



**58. ročník**

**2021/2022**

**NÁRODNÍ KOLO**

**Kategorie E**

---

**Praktická část I – Zadání**

30 bodů, 180 minut (+ 10 minut čtení)



## PRAKTICKÁ ČÁST I

**30 BODŮ**

### Úloha 1 Stanovení iontově-výměnné kapacity zeolitu

**30 bodů**

Již ve školním kole jste se seznámili s iontově-výměnnými vlastnostmi zeolitů. Vzhledem ke své struktuře mají zeolity schopnost poutat na sebe ionty kovů (a to včetně těžkých kovů, které mohou být environmentální zátěží).

Jedním z iontů, které jsou schopny zeolity poutat, je  $\text{Cu}^{2+}$ . Množství  $\text{Cu}^{2+}$  ve vzorku je možné sledovat chelatometrickými titracemi, u kterých se dá s výhodou použít konduktometrické indikace bodu ekvivalence.

V následující úloze provedete:

- Standardizaci odměrného roztoku Chelatonu 3 na dusičnan bismutitý.
- Stanovení počátečního množství měďnatých iontů ve vybraném vzorku s konduktometrickou indikací bodu ekvivalence.
- Absorpci  $\text{Cu}^{2+}$  iontů do zeolitu typu ZP4A.
- Stanovení množství měďnatých iontů ve vybraném vzorku po absorpci do zeolitu typu ZP4A s konduktometrickou indikací bodu ekvivalence, na základě kterého určíte iontově výměnnou kapacitu zeolitu ZP4A pro měďnaté ionty.

#### Pomůcky

- lihový fix
- papírové utěrky
- konduktometr s vodivostní sondou
- kádinka 400 ml vysoká (2×)
- kádinka 150 ml (3×)
- kádinka 100 ml (2×)
- pipeta nedělená 10 ml
- pipeta nedělená 20 ml
- pipetovací balonek
- filtrační papír pro velmi jemné sraženiny (kruhové výseky pro Büchnerovy nálevky)
- Büchnerova nálevka s těsněním
- odsávací baňka
- zdroj vakua
- lodička na vážení (2×)
- lžička
- špachtle
- analytické váhy
- stojan (2×), držáky (2×), svorky (2×)
- stříčka s destilovanou vodou
- odměrný válec 50 ml
- notebook s tabulkovým editorem
- magnetická míchačka s teflonovým míchadlem
- byreta 25 ml s teflonovým kohoutem
- nálevka na doplňování byrety
- titrační baňka 250 ml (3×)

#### Chemikálie

- dusičnan bismutitý  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ , 0,05M standardní roztok
- amoniak  $\text{NH}_3$ , zředěný (1:4)
- pyrokatechinová violet, 0,1% vodný roztok
- síran měďnatý  $\text{CuSO}_4$ , 0,08M roztok
- Chelaton 3  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , 0,05M odměrný roztok
- zeolit ZP4A, pevný
- destilovaná voda



## Pracovní postup

### Standardizace odměrného roztoku Chelatonu 3

- Do titrační baňky si odpipetujte 10,00 ml standardního roztoku 0,05M dusičnanu bismutitého.
- Následně vzorek v titrační baňce zředte destilovanou vodou na cca 100 ml.
- Přidejte 5-15 kapek indikátoru pyrokatechinová violeť do vzniku dostatečně intenzivního zbarvení. Pokud má roztok správné pH, dojde ke vzniku zeleného zbarvení. Pokud je roztok příliš kyselý, vznikne fialové zbarvení. V takovém případě je třeba citlivě po malých dávkách nebo po kapkách přidávat amoniak (zř. 1:4) dokud roztok nezezelená; nesmí ale dojít k hydrolyze a zakalení roztoku.
- Titrujte odměrným roztokem Chelatonu 3, dokud se roztok nezbarví do citronově-žluté. Před koncem titrace vzniká přechodně šedofialový odstín.
- Postup proveďte celkem 3× a výsledky zaznamenejte a vyhodnoťte.

### Stanovení počátečního množství měďnatých iontů ve vzorku

- Do kádinky o objemu 400 ml odpipetujte 10,00 ml roztoku obsahujícího měďnaté ionty a zředte jej destilovanou vodou tak, aby byla vodivostní sonda ponořena.
- Do kádinky vložte magnetické míchadlo a umístěte na magnetickou míchačku.
- Změřte počáteční vodivost vzorku a následně titrujte obsah kádinky 0,05M odměrným roztokem Chelatonu 3 po krocích 0,5 ml. Po každém přidavku si zaznamenejte aktuální hodnotu vodivosti.
- Naměřte dostatečně velké množství hodnot po dosažení bodu ekvivalence a konduktometrickou titrační křivku vyhodnoťte.
- Vyhodnocení uložte na pracovní plochu notebooku pod názvem XE-U1-1.xlsx (X = startovní číslo)

### Absorpce iontů $\text{Cu}^{2+}$ do zeolitu ZP4A

- Na lodičce si navažte přesně přibližně 0,5 g zeolitu ZP4A.
- Do kádinky o objemu 150 ml si odpipetujte 20,00 ml roztoku obsahujícího měďnaté ionty a k němu přidejte navážený zeolit ZP4A.
- Obsah kádinky míchejte na magnetické míchačce po dobu 10 minut.
- Následně suspenzi přefiltrujte za sníženého tlaku do dokonale čisté odsávací baňky. Použijte filtrační papír pro velmi jemné sraženiny. Odfiltrovaný zeolit na filtru promyjte 2× 20 ml destilované vody.
- Filtrát z odsávací baňky kvantitativně převedte do kádinky o objemu 400 ml.

### Stanovení výměnné kapacity zeolitu

- Filtrát z odsávací baňky po absorpci, který máte v kádince, zředte destilovanou vodou tak, aby byla vodivostní sonda konduktometru ponořena.
- Do kádinky vložte magnetické míchadlo a umístěte na magnetickou míchačku.
- Změřte počáteční vodivost vzorku a následně titrujte obsah kádinky 0,05M odměrným roztokem Chelatonu 3 po krocích 0,5 ml. Po každém přidavku si zaznamenejte aktuální hodnotu vodivosti.
- Naměřte dostatečně velké množství hodnot po dosažení bodu ekvivalence a konduktometrickou titrační křivku vyhodnoťte.
- Vyhodnocení uložte na pracovní plochu notebooku pod názvem XE-U1-2.xlsx (X = startovní číslo)



**Vyhodnocení a otázky** (vypracujte do pracovního listu)

- 1) Do pracovního listu uveďte výpočet navážky pentahydrátu dusičnanu bismutitého, jednotlivé navážky zaznamenejte do tabulky, vypočítejte odpovídající koncentrace Chelatonu 3 a uveďte přijatou (průměrnou) hodnotu koncentrace odměrného roztoku Chelatonu 3. Hodnocena je výjimečně až hodnota koncentrace Chelatonu 3.
- 2) Vyhodnoťte titrační křivku první titrace a vyhodnocení uložte na pracovní plochu notebooku pod názvem XE-U1-1.xlsx (X = startovní číslo). Dbejte na všechny náležitosti vyhodnocení.
- 3) Do pracovního listu uveďte přijatou spotřebu odměrného roztoku Chelatonu 3 pro první stanovení.
- 4) Vypočítejte koncentraci měďnatých iontů v zásobním roztoku.
- 5) Vyhodnoťte titrační křivku druhé titrace a vyhodnocení uložte na pracovní plochu notebooku pod názvem XE-U1-2.xlsx (X = startovní číslo). Dbejte na všechny náležitosti vyhodnocení.
- 6) Do pracovního listu uveďte přijatou spotřebu odměrného roztoku Chelatonu 3 pro druhé stanovení.
- 7) Vypočítejte látkové množství měďnatých iontů přítomných v kádince po absorpci do zeolitu.
- 8) Uveďte navážku zeolitu a vypočítejte iontově-výměnnou kapacitu zeolitu ZP4A v jednotkách mmol Cu na 1 g zeolitu ZP4A.
- 9) Hodnocena je i správná laboratorní technika a bezpečná práce v chemické laboratoři.



## PRACOVNÍ LIST

## 30 BODŮ

### Úloha 1 Stanovení iontově-výměnné kapacity zeolitu

### 30 bodů

- 1) Uvedte přesnou koncentraci odměrného roztoku dusičnanu bismutitého.

Koncentrace odměrného roztoku  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ : .....

- 2) Uvedte spotřeby odměrného roztoku Chelatonu 3 a uveďte přijatou spotřebu jako aritmetický průměr vašich spotřeb.

Spotřeby odměrného roztoku Chelatonu 3				
	$V_1(\text{Ch3})$	$V_2(\text{Ch3})$	$V_3(\text{Ch3})$	$V_{\text{přijata}}(\text{Ch3})$
Spotřeba odměrného roztoku Chelatonu 3 / ml				
				<b>body:</b>

- 3) Vypočítejte přesnou koncentraci odměrného roztoku Chelatonu 3.

Výpočty:
$c(\text{Ch3}) = \dots\dots\dots$
<b>body:</b>

- 4) Vyhodnoťte titrační křivku první titrace a vyhodnocení uložte na pracovní plochu notebooku pod názvem XE-U1-1.xlsx (X = startovní číslo). Dbejte na všechny náležitosti vyhodnocení.

Vyhodnocení se provede na PC.
<b>body:</b>



- 5) Do pracovního listu uveďte přijatou spotřebu odměrného roztoku Chelatonu 3 pro první stanovení.

Přijatá spotřeba odměrného roztoku Chelatonu 3:

*body:*

- 6) Vypočítejte koncentraci měďnatých iontů v zásobním roztoku.

Výpočty:

$c(\text{Cu}^{2+}/\text{zásobní roztok}) = \dots\dots\dots$

*body:*

- 7) Vyhodnoťte titrační křivku druhé titrace a vyhodnocení uložte na pracovní plochu notebooku pod názvem XE-U1-2.xlsx (X = startovní číslo). Dbejte na všechny náležitosti vyhodnocení.

Vyhodnocení se provede na PC.

*body:*

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

Přijatá spotřeba odměrného roztoku Chelatonu 3:

*body:*



9) Vypočítejte látkové množství měďnatých iontů přítomných v kádince po absorpci do zeolitu.

Výpočty:

$n(\text{Cu}^{2+}/v \text{ kádince po absorpci}) = \dots\dots\dots$

**body:**

10) Uveďte navážku zeolitu a vypočítejte iontově-výměnnou kapacitu zeolitu ZP4A v jednotkách mmol Cu na 1 g zeolitu ZP4A.

Navážka zeolitu: .....

Výpočty:

Iontově-výměnná kapacita zeolitu = ..... mmol Cu / 1 g zeolitu

**body:**

--

**11) Hodnocena je i správná laboratorní technika a bezpečná práce v chemické laboratoři.**

Seznam prohřešků proti správné laboratorní praxi (vyplní organizátor/dozor v laboratoři) včetně příslušné bodové ztráty.

**body:**

Prostor pro hodnocení

Bodová ztráta

**body:**