## Tilstandsligningen for en idealgas

#### Formål

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



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 (fløjmøtrik). 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 fløj­mø­trik. 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6m3) | 1/*V* (m3) | *m* (kg) | *p* (Pa) |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**Delforsøg 2** (*Gay-Lussacs* 2. *lov*: Volumenet *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 volumenet af den inde­spær­rede luft for forskellige luft­­temperaturer . 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6m3) |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

#### ..\..\..\..\..\Documents and Settings\Erik Vestergaard\Dokumenter\fysik\sprøjte2.wmfDelforsøg 3 ( Trykket *p* er proportionalt med stofmængden *n* – ved fastholdt *V* og *T* )

Vi skal her lave en række målinger, hvor vi lukker for­skel­li­ge mængder luft ind i sprøj­ten og undersøger hvor stort et tryk, der i de enkelte tilfælde skal udøves på stem­plet, for at pres­se luftmængden sammen til et fast volumen, for ek­sem­pel til 10 ml. Som et udtryk for den mængde luft vi slipper ind vil vi angive startvolumenerne i ml, og først senere regne ud, hvor mange mol luft disse startvolumener inde­holder. Som de for­skellige startvolumener kan man for ek­­sempel vælge 20 ml, 25 ml, ... , 50 ml luft. For hvert start­volumen aflæses badevægtens display (*m*).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *V*start (ml) | *n* (mol) | *m* (kg) | *p* (Pa) |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

### Opgaver

Husk, at temperaturen i idealgasligningen *skal* regnes i *Kelvin* for at ligningen gælder! I øvrigt opfordres I til at regne *V* i m3 og *p* i Pa, som er SI-enhederne. Trykket *p* kan som bekendt udregnes ved hjælp af badevægtens visning, *m* (masse):



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 . 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 m3 atmosfærisk luft.

a) Find antallet af mol luftmolekyler *n* i 50 ml luft.

b) Beregn hældningskoefficienten  for linjen i .

c) Da  er hældningskoefficienten  lig med . Dette bruges til at finde en værdi for gaskonstanten:



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

#### Delforsøg 2

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

#### Delforsøg 3

Lav en . Stemmer grafen med, hvad vi måtte forvente udfra vores viden om idealgasligningen?