



56. ročník

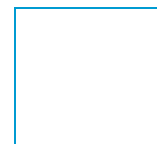
2019/2020

NÁRODNÍ KOLO

Kategorie A

Praktická část – Zadání

40 bodů, 180 minut



PRAKTICKÁ ČÁST

40 BODŮ

Úloha 1 Stanovení tvrdosti vody

20 bodů

Tvrdot vody je definována jako obsah solí kovů s oxidačním stupněm větším než "1" rozpuštěných ve vodě a udává se v mmol/l (milimol na litr, správně milimol na dm^3). Tvrdot vody je převážně způsobena rozpuštěnými solemi vápníku a hořčíku, které v roztoku vytvářejí kationty Ca^{2+} a Mg^{2+} . Tvrdot vody je důležitá při napájení horkovodních a parních kotlů, v domácnosti pro správné dávkování změkčujících přípravků do automatických praček a myček anebo pro závlivku rostlin. Abychom mohli kontrolovat tvrdost vstupní vody a činnost změkčovacích procesů, je nutné znát způsoby zjišťování tvrdosti vody a mít standardní a srovnatelné způsoby jejího vyjadřování.

Tvrdot vody se vyjadřuje závazně obsahem Ca^{2+} a Mg^{2+} v mmol/l (správně v mmol dm^{-3}), historicky také německými (francouzskými, americkými, aj.) stupni tvrdosti. Jeden německý stupeň tvrdosti odpovídá 10 mg CaO nebo 7,2 mg MgO v 1000 ml vody. Německé stupně se často udávají i na pracích práscích s doporučením na úpravu dávkovaného množství pracího prášku podle tvrdosti používané vody.

Tvrdot vody není způsobena oxidem vápenatým nebo hořečnatým, nýbrž vápenatými a hořečnatými kationty, a na uvedené oxidy se smluvně přepočítává.

Rozdělení na tvrdé a měkké vody není jednotné a není upraveno normou. Nejběžnější je následující rozdělení:

velmi měkké	do 0,75 mmol/l
měkké	0,75 – 1,5 mmol/l
středně tvrdé	1,5 – 2,3 mmol/l
dosti tvrdé	2,3 – 3,3 mmol/l
tvrdé	3,3 – 5,0 mmol/l
velmi tvrdé	nad 5,0 mmol/l

**Pomůcky:**

- byreta 25 ml
- laboratorní stojan s držákem byret
- titrační baňka 250 ml (2 kusy)
- pipeta 100 ml
- pipetovací balonek
- kádinka 50 ml (2 kusy)
- kádinka 150 ml na pipetování vzorku vody
- odměrný váleček 5 ml
- malá nálevka
- stříčka s destilovanou vodou
- plastová kopist
- Mendělejevova periodická tabulka prvků s relativními atomovými hmotnostmi

Chemikálie:

- roztok vody (vzorek)
- roztok Chelatonu III ($c = 0,02 \text{ mol dm}^{-3}$)
- pufr (pH = 10)
- indikátor Eriochromčern T (směs s NaCl 1 : 100)

Úkol:

Stanovte tvrdost vzorku předložené vody chelatometrickou titrací.

Pracovní postup:

- 1) Do titrační baňky napipetujte 100,0 ml předloženého roztoku vody, přidejte 5 ml pufru (pH = 10) a na špičku kopisti Eriochromové černě T do intenzivně vínově červeného zbarvení roztoku.
- 2) Vzniklý roztok titrujte roztokem Chelatonu III ($c = 0,02 \text{ mol dm}^{-3}$) za stálého míchání až do okamžiku přechodu vínově červeného zbarvení na modré zbarvení. Titrace se v oblasti ekvivalence musí provádět pomalu (1 kapka za cca 5 vteřin), protože barevný přechod nastává po několika vteřinách.
- 3) Stanovení proveďte opakovaně (1x orientačně, min 3x přesně) a z přesných stanovení stanovte přijatou hodnotu (na dvě desetinná místa).
- 4) Vypočítejte tvrdost vody v zadaném vzorku v mmol dm^{-3} a v německých stupních.

**Úloha 2 Kvalitativní stanovení kationtů a aniontů****20 bodů**

V průmyslově znečištěných vodách se vyskytuje řada kationtů kovů a doprovodných aniontů. Před jejich případným kvantitativním stanovením je nutné určit kvalitativně další přítomné kationty a anionty, které by mohly zkreslit výsledek stanovení.

Pomůcky:

- zkumavky (20 kusů)
- stojan na zkumavky
- kádinka 600 ml na zásobní zkumavky
- plastová kopist
- lihový fix (popis zkumavek)
- pH papírky

Činidla kationty:

- roztok hexakvanoželezitanu draselného
- roztok dimethylglyoximu
- roztok amoniaku ($c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$)
- roztok kyseliny chlorovodíkové ($c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$)
- roztok hexakvanoželeznatanu draselného
- roztok jodidu draselného
- roztok kyseliny sírové ($c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$)
- roztok vínanu amonného
- roztok octanu amonného
- sádrová voda
- nasycený roztok fluoridu barnatého
- amylalkohol
- thiokyanatan draselný

Činidla anionty:

- roztok dusičnanu barnatého
- roztok chloridu železitého
- roztok dusičnanu stříbrného
- roztok dusičnanu vizmutitého
- roztok kyseliny dusičné ($c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$)
- roztok malachitové zeleně

**Úkol:**

V předložených vzorcích roztoků 1 až 3 kvalitativně určete přítomnost významných koncentrací kationtů vybraných kovů (mohou být přítomny Fe^{2+} , Fe^{3+} , Ni^{2+} , Ag^+ , Cu^{2+} , Co^{2+} , Pb^{2+} , Ca^{2+} a Ba^{2+}).

V předložených vzorcích roztoků 4 a 5 kvalitativně určete přítomnost významných koncentrací vybraných aniontů (mohou být přítomny fosforečnan, thiosíran, siřičitan, uhličitan, síran, chlorid, jodid a thiokyanatan).

Pracovní postup:

- 1) Do zkumavky odlejte vždy po cca 1 ml roztoku a pomocí specifických reakcí určete přítomné vybrané kationty nebo anionty ve významném množství.
- 2) Napište a vyčíslete rovnice reakcí uvedených v pracovním listu.

SPECIFICKÉ REAKCE KATIONTŮ:**Kation železnatý Fe^{2+}**

- a) Roztok hexakynoželesitanu draselného reaguje v neutrálním nebo slabě kyselém prostředí s Fe^{2+} za vzniku intenzivně modrého zbarvení až sraženiny (berlínská modř).
- b) K roztoku s Fe^{2+} se přidá stejný objem činidla dimethylglyoximu a dále roztok amoniaku ($c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$) do alkalické reakce. Důkazem je okamžitý vznik intenzivně červeného zbarvení (ne sraženiny).

Kation železitý Fe^{3+}

- a) Roztok hexakynoželesitanu draselného reaguje ve slabě kyselém prostředí s Fe^{3+} za vzniku intenzivně modrého zbarvení až sraženiny (berlínská modř).
- b) Ke slabě kyselému roztoku s Fe^{3+} se přidá několik krystalků thiokyanatanu draselného. Důkazem je vznik intenzivně červeného zbarvení.

Kation nikelnatý Ni^{2+}

K roztoku s Ni^{2+} se přidá stejný objem činidla dimethylglyoximu a dále roztok amoniaku ($c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$) do alkalické reakce. Důkazem je vznik červené sraženiny.

Kation stříbrný Ag^+

- a) Roztok HCl sráží v kyselém prostředí bílou sraženinu AgCl , rozpustnou v přebytku NH_4OH ($c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$). Po okyselení roztoku kyselinou dusičnou se sraženina opět vylučuje.
- b) Roztok jodidu draselného sráží ve slabě kyselém nebo neutrálním prostředí slabě žlutou sraženinu AgI , která není rozpustná v amoniaku (tam pouze bělá) ani v roztoku vlnanu amonného.

**Kation měďnatý Cu^{2+}**

- a) K roztoku s Cu^{2+} se přidá trochu roztoku octanu amonného a přebytek roztoku amoniaku ($c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$) do alkalické reakce. Důkazem je vznik intenzivně modrofialového zbarvení.
- b) Roztok hexakvanoželeznatanu draselného reaguje v neutrálním nebo slabě kyselém prostředí s Cu^{2+} za vzniku hnědé sraženiny nebo hnědého zbarvení. Stanovení ruší přítomnost Fe^{3+} vznikem modrého zbarvení nebo sraženiny (berlínská modř).

Kation kobaltnatý Co^{2+}

- a) K neutrálnímu roztoku s Co^{2+} se přidá stejný objem činidla dimethylglyoximu. Důkazem je vznik hnědého zbarvení.
- b) Ke slabě kyselému roztoku s Co^{2+} se přidá 1 ml roztoku octanu amonného, větší množství thiokyanatanu draselného, roztok amoniaku a asi 1 ml amylalkoholu. Důkazem je modré (v případě přítomnosti mědi zelenomodré až zelené) zbarvení vrstvy amylalkoholu po protřepání.

Kation olovnatý Pb^{2+}

- a) Roztok jodidu draselného sráží ve slabě kyselém nebo neutrálním prostředí sytě žlutou sraženinu PbI_2 , rozpustnou v přebytku amoniakálního roztoku vlnanu amonného.
- b) Roztok kyseliny sírové okamžitě sráží málo rozpustný PbSO_4 , který je však rozpustný v amoniakálním roztoku vlnanu amonného (rozdíl proti BaSO_4). Je však nutné přidat amoniak do alkalické reakce a dále přebytek roztoku vlnanu.

Kation barnatý Ba^{2+}

- a) Roztok kyseliny sírové sráží okamžitě velmi málo rozpustný BaSO_4 , který je nerozpustný v silně alkalickém prostředí vlnanu (rozdíl proti PbSO_4). Při vysokých koncentracích Ca^{2+} vzniká málo rozpustný $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, jeho vylučování je však pozvolné.
- b) Nasycený roztok CaSO_4 (sádrová voda) sráží v neutrálním nebo mírně kyselém prostředí jako bílou sraženinu pouze kationty Ba^{2+} a Pb^{2+} .

Kation vápenatý Ca^{2+}

V neutrálním nebo mírně kyselém prostředí reaguje nasycený roztok fluoridu barnatého okamžitě pouze s kationty vápenatými za vzniku bílé sraženiny.

**SPECIFICKÉ REAKCE ANIONTŮ:****Anion síranový**

Roztok dusičnanu barnatého sráží v neutrálním nebo slabě kyselém prostředí bílou sraženinu BaSO_4 nerozpustnou po přidání několika kapek HNO_3 ($c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$). V silně kyselém prostředí (po přidání HNO_3) je reakce selektivní. Pozitivní reakci však dává i roztok siřičitanu částečně zoxidovaný vzdušným kyslíkem. Proto vylučte přítomnost siřičitanu ve vzorku.

Anion siřičitanový

Roztok malachitové zeleně je v neutrálním prostředí ihned siřičitany odbarvován. Thiosíraný nereagují.

Anion chloridový

Roztok dusičnanu stříbrného sráží bílou sraženinu chloridu stříbrného nerozpustnou ve zředěné kyselině dusičné (přídavek několika kapek HNO_3 , $c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$), dobře rozpustnou ve zředěném amoniaku ($c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$). Po okyselení HNO_3 se sraženina opět vylučuje.

Anion fosforečnanový

Roztok dusičnanu vizmutitého v kyselině dusičné reaguje s aniontem fosforečnanovým za vzniku bílé sraženiny BiPO_4 , nerozpustné přídavkem kyseliny dusičné ($c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$). Vznik tmavého zbarvení (oxidace jodidu kyselinou dusičnou) není pozitivním výsledkem.

Anion thiokyanatanový

Roztok soli železité (chloridu železitého) reaguje s thiokyanatanem i v kyselém prostředí (po přidání několika kapek kyseliny chlorovodíkové $c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$) za vzniku intenzivně červeného zbarvení.

Anion thiosíranový

a) Roztok thiosíranu je stabilní pouze v alkalickém prostředí a okyselením kyselinou chlorovodíkovou ($c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$) se rozkládá za vzniku bílého zákalu koloidní síry a slabého zápachu oxidu siřičitého. Reakce však probíhá až po několika minutách.

b) Thiosíran se po přidání dusičnanu stříbrného a kyseliny dusičné vysráží jako bílá, rychle tmavnoucí sraženina, která po chvíli zčerná. Roztokem amoniaku se nemění. Reakce není specifická a souvisí s rozkladem thiosíranu v kyselém prostředí.

Anion jodidový

Roztok dusičnanu stříbrného sráží žlutou sraženinu jodidu stříbrného, nerozpustnou ve zředěné kyselině dusičné i zředěném amoniaku.

Anion uhličitánový

Uhličitany jsou nestálé v kyselém prostředí a uvolňují oxid uhličitý ve formě bublinek (pění). Po okyselení roztokem kyseliny chlorovodíkové se uvolňují bublinky oxidu uhličitého (nepáchnou po oxidu siřičitém).

PRACOVNÍ LIST**40 BODŮ****Úloha 1 Stanovení tvrdosti vody****20 bodů**

OZNAČENÍ VZORKU VODY:

1) Spotřeby roztoku Chelatonu III:

Předběžné stanovení [ml]	1. stanovení [ml]	2. stanovení [ml]	3. stanovení [ml]	PŘIJATÁ SPOTŘEBA [ml]

body:

--

2) Výpočet tvrdosti vody v mmol dm^{-3} ve vzorku

--

body:

3) Výpočet tvrdosti vody v německých stupních

--

body:

--

Úloha 2 Kvalitativní stanovení kationtů a aniontů**20 bodů****1) Kvalitativní stanovení kovových kationtů**

Vzorek 1 přítomné kationty	Vzorek 2 přítomné kationty	Vzorek 3 přítomné kationty

<i>body:</i>

2) Kvalitativní stanovení aniontů

Vzorek 4 přítomné anionty	Vzorek 5 přítomné anionty

<i>body:</i>

**3) Napište a vyčíslete následující rovnice**

Reakce sraženiny chloridu olovnatého a koncentrovaného roztoku hydroxidu sodného:

Reakce sraženiny jodidu stříbrného s roztokem kyanidů v mírně zásaditém prostředí (iontově):

Reakce roztoku kationtu měďnatého s aniontem jodidovým (iontově):

Reakce amoniakálního roztoku kationtu stříbrného s neutrálním roztokem obsahujícím kation manganatý (iontově):

body: