

Oppgave 2

Bruk av gasslovene. Reaksjoner mellom metall og syre i vannløsning

Navn og dato: Marcus Lexander 13.09.17

Labgruppe og plassnr.: 18

Sammendrag

Den molare massen til magnesium ble bestemt ved å måle mengden gass som ble dannet i reaksjonen mellom metallisk magnesium og saltsyre. Ved hjelp av tilstandsligningen for gasser ble så den molare massen til magnesium beregnet til 24.20 ± 0.05 g/mol. Relativt avvik fra litteraturverdi var på 0.45 %.

1 Teori

Dette teorikapittelet er basert på Hafskjold og Madland (1).

Tilstandsligningen for gasser,

$$n = \frac{PV}{RT} \quad (1-1)$$

beskriver sammenhengen mellom trykk (P), volum (V), temperatur (T), antall mol (n) og den universelle gasskonstanten (R). Ligningen gir muligheten til å beregne en av fem parametere, såfremt man kjenner de fire andre.

I et forsøk der mengde gass som oppstår i en reaksjon skal måles, kan et gassmålerør brukes, noe som muliggjør oppsamling av gassen som oppstår i reaksjonen og måling av dens volum.

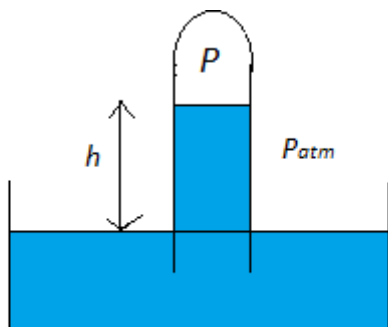
Daltons lov

$$P = P_{\text{gass}} + P_{\text{vanndamp}} \quad (1-2)$$

forteller at gasstrykket i gassmålerøret består av partialtrykkene til gassen som oppstår i reaksjonen (P_{gass}) og partialtrykket til vanndamp (P_{vanndamp}), hvis gassmålerøret er fylt med vann. Gassblandingens trykk er også avhengig av tettheten til væsken i målerøret (ρ), tyngdekraften (g) og høyden til væskesøylen (h)

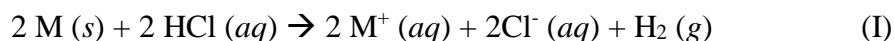
$$P + \rho gh = P_{\text{atm}} \quad (1-3)$$

Dette er vist i figur 1.1.



Figur 1.1: Gassmålerør med gass og væskesøyle, hvor summen av trykket fra gassen (P) og væskesøylen (ρgh) står i trykkløst med atmosfæretrykket (P_{atm}).

Når et uedelt metall reagerer med en syre, dannes det hydrogen gass og løste metallioner,



Antall mol gass som oppstår korrelerer direkte med antall mol metall som er brukt og ved kjennskap til reaksjonsligningens støkiometriske faktorer, kan det regnes tilbake til mengde metall på siden med utgangsstoffene.

Når antall mol gass dannet og antall mol metall er bestemt, og massen til stoffet (m) og reaksjonens støkiometri er kjent, kan den molare massen (M) til et av utgangsstoffene beregnes ved

$$M = \frac{m}{n} \quad (1-4)$$

der n er antall mol metall.

2 Eksperimentelt

En magnesiumbit (Mg) ble pusset med sandpapir, før den ble veid til 0.0447 g (Den parallelle ble veid til 0.0403 g). En kobbertråd ble surret til et «bur» rundt magnesiumbiten. Et gassmålerør (eudiometer) (100 mL) ble fylt med saltsyre (HCl, 20 mL, konsentrert) og resten av røret ble fylt med destillert vann. Kobbertråden med magnesiumbiten ble hengt fast i en

gummipropp med hull, som ble festet i toppen av gassmålerøret, slik at biten hang ca. 3 cm ned i løsningen. Det ble etterfylt med vann, slik at også hullet i korken var fylt til randen og det ble sørget for at røret var fritt for luftbobler. Gassmålerøret ble snudd opp ned og satt i et begerglass med ca. 500 mL vann. Mengden gass som ble dannet i gassmålerøret og høyden på væskesøylen i røret ble målt og notert etter magnesiumbiten var helt oppløst og temperaturen hadde stabilisert seg.

3 Resultater

3.1 Målinger

Resultater fra utveiing av magnesium, avlesninger av frigjort gassvolum, målt høydeforskjell av vannsøylen og temperatur av gass i gassmålerøret for to paralleller, er gitt i Tabell 3.1.

Tabell 3.1: Målinger av masse m av metallbit, frigjort gassvolum V , høydeforskjell vannsøyle $h_{\text{H}_2\text{O},1}$ * og temperatur av gass T_{gass} .

Metall	m [g]	V [mL]	$h_{\text{H}_2\text{O},1}$ [cm]	T_{gass} [K]
Mg (1)	0.0447	48.8	31.7	295.65
Mg (2)	0.0403	44.2	34.7	295.65

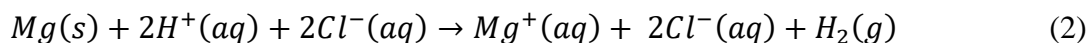
* Målt fra toppen av væskesøylen til væsknivået i begerglasset.

Lufttrykk fra barometer $P_{\text{atm}} = \underline{988}$ mbar (oppgitt).

Partialtrykk vanndamp $P_{\text{vanndamp}} = 20.4405 \text{ mmHg} = \underline{27.252}$ mbar. (2)

3.2 Beregninger

En balansert reaksjonsligning for oppløsning av magnesium med fortynnet saltsyre er gitt av:



I Tabell 3.2 er det gitt eksperimentelt beregnede verdier av gasstrykket i gassmålerøret, partialtrykket av H_2 , antall mol H_2 og molmasse for Mg for to paralleller. Beregninger for en parallell er lagt ved rapporten som vedlegg 1.

Tabell 3.2: Beregninger av gasstrykket i gassmålerøret P , partialtrykket av H_2 P_{H_2} , antall mol H_2 n_{H_2} og atommasse M_m for Mg.

Metall	P [Pa]	P_{H_2} [Pa]	n_{H_2} [mol]	M_m [g/mol]
Mg (1)	95696	92970.8	$1.8457 \cdot 10^{-3}$	24.22
Mg (2)	95402	92676.8	$1.6664 \cdot 10^{-3}$	24.18

Litteraturverdi $M_{\text{Mg}} = 24.31$ (3)

I tabell 3.3 er middelerverdi, standardavvik og relativ feil oppført for de to målingene vi gjorde og for målingene til hele labgruppen. Beregninger av verdiene for våre verdier er lagt ved i vedlegg 1. Beregninger for alle verdiene i labgruppen er gjort med STDEV funksjonen i excel.

Tabell 3.3: Beregninger av middelerverdier, standardavvik og relativ feil for molmassen til magnesium for våre data og for hele labgruppen.

	Middelerverdi for M_m [g/mol]	Standardavvik [g/mol]	Relativ feil [%]
Dine data	24.20	0.02	0.45
Alle lab-gruppene	24.0	0.2	1.11

4 Diskusjon

Den relative feilen sier oss hvor *nøyaktig* resultatene våre er. Jo lavere relativ feil en får, jo mer nøyaktig er resultatet. Å utføre flere paralleller gjør at snittverdien blir mer og mer nøyaktig, gitt at en ikke har betydelige systematiske feil. Standardavviket sier noe om hvor spredt resultatene er og da hvor presise de er. En høy presisjon og en lav nøyaktighet sier oss at vi har presise målinger men en systematisk feil.

Våre resultater gir et standardavvik som er lavere enn den usikkerheten som måleutstyret gir. Måleutstyret gir 3 signifikante sifre, så vi skriver da resultatet med 4 sifre og en usikkerhet på 5 i det siste sifferet. Det gir oss da 24.20 ± 0.05 . All spredning innenfor presisjonen til måleutstyret må regnes som tilfeldigheter. Ved utføring av flere paralleller vil en kunne si noe mer presist om presisjonen. Siden litteraturverdien ligger utenfor usikkerheten til den beregnede snittverdien vil da unøyaktigheten skyldes en systematisk feil.

Når vi ser på resultatene for hele labgruppen vil vi se tydeligere trender for målingene. 18 av 20 verdier ligger under litteraturverdien. De to resterende verdiene ligger godt over; en så mye som 13%. Selv med disse to «avvikene» tatt i betraktning ser vi at akkurat som i våre 2 målinger ligger litteraturverdien utenfor usikkerheten til middelveiden, så altså det er en systematisk feil på minst 0.45 % og hvis en ser bortifra de to avvikene (Som tilfeldigvis «hjalp» resten av verdiene mot høyere nøyaktighet) får en en feil på minst 1.84% (utregning lagt ved i vedlegg 1). Vi ser også at standardavviket er betydelig større enn for våre 2 målinger. Dette skyldes nok mye at forskjellige grupper utfører forsøket litt forskjellig, og vil da gi en større spredning enn hvis samme person/gruppe hadde utført samme måling 20 ganger (sett bortifra at en hadde blitt lei og mer unøyaktig av å jobbe så lenge).

Litteraturreferanser

- 1 Hafskjold, B. og Madland, E., *Laboratoriekurs i KJ1000 Generell kjemi*, 4. utgave, NTNU, Trondheim, **2017**.
- 2 Weast, R.C. *Handbook of Chemistry and Physics*. 62 ed: CRC Press; 1981.
- 3 ptable.com; 2017.

Vedlegg 1: Beregninger

$$P = P_{atm} - \rho gh = 988 \cdot 10^2 \text{ Pa} - 998.2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0.317 \text{ m} = 95696 \text{ Pa}$$

$$P_{H_2} = P - P_{H_2O} = 95696 \text{ Pa} - 2725.2 \text{ Pa} = 92970.8 \text{ Pa}$$

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{P_{H_2} V}{RT} = \frac{92970.8 \text{ Pa} \cdot 48.8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{8.3145 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \cdot (273.15 + 22.5) \text{ K}} = 1.8457 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$M = \frac{m}{n} = \frac{0.0447 \text{ g}}{1.8457 \cdot 10^{-3} \text{ mol}} = 24.21(8) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 24.22 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Beregning av middelerdi og standardavvik for våre målinger:

$$\mu = \frac{24.22 + 24.18}{2} = 24.20$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{(n-1) \cdot n} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot ((24.22 - 24.20)^2 + (24.18 - 24.20)^2)} = 0.02$$

Beregning av minste systematisk feil:

Hvis litteraturverdien ligger utenfor usikkerheten til målingen (altså differansen mellom litteraturverdien og målte middelerdi er større enn standardavviket) vil dette da vere et tegn på en systematisk feil. Her har jeg regnet prosentavviket for den nærmeste verdien den målte verdien kan ha innenfor usikkerheten:

$$\frac{24.0 + 0.2 = 24.2}{\frac{24.31 - 24.2}{24.31} = 0.45\%}$$

Vedlegg 2: Svar på kontrollspørsmål

Kontrollspørsmål

1. Hvordan defineres partialtrykk?

Partialtrykket til en gass er det trykket den gassen ville hatt om en hadde fjernet all annen gass og gassen hadde opptatt det samme volum og hatt samme temperatur.

2. Hvilken rolle spiller vanndamptrykket i dette eksperimentet?

Det vil fordampe en liten men betydelig mengde vann som vil stå for en del av gasstrykket i eudiometeret. Dette må kompenseres for siden vi kun vil ha partialtrykket av hydrogen.

3. Hvor mange gram HCl (i ren tilstand) trengs for å oksidere 1 g Mg?

$$\frac{1 \text{ g}}{24.305 \text{ g mol}^{-1}} \cdot 36.46 \text{ g mol}^{-1} \cdot 2 = 3.000 \text{ g}$$

4. Skriv reaksjonsligningen dersom du hadde brukt sink i stedet for magnesium i dette forsøket.

