## Varmluftsballon

#### Formål

I denne journal skal vi bruge *Archime­des’ lov* og *tilstands­lig­nin­gen for en idealgas* til at reg­ne på opdriften i en varmluftsballon, og give en vurdering af den last, en sådan ballon vil kunne bære. Desuden skal vi gennem et simpelt forsøg påvise at en varm­lufts­bal­lon virkelig får en opdrift.



#### Forskellige størrelser

 Massen af luften i ballonen, mens luften stadig ikke er opvarmet – altså har samme temperatur som den omgivende luft.

 Massen af luften i ballonen, når den er opvarmet.

 Massen af selve ballonen., uden luft i.

 Den maksimale masse, varmluftsballonen kan bære, uden at falde ned.

*V* Ballonens volumen.

 Temperaturen af den omgivende kolde luft.

 Temperaturen af den varme luft i ballonen.

 Antal mol luftmolekyler i ballonen, når luften er kold.

 Antal mol luftmolekyler i ballonen, når luften er varm.

*M* Molarmassen af atmosfærisk luft.

 Opdriften i ballonen.

 Massefylden af den kolde luft.

 Massefylden af den varme luft.

### VEND!

#### Opgaver

I de følgende beregninger vil vi gå ud fra, at når vi opvarmer luften i ballonen, så bliver temperaturen i ballonen overalt den samme (*T*v), og udenfor overalt den samme (*T*k).

a) Er denne antagelse helt realistisk i praksis? (Diskutér)

Det oplyses, at atmosfærisk luft består af ca. 78% kvælstof (N2), ca. 21% ilt (O2) og ca. 1 % argon (Ar).

b) Bestem molarmassen *M* for atmosfærisk luft ved at udregne det *vejede gennemsnit* af de enkelte molekyltypers molarmasser (vægt med de relative fore­komster).

Lad os i det følgende antage, at vi vil lave en varmluftsballon af en stor affaldspose af hyper­let plastik med volumenet 75 liter og massen 7,4 gram. Idealgasligningen kan be­nyt­tes til at udregne, hvor mange mol luftmolekyler, der er i ballonen, når luften er uop­varmet ved 20°C henholdsvis opvarmet ved 90°C.

c) Bestem  og .

d) Beregn  og .

e) Find ballonens opdrift .

f) Bestem ballonens maksimale nyttelast .

 (*Hjælp*: Hvilke kræfter virker nedad og hvilke kræfter virker opad?)

g) Hvad er massefylden af den kolde og den varme luft ( og )?

#### Forsøg

Anvend en helst stor plastikpose bestående af ultra tynd plastik. Klæb den sammen, even­tuelt ved at smelte den sammen med en hårtørrer. Pas på, at hårtørreren ikke bliver over­op­hedet! Der skal dog være et hul i bunden af ballonen, vel af en diameter på om­kring 10 cm, så man senere kan opvarme luften i ballonen med hårtørreren igennem igennem hullet. Det kan even­tuelt være en god idé at tilføje et meget lille hul i toppen af ballonen, så luften nem­mere kan sive ud under opvarmning. Registrer, at ballonen stiger til vejrs! Prøv eventuelt at se, hvor meget ballonen kan laste – fx ved at anvende små stykker ståltråd.

#### Ekstra

Hvis du har overskud til det kan du prøve at lave en færdig formel, som leverer den maksimale nyttelast, når man kender ballonens volumen, masse samt temperaturerne af den kolde og varme luft. Du kan desuden prøve at fremstille en færdig formel, som giver luftens massefylde, når man kender luftens temperatur.