČÁST I**30 BODŮ****Úloha 1 Stanovení iontově-výměnné kapacity zeolitu****30 bodů****1) Přesná koncentrace odměrného roztoku dusičnanu bismutitého:***Tato úloha není bodově hodnocena.***2) Hodnocení přijaté hodnoty koncentrace odměrného roztoku Chelatonu 3:**

Hodnocení se provede na základě hodnoty odchylky objemu ΔV stanoveného soutěžícími a spotřeby stanovené organizátory:

$$\Delta V = |V_{\text{Ch}_3}(\text{stanovená organizátory}) - V_{\text{Ch}_3}(\text{naměřená soutěžícími})|$$

| $\Delta V \leq 0,2 \text{ ml}$ | $0,2 \text{ ml} \leq \Delta V \leq 0,4 \text{ ml}$ | $0,4 \text{ ml} \leq \Delta V$ |
|--------------------------------|--|--------------------------------|
| 6 bodů | $(12 - 30 \cdot \Delta V)$ bodů | 0 bodů |

*Body se udělují s přesností na 0,25 bodu.***Za přesnost stanovení titru Chelatonu 3 maximálně 6,00 bodu.****3) Výpočet přesné koncentrace Chelatonu 3:**

$$c_{\text{Ch}_3} = \frac{1}{V_{\text{Ch}_3}} \cdot c_{\text{Bi}(\text{NO}_3)_3} \cdot V_{\text{pipetáž}}$$

*Za správný postup výpočtu 0,25 bodu.**Za numericky správný výsledek 0,25 bodu.***Celkem 0,50 bodu.****4) Vyhodnocení titrační křivky první titrace:**

Hodnocení se provede na základě následujících kritérií:

- naměření dostatečného množství hodnot po dosažení bodu ekvivalence (nejméně 6 hodnot)
- správné proložení přímkou včetně rovnic lineární regrese oběma větvemi křivky
- výpočet souřadnice bodu ekvivalence na základě řešení soustavy rovnic regrese
- popis os grafu včetně jednotek

*Za splnění každého uvedeného kritéria 0,25 bodu.***Celkem za vyhodnocení titrační křivky maximálně 1,00 bodu.**

5) Přijatá spotřeba odměrného roztoku Chelatonu 3 pro první stanovení:

Přesnost stanovení se hodnotí na základě odchylky ΔV spočtené jako:

$$\Delta V = |V(\text{Ch3, stanovená organizátory}) - V(\text{Ch3, naměřená soutěžícími})|$$

| $\Delta V \leq 0,2 \text{ ml}$ | $0,2 \text{ ml} \leq \Delta V \leq 0,4 \text{ ml}$ | $0,4 \text{ ml} \leq \Delta V$ |
|--------------------------------|--|--------------------------------|
| 7 bodů | $(14 - 35 \cdot \Delta V)$ bodů | 0 bodů |

Body se uvádějí se zaokrouhlením s přesností na 0,25 bodu.

Za přesnost spotřeby odměrného roztoku Chelatonu 3 celkem maximálně 7,00 bodů.

6) Výpočty:

Látkové množství měďnatých iontů v kádince je:

$$n_{\text{Cu}^{2+}, \text{kádinka}} = c_{\text{Ch3}} \cdot V_{\text{Ch3}}$$

Koncentrace měďnatých iontů v zásobním roztoku se pak vypočítá jako:

$$c_{\text{Cu}^{2+}, \text{zásobní roztok}} = \frac{n_{\text{Cu}^{2+}, \text{kádinka}}}{V_{\text{pipetáž}}}$$

Za správnou látkovou bilanci při titraci 0,25 bodu.

Za správné zohlednění pipetáže 0,25 bodu.

Za numericky správný výsledek včetně jednotek 0,50 bodu.

Celkem 1,00 bodu.

7) Vyhodnocení titrační křivky druhé titrace:

Hodnocení se provede na základě následujících kritérií:

- naměření dostatečného množství hodnot po dosažení bodu ekvivalence (nejméně 6 hodnot)
- správné proložení přímk včetně rovnic lineární regrese oběma větvemi křivky
- výpočet souřadnice bodu ekvivalence na základě řešení soustavy rovnic regrese
- popis os grafu včetně jednotek

Za splnění každého uvedeného kritéria 0,25 bodu.

Celkem za vyhodnocení titrační křivky maximálně 1,00 bodu.

8) Do pracovního listu uveďte přijatou spotřebu odměrného roztoku Chelatonu 3 pro druhé stanovení.

Vzhledem k faktu, že spotřeba závisí na navážce m_{zeolit} (v g) zeolitu, je třeba spotřebu odměrného roztoku Chelatonu 3 $V(\text{Ch3})$ udanou soutěžícími přepočítat na spotřebu odpovídající standardní navážce 2,0000 g ($m_{\text{zeolit},2\text{g}}$), která se teprve hodnotí. Totéž je třeba udělat s hodnotou spotřeby zjištěnou organizátory. Tento přepočet spotřeby na $V(\text{Ch3},2\text{g})$ provede opravující dle následujícího vzorce (koncentrace odměrných roztoků jsou koncentrace, které stanoví organizátor)

$$V(\text{Ch3},2\text{g}) = \frac{c_{\text{Cu}^{2+}} \cdot V_{\text{Cu}^{2+},\text{pipetáž}}}{c_{\text{Ch3}}} \cdot \left(\frac{m_{\text{zeolit}} - 2,0000}{m_{\text{zeolit}}} \right) + \left(\frac{2,0000}{m_{\text{zeolit}}} \right) \cdot V(\text{Ch3})$$

Přesnost stanovení se pak hodnotí na základě odchylky ΔV spočtené jako:

$$\Delta V = |V(\text{Ch3},2\text{g}, \text{stanovená organizátory}) - V(\text{Ch3},2\text{g}, \text{naměřená soutěžícími})|$$

| $\Delta V \leq 0,2 \text{ ml}$ | $0,2 \text{ ml} \leq \Delta V \leq 0,7 \text{ ml}$ | $0,7 \text{ ml} \leq \Delta V$ |
|--------------------------------|--|--------------------------------|
| 8 bodů | $(11,2 - 16 \cdot \Delta V)$ bodů | 0 bodů |

Body se uvádějí se zaokrouhlením s přesností na 0,25 bodu.

Za přesnost spotřeby odměrného roztoku Chelatonu 3 celkem maximálně 8,00 bodů.

9) Výpočet:

Látkového množství Cu^{2+} v kádince po absorpci v zeolitu je:

$$n_{\text{Cu}^{2+},\text{po absorpci}} = c_{\text{Ch3}} \cdot V_{\text{Ch3}}$$

Za správný postup výpočtu 0,25 bodu.
Za numericky správný výsledek 0,25 bodu.

Celkem 0,50 bodu.

10) Výpočet:

Látkové množství pipetovaného Cu^{2+} před absorpcí je

$$n_{\text{Cu}^{2+},\text{před absorpci}} = c_{\text{Cu}^{2+}} \cdot V_{\text{Cu}^{2+},\text{pipetáž}}$$

Celkové množství vyměněných iontů Cu^{2+} je pak:

$$\Delta n_{\text{Cu}^{2+}} = n_{\text{Cu}^{2+},\text{před absorpci}} - n_{\text{Cu}^{2+},\text{po absorpci}}$$

Iontově výměnná kapacita (IEC) je pak:

$$\text{IEC} = \frac{\Delta n_{\text{Cu}^{2+}}}{m_{\text{zeolit}}}$$

Za správný postup výpočtu látkového množství před absorpcí 0,25 bodu.

Za správný postup výpočtu pohlceného látkového množství měďnatých iontů 0,25 bodu.

Za správný postup výpočtu iontově-výměnné kapacity 0,25 bodu.

Za numericky správný výsledek včetně jednotek 0,75 bodu.

Celkem 2,00 bodu.

11) Hodnocení správné laboratorní techniky a bezpečné práce v chemické laboratoři.

Hodnocení laboratorní techniky spočívá v řádném dozoru nad účastníky/icemi. Body se strhávají po částech 0,25 bodu za **prohřešky**, které **nemají vliv na čistotu/výtěžek nebo výsledek stanovení** ale jsou v rozporu se správnou laboratorní technikou a bezpečností práce. Jedná se zejména o:

- nesprávné sestavení aparatury (poloha držáků a svorek, neuchycení aparatur)
- výrazný nepořádek na pracovním místě
- nepoužívání nebo nesprávné používání ochranných pomůcek a prostředků
- nesprávná manipulace s laboratorními přístroji (váhy apod.)
- necitlivá manipulace s odměrným nádobím (zejm. pipety, odměrné baňky a byrety)
- rozbití laboratorního vybavení
- nepřítomnost míchadla nebo varných kamínků v zahřívané aparatuře
- nesprávná technika provedení filtrace

Veškeré prohřešky musí být popsány organizátorem v pracovním listu soutěžících s danou bodovou ztrátou, která danému prohřešku přísluší. Celkový počet bodů za laboratorní techniku a bezpečnost práce nemůže být záporný.

*Za správnou laboratorní techniku a bezpečnost práce celkem **maximálně 3,00 bodu.***