

Oppgave 1:

Nøyaktige målinger og titrering.

Navn og dato: Marcus Takvam Lexander 06.09.17

Labgruppe og plassnr.: 18

Sammendrag

I dette forsøket ble nøyaktigheten av ulikt måleutstyr som brukes på laboratoriet undersøkt. Ved å måle opp en bestemt mengde vann i tre parallelle forsøk for hvert måleredskap, for så å veie og ved hjelp av målt volum og masse beregne vannets tetthet, kunne glassutstyrets nøyaktighet kommenteres. Det ble funnet at pipette gir de mest nøyaktige resultatene, som ga tettheten $0,9920 \pm 0,0025$ g/mL til vann, med et relativt avvik fra litteraturverdien på 0,4881 %.

Konsentrasjonen til en utlevert prøve av saltsyre (etter fortynning til 250,0 mL) skulle også bestemmes ved hjelp av titrering med en natriumhydroksidløsning. Prøvens konsentrasjon ble bestemt til $0.0981 \pm 0,0004$ M, med et relativt avvik fra fasitverdi på 0 %.

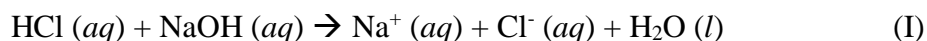
1. Teori

Utmålinger er en viktig del av arbeidet på laboratoriet og det finnes mange typer måleutstyr som kan brukes til dette. Ulike typer glassutstyr har ulik nøyaktighet, for eksempel begerglass, målesylindere og pipetter til utmåling av volum. Volum har SI-enheten m^3 (kubikkmeter), men oppgis ofte til formål på laboratoriet i liter (L) eller milliliter (mL) av praktiske årsaker. (1)

Tetthet (ρ) er definert som masse (m) per volum (V): (1)

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-1)$$

For å finne konsentrasjonen av en sterk syre, kan en titrering med et kjent volum av en sterk base med kjent konsentrasjon gjennomføres. For titrering av saltsyre (HCl) med natriumhydroksid (NaOH),



vil titrerendepunktet nås når den molare mengden HCl er lik den molare mengden NaOH. Titreringepunktet kan gjenkjennes hvis man bruker en indikator som skifter farge når dette er oppnådd, i dette tilfellet rundt $\text{pH} = 7$. (2)

Teorien for titrering er beskrevet i mer detalj av Chang og Goldsby (1)

Middelverdier og standardavvik ble beregnet som beskrevet av Hafskjold og Madland (2).

2. Eksperimentelt

2.1. Øving i bruk av pipette med ballong

Ballongen ble festet på pipetten, før pipettespissen ble stukket godt ned i et begerglass med vann og det ble forsiktig klemmt på ventil S på ballongen. Underkanten av menisken på væskesøylen ble justert til den var akkurat på merket i pipetten. Det oppsamlede volumet ble overført til en erlenmeyerkolbe ved å holde pipetten loddrett og holde kolben skrått, slik at spissen berørte innerveggen av den skråstilte kolben. Etter at pipetten tilsynelatende var tom, ble den holdt slik i 20 sekunder til.

2.2. Finne den mest nøyaktige metoden for tetthetsbestemmelse

Et rent og tørt begerglass (50 mL) og en ren og tørr målesylinder (10,0 mL) ble veid på analysevekt. Destillert vann (150 mL) ble hentet i et begerglass og vannets temperatur målt. Begerglasset ble fylt til 40 mL-merket og målesylinderen til 10,0 mL-merket, først ved å helle og deretter forsiktig ved hjelp av dråpeteller. Begerglasset og målesylinderen med vann ble veid og vekten notert. Prosedyren ble repetert to ganger til.

Et rent og tørt begerglass (50 mL) ble veid og vann (10,00 mL) pipettert over i det med fullpipette. Begerglasset med innhold ble veid og vekten notert. Prosedyren ble repetert to ganger til.

2.3. Titrering av saltsyre med ukjent konsentrasjon

En utlevert prøve med saltsyre ble fylt opp med vann til 250,0 mL i målekolbe. En fullpipette ble brukt til å overføre saltsyren (25,00 mL) til en erlenmeyerkolbe (250 mL) og løsningen ble tilsatt fenolftalein-løsning (0,1% i etanol, 4-5 dråper). En byrette ble skylt et par ganger med NaOH-løsning (0,1000 M), før den ble fylt opp med samme løsning. Startvolum NaOH ble notert etter det ble sørget for at byretten ikke inneholdt luftbobler. HCl-løsningen ble titrert med NaOH-løsningen mens kolben ble rotert med jevn rytme for å sørge for at løsningene ble blandet. Mengde NaOH brukt ved fargeomslag ble notert og titreringen ble gjennomført tre ganger til.

3. Resultater

3.1. Finne den mest nøyaktige metoden for tetthetsbestemmelse

Vannets masse og volum ble bestemt ved veiing og måling og resultatene er gitt i tabell 3.1.

Temperaturen til destillert vann ble før forsøkets start målt til 21°.

Tabell 3.1: Måledata fra tetthetsbestemmelse av vann

Målinger med begerglass	1	2	3
Tørr masse [g]	34,6769	34,6777	34,6774
Masse med vann [g]	74,0251	73,9204	72,6601
Massen til vann [g]	39,3482	39,2427	39,9827
Volum vann [mL]	40	40	40
Tettheten til vann [g/mL]	0,98	0,98	0,95
Målinger med målesylinder	1	2	3
Tørr masse [g]	31,7651	31,7589	31,7893
Masse med vann [g]	41,6222	41,6476	41,6395
Massen til vann [g]	9,8571	9,8887	9,8502
Volum vann [mL]	10,0	10,0	10,0
Tettheten til vann [g/mL]	0,986	0,986	0,986
Målinger med pipette	1	2	3
Tørr masse [g]	31,7591	31,7879	31,7672
Masse med vann [g]	41,7164	41,6896	41,6722
Massen til vann [g]	9,9573	9,9017	9,9050
Volum vann [mL]	10,00	10,00	10,00
Tettheten til vann [g/mL]	0,9957	0,9901	0,9905

Standardavvik og prosentavvik for vannets tetthet ble beregnet som vist i vedlegg 1 og resultatene er gitt i tabell 3.2.

Tabell 3.2: Resultater fra beregning av vannets tetthet, standardavvik og prosentavvik.

	Begerglass	Målesylinder	Pipette
Gjennomsnitt [g/mL]	0,97	0,987	0,9920
Litteraturverdi [g/mL] (3)	0,9970		
Standardavvik [g/mL]	0,027	$3,01 \cdot 10^{-3}$	$4,411 \cdot 10^{-3}$
Prosentavvik fra litteraturverdien for tettheten (%)	2,6%	1,00%	0,4881%

3.2. Titrering av saltsyre med ukjent konsentrasjon

Ukjent konsentrasjon av saltsyre ble bestemt ved hjelp av titrering med NaOH og resultatene er gitt i tabell 3.3. Beregninger er vist i vedlegg 2.

Tabell 3.3: Måledata og beregninger fra titrering av saltsyre med ukjent konsentrasjon

NaOH, konsentrasjon [M]	0,1000		
HCl, volum [mL]	25,00		
	1	2	3
NaOH, $V_{\text{(start)}}$ [mL]	0	20,0	20,0
NaOH, $V_{\text{(slutt)}}$ [mL]	24,7	44,5	44,4
NaOH, $V_{\text{(tilsatt)}}$ [mL]	24,7	24,5	24,4
HCl, beregnet konsentrasjon [M]	0,0988	0,0980	0,0976
HCl, fasitverdi konsentrasjon [M]	0,098		
Gjennomsnittskonsentrasjon [M]	$0,0981 \approx 0,098$		
Standardavvik [M]	$6,12 \cdot 10^{-4}$		
Prosentavvik (%)	0%		

4. Diskusjon

For beregningen av tettheten av vann ser vi at den mest nøyaktige verdien fikk vi av pipettemålingen med et prosentavvik på ca 0.5%, deretter målesylinder med avvik på 1.00% og definitivt lavest nøyaktighet med begerglasset med et avvik på 2.6% som relativt sett er betydelig større enn de to andre måle metodene. Når vi ser på standardavvik får vi ikke samme resultat for presisjonen. Litt uventet fikk vi høyest presisjon med målesylinder, med et standardavvik som er litt, men ikke ubetydelig lavere enn med pipeteringsmetoden. Dette kan skyldes at ikke alt vannet ble overført fra pipetten til begerglasset når vi skulle veie vannet. Den lavere presisjonen kan og skyldes at vi var to personer som pipeterte som kanskje kan føre til ulike målinger. Ulik oppfattning av hvor menisken er vil for eksempel kunne skape relativt store sprik i målinger.

For titreringen fikk vi en nøyaktighet som er høyere enn det vi kunne beregne med det antall gjeldene siffer vi fikk i fasitverdien. Verdien vi berget vil, med usikkerhet tatt i betraktning, holde seg innenfor fasitverdien om vi runder av til 2 gjeldene siffer. Derfor har vi ført opp prosentavviket til 0%. Om vi hadde fått utgitt en fasitverdi på 3 gjeldene siffer ville vi fortsatt hatt et prosentavvik som er ca 0.1% som er nokså lite. Vi har altså relativt høy nøyaktighet og presisjon i titreringen med de dataene vi har. Med flere målinger ville en nok sett en større fordeling som ga et mer realistisk bilde på nøyaktigheten og presisjonen til titreringen. Selv om sannsynligheten for at en så høy nøyaktighet og presisjon har skjedd ved en tilfeldighet er lav, så vil det være en eksisterende sannsynlighet for det ved 3 repetisjoner.

Litteraturreferanser

1. Chang, R. og Goldsby, K. A., *General Chemistry: The Essential Concepts*, 7th Edition, McGraw-Hill, New York, **2014**, kapittel 1, 4 og 16.
2. Hafskjold, B. og Madland, E., *Laboratoriekurs i KJ1000 Generell kjemi*, 4. utgave, NTNU, Trondheim, **2017**.
3. Aylward, G. og Findlay, T., *SI Chemical Data*, 7th Edition, John Wiley & Sons, Brisbane, **2013**.

Vedlegg 1: Beregning av standardavvik og prosentavvik for vannets tetthet.

Beregninger av standardavvik for begerglass:

$$\begin{aligned}\sigma_s &= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2} = \sqrt{\frac{(x_1 - \mu)^2 + (x_2 - \mu)^2 + (x_3 - \mu)^2}{n-1}} \\&= \sqrt{\frac{(0,983705 - 0,97144667)^2 + (0,9810675 - 0,97144667)^2 + (0,9495675 - 0,97144667)^2}{3-1}} \\&= 0,02686121934 \sim 0,027\end{aligned}$$

Usikkerhet blir beregnet med formelen: $\frac{1}{\sqrt{n}} \sigma_s$

Prosentavvik blir beregnet etter denne formelen:

$$\text{prosentavik \%} = \frac{\text{målt verdi} - \text{faktisk verd}}{\text{faktisk verdi}} = \frac{\frac{0,97144667g}{mol} - \frac{0,9970g}{mol}}{\frac{0,9970g}{mol}} = 2,56\%$$

Vedlegg 2: Beregning av konsentrasjon av utlevert prøve med saltsyre.

Beregninger for første titrering:

$$n_{NaOH_1} = c * V_1 = 0,1000M * 24,7 * 10^{-3}L = 2,47 * 10^{-3}mol$$

$$c_{HCl_1} = \frac{n_1}{V_{HCl}} = \frac{2,47 * 10^{-3}mol}{25,00 * 10^{-3}L} = 0,0988M$$

Dette gjentok vi for titrering 2 og 3 før vi så beregnet gjennomsnitt og standardavvik.

Vedlegg 3: Svar på kontrollspørsmål

Kontrollspørsmål

1. En flaske inneholder $4,22 \text{ cm}^3$ fast metallisk stoff. Den totale massen til flasken er $38,65 \text{ g}$, og tom flaske veier $14,42 \text{ g}$. Hva er tettheten til det faste stoffet?

$$\text{Masse stoff i flasken: } 38.65g - 14.42g = 24.23g$$

$$\text{Masse per volum stoff (tetthet): } \frac{24.23g}{4.22cm^3} = 5.74 \frac{g}{cm^3}$$

2. I delforsøk 3 blir det utført tre paralleller. Hvorfor er dette viktig?

Dette er viktig fordi det vil sørge for at sannsynligheten for at den endelige verdien er et statistisk avvik blir så lav som mulig. Jo flere paralleller man gjør av et forsøk, jo nærmere vil snittverdien være den faktiske verdien og jo laver usikkerhet vil du ha.

3. Hvorfor blir det tilsatt fenolftalein-løsning til erlenmeyerkolben som inneholder HCl?

Fenolftalein er en syre-baseindikator som er klar i sur løsning og en sterk rosa/lilla farge i basisk løsning med et omslagsområde rundt 8 i pH. Ved ekvivalenspunktet mellom HCl og NaOH vil du ha en nøytral løsning av Na^+ ioner og Cl^- ioner, så et omslagsområde som er rett i nærheten av det er ønsket. Vi vil da se en kraftig fargeøkning ved ekvivalenspunktet.