

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 fáiið 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 svörum og 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 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.

Almenn atriði varðandi verkefni

- Keppninni er skipt í tvo hluta. Í fyrri hlutanum á að greina á hlutbundinn hát lausnir af sýrum og bösum og raða þeim eftir vaxandi mólstyrk. Í seinni hlutanum á að magngreina tveggja þátta sýrublöndu.
- 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.
- Fjarlægjið hlífðarhimmuna af búrettunni. Búrettan hefur verið skoluð með afjónuðu vatni.

Listi yfir áhöld og efni á vinnuborði:**Verkefni 1. Sýrur og basar***Efni:*

8 dropaglös með óþekktum lausnum
glæra, hvítt blað og pappírspurrkur

Verkefni 2. Greining á tveggja þátta sýrublöndu*Efni:*

Óþekkt sýni (ca 40 mL) í flösku með skrúfutappa
Stöðluð (0,1004 M) NaOH lausn
bromocresólgrænn (brgr) efnaviti
thymolphthalein (thym) efnaviti

Áhöld fyrir bæði verkefni

100 mL bikarglas
2 glerstafir
sogbelgur
vatnssprautuflaska
50 mL buretta
25 mL belgpípetta
3 keiluflöskur, 250 mL
250 mL mæliflaska
glertrekt
öryggisgleraugu
dropateljari

Förgun afgangslausna:

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

Verkefni 1

Sýrur og basar

Hlutleysing (gagnkvæm eyðing)

Þegar sýrulausn er blandað við basalausn verður efnahvarf milli vetnisjóna sýrunnar og hydroxíðjóna basans. Þegar jafnmörgum mólum af sýrunni og basanum hefur verið blandað saman fæst hlutlaus lausn. Efnahvarfið nefnist hlutleysing. Um leið verður litarbreyting á litarefni, efnavita* (sem búið er að setja í lausnina). Efnavitinn (phenolphthalein) sem hér er notaður hefur þá eiginleika að vera litlaus í súrri lausn en bleikur í hlutlausri** og basískri lausn.

Hver nemandi fær átta dropaglös sem hafa að geyma sýrur eða basa með ýmis konar mólstyrk. Glösin eru tölusett frá 1-8 í engri sérstakri röð.

Með því að blanda lausnunum saman á kerfisbundinn hátt og finna hvar hlutleysing verður, á að:

- Ákvarða hver af dropaglösunum innihalda sýrur og hver basa
- Raða sýrunum og bösunum eftir styrk lausnanna.***

Efni og áhöld: 8 dropaglös með lausnum, glerstafur, sprautuflaska, bikarglas, glæra, hvítt blað og pappírspurrkur.

Ath. Um notkun dropaglasanna

1. Ekki venja þig á að lyfta dropaglösunum upp á tappanum (tappinn er ekki skrúfaður á eða festur við glösin). Það er algengasta orsök þess að glösin brotna eða lausnir hellast niður.
2. Haltu dropateljaranum **lóðréttum**. Ef honum er hallað þá getur lausnin farið upp í gúmmítúttuna sem tærist þá smám saman.

* Efnaviti er einnig kallaður efnavísir eða litvísir (á ensku “indicator”).

** Efnavitinn verður raunar ekki bleikur fyrr en við $pH > 8$ en lausnir með pH á bilinu 6-8 innihalda svo lítið af vetnis- og hydroxíðjónum að þær mega teljast hlutlausar.

*** Ábending: Hlutfallslegur munur á mólstyrk sterkustu og veikustu lausna er innan þess að vera tífaldur munur

Framkvæmd:**A. Hlutleysing lausnanna**

Ákvarðaðu í hvaða hlutföllum þarf að blanda lausnunum til að valda gagnkvæmri eyðingu á sýru og basa. Á síðu 8 er tafla til að færa niðurstöður í. Blanda verður öllum hugsanlegum möguleikum og í báðar áttir þ.e. #1 út í #2 og seinna #2 út í #1 o.s.frv.

Aðferð:

Taktu aðeins eitt lausnapar fyrir í einu. Niðurstöður má skrá í töfluna t.d. með því að setja 1:2 í viðeigandi reit ef tvo dropa þurfti til að ná hlutleysingu. Settu einn dropa af öðru efninu einhvers staðar á glæruna. Til að allir droparnir verði jafnstórir er best að halda dropateljaranum lóðréttum og láta dropana detta á glæruna. Ekki snerta glæruna með dropateljaranum. Þá verða droparnir of litlir en mikilvægt er að þeir séu allir jafnstórir eða því sem næst. Bættu hinu efninu út í hægt (hver dropi verður að blandast vel við það sem fyrir er) þar til litarbreyting verður, eða þar til 10 dropar eru komnir. Liturinn verður að ná til alls dropans. Ef liturinn er staðbundinn þá þarf að blanda lausnunum betur (hræra í þeim með hreinum glerstaf). Hafðu sprautuflösku og bikarglas við hendina til að skola af glerstafnum og bréf til að þurrka hann. Styrkir lausnanna eru valdir þannig að aldrei þurfi fleiri en 10 dropa. Athugaðu að það telst hlutleysing þótt liturinn sé daufbleikur, ef hann nær til alls dropans.

Ekki ganga strax frá glærinni með lausnunum að mælingum loknum. Þú þarft að nota hana aftur í hluta C.

B. Flokkaðu lausnirnar í tvo hópa: sýrur og basa

Vísbending: Búðu til lista yfir öll lausnapör sem gáfu litarbreytingu (t.d. 1-2, 1-? o.s.frv.) og athugaðu hvaða efni hegða sér eins. Þá ætti að vera augljóst að um tvo aðskilda flokka er að ræða, en hvor þeirra er sýrur og hvor basar ?

C. Finndu hvor hópur er sýrur og hvor basar

Til að komast að því þarf fleiri athuganir ásamt þeim viðbótar upplýsingum að efnavitinn (litarefnið) er bleikur í basískum (og nálægt hlutlausum) lausnum en litlaus í súrum lausnum.

Prófaðu nú að setja t.d. lausn #1 út í einhvern dropa á glærinni sem er bleikur. Hvað gerist ? Ef liturinn hverfur staðbundið eða alveg (ekki er nóg að hann þynnist út smám saman) hvort ert þú þá að setja sýru eða basa út í ? Prófaðu fleiri lausnir (t.d. úr sama flokki – hegða þær sér eins ?) þar til niðurstaða fæst.

D. Raðaðu lausnunum í hvorum hóp eftir vaxandi mólstyrk

Hafðu í huga að til að hlutleysa einn dropa af sterkustu sýrunni þarf mismarga dropa af basa, allt eftir því hver lausnastyrkur basans er. Hér er hentugast að nota þá línu (og þann dálk) sem hefur mesta fjölbreytni í hlutföllum sýru og basa. Ef niðurstaðan er ekki afgerandi t.d. ef 1:4 fengist fyrir tvær lausnir þá má e.t.v. nota upplýsingar úr öðrum línunum til að skera úr um röðina (eða endurtaka viðkomandi mælingar).

Ef afgerandi niðurstaða fæst ekki út frá mælingunum í töflunni þá er sjálfsagt að endurtaka þær mælingar sem vafi leikur á um (mismunandi dropastærð, eða óhreinindi á glærunni geta haft áhrif á niðurstöðuna þannig að stundum kemur fyrir að ein mæling er ekki nóg). Ef þú átt erfitt með að meta hlutfallslegan styrk tveggja lausna gagnvart þeirri þriðju í lokin, þá getur verið ráðlegt að setja tvo dropa af þeirri lausn á glærana og þá ætti að sjást munur á styrk hinna lausnanna tveggja.

Spurningar og svör

1. Hvaða efnahvarf verður við hlutleysingu ? Sýndu efnajöfnu

Svar:

2. Hvers vegna verður ekki litarbreyting í öllum tilfellum ? Nefndu 3 mismunandi ástæður (skiptir mólstyrkurinn máli ?).

Svar:

3. Skýrðu hvers vegna ekki fást nákvæmlega sömu hlutföll þegar lausn x er sett út í y og þegar blandað er í hina áttina þ.e. lausn y sett út í x.

Svar:

4. Hvort telur þú að efnavitinn (litarefnið) sé settur í sýruglösinn eða basaglösinn. Útskýrðu.

Svar:

Niðurstöður og úrvinnsla

A. Niðurstöður úr blönduninni urðu sem hér segir:

	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

B. Lausnir nr. _____ eru saman í einum hóp og

Lausnir nr. _____ eru saman í öðrum hóp

C. Lausnir nr. _____ eru súrar og lausnir nr. _____ eru

basískar vegna þess að

D. Mólstyrkur sýrulausnanna er vaxandi í röðinni: ____ < ____ < ____ < ____

Mólstyrkur basalausnanna er vaxandi í röðinni: ____ < ____ < ____ < ____

Verkefni 2

Greining á tveggja þátta sýrublöndu með stöðluðu NaOH og litarefnavitum

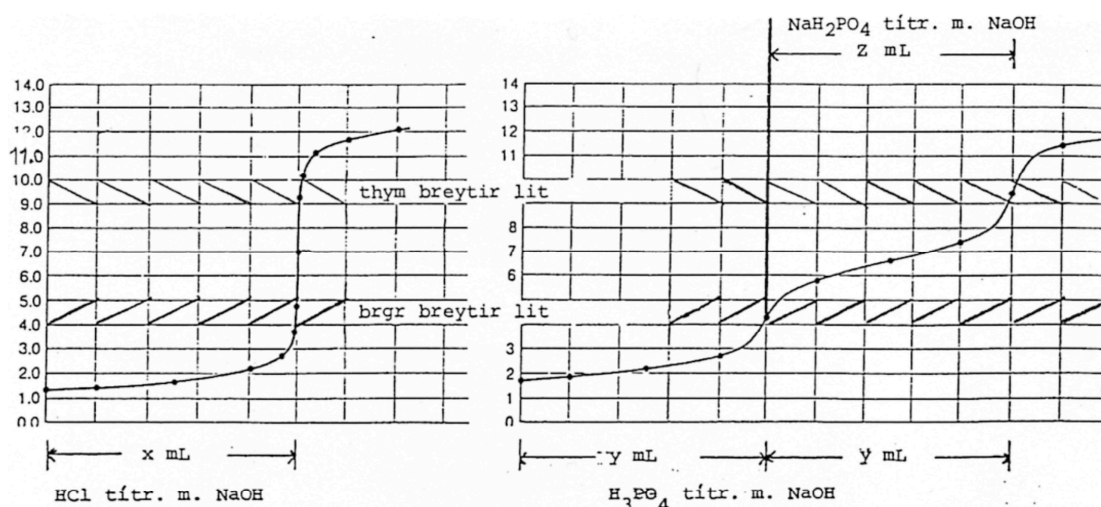
Þegar einvirk sýra er títruð með ramma basanum NaOH, fæst títrunarferill með einu stökki um jafnstöðupunkt. Stærð stökksins fer eftir stærð klofningsfasta sýrunnar, því lægri K_a , þeim mun minna stökk. Ef $K_a < 10^{-8}$ þá er stökkið svo lítið að ekki er lengur hægt að finna litarefnavita, sem breytir um lit á pH bili stökksins og því er títrunin ekki nothæf til að magngreina sýruna. Hins vegar hefur ramma sýran HCl það stórt stökk um jafnstöðu (sjá mynd 1 a), að fjöldi efnavita koma til greina í títrun hennar. Þegar 50,00 mL af 0,05000 M HCl eru títraðir með 0,1000 M NaOH, er jafnstöðupunktur í 25,00 mL og pH gildi lausnarinnar $\pm 0,10$ mL (u.þ.b. tveir dropar) um jafnstöðu:

$$\begin{array}{r} \text{mL NaOH: } 24,90 - 25,00 - 25,10 \\ \text{pH: } 3,87 \quad 7,00 \quad 10,12 \end{array}$$

pH stökkið er því $\Delta\text{pH} = 6,25$ og ef títrunarskekkjan á að vera minni en

$$\pm \frac{0,10 \cdot 100}{25,00} = \pm 0,4\% \quad \text{má nota alla efnavita, sem hafa miðpunkt litabreytingar á pH}$$

bilinu 3,87 til 10,12. Efnavitarnir bromocresólgrænn (brgr), sem er gulur fyrir neðan $\text{pH} = 3,8$ og blár fyrir ofan $\text{pH} = 5,4$ og thymolphthalein (thym), sem breytist úr litlausu í blátt á bilinu 9,3-10,0, eru því báðir nothæfir í þessa títrun. Brgr og thym sýna fræðilega endapunkta við $\text{pH} = 4,6$ og $\text{pH} = 9,9$, en ýmsir aðrir efnavitur eru þó hentugri í títruninni þar sem þeir sýna endapunkta, sem liggja nær jafnstöðupunkti, en hann er við $\text{pH} = 7,00$ í þessu tilfelli.

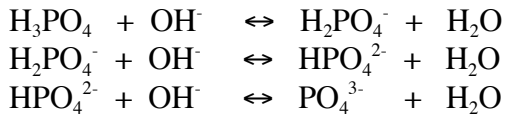


Mynd 1a

Mynd 1b

Mynd 1a og 1b. Títrunarferlar fyrir HCl og H_3PO_4 gegn NaOH

Á mynd 1b er títrunarferill fosfórsýru, H_3PO_4 , sem er þrívirk sýra, gegn NaOH . Klofningsfastar sýrunnar eru $K_1 = 7,52 \cdot 10^{-3}$, $K_2 = 6,23 \cdot 10^{-8}$, $K_3 = 4,80 \cdot 10^{-13}$ og þar sem hún er þríprótín ættu að koma fram þrjú stökk í títrunarferlinum:



K_3 er hins vegar það lítil að stökkið um þriðja jafnstöðupunkt sést nánast ekki og því eru aðeins sýnd tvö fyrstu stökkin, sem samsvara títrun

$\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^-$ og $\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightarrow \text{HPO}_4^{2-}$. Almennt gildir um títrun á fjölvirkri sýru með NaOH , að stærð og lögun stökks um jafnstöðupunkt er háð hlutfallinu milli klofningsfastanna. Því stærra sem K_1/K_2 er, þeim mun stærra stökk og brattari títrunarferill í fyrsta jafnstöðupunkti. Þannig er nákvæmni í ákvörðun fyrsta jafnstöðupunkts með efnavita, sem hefur miðpunkt litabreytingar í jafnstöðupunktinum 1,0% ef $K_1/K_2 = 10^4$, en 0,3% ef $K_1/K_2 = 10^5$. Hjá fosfórsýru eru bæði K_1/K_2 og K_2/K_3 rúmlega 10^5 og því má finna bæði 1. og 2. jafnstöðupunkt með góðri nákvæmni, ef hentugir efnavitir finnast.

Þegar 50,00 mL af 0,1000 M H_3PO_4 eru títraðir með 0,1000 M NaOH eru 1. og 2. jafnstöðupunktur í 50,00 og 100,00 mL og pH gildi lausnarinnar $\pm 0,50$ mL um jafnstöðupunktana eftirfarandi:

1. jafnstöðupunktur:

mL NaOH:	49,50	–	50,00	–	50,50
pH:	4,18		4,69		5,21

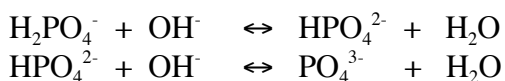
2. jafnstöðupunktur:

mL NaOH:	99,50	–	100,00	–	100,50
pH:	9,20		9,66		10,12

Greinilegt er því, að hentugt er að nota litarefnavitana brómócesólgrænan og thymalphthalein, sem hafa litabreytingar við pH = 4,6 (brgr) og 9,9 (thym), til að finna jafnstöðupunktana í títrun $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^-$ og $\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightarrow \text{HPO}_4^{2-}$.

Takið þó eftir, að ekki er hægt að nota brgr og thym samtímis til að finna bæði fyrsta og annan jafnstöðupunkt í sömu títrun, þar sem þeir breytast báðir í blátt. Ef finna á bæði 1. og 2. jafnstöðupunkt í títrun á H_3PO_3 með NaOH , þarf því að títra tvær lausnir, aðra með brgr og hina með thym.

Nú skulum við athuga títrun tvívirkur sýrunnar NaH_2PO_4 með NaOH :



Augljóslega er hér um að ræða seinni tvö þrepin í títrun H_3PO_4 með NaOH . Gildir því það sama og að ofan var sagt um fosfórsýruna, þ.e.a.s. að stökkið um seinni jafnstöðupunkt sést ekki þar sem seinni klofningsfastinn er mun lægri en 10^{-8} og að hægt er að greina fyrri jafnstöðupunkt með 0,3% nákvæmni með besta efnavita, þar

sem hlutfall klofningsfastanna er u.þ.b. 10^5 . Títunarferil NaH_2PO_4 með NaOH má finna á mynd 1b með því að draga lóðréttu línu í gegnum 1. jafnstöðupunkt í títrun H_3PO_4 og láta nýju títrunina hefjast þar með 0,00 mL NaOH og $\text{pH} = 4,69$. Þar sem pH NaH_2PO_4 lausnar er 4,69, er ekki hægt að nota efnavitann brómócesólgrænan í títrun NaH_2PO_4 með NaOH . Brgr hefur miðpunkt litabreytingar úr gulu í blátt við $\text{pH} = 4,6$ og verður því samstundis blár, þegar honum er dropað út í NaH_2PO_4 lausn. Aftur á móti er thymolphalein hentugur efnaviti í títruninni af sömu ástæðu og getið er hér að framan, þegar fjallað var um títrun H_3PO_4 með NaOH .

Þegar títunarferlarnir á mynd 1. eru skoðaðir kemur í ljós:

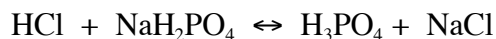
1. Í títrun á HCl með NaOH þarf x mL af 0,1000 M NaOH að jafnstöðupunkti.
2. Í títrun á H_3PO_4 með NaOH þarf y mL af 0,1000 M NaOH að 1. jafnstöðupunkti, $2y$ mL af 0,1000 M NaOH að 2. jafnstöðupunkti, en 3. jafnstöðupunktur sést ekki.
3. Í títrun á NaH_2PO_4 með NaOH þarf z mL af 0,1000 M NaOH að fyrri jafnstöðupunkti, en sá seinni sést ekki.

Á myndina eru einnig rissuð svæði, sem sýna við hvaða pH gildi efnavitarnir brgr og thym skipta um lit.

Þegar títraðar eru sýrurnar HCl , H_3PO_4 og NaH_2PO_4 , einar sér eða sérhver hugsanleg blanda þeirra með 0,1000 M NaOH , fyrst með brgr og síðan með thym eru því fimm mismunandi tilfelli gagnvart notkun NaOH möguleg:

	mL 0,1000 M NaOH	
	brgr	thym
1. Aðeins HCl	x	x
2. Aðeins NaH_2PO_4	0	z
3. Aðeins H_3PO_4	y	$2y$
4. Blanda HCl og H_3PO_4	$x + y$	$x + 2y$
5. Blanda H_3PO_4 og NaH_2PO_4	y	$2y + z$

Blöndu af HCl og NaH_2PO_4 er ekki hægt að greina með títrun, þar sem efnin geta ekki verið saman í upplausn vegna sýru-basa hvarfsins.



Það myndast því blanda af HCl og H_3PO_4 eða H_3PO_4 og NaH_2PO_4 , eftir því af hvoru efnanna er meira fyrir hendi í lausninni í upphafi.

Eins og sjá má í töflunni, er auðvelt bæði að þáttgreina og magngreina blöndur af HCl , H_3PO_4 og NaH_2PO_4 með títrun með NaOH gagnvart efnavitunum brgr og thym. Um er að ræða blöndu af HCl og H_3PO_4 , ef rúmmál NaOH með thym er minna en tvöfalt rúmmál NaOH með brgr. Hins vegar er um að ræða blöndu af H_3PO_4 og NaH_2PO_4 , ef rúmmál NaOH með thym er meira en tvöfalt rúmmál NaOH með brgr.

Framkvæmd:

1. Þú finnur óþekkta tveggja þátta sýrublöndu í flösku með skrúfutappa á vinnusvæði þínu. Taktu með pípettu 25,00 mL af óþekktu lausninni yfir í 250 mL mæliflösku. Fylltu að marki með afjónuðu vatni og blandaðu innihaldið vel eins og ykkur hefur verið sýnt.
2. Taktu með pípettu 25,00 mL skammta af sýrublöndunni í 250 mL keilufloöskur, bættu 4 dropum af brómócesólgrænum í hverja flösku og títraðu með staðlaðri 0,1004 M NaOH að litarbrigðum gult í blátt.
3. Endurtaktu lið 2. með efnavitanum thymolphalíni í stað brgr. Endapunkturinn er þegar títrunarlausnin fær daufan ljósbláan lit, sem ekki hverfur .
4. Notaðu niðurstöðurnar til að finna, hvort um er að ræða blöndu af HCl og H₃PO₄ eða blöndu af H₃PO₄ og NaH₂PO₄. Rökstuddu svarið. Reiknaðu hve mörg mmól og hve mörg mg voru af hvorri sýrunni um sig í 250 mL mælifloöskunni.

.....

Niðurstöður og útreikningar, sjá næstu síðu

Niðurstöður:**A. Niðurstöður títrunar**

Títrun með bromocresolgrænum efnavita

Upphafsstaða burettu	Lokastaða burettu	mL NaOH

Títrun með thymolphalein efnavita

Upphafsstaða burettu	Lokastaða burettu	mL NaOH

B. Sýrublandan innihélt _____ og _____

vegna þess að

C. 250 mL mæliflaskan innihélt:

_____ mmól = _____ mg af _____ og

_____ mmól = _____ mg af _____

Sýnið útreikninga