

Laboratorieoppgave 2:

Ideelle gasser og den molare massen til magnesium

Sverre Løyland og Karoline Fægri

1 Prelab

1.1 Mål og hensikt

- Vite hva en ideell gass er og skjønne hvordan den påvirkes av omgivelsene.
- Finne den molare massen til et metall ved å bruke teori om ideelle gasser.
- Kunne beregne usikkerhet uttrykt som standardfeil.

1.2 Forberedelser

- Kapittel 5.1–5.5 i læreboken.
- Gjennomføringen av laboratorieforsøket vises i filmen *Oppgave 1A - magnesium*, som du finner på <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/kjemi/KJM1100/h13/podcast>. Se denne før du går på lab'en.

1.3 Statistikk

Standardfeil Standardfeilen, som også kalles standardavviket til middelveien og standardavviket til gjennomsnittet, er et mål på usikkerheten som kommer av at vi bruker vårt beregnede gjennomsnitt istedenfor det sanne gjennomsnittet. Standardfeilen betegnes ofte SE for *standard error*.

Jo flere målinger vi gjør, dess mer representativt er gjennomsnittet vårt for det sanne gjennomsnittet, og jo mindre spredningen i målingene er, desto mer sannsynlig er det at gjennomsnittet ligger nær den “sanne” verdien. Standardfeilen er med andre ord avhengig både av antall målinger og spredningen i målingene, og uttrykkes som

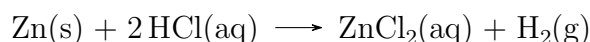
$$SE = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Det er vanlig å oppgi gjennomsnittet med usikkerhet uttrykt som standardfeil, altså $\bar{x} \pm \text{SE}$.

Vær oppmerksom på at usikkerhet beregnet som standardfeil antar at målingene er normalfordelte og at det bare er tilfeldige feil. Ingen vanlige statistiske metoder tar høyde for systematiske feil. Den eneste måten å unngå systematiske feil på, er å jobbe med riktig teknikk og sørge for at utstyret du bruker er kalibrert.

1.4 Teori

Reaksjonen Mange metaller reagerer med syrer. For eksempel vil sink og saltsyre reagere og danne hydrogengass etter reaksjonslikningen



Hvis en kjent masse av metallet reagerer fullstendig med syren og man samler opp hydrogengassen som dannes, kan man bruke gassvolumet til å finne stoffmengden hydrogengass (se neste avsnitt), og ved hjelp av reaksjonslikningen beregne stoffmengden (antall mol) av metallet. Da kan man bestemme den molare massen 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

$$PV = nRT$$

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 skal samle opp hydrogengass i forsøket, er et langt, tynt målerør som står vertikalt. Røret er i utgangpunktet fylt med vann. Når reaksjonen skjer, vil hydrogengassen boble opp i røret og fortrenge en del av vannet slik at gassen fyller den øvre delen av røret.

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

Trykket i en væskesøyle med høyde h over væskeflaten er gitt ved

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

der ρ er tettheten til væsken og g er tyngdeakselerasjonen.

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

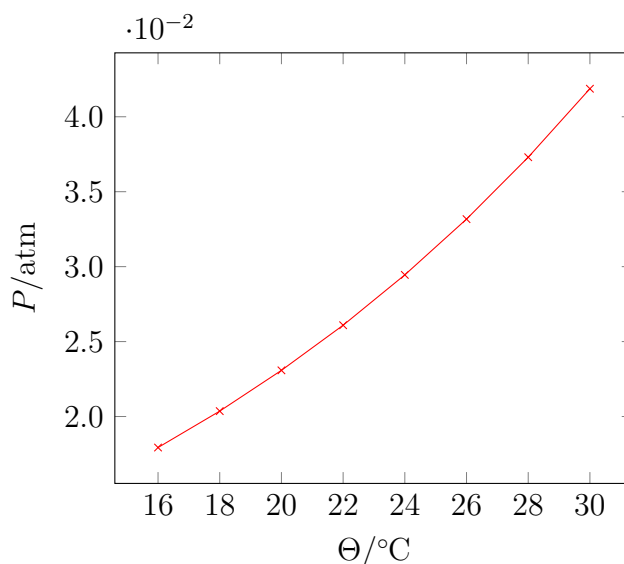
Tabell 1 gir vannets damptrykk ved utvalgte temperaturer. For å finne damptrykket for temperaturer som ikke står i tabellen, kan man gjøre en lineær interpolasjon. Lineær interpolasjon kan du bruke når måleverdiene endrer seg lineært. Da kan du anslå verdien y i et punkt x mellom to punkter x_i og x_{i+1} ved å bruke formelen

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

Figur 1 illustrerer dette. Mellom hvert datapunkt trekker man en rett linje for å få et tilnærmet trykk ved den aktuelle temperaturen.

Tabell 1: Vannets damptrykk P ved utvalgte temperaturer Θ

$\Theta/^\circ\text{C}$	P/atm
16.0	0.01793
18.0	0.02036
20.0	0.02308
22.0	0.02609
24.0	0.02945
26.0	0.03317
28.0	0.03730
30.0	0.04187



Figur 1: Sammenhengen mellom temperatur og vannets damptrykk. Data fra Tabell 1 (kryss) med lineær interpolasjon (linjer).

1.5 Oppgaver

1. Hvilke antagelser brukes i den ideelle gasslikningen.
2. Utled ligning (1) 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.
3. Utled ligning (2) ved å finne stigningen mellom punktene (x_i, y_i) og (x_{i+1}, y_{i+1}) og for eksempel bruke ettpunktsformelen. Du kan lese om ettpunktsformelen på <https://www.matematikk.org/oss.html?tid=89173>.
4. I et forsøk skulle den molare massen til sink bestemmes. 0,090 g sink ble veid ut og tilsatt saltsyre. Reaksjonen produserte hydrogengass, som ble samlet opp i et målerør.
 - a) Høyden av vannet i målerøret ble målt til 135,0 mm. Regn ut trykket av vannet P_w .
 - b) Temperaturen i rommet ble målt til 23,2°C. Beregn vannets damptrykk P_{vap} inne i målerøret.
 - c) Barometertrykket P_0 (dvs. det ytre trykket) ble målt til $P_0 = 1,013$ atm. Beregn trykket til hydrogengassen inni målesylindren. Bruk at summen av trykkene utenfor og inni målesylindren må være det samme.
 - d) Avlest volum hydrogengass i forsøket var 34,77 mL. Regn ut stoffmengden hydrogengass.
 - e) Regn ut den molare massen til sink.
 - f) 10 mL 6 M saltsyre ble brukt. Var det tilstrekkelig med syre?
5. Et annet forsøk for å bestemme molarmassen til sink ble utført fem ganger og replikatene ga molarmassene 65,40 g/mol, 66,56 g/mol, 65,60 g/mol, 64,94 g/mol og 65,19 g/mol.
 - a) Beregn den gjennomsnittlige molare massen.
 - b) Beregn standardavviket for den molare massen.
 - c) Beregn det relative standardavviket for den molare massen.
 - d) Beregn standardfeilen for den molare massen.
 - e) Oppgi den molare massen til sink med usikkerhet i form av standardfeil. Hvordan stemmer resultatet med den offisielle molare massen til sink, som er 65,38 g/mol.

2 Labøvelse

2.1 Mål og hensikt

- Bestemme den molare massen til magnesium.
- Vurdere presisjon og nøyaktighet av data ved å tolke beregnet gjennomsnitt, standardavvik og standardfeil.

2.2 Eksperimentelt

2.2.1 Sikkerhet

6 M HCl (saltsyre) er etsende. Bruk vernebriller og labfrakk under hele forsøket.

Ved kontakt med øynene Skyll forsiktig med vann i flere minutter. Fjern eventuelle kontaktlinser dersom dette enkelt lar seg gjøre. Fortsett skyllingen.

Ved hudkontakt Vask med mye vann

Ved med klær Skyll umiddelbart tilsølte klær og hud med mye vann før klærne fjernes.

2.2.2 Utstyr

Tabell 2: Utstyr

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

I Tabell 2 er nødvendig utstyr oppgitt. Noter i journalen hva slags vekt du benytter og hvilken toleranse den har. Du bør bruke samme vekt til alle målingene.

2.2.3 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 og notér vekten i journalen. 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 slik at 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. Også hullet i slangebitten skal være fylt.
 - 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 strømmer 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 (til nærmeste 0,05 mL) og mål vannhøyden fra overflaten i begerglasset til bunnen av menisken i målerøret med en linjal.
- 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 resultatene dine i en tabell som for hvert replikat angir

- innveid masse magnesium
- oppsamlet volum hydrogengass
- barometertrykket slik det er oppgitt på laboratoriet
- temperaturen der forsøket ble utført
- høyden på vannsøylen ved forsøkets slutt
- vannets damptrykk ved den målte temperaturen. Dette kan leses av fra Tabell 1 eller beregnes ved lineær interpolasjon.
- beregnet molar masse for magnesium

Vis detaljert utregning for replikat 1.

Beregn gjennomsnittlig molar masse av magnesium, standardavvik og standardfeil. Bruk korrekt antall signifikante siffer.

Diskusjon

- Vurder resultatene dine.
- Hvordan stemmer den molare massen du har beregnet for magnesium med periodesystemets oppgitte verdi på 24,31 g/mol.
- Skjedde det endringer eller feil under forsøket som kan ha påvirket resultatet?