

Idealgasligningen

I denne øvelse skal vi studere den såkaldte *idealgasligning*, som udtrykker en sammenhæng mellem trykket p , volumenet V , stofmængden n og temperaturen T (målt i Kelvin) i en *ideal* gas:

$$(1) \quad p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

hvor $R = 8,3145 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$. Rigtig mange gasser, som vi beskæftiger os med i praksis, kan betragtes som ideale, men ikke alle. Specielt ikke hvis temperaturen og trykket er meget højt. Man kan studere idealgasligningen i nogle specialtilfælde, hvor man holder alle størrelser undtagen to faste. Hvis man for eksempel holder stofmængden og temperaturen faste, så fås direkte af idealgasligningen, at $p \cdot V = \text{konstant}$, idet højresiden i (1) er konstant. Denne sammenhæng kaldes *Boyle-Mariottes lov*. Hvis vi derimod holder volumenet og stofmængden faste, så viser følgende omskrivning:

$$(2) \quad p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Leftrightarrow p = \left(\frac{n \cdot R}{V} \right) \cdot T$$

at trykket er proportional med temperaturen i Kelvin. Dette kaldes for *Gay-Lussacs lov*. Vi skal i det følgende eksperimentelt eftervise disse love for atmosfærisk luft.

Boyle-Mariottes lov

Du skal med Logger Pro udstyr eftervise Boyle-Mariottes lov. Tilslut en Gas Pressure Sensor til en LabQuest. Sæt stemplet ca. midt i sprøjten og skriv startvolumenet op, og skru derefter sprøjten på sensoren, som vist på figuren.



Mål en række sammenhørende værdier mellem volumen og trykket. Du kan nu få målinger med både overtryk ved at skubbe stemplet ind og undertryk, når du trækker stemplet ud. Det kan være fornuftigt at Benyt gerne SI enheder. Hvad er omsætningen mellem ml og m^3 ? Startvolumen: .

$V (\text{m}^3)$	$p (\text{Pa})$

- Indsæt værdierne fra de to søjler i to *Manual Columns* i Logger Pro, og fremstil en graf for trykket som funktion af volumen i form af datapunkter.
- Omskrivningen $p = (n \cdot R \cdot T) \cdot 1/V$ af idealgasligningen viser, at det er fornuftigt at prøve at foretage et *Curve Fit* med en funktion af typen A/V . Kan du bekræfte Boyle Mariottes lov?
- Af b) haves at $A = n \cdot R \cdot T$. Benyt værdien for A til at beregne en værdi for stofmængden n i sprøjten.

Gay-Lussacs lov

Her skal du have fat i en kolbe, hvor proppen fra Logger Pro udstyret passer ned i. En slange tilsluttes i den ene ende til det ene hul i proppen, mens den anden ende tilsluttes tryksensoren, som igen er tilsluttet en LabQuest. Ventilen i det andet hul i proppen lukkes, så kolben med slange er tæt. Idéen er nu at anbringe kolben under vand i en elkedel ved forskellige temperaturer og notere det tilhørende tryk ned. Håbet er at luften i kolben har samme temperatur som vandet kolben er omgivet af. For at dette kan anses for rimeligt, skal du slukke for elkedlen et antal gange og lade luften få tid til at opnå den nye temperatur. Der kan eventuelt startes med isvand, så man realistisk kan få temperaturer fra ca. 10°C til ca. 90°C .



T (°C)	p (Pa)

- Indsæt de to kolonner i Logger Pro som *Manual Columns*.
- Foretag *lineær regression* på datapunkterne. Hvad er værdien for hældningskoefficienten, og hvad fortæller denne værdi?
- Hvis man antager at den lineære sammenhæng mellem tryk og temperatur også holder for lavere temperaturer, så kan man få en værdi for temperaturens absolutte nulpunkt. Grafisk fås den som regressionslinjens skæring med 1. akse. Den kan naturligvis også beregnes, da du har forskriften. Hvilken værdi får du? Kan du ellers bekræfte Gay-Lussacs lov ud fra denne værdi for det absolutte nulpunkt?

Bemærkning

Hvis man er rigtig snedig kan man faktisk benytte udstyret til at foretage et tredje forsøg til bekræftelse af idealgasligningen. Hver måling skal bestå i at man stiller stemplet til et startvolumen, skruer sprøjten på tryksensoren og trykker ind til et slutvolumen og noterer det viste tryk. Variationen i målingerne skal bestå i at startvolumenet varieres, mens slutvolumenet holdes fast! Prøv at overveje (frivilligt), hvilke størrelser i idealgasligningen der egentlig varieres her og hvilke der holdes fast!