

Laboratorieoppgave 2:

Ideelle gasser og magnesiums molarmasse

1 Prelab

1.1 Mål og hensikt

- Vite hva en ideell gass er og skjønne hvordan den oppfører seg ut fra intuisjon og ligninger
- Finne molarmassen til et metall ved å bruke teori om ideelle gasser.
- Kunne vurdere presisjon og nøyaktighet av data ved å tolke beregnet konfidensintervall.

1.2 Statistikk

Konfidensintervall I laboppgave 1 ble standardavvik brukt som mål på spredningen til målingene. Et annet statistisk mål som ofte brukes er konfidensintervall som angir et intervall med verdier som er gode anslag til den faktiske verdien.

I laboppgave 1 ble resultatet oppgitt med gjennomsnittet \pm standardavviket, altså $\bar{x} \pm s$. I eksempelet ble det $(2,94 \pm 0,12)$ g. Skrevet som et intervall er det $(2,82 \text{ g}; 3,06 \text{ g})$. Dette er et intervall som antyder en viss sikkerhet til målingene. Konfidensintervall er et lignende intervall som angis med en viss konfidens. Konfidensnivået er andelen av intervallene som ville inneholdt den faktiske verdien dersom forsøket hadde blitt gjentatt mange ganger.

For å regne ut konfidensintervallet til n standardfordelte målinger må gjennomsnittet \bar{x} og standardavviket s først regnes ut. Det er ikke pensum å vite hva standardfordelingen er og hvordan man kan undersøke om målinger er standardfordelte, men de fleste målingene i labkurset er tilnærmet normalfordelte. Da er konfidensintervallet gitt ved

$$\left(\bar{x} - t^* \frac{s}{\sqrt{n}}; \bar{x} + t^* \frac{s}{\sqrt{n}} \right)$$

der t^* er avhengig av n og konfidensnivået og må slås opp i en tabell eller regnes ut av programvare. Tabell 1 gir t^* -verdier for en rekke konfidensnivåer. Kolonnen df står for *degrees of freedom* og er i dette tilfellet $n - 1$.

I eksempelet i laboppgave 1 var det fire målinger. Gjennomsnittet og standardavviket var henholdsvis 2,94 g og 0,12 g. Siden det var fire målinger er antall frihetsgrader tre. Da er t^* -verdien for et 95 % konfidensintervall 3,182. Da blir konfidensintervallet

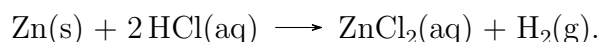
$$\begin{aligned} & \left(\bar{x} - t^* \frac{s}{\sqrt{n}}; \bar{x} + t^* \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\ &= \left(2,94 \text{ g} - 3,182 \cdot \frac{0,12 \text{ g}}{\sqrt{4}}; 2,94 \text{ g} + 3,182 \cdot \frac{0,12 \text{ g}}{\sqrt{4}} \right) \\ &= (2,749 \text{ g}; 3,131 \text{ g}) \end{aligned}$$

Tabell 1: Tabell for t^* -verdier for konfidensintervall. Verdiene i eksempelet er uthevet.

df	Konfidensnivå			
	90 %	95 %	99 %	99,9 %
1	6,314	12,710	63,660	636,62
2	2,920	4,303	9,925	31,599
3	2,353	3,182	5,841	12,924
4	2,132	2,776	4,604	8,610
5	2,015	2,571	4,032	6,869
6	1,943	2,447	3,707	5,959
7	1,895	2,365	3,499	5,408
8	1,860	2,306	3,355	5,041
9	1,833	2,262	3,250	4,781
10	1,812	2,228	3,169	4,587
15	1,753	2,131	2,947	4,073
20	1,725	2,086	2,845	3,850
29	1,699	2,045	2,756	3,659
30	1,697	2,042	2,750	3,646
40	1,684	2,021	2,704	3,551
60	1,671	2,000	2,660	3,460
80	1,664	1,990	2,639	3,416
100	1,660	1,984	2,626	3,390
∞	1,645	1,960	2,576	3,291

1.3 Teori

Reaksjonen I denne øvelsen vil reaksjonen mellom et metall og en syre bli studert. For eksempel vil sink og saltsyre reagere og danne hydrogengass etter reaksjonslikningen



Dersom en kjent masse av metallet reagerer fullstendig med syren og man samler opp hydrogengassen som dannes, kan man bestemme molarmassen M til metallet ved likningen

$$M = \frac{m}{n}$$

der m og n er henholdsvis massen og stoffmengden til metallet. Stoffmengden av metallet kan relateres til stoffmengden av hydrogengassen ved hjelp av reaksjonslikningen.

Ideelle gasser Stoffmengden hydrogen kan tilnærmet bestemmes fra den ideelle gassloven

$$PV = RnT$$

der P , V , n og T er henholdsvis trykket, volumet, stoffmengden og temperaturen til hydrogengassen og R er gasskonstanten. Volumet og temperaturen kan måles direkte, men trykket er litt mer innviklet å finne.

Trykk Beholderen som vil bli fylt med hydrogengass i forsøket er et langt, tynt målerør som står vertikalt og er i utgangpunktet fylt med vann. Når reaksjonen skjer vil hydrogengassen boble opp i røret og fortrenge en del av vannet slik at det er gassen legger seg øverst i røret og resten er fylt med vann.

Summen av trykkene inni røret med vann og gass må være likt det ytre, atmosfæriske trykket.

Trykket i en væske på dypde en h er gitt ved

$$P = \rho gh \tag{1}$$

der ρ er tettheten til væsken og g er tyngdeakselerasjonen.

Damptrykk Alle væsker fordamper litt ved alle temperaturer, ikke bare ved kokepunktet. Hvor mye den fordamper kalles væskens damptrykk. Sammen med hydrogengassen vil det derfor også være litt vanndamp som vil bidra til trykket.

Damptrykket til vann kan for eksempel tilnærmes ved lineær interpolasjon. Interpolasjon er når man kjenner enkelte datapunkter $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ og vil finne en tilnærming til en y -verdi gitt en x -verdi. I lineær interpolasjon gjøres dette ved å anta verdiene endres lineært mellom de kjente verdiene. Gitt en x -verdi mellom x_i og x_{i+1} er den tilnærmede y -verdien gitt ved

$$y = y_i + \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i}(x - x_i). \tag{2}$$

Tabell 2 på neste side gir vannets damptrykk ved utvalgte temperaturer og fra den kan flere verdier interpoleres.

Tabell 2: Vannets damptrykk P ved utvalgte temperaturer T

$T/^{\circ}\text{C}$	P/atm
16,0	0,017 93
18,0	0,020 36
20,0	0,023 08
22,0	0,026 09
24,0	0,029 45
26,0	0,033 17
28,0	0,037 30
30,0	0,041 87

1.4 Oppgaver

- Hvilke antagelser brukes i den ideelle gasslikningen.
- Utlede Likning (1) på side 3 ved å anta at søylen har tverrsnitt A og høyde h . Bruk at trykket er gitt ved $P = F/A$ der F er tyngdekraften til vannet.
- Utlede Likning (2) på side 3 ved å finne stigningen mellom punktene (x_i, y_i) og (x_{i+1}, y_{i+1}) og for eksempel bruke ettpunktsformelen.
- I et forsøk skulle molarmassen til sink bestemmes. 0,090 g sink ble veid ut og reagert med saltsyre som produserte hydrogengass som ble samlet opp i et målerør.
 - Høyden av vannet i målerøret ble målt til 135,0 mm. Regn ut trykket av vannet P_w .
 - Temperaturen i rommet ble målt til 23,2 °C. Beregn vannets damptrykk P_{vap} inne i målerøret.
 - Barometertrykket P_0 (dvs. det ytre trykket) ble målt til $P_0 = 1,013 \text{ atm}$. Beregn trykket til hydrogengassen inni målesylinderen. Bruk at summen av trykkene utenfor og inni målesylinderen må være det samme.
 - Regn ut stoffmengden hydrogengass.
 - Regn ut molarmassen til sink.
 - 10 mL 6 M saltsyre ble brukt. Var det tilstrekkelig med syre?
- Et annet forsøk for å bestemme molarmassen til sink ble repetert fem ganger og replikatene ga molarmassene 65,40 g/mol, 66,56 g, 65,60 g, 64,94 g og 65,19 g.
 - Beregn den gjennomsnittlige molarmassen.
 - Beregn standardavviket for molarmassen.
 - Beregn det relative standardavviket for molarmassen.
 - Beregn et 95 % konfidensintervall for molarmassen.

2 Labøvelse

2.1 Mål og hensikt

- Bestemme molarmassen til magnesium.
- Vurdere presisjon og nøyaktighet av data ved å tolke beregnet gjennomsnitt, standardavvik og konfidensintervall.

2.2 Eksperimentelt

2.2.1 Utstyr

Tabell 3: Utstyr

magnesiumbånd	
saltsyre	(6 M)
smergelpapir	
målerør	
slangebit	
hansker	
spruteflaske	(ionebyttet vann)
begerglass	(150 mL)
kobbertråd	
avbitertang	
stativ med klemme	
vekt	(felles)

I Tabell 3 er nødvendig utstyr oppgitt. Noter hvilken vekt du benytter og toleransen dens. Du burde bruke samme vekt til alle målingene dine for at de skal være konsekvente.

2.2.2 Fremgangsmåte

- Puss et magnesiumbånd med smergelpapir og tørk det for å fjerne mulig oksidlag.
- Klipp båndet i fem omtrent like store biter med avbitertang.
- Vei magnesiumbitene. Pass på at du har kontroll på hvilke biter som veier hva.
- Følgende del repeteres for hver magnesiumbit:
 - Vikle den ene enden av kobbertråden rundt magnesiumbiten.
 - Hell ca. 10 mL 6 M saltsyre i målerøret. Fyll resten av røret forsiktig med ionebyttet vann så den tyngre saltsyren ligger i bunn med vannet oppå.

- Heng magnesiumbiten med kobbertråden ca. 5 cm ned i målerøret og fest tråden ved å sette en slangebit i åpningen. Fyll opp med ionebyttet vann.
 - Fyll begerglasset halvfullt med vann og sett opp et stativ med klemme ved siden av. Hold over åpningen i målerøret og snu det opp ned og sett den ned i begerglasset. Fest målerøret i stativet med klemmen.
 - Saltsyren burde strømme ned og reagere med magnesiumbiten så det produseres hydrogengass som samles i målerøret. Vent til reaksjonen er ferdig.
 - Mål temperaturen i nærheten av målerøret, mål volumet av gassen og mål vannhøyden fra overflaten i begerglasset til bunnen av menisken i målerøret.
- En veileder vil oppgi barometertrykket.

3 Rapport

Øverst på rapporten skal det stå:

- Dato for gjennomføring av labøvelsen.
- Navn og plassnummer på laboratoriet.
- Navn på labpartner.
- Gruppenummer.
- Gruppelærer.

Rapporten skal inneholde:

Hensikt Forklar *kort* hensikten og målet med øvelsen med dine egne ord.

Eksperimentelt Forklar *kort* den eksperimentelle delen med egne ord.

Resultater Oppsummer målingene dine i tabeller.

Beregn gjennomsnitt, standardavvik og relativt standardavvik for pipetten, målesylindren og målebegeret.

Diskusjon

- Vurder resultatene dine.
- Sammenlign nøyaktigheten og presisjonen til det forskjellige utstyret. Hva finner du?
- Stemmer resultatene overens med forventningene?
- Skjedde det endringer eller feil under forsøket som kan ha påvirket resultatet?