

Tilstandsligningen for en idealgas

Formål

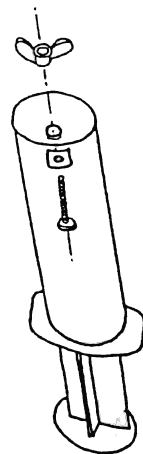
Formålet med denne øvelse er at eftervise aspekter af tilstandsligningen for en idealgas:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

hvor p er trykket, V er volumenet, n er antal mol stof, R er gaskonstanten og T er temperaturen, regnet i Kelvin.

Apparatur

En engangssprøjte af mærket *Omnifix 50/60 ml*, som fås på apoteket. En 3 mm maskinskrue med vingemøtrik (fløjmmøtrik). Et stykke gummi fra et bredt gummibånd. Et bræt med et cirkulært hul, hvori sprøjten kan anbringes. En badevægt. Tuden skæres af sprøjten. I hullet isættes indefra maskinskruen, under hvis hoved der anbringes et stykke gummi for at gøre sprøjten lufttæt. Udvendig påsættes en fløjmmøtrik. Hermed haves en ventil.

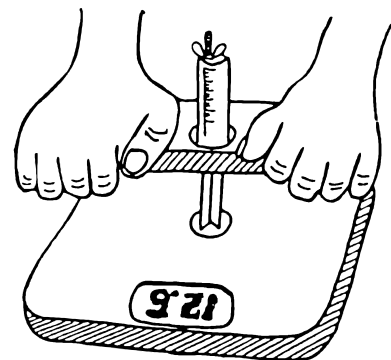


Udførelse

I vores forsøg skal den ideale gas være almindelig luft. Tilstandsligningen eftervises ved en række forsøg, hvor forskellige fysiske størrelser fra ligningen varieres og andre holdes konstante.

Delforsøg 1 (*Boyle-Mariottes lov*: Trykket p er omvendt proportionalt med volumenet V – ved fastholdt n og T)

Ventilen åbnes og der lukkes eksempelvis 50 ml luft ind i sprøjten, hvorefter ventilen lukkes. Nu presses stemplet mod badevægten, og der aflæses sammenhørende værdier af rumfang (V) i ml og badevægtens visning (m) i kg. Værdierne indsættes i 1. og 3. søjle i diagrammet på næste side. NB! Det viser sig, at temperaturændringer i luften hurtigt udlignes således, at man ikke nødvendigvis behøver at tage hensyn hertil.



V (ml = 10^{-6}m^3)	$1/V$ (m^{-3})	m (kg)	p (Pa)

Delforsøg 2 (*Gay-Lussacs 2. lov: Volumen V er proportionalt med temperaturen T målt i Kelvin – ved fastholdt n og p*)

Luk 30 ml luft ind i sprøjten og luk for ventilen. Vi skal nu måle volumen (V) af den indespærrede luft for forskellige lufttemperaturer (T). Vælg et passende antal værdier for temperaturen fra den temperatur, som svarer til koldt vand (eventuelt isvand) til ca. 100°C . Tag omkring 6 forskellige værdier. Luften i sprøjten opvarmes ved at stikke sprøjten ned i vandet i en kogekande. Husk at holde sprøjten et stykke tid i vandet, indtil den indespærrede luft har opnået vandets temperatur! Hvis du er færdig med at tage målinger og har sluttet af med en høj temperatur, kan du eventuelt prøve at stikke sprøjten ind i strålen fra den kolde hane. Betragt hvordan afkølingen automatisk får stemplet til at flytte sig indad. Prøv at forklare dette!

T (K)	V (ml = 10^{-6}m^3)



Opgaver

Husk, at temperaturen i idealgasligningen *skal* regnes i *Kelvin* for at ligningen gælder! I øvrigt opfordres I til at regne V i m^3 og p i Pa, som er SI-enhederne. Trykket p kan som bekendt udregnes ved hjælp af badevægtens visning, m (masse):

$$\Delta p = \frac{F}{A} = \frac{m \cdot g}{A} \quad \Leftrightarrow \quad p = \Delta p + B = \frac{m \cdot g}{A} + B$$

hvor A er arealet af sprøjtens stempel. Husk barometertrykket B , som luften jo trykker med på stemplet udefra. Stemplets diameter er 2,8 cm.

Delforsøg 1

Lav en $(1/V, p)$ -graf. Kan du konkludere, at trykket p er proportionalt med $1/V$ og derved bekræfte Boyle-Mariottes lov, som er et specialtilfælde af idealgasligningen? Du skal nu bruge linjens hældningskoefficient til at bestemme en værdi for gaskonstanten R , ved at sammenligne med idealgasligningen. Følg nedenstående procedure:

Det oplyses, at der ved stuetemperatur (20°C) og ved 1 atm. tryk er 41,4 mol luftmolekyler i 1 m^3 atmosfærisk luft.

- Find antallet af mol luftmolekyler n i 50 ml luft.
- Beregn hældningskoefficienten α for linjen i $(1/V, p)$ -graf.
- Da $p = (n \cdot R \cdot T) \cdot 1/V$ er hældningskoefficienten α lig med $n \cdot R \cdot T$. Dette bruges til at finde en værdi for gaskonstanten:

$$R = \frac{\alpha}{n \cdot T}$$

Beregn en værdi for R ved at bruge a) og b) ovenfor, samt at $T = 293 \text{ K}$. Sammenlign med tabelværdien for gaskonstanten fra datahæftet.

Delforsøg 2

Lav en (T, V) -graf. Kan din graf bekræfte Gay-Lussacs 2. lov, som er et specialtilfælde af idealgasligningen?

Delforsøg 3

Lav en (n, p) -graf. Stemmer grafen med, hvad vi måtte forvente udfra vores viden om idealgasligningen?