

Efnafræðifélag Íslands
Félag raungreinakennara

2. Landskeppnin í efnafræði fyrir nemendur framhaldsskóla

Úrslitakeppni – verklegur hluti

9. mars 2003, kl 10:15 – 14:00

Nafn: _____

Kennitala: _____

Tölvupóstfang: _____

Skóli: _____

Eftirtalin fyrirtæki og stofnanir styrkja keppnina:

- Menntamálaráðuneytið
 - Bankastjórn Seðlabankans
 - Ensímtækni ehf.
 - Málning ehf.
 - Prokaria ehf.
 - Genis ehf.
 - Sementsverksmiðjan hf.
-

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 fáið 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 fyrri hluta áður en byrjað er á seinni hluta.

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 augnskolunarbrúsa, 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.

Verkefnið skiptist í tvo hluta. Í fyrri hlutanum á að ákvarða innihald tíu óþekktra jónalausna en í seinni hlutanum á að ákvarða styrk óþekkrar fosfórsýrulausnar og útbúa buffer lausn með ákveðna eiginleika. Hvor hluti gildir 20 stig, eða 40 stig alls fyrir verkefnið í heild. Hafið eftirfarandi atriði í huga áður en þið byrjið.

- 1) Allar lausnir eru tilbúnar og eru merktar á vinnuborði hvers og eins.
- 2) Munið að skola pípettur og búrettu a.m.k. einu sinni með fæinum 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.
- 3) Notið ávallt afjónað vatn til að skola og þynna lausnir. Sprautuflaska með afjónuðu vatni er á vinnuborði.
- 4) Fjarlægjið hlífðarhimmuna af búrettunni. Búrettan hefur verið skoluð með afjónuðu vatni.

Listi yfir áhöld á vinnuborði:

50 mL búretta
25,00 mL belgpípetta
Gúmmibelgur til að draga lausn inn í pípettu
100,0 mL mæliflaska (volumetric flask)
Þrjár 250 mL keiluflöskur (Erlenmeyer flasks)
250 mL bikarglas
Tvö 100 mL bikarglös
Glertrekt
Glerstafur
Dropateljari með gúmmítúttu
Sprautuflaska
pH pappír með litaskala
Merkimiði

Listi yfir lausnir sem nota þarf:

Óþekktar jónalausnir í 10 dropaglösum
Stöðluð NaOH lausn
Óþekkt H_3PO_4 lausn
Dropaglas með efnavita

Athugið: NaOH og H_3PO_4 lausnirnar eru ætandi og eru flöskurnar merktar samkvæmt því.

Förgun afgangslausna:

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

I-hluti (20 stig)

Ákvörðun á óþekktum jónalausnum

Þið fáið 10 dropaglös merkt 1 til 10 sem hvert um sig inniheldur einhverja jónalausn.

Varúð: Lausnirnar eru allar þynntar og því ekki mjög hættulegar en geta engu að síður verið ertandi fyrir húð og augu. Takið dropaglösin ekki upp á tappanum einum sér. Ef tappinn er fastur í hálsinum, haldið þá um flöskuna með annarri hendi og losið tappann með dropateljaranum og túttunni með hinni hendinni.

Verkefni ykkar er að finna út hvaða lausn er í hverju glasi og færa rök fyrir ályktuninni.

Til þess eigið þið að blanda saman á glæru 1 til 2 dropum af tveimur lausnum og skrá hjá ykkur á **úrlausnarblað 1** hvað gerist. Þetta er best að gera á kerfisbundinn hátt uns allir möguleikar hafa verið reyndir.

Þá skuluð þið einnig mæla sýrustig lausnanna í glösunum með pH pappír og skrá hjá ykkur á **úrlausnarblað 1**.

Eftirfarandi upplýsingar eru gefnar:

1. Lausnirnar eru:

Formúla	Mólstyrkur	Heiti
NaOH	0,1 M	natríumhýdroxíð
HCl	0,1 M	saltsýra
NH ₃	0,1 M	ammoníak
CH ₃ COOH	0,1 M	ediksýra
H ₂ SO ₄	0,1 M	brennisteinssýra
AgNO ₃	0,1 M	silfurnítrat
BaCl ₂	0,1 M	baríumklóríð
Na ₂ CO ₃	0,1 M	natríumkarbónat
NaCl	0,1 M	natríumklóríð
Na ₂ SO ₄	0,1 M	natríumsúlfat

2. NaOH er rammasti basinn. NH₃ er auðþekkt á lyktinni.
3. Ag⁺ myndar hvítt botnfall með Cl⁻. Ennfremur myndar Ag⁺ ýmis brún eða gulleit botnföll, einkum í basískum lausnum.
4. Ba²⁺ myndar hvítt botnfall með SO₄²⁻. Ba²⁺ jónin getur einnig myndað hvít botnföll í basískum lausnum.

Að lokum skráið þið ályktun ykkar ásamt rökstuðningi fyrir hverja jónalausn á **úrlausnarblað 2**. Færið svörin inn á úrlausnarblaðið í þeirri röð sem þið ráðið gátuna.

Úrlausnarblað 1

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	pH
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

II Hluti (20 stig)

Buffer eiginleikar fosfórsýru

Inngangur

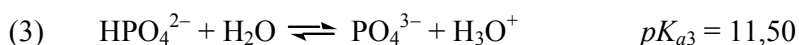
Þessi hluti skiptist í tvennt:

II.A Stöðlun óþekktrar fosfórsýru (H_3PO_4) lausnar með þekktri natríumhýdroxíð (NaOH) lausn.

II.B Hönnun og blöndun buffer lausnar með fyrirfram ákveðinni rýmd (buffer capacity).

II.A Sýru – basa hvörf

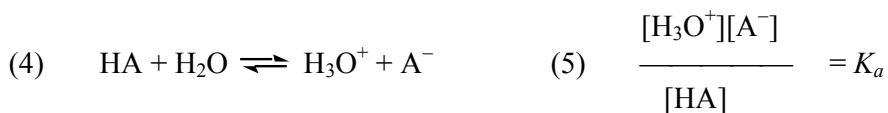
Fosfórsýra er þríprótin sýra eins og sést hér að neðan:



Ritið öll þrjú sýru-basa hvörfin sem koma til greina þegar NaOH er bætt út í lausn með fosfórsýru á **úrlausnarblað 3** í töfluna sem ber heitið **sýru-basa hvörf**.

II.B Buffer lausnir

Í lausn þar sem dauf sýra (HA) og samsvarandi basi (A^-) eru bæði til staðar ríkja eftirfarandi tvö efnajafnvægi:



Ef fyrri jafnvægið er nokkuð langt til hægri er lausnin er súr, en ef seinna jafnvægið er langt til hægri er lausnin basísk. Ef hvorugt jafnvægið er ráðandi er sagt að um buffer lausn sé að ræða. Slíkar lausnir hafa þann eiginleika að pH þeirra breytist mjög lítið við þynningu og/eða þegar meiri sýru (eða basa) er bætt út í. Þennan eiginleika nýta vísindamenn sér til að stjórna sýrustigi lausna við framkvæmd efnahvarfa og við efnamælingar.

Af jafnvæglíkingum (5) og (7) má ráða að pH lausnarinnar mun ekki einungis vera háð sýru og basa föstunum (K_a og K_b) heldur einnig styrk hinnar daufu sýru og samsvarandi basa.

Ef nokkuð jöfnu magni af daufu sýrunni og samsvarandi basa er bætt út í lausn má í flestum tilvikum nýta sér þá nálgun að styrkur sýrunnar í lausn við jafnvægi sé um það bil jafn styrk sýrunnar í upphafi (og því er eins farið með styrk basans) eða:

$$(8) \quad [\text{HA}] \approx c_{\text{HA}}$$

$$(9) \quad [\text{A}^-] \approx c_{\text{A}^-}$$

Þá er hægt að nýta sér jafnvæglíkingu (5) hér að ofan til að reikna út sýrustyrk lausnarinnar eins og hér er sýnt:

$$(10) \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{c_{\text{HA}}}{c_{\text{A}^-}}$$

Rýmd buffer lausna (buffer capacity) er skilgreint sem það jafngildi af rammri sýru eða basa sem þarf til að pH gildi 1,00 L af buffer lausn breytist um 1,00. Rýmdin ákvarðast ekki einungis af magni buffer lausnarinnar heldur einnig af styrkhlutfalli daufu sýrunnar og samsvarandi basa. Oftast eru buffer lausnir útbúnar með ákveðinn tilgang í huga t.d. að viðhalda pH gildi innan vissra marka. Þá þarf að gera sér grein fyrir hugsanlegu magni af viðbættri sýru eða basa sem gæti orðið við notkun buffer lausnarinnar. Þær ágiskanir eru svo notaðar til að ákveða bæði magn og styrkhlutfall buffer lausnarinnar.

Framkvæmd

II.A Stöðlun óþekktrar fosfórsýru

Setjið staðlaða NaOH lausn í búrettuna (munið að skola búrettuna með NaOH lausninni). Miðið aflestur við neðra borð lausnarinnar. Setjið um 50 mL af afjónuðu vatni í 250 mL keilufloesku. Pipettið 25,00 mL af óþekktu H_3PO_4 lausninni og setjið í keilufloeskuna. Bætið nokkrum (4-5) dropum af efnavita út í keilufloeskuna. Títrið lausnina í keilufloeskunni með NaOH lausninni að fyrsta endapunkti. Endurtakið títrunina eins og við á.

Efnavitinn sem notaður er breytir um lit frá því að vera gulur í lausn með $pH < 3,8$ yfir í að vera blár í lausn með $pH > 5,4$. Við upphaf títrunarinnar á lausnin því að vera gul. Nálægt endapunkti títrunarinnar breytist litur lausnarinnar og fær á sig grænan lit. Endapunkti títrunarinnar er svo náð þegar fyrsta blæbrigðis bláa litarins (blágrænn) verður vart. Ef lausnin er orðin blá þá er komið fram yfir endapunkt.

Færið niðurstöður títrananna í töfluna **á úrlausnarblaði 4** og reiknið mólstyrk (mól/L) óþekktu H_3PO_4 lausnarinnar (Sýnið útreikninga þar sem það á við).

II.B Hönnun og blöndun buffer lausnar

Við blöndun buffer lausna er daufri sýru og samsvarandi basa bætt út í afjónað vatn. Einnig er hægt að blanda saman daufri sýru og römmum basa. Þá er rammi basinn notaður til að breyta hluta daufu sýrunnar í samsvarandi basa. Á samsvarandi hátt er líka hægt að nota ramma sýru og daufan basa. Í okkar tilfelli ætlum við að nota daufa sýru og ramman basa.

Hönnun:

Buffer lausnin á að hafa $pH = 7,20$ við blöndun og $pH = 6,80$ þegar 50,00 mL af buffer lausn og 5,00 mL af 0,1 M HCl lausn er blandað saman.

Ákveðið hver af sýrunum þremur í fosfórsýrukerfinu eigi að vera daufa sýran og hver hinn samsvarandi basi er. Ritið efnajafnvægin tvö á **úrlausnarblað 3** í töfluna sem ber heitið **buffer efnajafnvægi**.

Ákvarðið hver styrkur sýrunnar og basans eigi að vera miðað við pH upplýsingarnar hér að ofan og viðeigandi jöfnur úr inngangi. Ritið niðurstöður ykkar á **úrlausnarblað 5** (Sýnið útreikninga þar sem það á við).

Blöndun:

Ákvarðið magn (mól) H_3PO_4 og NaOH sem þarf að blanda saman til að útbúa 100,0 mL af buffer lausninni. Ritið niðurstöður ykkar á **úrlausnarblað 6** (Sýnið útreikninga þar sem það á við) í viðeigandi reiti. Reiknið því næst rúmmál (mL) lausnanna úr hluta II.A sem þarf til að útbúa buffer lausnina. Ritið niðurstöður ykkar á **úrlausnarblað 6** (Sýnið útreikninga þar sem það á við) í viðeigandi reiti.

Útbúið 100,0 mL af buffer lausn eins og hér er lýst:

1. Takið 100 mL mæliflösku og skolið að innan með afjónuðu vatni.
2. Bætið út í mæliflöskuna réttu magni af NaOH .
3. Bætið því næst réttu magni af H_3PO_4 út í.
4. Fyllið mæliflöskuna að marki með afjónuðu vatni.
5. Blandið lausnina vel.

Merkið flöskuna með nafninu ykkar og skilið til umsjónarmanns.

Úrlausnarblað 3

Sýru-basa hvörf:

Hvarf 1	
Hvarf 2	
Hvarf 3	

Buffer efnajafnvægi:

Sýrujafnvægið	
Basajafnvægið	

Úrlausnarblað 4

ATH. Sýnið útreikninga þar sem það á við og gætið að skila niðurstöðum með viðeigandi fjölda marktækra stafa.

Títrun nr	Aflestur af búrettu		Rúmmál NaOH (mL)	[H ₃ PO ₄] (mól/L)
	Upphaf	Lok		
1				
2				
3				
			Meðaltal	

Úrlausnarblað 5

ATH. Sýnið útreikninga þar sem það á við og gætið að skila niðurstöðum með viðeigandi fjölda marktækra stafa.

[Sýra] = _____ mól/L

[Basi] = _____ mól/L

Úrlausnarblað 6

ATH. Sýnið útreikninga þar sem það á við og gætið að skila niðurstöðum með viðeigandi fjölda marktækra stafa.

Magn efna:

H₃PO₄ : _____ mól

NaOH _____ mL

Rúmmál lausna:

H₃PO₄: _____ mL

NaOH _____ mL

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="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <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> </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																																	