

SLOVENSKÁ KOMISIA CHEMICKEJ OLYMPIÁDY

CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

60. ročník, školský rok 2023/2024

Kategória EF

Celoštátne kolo

ÚLOHY Z PRAXE

ÚLOHY Z PRAXE

Chemická olympiáda – kategória E,F – 60. ročník – šk. rok 2023/2024

Celoštátne kolo

Martina Gánovská

Maximálne 100 pomocných bodov = 50 bodov
Doba riešenia: 300 minút

POKYNY K RIEŠENIU

Pozorne si prečítajte zadanie a rozhodnite sa, ktorú časť začnete ako prvú riešiť.

Úvod

Využitie ionexov v analytickej chémii je spojené so separáciou a čistením iónov a polárnych molekúl na základe ich afinity k iónomeničom. Ide o formu chromatografie, ktorá hrá významnú úlohu pri separácii a analýze aminokyselín (v klinickej diagnostike a biochémií), čistení vody (zlepšenie kvality pitných vôd), zbere a extrakcii stopových prvkov (napríklad z morskej vody pri analýze stavu životného prostredia) ale aj napr. v analýze mesačných hornín a vzácnych stopových prvkov. Iónová výmena ponúka niekoľko výhod. Medzi ne patrí hlavne efektívna separácia nabitých častíc, všestrannosť, možnosť jej použitia v analytických aj preparatívnych aplikáciách. Ako separačná metóda je kompatibilná s rôznymi metódami detekcie. Medzi obmedzenia ionexovej chromatografie patrí hlavne to, že môžeme oddeliť iba nabité ióny.



Náplňou úloh celoštátneho kola je:

- stanovenie kapacity silne kyslého katexu alkalimetricky
- stanovenie koncentrácie viacerých katiónov vedľa seba na príklade roztoku zinočnatých, meďnatých a sodných katiónov
 - o úprava vzorky na ionexe
 - o stanovenie uvoľnenej kyseliny vizuálnou titráciou a pomocou nameraného pH
 - o stanovenie katiónov komplexometricky

Máte k dispozícii nasledujúce tuhé látky a pripravené nasledujúce roztoky:

- napučaný silný katex v H⁺ cykle,
- tuhý chelatón 3,
- tuhý CaCO₃,
- roztok HCl (c=3 mol dm⁻³),
- roztok NaOH (c=2 mol dm⁻³),
- tuhý indikátor murexid,
- roztok tiosíranu sodného, w=0,05,

- roztoku hexametyléntetraamínu, $w=0,1$,
- indikátor xylenolová oranž,
- tuhý hydrogenftalan draselný,
- roztok hydroxidu sodného s $w=0,4$,
- indikátor bromtymolová modrá,
- tuhý NaCl,
- indikátor fenolftaleín,
- indikátor tymolftaleín.

Poznámka:

Pred samotnou prácou je potrebné prečítať si celé zadanie práce a rozvrhnúť si čas na prácu.

Názov chemikálie	H vety	P vety
Napučaný silne kyslý katex		
Chelatón 3 ($\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	H332, H373, H412	P260, P271, P273, P304+P340+P312, P314, P501
Uhličitan vápenatý	Táto látka nespĺňa kritériá pre klasifikáciu v súlade s nariadením č 1272/2008/ES.	
Kyselina chlorovodíková	H315, H335	P260, P280, P305+P351+PP338, P310
Hydroxid sodný	H290, H314	P303+P361+P353 P305+P351+P338 P310, P 390
hydrogenftala draselný	Táto látka nespĺňa kritériá pre klasifikáciu v súlade s nariadením č 1272/2008/ES.	
Tiosíran sodný	Táto látka nespĺňa kritériá pre klasifikáciu v súlade s nariadením č 1272/2008/ES.	
Murexid	Táto látka nespĺňa kritériá pre klasifikáciu v súlade s nariadením č 1272/2008/ES.	
Tymolftaleín	Táto látka nespĺňa kritériá pre klasifikáciu v súlade s nariadením č 1272/2008/ES.	
Hexametyléntetraamín	H228, H317	P210, P280
Xylenolová oranž	Táto látka nespĺňa kritériá pre klasifikáciu v súlade s nariadením č 1272/2008/ES.	
Bromtymolová modrá	Táto látka nespĺňa kritériá pre klasifikáciu v súlade s nariadením č 1272/2008/ES.	
Fenolftaleín	H225	P210,P233
Chlorid sodný	Táto látka nespĺňa kritériá pre klasifikáciu v súlade s nariadením č 1272/2008/ES.	

Úloha A: Príprava roztokov a určenie ich presnej koncentrácie

Úloha A1: Príprava roztokov

- A1.1 Vypočítajte hmotnosť chelatónu 3 (Na_2EDTA) potrebného na prípravu 500 cm^3 odmerného roztoku s koncentráciou blízko $0,05 \text{ mol dm}^{-3}$. Roztok pripravte.
- A1.2 Vypočítajte hmotnosť uhličitanu vápenatého potrebného na prípravu 50 cm^3 štandardného roztoku s koncentráciou blízko $0,05 \text{ mol dm}^{-3}$. Roztok pripravte podľa nasledujúceho postupu: Vypočítané množstvo CaCO_3 navážte s analytickou presnosťou a preneste do vhodnej kadičky. Pridajte 25 cm^3 destilovanej vody a postupne pridávajte malé množstvo roztoku HCl ($c= 3 \text{ mol.dm}^{-3}$) až do rozpustenia uhličitanu vápenatého. Oxid uhličitý, ktorý vzniká búrlivou reakciou odstráňte varom. Roztok po vychladnutí preneste do odmernej banky a doplňte po rysku. Zapište chemickú reakciu, ktorá prebehla pri príprave štandardného roztoku a vypočítajte presnú koncentráciu roztoku Ca^{2+} .
- A1.3 Vypočítajte objem roztoku hydroxidu sodného ($w = 0,4$) potrebný na prípravu 200 cm^3 odmerného roztoku s koncentráciou blízko $c = 0,1 \text{ mol dm}^{-3}$. Roztok hydroxidu sodného s koncentráciou $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ pripravte riedením 40% roztoku.

A1.4 Vypočítajte hmotnosť hydrogenftalanu draselného potrebného na prípravu 50 cm³ roztoku s koncentráciou 0,1 mol dm⁻³. Roztok pripravte a vypočítajte jeho presnú koncentráciu.

Úloha A2: Určenie presnej koncentrácie roztokov

A2.1 Zo štandardného roztoku vápenatej soli, ktorý ste si pripravili v úlohe A1.2 odpipetujte 10,0 cm³, pomocou roztoku NaOH (c= 2 mol.dm⁻³) upravte pH na 12 (kontrolujte si pH pomocou pH papierika), pridajte malé množstvo indikátora murexid a titrujte roztokom chelatónu 3 (Na₂EDTA) z ružovej do fialovej. Vypočítajte presnú koncentráciu odmerného roztoku chelatónu 3.

A2.2 Do titračnej banky odpipetujte 10 cm³ roztoku hydrogenftalanu draselného, ktorý ste si pripravili v úlohe A1.4, pridajte 25 cm³ demineralizovanej vody a pár kvapiek tymolftaleinu. Titrujte odmerným roztokom NaOH. Vykonajte potrebný počet paralelných stanovení a vypočítajte presnú koncentráciu roztoku hydroxidu sodného.

Úloha B: Stanovenie kapacity silne kyslého katexu

Iónová výmena je vlastne pracovným cyklom ionexu. Hnacou silou je difúzia, vplyv na výmenu iónov má napríklad aj rozdiel koncentrácie iónov v a mimo ionexu, elektrický potenciál, prípadne ďalšie chemické reakcie. Selektivita ionexu (schopnosť viazať určitý druh iónov a sila tejto väzby) závisí od veľkosti pórov ionexu, náboja iónov (s rastúcim nábojovým číslom rastie afinita k ionexu), s polomerom iónov v jeho hydratovanom stave (s klesajúcim polomerom rastie afinita) od polarizovateľnosti iónov. Na základe týchto pravidiel boli experimentálne vytvorené takzvané selektívne rady pre jednotlivé druhy ionexov. Pre silne kyslý katex R-SO₃H selektívny rad iónov zoradený podľa klesajúcej afinity iónov – ochoty sa vymieňať – je nasledovná

Ba²⁺ > Pb²⁺ > Sr²⁺ > Ca²⁺ > > Ni²⁺ > Cd²⁺ > Cu²⁺ > Co²⁺ > Zn²⁺ > Mg²⁺ > Ag⁺ > Cs⁺ > Rb⁺ > K⁺ > NH₄⁺ > Na⁺ > H⁺ > Li⁺

Úloha B1: Stanovenie kapacity silne kyslého katexu alkalimetricky

B1.1 V odmernom valci odmerajte 5 cm³ napučaného silne kyslého katexu v H⁺ cykle a pomocou 50 cm³ demineralizovanej vody preneste kvantitatívne do titračnej banky. Pridajte 2 kvapky indikátora bromtymolová modrá. Pridajte približne 2 g tuhého NaCl a nechajte 5 minút stáť. Titrujte roztokom NaOH, ktorý ste si pripravili v úlohe A1.3 do modrého sfarbenia. Vykonajte potrebný počet stanovení.

B1.2 Zapíšte rovnicu iónovej výmeny a vypočítajte objemovú kapacitu ionexu.

Poznámka:

Použitý ionex zbierajte do na to určenej nádoby.

$$Q_v = \frac{z \times V_{\text{roztoku}} \times c_{\text{roztoku}}}{V_{\text{ionexu}}} \times 1000 \text{ [mmol} \cdot \text{cm}^{-3}\text{]}$$

z – nábojové číslo

V_{roztoku} – objem roztoku (spotreba)

Úloha C: Stanovenie koncentrácie zinočnatých a meďnatých a sodných katiónov vedľa seba v neznámej vzorke

Úloha C1: Úprava vzorky na ionexe, stanovenie uvoľnenej kyseliny

- C1.1 Kolónu naplňte silne kyslým katexom, tak aby výška katexu v kolóne bola cca 8 - 10 cm. Kolónu preveďte do H^+ cyklu postupným naliatím cca 25 cm^3 kyseliny chlorovodíkovej s $c = 3 \text{ mol dm}^{-3}$. Kyselina by mala kolónou pretekať rýchlosťou 3 cm^3/min . Rovnakým spôsobom premývajte kolónu demineralizovanou vodou. Po ukončení premývania eluát vytekajúci z ionexu musí byť neutrálny (pH kontrolujte priebežne pH papierikom).
- C1.2 Vzorku máte pripravenú v odmernej banke s objemom 250 cm^3 , doplňte banku po rysku a roztok zhomogenizujte.
- C1.3 Pod chromatografickú kolónu si pripravte odmernú banku s objemom 250 cm^3 na zachytávanie eluátu. Na ionex v kolóne prenesť kvantitatívne 25,0 cm^3 vzorky pripravenej v úlohe C1.2, tak aby ste ionex v kolóne nezvírili. Vzorku nechajte ionexom pretekať rýchlosťou 3 cm^3/min . Následne kolónu premývajte demineralizovanou vodou a eluát zachytávajte do odmernej banky. Ak objem eluátu v odmernej banke dosiahne asi polovicu, skontrolujte pH, ktoré musí byť neutrálné. Ak nie je, pokračujte v premývaní kolóny a priebežne kontrolujte pH eluátu. Z eluátu pripravte zásobný roztok uvoľnenej kyseliny, ktorý použijete na titráciu.
- C1.4 Do titračnej banky pipetujte 50,0 cm^3 zásobného roztoku eluátu, ktorý ste si pripravili v úlohe C1.3, pridajte 2 kvapky indikátora fenolftaleínu a titrujte do ružova.
- C1.5 Vypočítajte látkové množstvo H^+ iónov, ktoré sa z katexu uvoľnili. Prepočítajte uvoľnené množstvo na celú vzorku Cu^{2+} , Zn^{2+} a Na^+ iónov.
- C1.6 Pripravte si pH meter na meranie. Podľa návodu na prácu s prístrojom odmerajte pH eluátu, ktorý ste získali výmenou na ionexe. Meranie opakujte aspoň trikrát. Zo získanej hodnoty pH vypočítajte koncentráciu H^+ iónov v eluáte. Prepočítajte uvoľnené množstvo na celú vzorku Cu^{2+} , Zn^{2+} a Na^+ iónov. Výsledky získané titračne a pH metricky porovnajte.

Poznámka:

Použitý ionex zbierajte do na to určenej nádoby.

Úloha C2: Stanovenie zinočnatých katiónov v pôvodnej vzorke v prítomnosti meďnatých katiónov

- C2.1 Do titračnej banky odpipetujte 10,0 cm^3 roztoku vzorky pripravenej v úlohe C1.2. Pridajte 50 cm^3 demineralizovanej vody a po kvapkách 5 % roztok tiosíranu sodného, kým sa modrý roztok nezmení na bezfarebný. Upravte pH roztoku na 5-6 pomocou 10% roztoku hexametyléntetraamínu (pH kontrolujte pomocou pH papierika) a pár kvapiek xylenolovej oranže, kým roztok nebude mať červenofialovú farbu. Titrujte roztokom chelatónu 3 do žltá. Vykonajte potrebný počet paralelných titrácií.

C2.2 Vypočítajte látkové množstvo zinočnatých katiónov a hmotnosť zinočnatých iónov v pôvodnej vzorke.

Úloha C3: Stanovenie meďnatých a zinočnatých katiónov vedľa seba

C3.1 Do titračnej banky odpipetujte 10,0 cm³ vzorky, ktorú ste si pripravili v úlohe C1.2. Pridajte 10 cm³ hexametyléntetraamínu a skontrolujte pH. Malo by byť medzi 5-6, nesmie mať hodnotu nižšiu ako 5. Pridajte pár kvapiek indikátora xylenolovú oranž do fialovej farby roztoku. Titrujte odmerným roztokom chelatónu 3 do zelena. Vykonajte potrebný počet paralelných titrácií.

C3.2 Vypočítajte látkové množstvo meďnatých a zinočnatých iónov v zásobnom roztoku vzorky.

Úloha C4: Výpočet meďnatých a sodných katiónov v pôvodnej vzorke

C4.1 Z výsledkov komplexometrického stanovenia z úlohy C2 a C3 vypočítajte látkové množstvo meďnatých katiónov v zásobnom roztoku vzorky a tiež látkové množstvo a hmotnosť meďnatých iónov v pôvodnej vzorke.

C4.2 Z výsledkov alkalimetrického stanovenia a komplexometrického stanovenia zinočnatých a meďnatých vypočítajte látkové množstvo a hmotnosť sodných iónov v pôvodnej vzorke.

Pri výpočtoch použite nasledujúce hodnoty mólových hmotností:

$$M(\text{C}_8\text{H}_5\text{KO}_4) = 204,22 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\rho(\text{NaOH}, w=0,4) = 1,43 \text{ g cm}^{-3}$$

$$M(\text{chelátón 3}) = 372,24 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 100,1 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{Zn}) = 65,38 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{Cu}) = 63,55 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{Na}) = 23 \text{ g mol}^{-1}$$

Odpoveďový hárok z analytickej PRAXE

Škola:	
Meno súťažiaceho:	
Celkový počet pridelených bodov:	Podpis hodnotiteľa:
Úloha A	
Úloha A1.1	Výpočet hmotnosti chelatónu 3 (Na_2EDTA):
Úloha A1.2	Výpočet hmotnosti uhličitanu vápenatého:
	Navážená hmotnosť CaCO_3 $m(\text{CaCO}_3) =$
	Zápis chemického deja:
	Výpočet presnej koncentrácie štandardného roztoku:
Úloha A1.3	Výpočet objemu NaOH :
Úloha A1.4	Výpočet hmotnosti hydrogenftalanu draselného:
	Navážená hmotnosť $\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}$ $m(\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}) =$

	Výpočet presnej koncentrácie štandardného roztoku $C_8H_5O_4K$:
Úloha A2.1	Spotreba odmerného roztoku chelátónu 3 :
	Akceptovaná hodnota: $V1(Na_2H_2Y)$:
	Zápis chemickej reakcie, ktorá prebehla pri štandardizácii:
	Výpočet presnej koncentrácie odmerného roztoku CH3:
Úloha A2.2	Spotreba odmerného roztoku NaOH:
	Akceptovaná hodnota: $V2(NaOH)$
	Zápis chemickej reakcie, ktorá prebehla pri štandardizácii:
	Výpočet koncentrácie NaOH:
Úloha B	
Úloha B1.1	Spotreba odmerného roztoku NaOH:
	Akceptovaná hodnota: $V3(NaOH)$:
Úloha B1.2	Zápis rovnice iónovej výmeny

	Zápis rovnice stanovenia H ⁺
	Výpočet objemovej kapacity ionexu:
Úloha C	
Úloha C1.4	Zápis rovnice reakcie titrácie
	Spotreba odmerného roztoku NaOH:
	Akceptovaná hodnota: V ₄ (NaOH)
Úloha C1.5	Výpočet látkového množstva H ⁺ iónov v pipetovanom objeme:
	Výpočet látkového množstva H ⁺ iónov v celom objeme vzorky:
Úloha C1.6	Nameraná hodnota pH eluátu:
	Akceptovaná hodnota pH:
	Výpočet koncentrácie a látkového množstva H ⁺ iónov v eluáte a v celom objeme vzorky:

	Porovnanie výsledkov
Úloha C2	Zápis rovnice reakcie titrácie
	Spotreba odmerného roztoku chelatónu 3:
	Akceptovaná hodnota: V5(CH3)
	Výpočet látkového množstva Zn ²⁺ v titrovanom podiele vzorky:
	Výpočet látkového množstva Zn ²⁺ vo vzorke:
	Výpočet hmotnosti Zn ²⁺ vo vzorke:
Úloha C3	Zápis rovníc reakcií titrácie
	Spotreba odmerného roztoku chelatónu 3:
	Akceptovaná hodnota: V6(CH3)
	Výpočet látkového množstva Zn ²⁺ a Cu ²⁺ v titrovanom podiele vzorky:

	Výpočet látkového množství Zn^{2+} a Cu^{2+} vo vzorke:
Úloha C4.1	Výpočet látkového množství a hmotnosti Cu^{2+} vo vzorke:
Úloha C4.2	Výpočet látkového množství a hmotnosti Na^+ :

Celoštátne kolo kolo

Martina Gánovská

Maximálne 20 pb =10 b Doba riešenia: 50 minút

Úloha D: Doplnkové úlohy z analytickej praxe

Úloha D1: Stanovenie železitých a hlinitých katiónov vo vodách

Pitná voda je významným zdrojom minerálnych látok a stopových prvkov, ktoré sú pre život človeka nevyhnutné. V pitnej vode sú obvykle prvky v iónovej forme, dokonale rozpustené a preto ľahko vstrebateľné a využiteľné. Stopové prvky sa do pitnej vody dostávajú prirodzeným spôsobom z geologického podložia, cez ktoré voda prechádza. Medzi hlavné stopové prvky patria vápnik, horčík, fosfor, fluór (podieľajú sa na stavbe kostí, zubov a membránových štruktúr); sodík, draslík (ovplyvňujú reguláciu vodnej a elektrolytovej rovnováhy); zinok, meď, selén, mangán (enzýmové katalyzátory); železo (transport kyslíka) a jód a chróm (hormonálne funkcie). Obsah hliníka v pitnej vode stúpa so znižovaním pH vody (kyslé dažde). V upravovanej pitnej vode koncentrácia hliníka nemá prekročiť hodnotu $0,2 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$. Výskumy v Anglicku ukázali, že pravdepodobnosť Alzheimerovej choroby je väčšia v oblastiach s koncentráciou hlinitých iónov nad hodnotu $0,1 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ v pitnej vode, než v oblastiach s koncentráciou nižšou ako $0,01 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$.

Pri stanovení Al^{3+} a Fe^{3+} katiónov vedľa seba komplexometricky sme použili nepriamu titráciu. Stanovenie sme uskutočnili v dvoch rovnakých podieloch vzorky. V druhom podiele sme pred pridaním presne známeho nadbytočného množstva chelatónu 3 maskovali hlinité ióny pridaním maskovacieho činidla. Zo vzorky, ktorá obsahovala oba ióny sme na jedno stanovenie použili $20,0 \text{ cm}^3$, pridali sme $25,0 \text{ cm}^3 \text{ Na}_2\text{EDTA}$ a po úprave pH na 5 sme nezreagované množstvo chelatónu 3 titrovali dusičnanom olovnatým s $c = 0,00098 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ na xylenolovú oranž. Spotreba bola $4,5 \text{ cm}^3$. Takto sme stanovili oba katióny vedľa seba. Do druhej titračnej banky sme odpipetovali $20,0 \text{ cm}^3$ vzorky, pridali sme 20 cm^3 fluoridu amónneho o $c = 1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ a $25,0 \text{ cm}^3 \text{ Na}_2\text{EDTA}$. Spotreba dusičnanu olovnatého s koncentráciou s $c = 0,00098 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ bola $4,7 \text{ cm}^3$.

D1.1 Vypočítajte presnú koncentráciu roztoku chelatónu 3, ktorý sme štandardizovali na zásobný roztok Ca^{2+} . Zásobný roztok štandardu sme si pripravili navážením $0,1810 \text{ g}$ CaCO_3 , pridali sme $10 \text{ cm}^3 \text{ HCl}$ s $c = 3 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$, vznikajúci oxid uhličitý sme vypudili varom. Roztok sme pripravili do 1000 cm^3 odmernej banky. Na jednu titráciu sme použili $10,0 \text{ cm}^3$ zásobného roztoku štandardu, upravili sme pH pomocou NaOH s $c = 2 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ a pridali murexid. Spotreba bola $16,1 \text{ cm}^3$. Zapište rovnice reakcie pri príprave zásobného roztoku CaCl_2 s štandardizácie.

D1.2 Zapište rovnice reakcií, ktoré prebiehajú pri stanovení

D1.3 Vypočítajte hmotnosť Al^{3+} a Fe^{3+} v $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$.

D1.4 Ako dopĺňujúce odmerné roztoky sa používajú okrem olovnatých solí aj soli iných kovov. Vysvetlite voľbu použitého dopĺňujúceho odmerného roztoku.

D1.5 Zdôvodnite použitie fluoridu

$M(\text{CaCO}_3) = 100,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\beta(\text{PbY}^{2-}) = 1,09 \times 10^{10}$; $\beta(\text{FeY}^-) = 1,25 \times 10^{21}$; $\beta(\text{AlY}^-) = 1,4 \times 10^{16}$;
 $\beta(\text{AlF}^-) = 6,3 \times 10^{19}$, $\text{Ar}(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\text{Ar}(\text{Al}) = 26,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

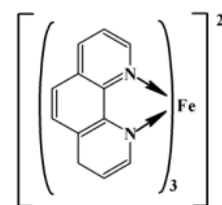
Úloha D2: Konštanta stability komplexu

Rovnováhu komplexotvornej reakcie charakterizuje konštanta stability. Ak dochádza k vzniku viacstupňových komplexov ML_n , kde n je počet ligandov, potom komplexotvornú rovnováhu charakterizuje čiastková konštanta stability K , ktorá popisuje jednotlivé stupne reakcie. Celková konštanta stability je daná súčinom čiastkových konštánt.

$$\beta = K_1 \times K_2 \times K_3 \dots K_n$$

Okrem hlavnej komplexotvornej reakcii môže kation a ligand podliehať v roztoku aj vedľajším reakciám. Vtedy je z praktického dôvodu zavádzaná podmienená konštanta stability.

Na stanovenie železa vo vodných roztokoch sa používa veľmi stabilný, komplex dvojmočného železa (Fe^{2+}) s tromi molekulami 1,10-fenantrolínu, vznikajúci pri $\text{pH} = 2$ až 9 ($[\text{FePhe}_3]^{2+}$). Stanovenie sa robí spektrofotometricky. Na toto stanovenie sme navázili $0,0650 \text{ g}$ železnej soli o $\text{Mr} = 278,01 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ a pripravili sme 250 cm^3 roztoku. Na reakciu so Fe^{2+} sme použili roztok 1,10-fenantrolínu s $c = 0,009972 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. Z pôvodného roztoku vzorky iónov sme do odmernej banky s objemom 50 cm^3 odpipetovali 2 cm^3 roztoku Fe^{2+} a $0,5 \text{ cm}^3$ roztoku 1,10-fenantrolínu. Stanovili sme koncentráciu vzniknutého komplexu $[\text{FePhe}_3]^{2+}$, ktorá bola $3,1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$.



D2.1 Vypočítajte koncentráciu Fe^{2+} v pripravenom roztoku

D2.2 Zapíšte rovnicu vzniku komplexu

D2.3 Vypočítajte konštantu stability vzniknutého komplexu

Úloha D3: Stanovenie kapacity ionexu

Látkové množstvo iónu (vyjadrené ako jednomočné ióny), ktoré ionex zachytí do okamihu prieniku vyjadruje veličina kapacita ionexu. Vyjadruje sa na 1 kg suchého alebo 1 dm^3 napučaného ionexu. V technickej praxi sa častejšie používa jednotka $\text{eq} \cdot \text{l}^{-1}$ ionexu alebo v $\text{eq} \cdot \text{kg}^{-1}$, čo predstavuje mol chemických ekvivalentov (látkové množstvo iónov vynásobené absolútnou hodnotou náboja iónu, ktorý chceme vymeniť na ionexe). Kapacitu silne kyslého katexu výrobca uvádza ako $2,1 \text{ eq} \cdot \text{l}^{-1}$. Okrem odstraňovania tvrdosti vody v domácnostiach sa často ionexové technológie používajú aj na odstraňovanie železitých kationov. Na odstránenie Fe^{3+} vo vode používanej v domácnosti sme použili kolónu s objemom 11 dm^3 katexovej náplne dodávaný v sodíkovom cykle. Stanovenie kapacity ionexu sme sa rozhodli urobiť na základe tzv. prienikovej krivky. Pripravili sme si modelový roztok Fe^{3+} s $c = 0,2100 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ do 100 cm^3 odmernej banky navážením hexahydrátu chloridu železitého. Následne sme si pripravili kolónu s ionexom: do sklenenej kolóny sme kvantitatívne preniesli 10 cm^3 ionexu v sodíkovom cykle a do kolóny sme dávkovali po 1 cm^3 modelového roztoku. V eluáte sme stanovovali

koncentráciu Fe^{3+} komplexometricky pri pH 2 na indikátor kyseliny sulfosalicylovej. Zo spotrieb odmerného roztoku chelátónu 3 a koncentrácie chelátónu 3 sme vypočítali koncentráciu Fe^{3+} v eluáte. Výsledky sme spracovali do grafu závislosti koncentrácie Fe^{3+} od objemu eluátu.

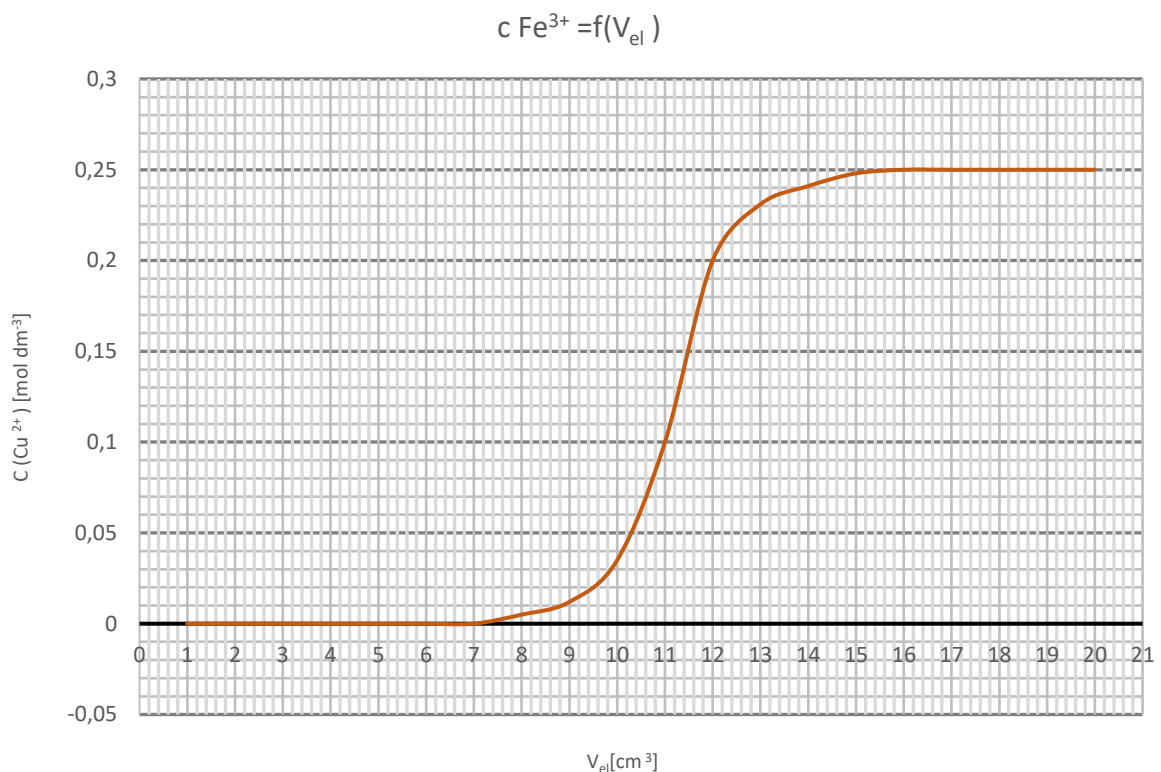
$A_r(\text{Fe})=55,84 \text{ g. mol}^{-1}$

D3.1 Zapište rovnicu stanovenia železitých katiónov vo vode

D3.2 Vypočítajte koncentráciu Fe^{3+} vo vzorke vody stanovenú komplexometricky. Na jednu titráciu sme použili 50 cm^3 vzorky vody, ktorú sme preniesli do titračnej banky. Upravili sme pH na 2 pomocou HCl s $c=1 \text{ mol. dm}^{-3}$ a pridali sme $0,5 \text{ cm}^3$ kyseliny sulfosalicylovej ako indikátora. Spotreba roztoku chelátónu 3 s $c=0,0021 \text{ mol. dm}^{-3}$ bola 5 cm^3 . Výsledky vyjadrite v mmol. dm^{-3} vo vzorke vody a hmotnosť Fe v mg. dm^{-3} vo vzorke.

D3.3 Zapište iónovú výmenu železitých iónov na ionexe.

D3.4 Z grafu prienikovej krivky odčítajte inflexný bod a objem eluátu.



D3.5 Vypočítajte objemovú kapacitu ionexu, výsledok porovnajte s deklarovanou kapacitou výrobcu.

D3.6 Vypočítajte koľko litrov vody môžeme demineralizovať bez toho aby sme potrebovali zakúpený ionex regenerovať.

D3.7 Vypočítajte, aká musí byť minimálna hodnota konštanty stability komplexu FeY^- ak sme nechali zreagovať po 100 cm^3 vzorky a komplexónu 3, pričom tuhého komplexónu sme navážili $0,3814 \text{ g}$. Koncentrácia Fe^{3+} je ekvivalentná koncentrácii chelátónu.

$M(\text{CH}_3) = 381,37 \text{ g. mol}^{-1}$.

Štartovné číslo súťažiaceho:

Celkový počet pridelených bodov:

Podpis hodnotiteľa:

Úloha D

Úloha D1.1	2 pb	Rovnice reakcie pri príprave zásobného roztoku CaCl_2 s štandardizácie
		Výpočet koncentrácie Ca^{2+}
		Výpočet koncentrácie chelatónu 3
Úloha D1.2	1,5pb	
Úloha D1.3	2 pb	Výpočet látkového množstva a hmotnosti Al^{3+} a Fe^{3+} vo vzorke:
Úloha D1.4	1pb	

Úloha D1.5	0,5pb	
Úloha D2.1	1pb	Výpočet koncentrácie
Úloha D2.2	1pb	Rovnica vzniku komplexu
Úloha D2.3	2,5pb	Konštanta stability vzniknutého komplexu koncentrácia Fe^{2+} v zriedenom roztoku koncentrácia 1,10 - fenentrolínu v zriedenom roztoku
Úloha D3.1	1pb	Zápis rovnice stanovenia:
	2pb	Výpočet koncentrácie Fe^{3+}

Úloha D3.3	1pb	Íonov výmena na katexe
Úloha D3.4	1pb	Objem eluátu:
Úloha D3.5	2pb	Vypotajte objemov kapacitu ionexu, výsledok porovnajte s deklarovanou kapacitou výrobcu.
Úloha D3.6	0,5pb	
Úloha D3.7	1pb	