

Laboratorieprøve

Titring av HCl (aq) mot NaOH (aq)

Navn og Dato: Marcus Takvam Lexander 08.11.17

Labgruppe og plassnummer: Onsdag C2 Plass 18.

Sammendrag

I dette forsøket er konsentrasjonen av saltsyre beregnet ved hjelp av en titrering mot en natriumhydroksidløsning. Konsentrasjonen ble beregnet til $0,0906 \text{ M} \pm 0,0004 \text{ M}$.

1. Teori

For å finne konsentrasjonen av syre i en løsning kan en utføre en titrering mot en sterk base med kjent konsentrasjon. Grunnlaget for en syrebasetitrering er at ved hjelp av en syre-base indikator kan en observere når all syren har blitt nøytralisert av tilsatt base. Dette kalles ekvivalenspunktet og vi får da en massebalanse for stoffmengden hydrogenioner ($\text{H}^+ (\text{aq})$) i løsningen og stoffmengden tilsatt hydroksidioner ($\text{OH}^- (\text{aq})$) (1)

$$n_{\text{H}^+} = n_{\text{OH}^-} = c_{\text{OH}^-} \cdot V_{\text{base}} \quad (1-1)$$

der c_{OH^-} er konsentrasjonen av OH^- i den tilsatte basen og V_{base} er tilsatt volum av denne. Ved ekvivalenspunktet er endringen i pH per tilsatt stoffmengde base veldig stor og et veldig lite intervall av tilsatt base vil gi et stort pH-intervall. En syrebaseindikator er et stoff som endrer farge avhengig av pH. Ved å velge en indikator som endrer farge i et pH-intervall som ligger i det store pH-intervallet ved ekvivalenspunktet vil denne fargeendringen skje veldig nært ekvivalenspunktet. (1)

2. Eksperimentelt

En prøve med ukjent mengde saltsyre (HCl (aq)) ble fortynnet til 250,0 mL i en målekolbe. Byretten ble skylt gjennom to ganger med en 0,1 M natriumhydroksid (NaOH (aq)) løsning og så fylt opp med denne løsningen. 25,00 mL av saltsyreløsningen ble pipettert ut i en 250 mL erlenmeyerkolbe og 4-5 dråper fenolftalein-løsning ble tilsatt. En grovtitrering ble først utført hvor NaOH fra byretten ble tilsatt med jevn hastighet til HCl løsningen skiftet farge til sterk lilla. Titrerkolben er under konstant omrøring gjennom hele titreringen. Tilsatt volum NaOH var da 22,8 mL.

Byretten ble fylt opp igjen med NaOH løsning og titrerkolben ble tømt og skylt. Nye 25,00 mL HCl løsning ble pipettert over i titrerkolben og 4-5 dråper fenolftalein-løsning ble tilsatt. Ca. 20 mL fra NaOH fra byretten ble tilsatt under konstant omrøring. Små porsjoner på noen dråper ble så forsiktig tilsatt til løsningen forble svakt rosa/lilla etter ca. et halvt minuts røring. Tilsatt volum NaOH ble nøyaktig notert og prosessen (fra etter grovtitreringen) ble så gjentatt 4 ganger (5 ganger totalt).

3. Resultater

Måledata for titreringen står i tabell 3.1. Snittverdien av konsentrasjonen til HCl ble beregnet til 0,0906 M og et standardavvik på 0,098 mM (Se vedlegg 1). Usikkerheten i måleutstyret gir en usikkerhet i konsentrasjonen på 0,36 mM (Se vedlegg 1 og 2) som er større enn det standardavviket som er beregnet fra spredningen i resultatene og er derfor den usikkerheten som blir tatt utgangspunkt i. Resultatet blir da $0,0906 \text{ M} \pm 0,0004 \text{ M}$.

Tabell 3.1: Måledata for titrering av saltsyre (HCl) mot lut (NaOH) og beregnet konsentrasjon med standardavvik for HCl. Beregning ligger ved i vedlegg 1. Parallell 0 (grovtitreringen) inngår ikke i noen beregninger.

Parallell nr.	Tilsatt Volum NaOH [mL]
0 (Grov)	22,8
1	22,7
2	22,7
3	22,6
4	22,6
5	22,6
Beregnet konsentrasjon HCl [M]	0,0906
Standardavik [mM]	0,098

4. Diskusjon

Med et standardavvik på målingene som er lavere enn usikkerheten på måleutstyret er det altså måleutstyret som er den begrensende faktoren for presisjonen i målingene. Om det ikke er gjort noe systematiske feil som er større enn denne usikkerheten vil den faktiske verdien ligge innenfor usikkerheten. Valget av indikator vil også gi mulighet for en liten titrerfeil. Fenolftalein har fargeomslag i intervallet $\text{pH} \in [8.2, 10]$ og hvis en antar at titrerendepunktet er på $\text{pH} = 8,5$ (løsningene var veldig svakt rosa ved titrerendepunktet) får en titrerfeil på ca. 0,00015 mL for mye (Se vedlegg 1). Dette er mye mindre enn usikkerheten på byretten og blir derfor sett bort fra i andre beregninger i dette forsøket.

Litteraturreferanser

1. Hafskjold, B. og Madland, E., *Laboratoriekurs i KJ1000 Generell kjemi*, 4. utgave, NTNU, Trondheim, **2017**.

Vedlegg 1. Beregninger:

Beregning av gjennomsnittskonsentrasjon av konsentrasjon av HCl:

$$\begin{aligned}\bar{V}_{\text{NaOH}} &= 22,64 \text{ mL} \\ n_{\text{NaOH}} &= 22,64 \text{ mL} \cdot 0,1 \text{ M} = 2,264 \text{ mmol} = n_{\text{HCl}} \\ c_{\text{HCl}} &= \frac{2,264 \text{ mmol}}{25,00 \text{ mL}} = 0,09056 \text{ M}\end{aligned}$$

Beregning av standardavvik i gjennomsnitt for volum og konsentrasjon

$$\begin{aligned}\sigma_V &= \sqrt{\frac{1}{5(5-1)} \cdot \sum_{n=1}^5 (V_n - \bar{V})^2} = 0,0244 \text{ mL} \\ \sigma_c &= \frac{0,0244 \text{ mL}}{25,00 \text{ mL}} \cdot 0,1 \text{ M} = 0,098 \text{ mM}\end{aligned}$$

Beregning av usikkerhet i konsentrasjon fra måleutstyr

$$\begin{aligned}V_{\max} &= 22,64 \text{ mL} + 0,05 \text{ mL} = 22,69 \text{ mL} \\ n_{\max} &= 22,69 \text{ mL} \cdot 0,1 \text{ M} = 2,269 \text{ mmol} \\ c &= \frac{2,269 \text{ mmol}}{24,97 \text{ mL}} = 0,09087 \text{ M}\end{aligned}$$

Kompensering for maksimal overfortynning i målekolbe:

$$c_{\max} = 0,09087 \text{ M} \cdot \frac{250,15 \text{ mL}}{250,0 \text{ mL}} = 0,09092 \text{ M}$$

Tilsvarende for minimum verdi gir $c_{\min} = 0,09020 \text{ M}$

$$\begin{aligned}0,09087 \text{ M} - 0,09056 \text{ M} &= 0,00031 \text{ M} \\ 0,09056 \text{ M} - 0,09020 \text{ M} &= 0,00036 \text{ M} = 0,36 \text{ mM}\end{aligned}$$

Beregning av titrerfeil:

$$\frac{x \cdot 0,1 \text{ M}}{25,00 \text{ mL} + 22,64 \text{ mL} + x} = 10^{-(14-8,5)} \text{ M} \Rightarrow x = 0,00015 \text{ mL} = \Delta V_{\text{NaOH}}$$

Vedlegg 2. Usikkerhet i måleutstyr:

Tabell V-2.1: Usikkerhet i det måleutstyret som er brukt.

Måleutstyr	Usikkerhet
Målekolbe	$\pm 0,15 \text{ mL}$
Pipette (25 mL)	$\pm 0,03 \text{ mL}$
Byrette	$\pm 0,05 \text{ mL}$