

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vzdělávací materiál vytvořený v projektu OP VK

Název školy:	Gymnázium, Zábřeh, náměstí Osvobození 20
Číslo projektu:	CZ.1.07/1.5.00/34.0211
Název projektu:	Zlepšení podmínek pro výuku na gymnáziu
Číslo a název klíčové aktivity:	III/2 - Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Anotace

Název tematické oblasti:	Soubor návodů do laboratorních cvičení (PCh)
Název učebního materiálu:	Chelatometrie – stanovení kationtů Ca^{2+} a Mg^{2+} ve vodě
Číslo učebního materiálu:	VY_32_INOVACE_Ch0109
Vyučovací předmět:	Praktikum z chemie
Ročník:	3. ročník čtyřletého gymnázia septima osmiletého gymnázia
Autor:	Zbyněk Vlček
Datum vytvoření:	31.12.2012
Datum ověření ve výuce:	23.1.2013
Druh učebního materiálu:	Pracovní list
Očekávaný výstup:	Pracovní list slouží v první řadě jako návod pro činnost žáků v laboratorním cvičení. Dále žáci využijí pracovní list pro vypracování protokolu z laboratorního cvičení. V závěru protokolu žáci odpoví na otázky, které jsou uvedené v pracovní listu. Protokol odevzdají učitelům v elektronické podobě (ve formátu pdf).
Metodické poznámky:	Při použití vody z veřejného vodovodu lze výsledky stanovení porovnat s údaji o složení vody, které uvádí provozovatel vodovodu.

Laboratorní cvičení 9

Téma: Chelatometrie – stanovení kationtů Ca^{2+} a Mg^{2+} ve vodě

1. Společné stanovení kationtů Ca^{2+} a Mg^{2+} ve vzorku vody

Princip úlohy:

Vysvětlíte princip společného chelatometrického stanovení kationtů vápenatých a hořečnatých.

Postup:

Pomocí odměrné baňky odměřte do titrační baňky 100 cm^3 vzorku vody (stejného jako v LC 8), přidejte 10 cm^3 amoniakálního tlumivého roztoku (pufru). Po promíchání přidejte na špičku lžičky indikátor eriochromovou čerň T. Vínově zbarvený roztok titrujte $0,02 \text{ M}$ odměrným roztokem Chelatonu 3 do čistě modrého zbarvení.

Proveďte alespoň 4 titrace.

Úkoly do závěru:

- 1) Uveďte tabulku s objemy odměrného roztoku spotřebovaného při jednotlivých titracích.
- 2) Vypočtete průměrnou spotřebu odměrného roztoku.
- 3) Vypočtete celkové množství kationtů Ca^{2+} a Mg^{2+} ve vzorku vody v $\text{mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$.
- 4) Celkové množství kationtů Ca^{2+} a Mg^{2+} v $\text{mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ udává celkovou tvrdost vody. Vypočtete u daného vzorku vody trvalou tvrdost v $\text{mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$.

2. Stanovení kationtů Ca^{2+} ve vzorku vody

Princip úlohy:

Vysvětlíte princip chelatometrického stanovení kationtů vápenatých.

Postup:

Pomocí odměrné baňky odměřte do titrační baňky 100 cm^3 vzorku vody (stejného jako v úkolu 1), přidejte 5 cm^3 2 M roztoku NaOH. Po promíchání přidejte na špičku lžičky indikátor murexid a titrujte $0,02 \text{ M}$ odměrným roztokem Chelatonu 3 z červeného do jasně fialového zbarvení.

Proveďte alespoň 4 titrace.

Úkoly do závěru:

- 1) Uveďte tabulku s objemy odměrného roztoku spotřebovaného při jednotlivých titracích.
- 2) Vypočtete průměrnou spotřebu odměrného roztoku.
- 3) Vypočtete množství kationtů Ca^{2+} ve vzorku vody v $\text{mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ a v $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$.
- 4) Vypočtete množství kationtů Mg^{2+} ve vzorku vody v $\text{mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ a v $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Poznámky:

V obou úkolech je nutné použít stejný vzorek vody jako v LC 8 (Acidimetrie – stanovení přechodné tvrdosti vody) z důvodu správného určení trvalé tvrdosti vody.

Vzorek po první titraci můžete využít jako srovnávací pro zbylé titrace. Titrační baňku před každou titrací vypláchněte vodou z vodovodu.

Amoniakální tlumivý roztok (amoniakální pufr) se připraví smícháním 54 g NH_4Cl a 350 cm^3 koncentrovaného roztoku amoniaku, po rozpuštění se směs doplní v odměrné baňce destilovanou vodou na objem 1 dm^3 .

Eriochromová čerň T nebo murexid se pro použití při titracích smíchají s NaCl v hmotnostním poměru 1:100 (Ind:NaCl), směs indikátoru a NaCl se jemně rozetře.

Chelaton 3 je obchodní název disodné soli kyseliny ethylendiamintetraoctové ($M_r = 372,24$), která se označuje zkratkou EDTA nebo zkráceným vzorcem $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Chelaton 3 reaguje s kationty kovů (M^{2+} , M^{3+} , M^{4+}) za vzniku pevných (stabilních) komplexů a s kationty reaguje v molárním poměru 1 : 1 (1 mol kationtu : 1 mol H_2Y^{2-}). Kationty M^{2+} se titrují v alkalickém, popř. slabě kyselém, prostředí, kationty M^{3+} a M^{4+} v kyselém prostředí.

Konec titrace - bod ekvivalence, se určuje pomocí metalochromních indikátorů. Ty tvoří s kationty kovů při daném pH roztoku výrazně barevné komplexy MInd^- , které jsou však méně stabilní než komplexy s Chelatonem 3. Po vytitrování kationtů kovu vytěsňuje Chelaton 3 volný indikátor z komplexu MInd^- , a tím se změní zabarvení roztoku, které ukazuje konec titrace.

U odměrného roztoku Chelatonu 3 nebude stanoven jeho faktor (titr), protože Chelaton 3 lze získat ve velmi čisté formě. Jako standardní látku lze použít CaCO_3 , který se reakcí s kyselinou převede na vápenatou sůl a po úpravě pH se titruje odměrným roztokem Chelatonu 3 na kationty vápenaté.

1 cm^3 0,02 M odměrného roztoku Chelatonu 3 odpovídá 0,02 mmol kationtu kovu

Citace:

VRBSKÝ, J. *Cvičení z analytické chemie pro gymnázia (1. sešit)*. 1. vyd. Praha : SPN, 1991. ISBN 80-04-26024-1. s. 39 - 41

Tabulka - Rozdělení vody podle tvrdosti

voda	mmol/l	°dH	°F
velmi měkká	<0,5	<2,8	<5
měkká	0,7 - 1,25	3,9 - 7	7 - 12,5
středně tvrdá	1,26 - 2,5	7,01 - 14	12,51 - 25
tvrdá	2,51 - 3,75	14,01 - 21	25,01 - 37,5
velmi tvrdá	>3,76	>21,01	>37,51

Oficiální jednotkou tvrdosti je jeden milimol na liter (dm^3), ve zkratce „mmol/l“. Stále se však v hojně míře užívají starší jednotky, jako např. stupně německé, značeno jako „°N“, příp. „°dH“ nebo také stupně francouzské, značeno jako „°F“. S těmito jednotkami se můžete běžně setkat např. v návodech k napařovacím žehličkám, pračkám, či myčkám nádobí. V tabulce je uveden přepočítací mezi jednotlivými stupnicemi.