

- 19 Laat je een heliumballon los, dan gaat hij in het begin versneld omhoog. Behalve de zwaartekracht en de luchtweerstandskracht werkt er nog een derde kracht op de ballon.
- Leg uit dat er een derde kracht op de ballon moet werken.  
Deze derde kracht heet de opwaartse kracht. De opwaartse kracht op deze ballon is 3,6 N. De massa van de ballon is 135 g.
  - Bereken de versnelling van de ballon op het tijdstip  $t = 0$  s.  
In figuur 4.26 zie je het  $(v,t)$ -diagram van de ballon. Je ziet dat de versnelling van de ballon steeds kleiner wordt, totdat de ballon met een constante snelheid beweegt.
  - Bepaal met behulp van figuur 4.26 de grootte van de luchtweerstandskracht op het tijdstip  $t = 0,2$  s. Bepaal daartoe eerst de versnelling op dat tijdstip.
  - Bepaal de luchtweerstandskracht op  $t = 1,0$  s.

#### Opgave 19

- Dat er een derde kracht op de ballon werkt, beredeneer je met de tweede wet van Newton. De grootte en de richting van de resulterende kracht beredeneer je met de versnelling.

De richting van de resulterende kracht is gelijk aan de richting van de versnelling en die richting is omhoog.

De richting van de zwaartekracht en de richting van de luchtweerstandskracht zijn omlaag.

Er moet dus nog een derde, naar boven gerichte kracht zijn.

- De versnelling op  $t = 0$  s bereken je met de tweede wet van Newton.

De resulterende kracht bereken je met de drie krachten die werken op de ballon.

Leg uit dat de luchtweerstandskracht op  $t = 0$  s gelijk is aan 0 N.

De zwaartekracht bereken je met de formule voor de zwaartekracht.

$$\begin{aligned} F_{zw} &= m \cdot g \\ m &= 135 \text{ g} = 0,135 \text{ kg} \\ g &= 9,81 \text{ m s}^{-2} \\ F_{zw} &= 0,135 \times 9,81 \\ F_{zw} &= 1,324 \text{ N} \end{aligned}$$

De luchtweerstandskracht hangt af van de snelheid. Op  $t = 0$  s is de snelheid van de ballon  $0 \text{ m s}^{-1}$ .

De luchtweerstandskracht is dan 0 N.

$$\begin{aligned} F_{\text{res}} &= F_{\text{opwaarts}} - F_{zw} \\ F_{\text{res}} &= 3,6 - 1,324 \\ F_{\text{res}} &= 2,27 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{\text{res}} &= m \cdot a \\ F_{\text{res}} &= 2,27 \text{ N} \\ m &= 0,135 \text{ kg} \\ 2,27 &= 0,135 \times a \\ a &= 16,8 \text{ m s}^{-2} \\ \text{Afgerond } a &= 17 \text{ m s}^{-2}. \end{aligned}$$

- De luchtweerstandskracht bereken je met de resulterende kracht.

De resulterende kracht bereken je met de tweede wet van Newton.

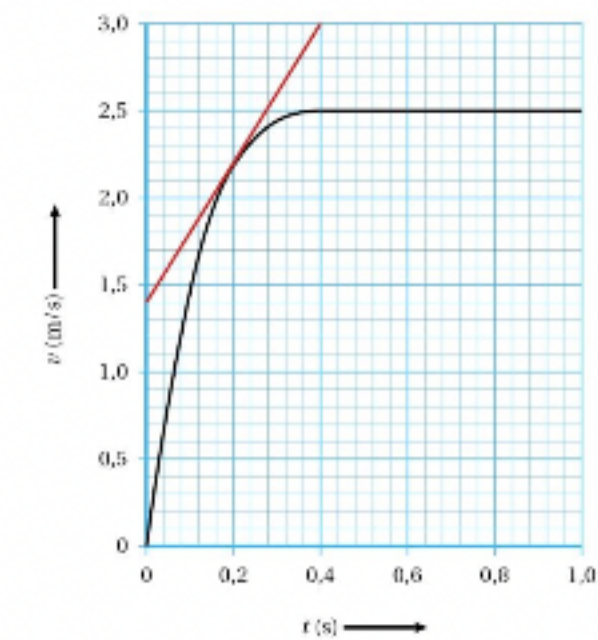
De versnelling van de ballon volgt uit de steilheid van de raaklijn aan de  $(v,t)$ -grafiek.

Zie figuur 4.9.

$$\begin{aligned} a &= \left( \frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} \\ a &= \frac{3,0 - 1,4}{0,40 - 0} \\ a &= 4,00 \text{ m s}^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{\text{res}} &= m \cdot a \\ m &= 135 \text{ g} = 0,135 \text{ kg} \\ a &= 4,00 \text{ m s}^{-2} \\ F_{\text{res}} &= 0,135 \times 4,00 \\ F_{\text{res}} &= 0,540 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{\text{res}} &= F_{\text{opwaarts}} - F_{zw} - F_{w,\text{lucht}} \\ 0,540 &= 3,6 - 1,32 - F_{w,\text{lucht}} \\ F_{w,\text{lucht}} &= 1,74 \text{ N} \\ \text{Afgerond: } F_{w,\text{lucht}} &= 1,7 \text{ N}. \end{aligned}$$



Figuur 4.9

- De luchtweerstandskracht bereken je met de resulterende kracht. De resulterende kracht is gelijk aan 0 want de snelheid is constant.

$$\begin{aligned} F_{\text{res}} &= F_{\text{opwaarts}} - F_{zw} - F_{w,\text{lucht}} \\ 0 &= 3,6 - 1,32 - F_{w,\text{lucht}} \\ F_{w,\text{lucht}} &= 2,28 \text{ N} \\ \text{Afgerond: } F_{w,\text{lucht}} &= 2,3 \text{ N}. \end{aligned}$$