



3. Landskeppni í efnafræði fyrir nemendur framhaldsskóla

Úrslitakeppni – verklegur hluti

Sunnudag 7. mars 2004, kl 10:15 – 14:00



Bankastjórn Seðlabankans



Össur hf



Ensímtækni ehf



Málning ehf



Prokaria ehf



Tandur hf



Sementsverksmiðjan hf



Nafn: _____

Kennitala: _____

Tölvupóstfang: _____

Skóli: _____

Almennar leiðbeiningar

Hafið öryggisgleraugun alltaf á ykkur á meðan þið eruð inni í stofunni.

Klæðist hvítum hlífðarsloppum.

Sjúgið aldrei upp í pípetturnar með munninum heldur notið aðeins gúmmíbelgina.

Hikið ekki við að spyrja eftirlitsmenn um öryggisatriði.

Þið megið spyrja eftirlitsmenn um einfaldar aðgerðir og tæknileg vandamál og einnig hvar sameiginleg áhöld og lausnir eru.

Þið megið nota reiknivélar og notið helst penna.

Þið fáði 30 mínútur til að lesa verkefnið yfir og 3 klst. og 15 mínútur til að vinna verklega hlutann.

Verkefnið verður afhent kl. 10:15 en verklegi hlutinn hefst kl. 10:45 og lýkur kl. 14:00.

Verklega keppnin er í tveimur hlutum og verður að ljúka framkvæmd tilrauna í fyrri hluta áður en byrjað er á seinni hluta.

Þið megið fresta útreikningum þar til öllum tilraunum er lokið.

Þið verðið að hætta öllum framkvæmdum og mælingum um leið og tilkynnt hefur verið að verklega hlutanum sé lokið. Eftir þrjár mínútur safna eftirlitsmenn verkefnunum saman.

Í niðurstöðum mælinga og útreikninga verður fjöldi marktækra stafa að vera í samræmi við nákvæmni mælingarinnar. Refsistig verða gefin ef svo er ekki gert.

Lotukerfið er á öftustu síðu.

Öryggis- og varúðarráðstafanir

Ykkur hefur verið kynnt notkun augnaskolunarbrúsa, neyðarsturtu, eldteppis og slökkvitækis. Rifjið upp hvar þessi útbúnaður er þegar þið komið inn í verklegu stofuna.

Ekkert efnanna sem hér eru notuð er mjög hættulegt eða skaðvænlegt. Ef þið óskið eftir, getið þið fengið einnota latex gúmmíhanska. Varið ykkur samt á að blaut glervara er mjög hál þegar þið eruð með gúmmíhanska.

Ef þið brjótið glervöru, þurfið þið að sópa glerbrotunum saman og setja í fötu fyrir brotna glervöru.

Ef þið hellið niður lausnum, þurfið þið að þrifa þær upp með blautum klút eða pappír.

Almenn atriði varðandi verkefni

- Verkefnið skiptist í tvo hluta. Í fyrri hlutanum á að ákvarða magn Mn(II) og Mg(II) með því að títra málmjónirnar komplexómetriskt með staðlaðri Na₂EDTA lausn. Í seinni hlutanum á að ákvarða hraðafasta fyrir oxun á etanóli með Cr(VI).
- Allar lausnir eru tilbúnar og eru merktar á vinnuborði hvers og eins.
- Munið að skola pípettur og búrettu a.m.k. einu sinni með fáeinum millilítrum af lausninni sem ætlunin er að nota. Ef leifar annarrar lausnar eru í pípettu eða búrettu skal skola þær fyrst burt með afjónuðu vatni.
- Notið ávallt afjónað vatn til að skola og þynna lausnir. Sprautuflaska með afjónuðu vatni er á vinnuborði.
- Fjarlægið hlífðarhimnuna af búrettunni. Búrettan hefur verið skoluð með afjónuðu vatni.

Listi yfir áhöld á vinnuborði:

50 mL búretta
 25 mL búretta
 25,00 mL belgpípetta
 10,00 mL belgpípetta
 1,00 mL belgpípetta
 5 mL kvörðuð pípetta
 Fjórar 250 mL keiluflöskur (Erlenmeyer flasks)
 Bikarglas
 Glertrekt
 Glerstafur
 25 mL mæliglas
 Gúmmíbelgur til að draga lausn inn í pípettu
 Sprautuflaska
 Merkimíðar

Listi yfir efni sem þarf að nota:

250,0 mL lausn með óþekktum styrk Mg^{2+} og Mn^{2+} jóna
 Hydroxylamín hydroklóríð ($HONH_3Cl$), 2 glös; 0,3 g í glasi
 Natíum flúoríð (NaF), 2 glös; 1,5 g í glasi
 Stuðpúðalausn, pH = 10; 40 mL
 EDTA - stöðluð lausn (0,01042 M); 200 mL
 Mn(II) - stöðluð lausn (0,01626 M); 60 mL
 Eriochrome black T litvísir í dropaglasi
 $K_2Cr_2O_7$ lausn (0,0430 M) í 3,6 M HCl; 100,0 mL
 $Na_2S_2O_3$ - stöðluð lausn (0,05057 M); 150 mL
 KI lausn, 15 %; 30 mL
 Etanól (100%); 10 mL
 Sterkja, litvísir í dropaglasi

Förgun afgangslausna:

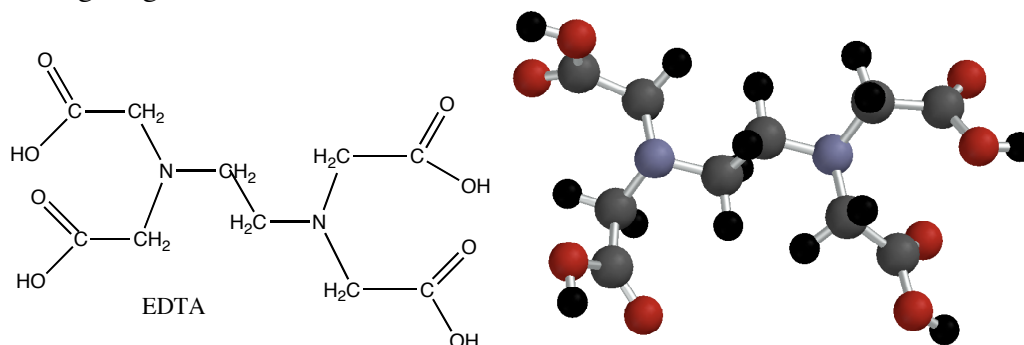
Öllum afgangslausnum má skola niður í vaskana með rennandi köldu vatni.

I - hluti (20 stig)

Ákvörðun á Mn(II) og Mg(II) saman í óþekktri lausn

Inngangur: EDTA (enskt heiti: ethylendiamintetraaceticacid) er fjórbasísk sýra. Í efnajöfnum hér skuluð þið nota Y í stað EDTA, þannig að t.d. tví-natríum salt hennar er ritað $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ í stað Na_2EDTA .

Hér að neðan er skematísk formúlumynd af EDTA vinstra megin og til fróðleiks tölvuteiknuð þrívíddarmynd til hægri þar sem O atóm eru sýnd rauð, N atóm blá, C atóm grá og vetnisatóm svört.



Þessi æfing byggir á þeim eiginleika EDTA að geta bundist fjölmörgum málmjónum á þann hátt að hún nánast umlykur þær. Þegar allir $-\text{CH}_2\text{COOH}$ hóparnir eru á anjónaformi $-\text{CH}_2\text{COO}^-$ (Y^{4-}) þá hefur EDTA samtals sex atóm (2 N og 4 O atóm) sem geta tengst sama málminum og umljúka hann líkt og krabbi hremmir brád sína. Komplexar EDTA með málmjónum eru yfirleitt mjög stöðugir og því hentar EDTA til magngreiningar margra málma. EDTA er hins vegar litlaust og því þarf litvísi eða efnavita til að greina endapunktinn. Litvísirinn sem hér er notaður hefur þann eiginleika að mynda litaðan komplex með málmjónum og er litur komplexins annar en litur óbundins litvísis við það pH sem unnið er við.

Almennt um framkvæmd: Í þessari tilraun á að ákvarða magn Mn(II) og Mg(II) í óþekktri lausn með títrun með staðlaðri Na_2EDTA lausn. Í fyrstu títrun (**títrun 1**) er heildarmagn málmjóna fundið. Þegar þeim punkti hefur verið náð er bætt út í hæfilegu magni af föstu NaF til að losa EDTA sem áður var komplexbundið Mg. EDTA sem þannig losnar er bundið aftur með þekktu magni af Mn(II) lausn þannig að ofgnótt Mn(II) verður í lausninni. Ofgnótt Mn(II) er títrað til baka með stöðluðu Na_2EDTA lausninni (**títrun 2**). Út frá þessum tveimur títrunum er hægt að reikna magn hvorrar málmjónar fyrir sig. Báðar títranir eru framkvæmdar við pH 10 og notaður er “Eriochrome black T” litvísir.

Framkvæmið bæði títrun 1 og títrun 2 tvisvar (tilraun 1 og tilraun 2) og skráið niðurstöður ykkar á svarblaðið.

Lýsing framkvæmdar: Fyllið 50 mL búrettuna með stöðluðu Na₂EDTA lausninni og skráið upphafsstöðu hennar.

Fyllið 25 mL búrettuna með stöðluðu Mn(II) lausninni og skráið einnig upphafsstöðu hennar.

Títrun 1

Takið 25,00 mL af óþekktu lausninni (sem er í 250 mL mæliflösku) með belgpípettu yfir í 250 mL keilufloösku, bætið út í föstu hydroxylamín hydróklóríði (í litlu glasi) og bætið svo við u.þ.b. 25 mL af afjónuðu vatni. Mælið 10 mL af stuðpúðalausn (pH = 10) í mæliglas og bætið út í og svo 5 dropum af Eriochrome black T. Blandið vel innihald keilufköskunnar og títrið nú málmjónalausnina með stöðluðu Na₂EDTA lausninni þar til liturinn breytist úr vínröðu yfir í blátt (engin bleik slikja á að vera á lausninni). Skráið niður lokagildið og færið niðurstöðuna inn á svarblaðið (A mL). Gætið þess að sveifla keilufloöskunni jafnt og þétt meðan á títruninni stendur.

Ábending: Þið munuð þurfa að nota meira en 20 mL af stöðluðu Na₂EDTA lausninni við þessa títrun.

Títrun 2

Eftir að framkvæmd við **títrun 1** er lokið skal bæta föstu NaF (í litlu glasi) út í lausnina og hrista hana vel í eina mínútu. Bætið nú 20,00 mL af stöðluðu Mn(II) lausninni út í. Þetta á að gera í litlum skömmtum og hrista vel á meðan. Eftir að 20,00 mL hefur verið bætt í skal haldið áfram að hrista lausnina í 2 til 3 mínútur. Litur lausnarinnar mun breytast úr bláu yfir í vínrætt. Bætið nú enn 5 dropum af Eriochrome black T út í lausnina. Títrið nú ofgnótt Mn(II) í lausninni með stöðluðu Na₂EDTA lausninni þar til liturinn breytist úr vínröðu yfir í blátt (blágrænt). Skráið niður lokagildið og færið niðurstöðuna inn á svarblaðið (B mL).

Ábending: Þið munuð þurfa að nota meira en 10 mL af stöðluðu Na₂EDTA lausninni við þessa títrun.

Endurtakið nú títrun 1 og títrun 2 (Tilraun 2).

Svarblað fyrir I – hlutaStyrkur stöðluðu Na₂EDTA lausnarinnar: _____ M

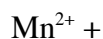
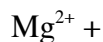
Styrkur stöðluðu Mn(II) lausnarinnar: _____ M

I.1 Niðurstöður títrana

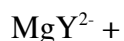
	Tilraun 1		Tilraun 2	
	Títrun 1	Títrun 2	Títrun 1	Títrun 2
Upphafsstæða búrettu (mL)				
Lokastæða búrettu (mL)				
Rúmmál Na ₂ EDTA lausnar (mL)	(A)	(B)	(A)	(B)

I.2 Stilltar efnajöfnur

Sýnið stilltar efnajöfnur fyrir hvörf Mg(II) og Mn(II) við Na₂EDTA. Notið Na₂H₂Y í stað Na₂EDTA



Sýnið stillta efnajöfnu fyrir efnahvarfið sem þið teljið líklegast að gerist þegar EDTA losnar með því að NaF hvarfast við MgEDTA komplexinn

**I.3 Litarbreyting litvísis**

Litarbreyting litvísis við endapunkt í **títrun 1** (vínrautt yfir í blátt) er vegna

- () myndunar á komplex málmjóna við litvísinn
- () myndunar á komplex málmjóna við EDTA
- () þess að litvísirinn losnar úr komplex við málmjónir

Krossið við það svar sem þið teljið rétt

I.4 Útreikningar

Reiknið út hve mörg grömm Mg(II) og Mn(II) voru upphaflega í óþekktu lausninni. Sýnið sundurliðaða útreikninga annað hvort fyrir **tilraun 1** eða **tilraun 2**.

Mg

Mn

II - hluti (20 stig)

Ákvörðun hraðafasta oxunar-afoxunarhvarfs milli etanóls og króms (VI).

Inngangur: Magngreining alkóhóls í öndunarsýnum er byggð á oxun alkóhóla með króm (VI). Þynnt $K_2Cr_2O_7$ lausn, sem hefur verið sýrð með HCl, myndar $HCrO_4^-$ sem er oxarinn í efnahvarfinu.

Í þessu verkefni er hraði efnahvarfsins á milli $HCrO_4^-$ og CH_3CH_2OH ákvarðaður með títrun. Við gefnar hvarfaðstæður er hraðajafnan:

$$\text{Hraði} = k[HCrO_4^-]^x$$

Þar sem x táknar stig hvarfsins og k er hraðafasti hvarfsins.

Í hverri mælingu er styrkur $HCrO_4^-$ fenginn með títrun.

Títrunin sem hér um ræðir er svokölluð “jodómetrísk” títrun. Hún felst í magnbundinni ákvörðun einhvers oxara sem fyrst er látinn hvarfast við ofgnótt af kalíum jodíði (KI) í súrri lausn og myndast þá jod (I_2) á magnbundinn hátt og lausnin verður dökkbrún á lit.

Næst er svo jodíð sem myndaðist títrað með þíósúlfatlausn $[S_2O_3]^{2-}$. Við það myndast aftur jodíð og tetraþíonat $[S_4O_6]^{2-}$. Eftir því sem á títrunina líður dofna jodlitur hennar og þegar hann er orðinn daufur er sterkju bætt út í. Sterkjan myndar svarbláan komplex með jodí sem hverfur mjög snögg þegar allt jod er uppuríð og gefur þar með til kynna endapunkt títrunarinnar.

Framkvæmd

Þið fáið afhenta flösku sem inniheldur 100,0 mL af súrri $K_2Cr_2O_7$ staðallausn. Setjið 1,00 mL af 100% etanóli (absolute ethanol) í flöskuna og lokið henni aftur með tappanum. Nú skal skrá niður tímunn ($t = 0$) og blanda lausnina mjög vel.

Á 10 mínútna fresti, alls 4 sinnum, á að taka 10,00 mL skammt af þessari lausn og setja í 250 mL keiluflösku, sem áður hefur verið bætt í 5 mL af KI lausn. Við þetta stöðvast hvarf etanóls við $HCrO_4^-$ og lausnin verður dökkbrún. Bætið síðan við u.þ.b. 25 mL af afjónuðu vatni.

Þessa lausn á nú að títra með staðlaðri $Na_2S_2O_3$ lausn þar til jodliturinn er orðinn daufur. Þess ber að gæta að eftir hvarf við KI hefur $HCrO_4^-$ afoxast í Cr^{3+} jónir, en í súrri vatnslausn hafa þær grænan lit. Þegar hægt er að sjá græna krómlitinn ásamt jodlitnum, sem þá er orðinn ljósbrúnn, er kominn tími til að bæta 2 mL (3 – 4 sprautur úr dropateljara) af sterkju út í og títra áfram uns jod-sterkjuliturinn hverfur snögglega og er litur lausnarinnar þá grænn.

Þessi títrun er svo endurtekin eftir 20, 30 og 40 mínútna hvarftíma.

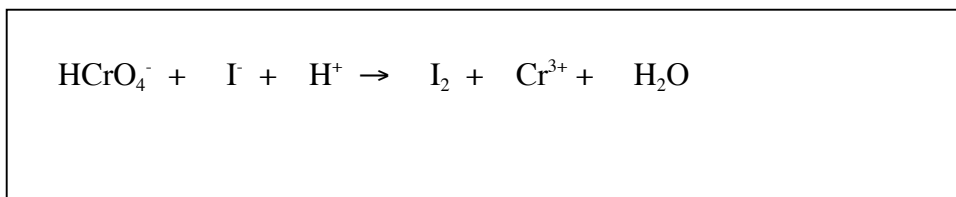
Svarblað fyrir II – hlutaStyrkur $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ staðallausnar: _____ MStyrkur HCrO_4^- við $t=0$: _____ M**I.1 Niðurstöður títrana**

	Títrun 1	Títrun 2	Títrun 3	Títrun 4
	[10 mínútur]	[20 mínútur]	[30 mínútur]	[40 mínútur]
Aflestur búrettu upphafsgildi (mL)				
Aflestur búrettu Lokagildi (mL)				
Rúmmál $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ lausnar (mL)				

I.2 Efnahvörf

- a) Skrifid niður mögulegar oxunarafurðir í hvarfi
- HCrO_4^-
- og
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

- b) Stillid efnajöfnuna fyrir efnahvarfid milli
- HCrO_4^-
- og KI



- c) Skrifid niður stillta efnajöfnu fyrir hvarfid sem gerist við títrunina, þegar joð hvarfast við þíósúlfat (
- $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
-) og myndar tetraþíonát (
- $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$
-)

I.3 Útreikningar

- a) Sýnið útreikninga á styrk HCrO_4^- (M) fyrir einhverja af tírununum fjórum.

--	--

- b) Styrkur (M) HCrO_4^- við mismunandi tíma.

Tími (mínútur)	$[\text{HCrO}_4^-]$	$\log[\text{HCrO}_4^-]$
0		
10		
20		
30		
40		

- c) Teiknið graf: $\log[\text{HCrO}_4^-]$ á móti tíma á meðfylgjandi millimetrapappír (næsta blað).

- d) Ákvarðið hraðafræðilegt stig efnahvarfsins útfrá gerð grafsins miðað við $[\text{HCrO}_4^-]$.

x =

- e) Ákvarðið hraðafasta hvarfsins.

k =

Lotukerfið

H 1,0079																	He 4,003																														
Li 6,941	Be 9,012											B 10,811	C 12,011	N 14,007	O 15,999	F 18,998	Ne 20,18																														
Na 22,990	Mg 24,305											Al 26,982	Si 28,086	P 30,974	S 32,066	Cl 35,453	Ar 39,95																														
K 39,098	Ca 40,078	Sc 44,956	Ti 47,88	V 50,942	Cr 51,996	Mn 54,938	Fe 55,847	Co 58,933	Ni 58,69	Cu 63,546	Zn 65,39	Ga 69,72	Ge 72,61	As 74,922	Se 78,96	Br 79,904	Kr 83,80																														
Rb 85,468	Sr 87,62	Y 88,906	Zr 91,224	Nb 92,906	Mo 95,94	Tc 98,906	Ru 101,07	Rh 102,91	Pd 106,42	Ag 107,87	Cd 112,41	In 114,82	Sn 118,71	Sb 121,75	Te 127,60	I 126,90	Xe 131,29																														
Cs 132,91	Ba 137,33	La - Lu	Hf 178,49	Ta 180,95	W 183,85	Re 186,21	Os 190,2	Ir 192,22	Pt 195,08	Au 196,97	Hg 200,59	Tl 204,38	Pb 207,2	Bi 208,98	Po 208,98	At 209,99	Rn 222,02																														
Fr 223,02	Ra 226,03	Ac- Lr	Rf 261,11	Db 262,11	Sg 266,12	Bh 264,13	Hs 269,0	Mt 268,0																																							
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tbody> <tr> <td>La 138,91</td> <td>Ce 140,12</td> <td>Pr 140,91</td> <td>Nd 144,24</td> <td>Pm 146,92</td> <td>Sm 150,36</td> <td>Eu 151,97</td> <td>Gd 157,25</td> <td>Tb 158,93</td> <td>Dy 162,50</td> <td>Ho 164,93</td> <td>Er 167,26</td> <td>Tm 168,93</td> <td>Yb 173,04</td> <td>Lu 174,97</td> </tr> <tr> <td>Ac 227,03</td> <td>Th 232,04</td> <td>Pa 231,04</td> <td>U 238,03</td> <td>Np 237,05</td> <td>Pu 244,06</td> <td>Am 243,06</td> <td>Cm 247,07</td> <td>Bk 247,07</td> <td>Cf 251,08</td> <td>Es 252,08</td> <td>Fm 257,10</td> <td>Md 258,10</td> <td>No 259,10</td> <td>Lr 260,11</td> </tr> </tbody> </table>																		La 138,91	Ce 140,12	Pr 140,91	Nd 144,24	Pm 146,92	Sm 150,36	Eu 151,97	Gd 157,25	Tb 158,93	Dy 162,50	Ho 164,93	Er 167,26	Tm 168,93	Yb 173,04	Lu 174,97	Ac 227,03	Th 232,04	Pa 231,04	U 238,03	Np 237,05	Pu 244,06	Am 243,06	Cm 247,07	Bk 247,07	Cf 251,08	Es 252,08	Fm 257,10	Md 258,10	No 259,10	Lr 260,11
La 138,91	Ce 140,12	Pr 140,91	Nd 144,24	Pm 146,92	Sm 150,36	Eu 151,97	Gd 157,25	Tb 158,93	Dy 162,50	Ho 164,93	Er 167,26	Tm 168,93	Yb 173,04	Lu 174,97																																	
Ac 227,03	Th 232,04	Pa 231,04	U 238,03	Np 237,05	Pu 244,06	Am 243,06	Cm 247,07	Bk 247,07	Cf 251,08	Es 252,08	Fm 257,10	Md 258,10	No 259,10	Lr 260,11																																	