ØVELSE: DET ABSOLUTTE NULPUNKT

# Grunnleggende termodynamikk | UngEnergiFORMÅL:

Øvelsens formål er at bestemme, hvorledes trykket i en luftfyldt beholder afhænger af tem­pe­raturen, når beholderens rumfang holdes konstant. Desuden skal det absolutte nulpunkt bestemmes.

# TEORI:

Udgangspunktet for øvelsen er at vi kan beskrive en gas med idealgasligningen:

Figur : Denne figur kan bruges til at forklare tryk og temperatur mikroskopisk.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$p·V=n·R·T\_{A}$$ |  |

Denne siger at trykket $(p$) gange Volumen $(V)$ er lig antallet af gasmolekyler ($n$) gange den absolutte temperatur ($T\_{A})$ gange gaskonstanten $(R)$. I idealgasligningen anser man de enkelte gasmolekyler som ”hoppebolde” der ikke vekselvirker med hinanden, men hopper frem og tilbage imellem hinanden og beholderens vægge. Den absolutte temperatur ($T\_{A}$) måles i kelvin og sammenhængen med celsiustemperaturen $T$ er:

$T\_{A}=T·\frac{K}{°C}+ 273,15 K$ eller uden enheder $T\_{A} = T + 273,15$

Hvis temperaturen måles til $20℃$ vil dette således svare til: $T\_{A}=20+273,15=293,15 K$

Men hvorfor lige denne sammenhæng? Det skal vi undersøge!

### Charles' lov

For en gasmængde, der holdes ved **konstant rumfang**, får man fra **idealgasligningen**

$$p·V = n·R·T\_{A}$$

at trykket opfylder ligningen:

$$p=\frac{n·R·T\_{A}}{V}=\frac{n·R}{V}·T\_{A}$$

$$p=k·T\_{A}$$

hvor  er en konstant.

Denne sammenhæng mellem tryk og temperatur kaldes Charles' lov. Der gælder altså, at trykket $p$ er proportionalt med den absolutte temperatur $T\_{A}$ (målt i Kelvin). Charles' lov også formuleres således:

$$p = k·( T + 273,15 ) $$

Der skal derfor være en lineær sammenhæng mellem trykket $p$ og Celsiustemperaturen $T$; desuden skal trykket $p$ blive 0 ved temperaturen. For at dette skal lade sig gøre må $T = – 273,15 °C$. Dette er **’Det absolutte nulpunkt’**.

# MATERIALER:

Til forsøget anvendes et glas eller en konisk glaskolbe, en digitalt trykmåler, en elkedel, et termometer, en kort fast plastslange og vand.

# UDFØRELSE:

1. Rummets temperatur måles. Værdien noteres i skema (se herunder).
2. Slangen fra trykmåleren forbindes til glaskolbe. Trykket aflæses på displayet i logger pro og noteres i skema. Hint: Lad Logger Pro vise målingerne grafisk så I kan se hvornår det er stabilt.
3. Derefter placeres glaskolben i vandet i en elkedel. Sørg for at hele kolben befinder sig i vandet. Mål temperaturen i vandet efter 2- 3 minutter og mål det tilhørende tryk. Begge værdier noteres i skemaet.
4. Tænd for elkedlen.

Mål sammenhørende værdier af temperaturen i vandet og trykket af luften i kolben ved ca. 400C, 600C, 800C og ved kogepunktet (ca. 100°C). Vær forsigtige med det kogende vand. **PAS PÅ!**

1. Før hver aflæsning af temperaturen og trykket **skal I vente lidt (minimum 1 minut)** med slukket elkedel, mens temperaturen i kolben og i vandet stabili­se­rer sig på en fælles værdi.
2. Tag et billede af opstillingen. MEN tegn også selv en tegning hvor du viser målesituationen nede i elkedlen. (Her tegnes de relevante dele). **Dette skal medtages i rapporten! Der er plads til tegningen nedenfor.**

TEGNING AF FORSØGSOPSTILLING:

# Måleresultater:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| T / °C |  |  |  |  |  |  |
| TA / K |  |  |  |  |  |  |
| p / kPa |  |  |  |  |  |  |

EFTERBEHANDLING

1. Afbild i Excel eller Logger Pro trykket p som funktion af temperaturen T, idet der sørges for, at temperatur­aksen (1.aksen) mindst strækker sig over intervallet fra -300 °C til +100 °C. Lav en linær regression
2. Tegn grafens forlængelse til skæring med 1.aksen og bestem grafisk det absolutte nulpunkt. Dette kan i praksis gøres i Excel som vist til højre:
3. Sammenlign resultaterne med teorien.
4. Hvad bliver det absolutte nulpunkt ifølge denne ligning? (sæt Y=0 og løs ligningen).
5. Afbild også trykket p som funktion af den *absolutte temperatur* TA. Lad være med at "skære" akserne af.
6. Kommentér grafens forløb. Er Charles' lov opfyldt?

# USIKKERHED OG FEJLKILDER:

1. Angiv specifikke fejlkilder i dette forsøg.
2. Overvej for de enkelte fejlkilder om de vil give anledning til større eller mindre resultat for det absolutte nulpunkt.

# MIKROSKOPISK FORTOLKNING

Giv en kortfattet fortolkning af jeres resultater set ud fra et molekylært synspunkt. Hvorfor er der en sammenhæng imellem det absolutte nulpunkt (TA) og trykket p=0

# KONKLUSION:

Skriv en kortfattet konklusion.