

- 13 Aan de stratosfeerballon van figuur 15 zijn meetinstrumenten bevestigd om temperatuur en druk op verschillende hoogten in de aardatmosfeer te meten.



Figuur 15

Op de grond is de luchtdruk $1,00 \cdot 10^3$ hPa en de temperatuur 17°C . De ballon heeft een volume van 47 m^3 en de gasdruk is dan $0,10 \cdot 10^3$ hPa hoger dan de buitenlucht.

- Leg uit waarom de gasdruk in de ballon groter is dan de druk van de buitenlucht. De ballon stijgt naar een hoogte van $6,0 \text{ km}$. De temperatuur in de ballon is gelijk aan die van de buitenlucht. De gasdruk in de ballon is nog steeds $0,10 \cdot 10^3$ hPa hoger dan die van de buitenlucht.
- Bepaal met figuur 13 op pagina 15 de luchtdruk en temperatuur van de lucht op een hoogte van $6,0 \text{ km}$.
- Toon aan dat de ballon dan een volume heeft van 78 m^3 .
- Leg uit waarom het verschil tussen de luchtdruk en de gasdruk in de ballon in werkelijkheid steeds groter wordt als de ballon hoger komt.
- Heeft de ballon op $6,0 \text{ km}$ hoogte in werkelijkheid dus een groter of kleiner volume dan je bij vraag c hebt berekend? Licht je antwoord toe.

Opgave 13

- Op een stukje oppervlakte van de wand van de ballon werken drie krachten:
 - de kracht van de lucht buiten de ballon
 - de kracht van de lucht in de ballon
 - de veerkracht van het materiaal van de ballon
 Bij een bepaald volume zijn deze drie krachten in evenwicht. Er geldt $F_{\text{in}} = F_{\text{buiten}} + F_{\text{veer}}$.

$$\text{Dus er geldt ook } \frac{F_{\text{in}}}{A} = \frac{F_{\text{buiten}}}{A} + \frac{F_{\text{veer}}}{A}$$

Hieruit volgt dat de gasdruk in de ballon groter is dan de luchtdruk buiten.

- Aflesen in figuur 13 op pagina 15 levert:

$$p = 0,47 \cdot 10^3 \text{ hPa}$$

$$T = 250 \text{ K}$$

- Het volume van de ballon bereken je met de algemene gaswet. Deze vereenvoudig je omdat het aantal mol gas in de ballon hetzelfde blijft. De druk in de ballon bereken je met de luchtdruk.

$$p_1 = p_{\text{grond}} + 0,10 \cdot 10^3$$

$$p_1 = 1,00 \cdot 10^3 + 0,10 \cdot 10^3 = 1,10 \cdot 10^3 \text{ hPa}$$

$$p_2 = p_{\text{op } 6 \text{ km}} + 0,10 \cdot 10^3$$

$$p_2 = 0,47 \cdot 10^3 + 0,10 \cdot 10^3 = 0,57 \cdot 10^3 \text{ hPa}$$

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{n_1 \cdot T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{n_2 \cdot T_2} \text{ met } n_1 = n_2$$

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

$$p_1 = 1,10 \cdot 10^3 \text{ hPa} = 1,10 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_1 = 47 \text{ m}^3 \quad (\text{Zie gegevens boven vraag a})$$

$$T_1 = 17^\circ\text{C} = 17 + 273,15 = 290 \text{ K} \quad (\text{Zie gegevens boven vraag a})$$

$$p_2 = 0,57 \cdot 10^3 \text{ hPa} = 0,57 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$T_2 = 250 \text{ K}$$

$$\frac{1,10 \cdot 10^5 \times 47}{290} = \frac{0,57 \cdot 10^5 \cdot V_2}{250}$$

$$V_2 = 78,19 \text{ m}^3$$

$$\text{Afgerond: } V_2 = 78 \text{ m}^3$$

- Als het volume van de ballon groter is, is het materiaal van de ballon meer uitgerekt. Daardoor oefent het materiaal een grotere druk uit dan $0,10 \cdot 10^3$ hPa. Daarom is het verschil tussen de gasdruk binnen en de luchtdruk buiten groter.
- In de berekening van vraag c is uitgegaan van een te lage druk p_2 . Als p_2 in werkelijkheid groter is, en de andere grootheden dezelfde waarde hebben, dan is het volume V_2 kleiner.