



58. ročník

2021/2022

ŠKOLNÍ KOLO

Kategorie C

Praktická část – Zadání

20 bodů



PRAKTICKÁ ČÁST

20 BODŮ**Autor****Ing. Pavel Blažek***Gymnázium a obchodní akademie Pelhřimov***Recenze****RNDr. Jakub Hraníček, Ph.D.***Katedra analytické chemie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Praha*

Vážení soutěžící,

v rámci praktické části letošního ročníku chemické olympiády kategorie C se zaměříme na analytická stanovení vybraných kovů první a druhé hlavní skupiny periodické tabulky prvků (včetně jejich sloučenin) ve vodných roztocích. Prvky jako sodík, draslík, hořčík a vápník jsou v přírodě široce zastoupené, můžeme se s nimi setkat v různých minerálech, jsou často součástí minerálních vod apod. Kromě biochemického významu mohou některé z uvedených prvků způsobovat tzv. tvrdost vody, což se projevuje např. vznikem nánosů na výhřevných plochách některých spotřebičů. Pro úspěšné zvládnutí následujících úloh bude klíčové prostudování následujících kapitol

- Principy odměrné analýzy
- Argentometrické a komplexometrické titrace (včetně výpočtů)
- Základní chemické výpočty

Doporučená literatura:

- 1) Záruba, K.; et al. Analytická chemie 1.díl, 1st ed.; VŠCHT Praha: Praha, 2016. Dostupné online: <http://vydavatelstvi.vscht.cz>
- 2) Pitter, P. Hydrochemie, 4th ed.; VŠCHT Praha: Praha, 2009
- 3) Horáková, M. Analytika vody, 2nd ed.; VŠCHT Praha: Praha, 2009
- 4) Jiné online dostupné zdroje, např. https://www.wikiskripta.eu/w/Odměrná_analýza
<http://www.ach.upol.cz/user-files/files/acc-chelatometrie.pdf>

**Úloha 1 Je libo voda měkká či tvrdá?****20 bodů**

Vápník a hořčík jsou v přírodě hojně rozšířené kovy. Rozkladem hornin se tyto kovy dostávají do podzemních vod. Antropogenními zdroji uvedených kovů pak mohou být některé typy průmyslových odpadních vod. Hořčík je v podzemních vodách obvykle méně zastoupen než vápník, ovšem existují některé známé výjimky, např. minerální voda Šarátice.

S koncentrací vápenatých a hořečnatých kationtů ve vodě je spojován termín „tvrdost vody“. Tvrdost vody se vyjadřuje v jednotkách mmol/l či ve starších jednotkách, např. v tzv. německých stupních (dH). Mezi oběma jednotkami existuje jednoduchý přepočítání: 1 mmol/l = 5,6° dH. Z hlediska tvrdosti vody rozlišujeme několik typů vod:

Velmi tvrdá voda	Tvrdá voda	Středně tvrdá voda	Měkká voda	Velmi měkká voda
> 3,76 mmol/l	2,51 – 3,75 mmol/l	1,26 – 2,50 mmol/l	0,70 – 1,25 mmol/l	< 0,70 mmol/l
> 21,01° dH	14,01 – 21,00° dH	7,01 – 14,00° dH	3,90 – 7,00° dH	< 3,90° dH

Koncentraci vápníku a hořčíku ve vodě můžeme stanovit komplexometrickou titrací.

Pomůcky:

- 2× kádinka 250 ml
- odměrné válce 5 ml a 50 ml
- pipeta nedělená 10 ml nebo 20 ml
- pipetovací balónek nebo nástavec
- byreta 25 ml nebo 50 ml
- úzká nálevka na dolítí byrety
- titrační baňka 250 ml
- laboratorní stojan
- klema, držák byrety
- kopistka
- stříčka

Chemikálie:

- vzorek minerální vody
- odměrný roztok chelatonu 3 o přesné koncentraci (~ 0,005 mol/l)
- Schwarzenbachův pufr
- roztok NaOH (c = 1 mol/l)
- eriochromčerní T (směs 1:100 s NaCl)
- murexid (směs 1:100 s NaCl)
- destilovaná voda

Úkol:

- 1) Stanovte koncentrace vápníku a hořčíku v předloženém vzorku.
- 2) Odpovězte na otázky v Pracovním listu.



Pracovní postup:

Stanovení celkové koncentrace vápníku a hořčíku

- Do titrační baňky napipetujte 20 ml vzorku minerální vody.
- Pomocí odměrného válce přilijte ke vzorku v titrační baňce 5 ml Schwarzenbachova pufru, přibližně 50 ml destilované vody a přidejte na špičku kopistky indikátor (eriochromčern T).
- Roztok v titrační baňce titrujte odměrným roztokem chelatonu 3 z vínově červeného do modrého zabarvení.
- Stanovení proveďte alespoň třikrát a výsledky zaznamenejte do pracovního listu.

Stanovení koncentrace vápníku

- Do titrační baňky napipetujte 20 ml vzorku minerální vody.
- Odměrným válcem přilijte ke vzorku v titrační baňce 5 ml NaOH ($c = 1 \text{ mol/l}$), přibližně 50 ml destilované vody a přidejte na špičku kopistky indikátor (murexid).
- Roztok v titrační baňce titrujte odměrným roztokem chelatonu 3 z růžového do fialového zabarvení.
- Stanovení proveďte alespoň třikrát a výsledky zaznamenejte do pracovního listu.

PRACOVNÍ LIST**20 BODŮ****Úloha 1 Je libo voda měkká či tvrdá?****20 bodů**

- 1) Zapište spotřeby odměrného roztoku chelatonu 3 pro titraci k určení celkové koncentrace vápníku a hořčíku, vypočítejte průměrnou hodnotu spotřeby.

V_1 (chelaton 3) [ml]	V_2 (chelaton 3) [ml]	V_3 (chelaton 3) [ml]	$V_{\text{PŘIJATÁ}}$ [ml]

body:

- 2) Zapište spotřeby odměrného roztoku chelatonu 3 pro titraci k určení celkové koncentrace vápníku, vypočítejte průměrnou hodnotu spotřeby.

V_1 (chelaton 3) [ml]	V_2 (chelaton 3) [ml]	V_3 (chelaton 3) [ml]	$V_{\text{PŘIJATÁ}}$ [ml]

body:

- 3) Napište vyčíslenou iontovou rovnicí chemické reakce chelatonu 3 (H_2Y^{2-}) s dvojmocnými kationty M^{2+} .

Rovnice:

body:



4) Určete celkovou koncentraci vápenatých a hořečnatých iontů v předloženém vzorku vody (v mmol/l).

Výpočet:

Výsledek:

body:

5) Určete koncentrace jednotlivých iontů (vápenatých a hořečnatých) v předloženém vzorku vody (v mmol/l).

Výpočet:

Výsledek:

body:



- 6) Určete tvrdost vody v předloženém vzorku minerální vody v německých stupních a charakterizujte daný typ vody podle tabulky v úvodu.

<p>Celková koncentrace Ca^{2+} a Mg^{2+} v mmol/l:</p> <p>Celková koncentrace Ca^{2+} a Mg^{2+} v německých stupních (dH):</p> <p>Typ vody dle tvrdost (viz tabulka v úvodu):</p>	<p><i>body:</i></p>
---	---------------------

- 7) Vysvětlete, proč se chelatometrické titrace provádí v přítomnosti tlumivých roztoků (tzv. pufrů)?

	<p><i>body:</i></p>
--	---------------------

- 8) Mýdlo obsahuje sodné a draselné soli některých vyšších mastných kyselin. Vysvětlete, proč je ve tvrdé vodě těžší práť špinavé prádlo oproti vodě měkké.

	<p><i>body:</i></p>
--	---------------------

- 9) Při umývání titračních baněk po konci titrací můžete po kontaktu směsi z titrační baňky s kohoutkovou vodou pozorovat barevné změny. Jak je vysvětlíte?

	<p><i>body:</i></p>
--	---------------------