

## Ontspannen lopen

Daniël en Lotte willen met een eenvoudig model de loopsnelheid bepalen die energetisch het voordeligst is.

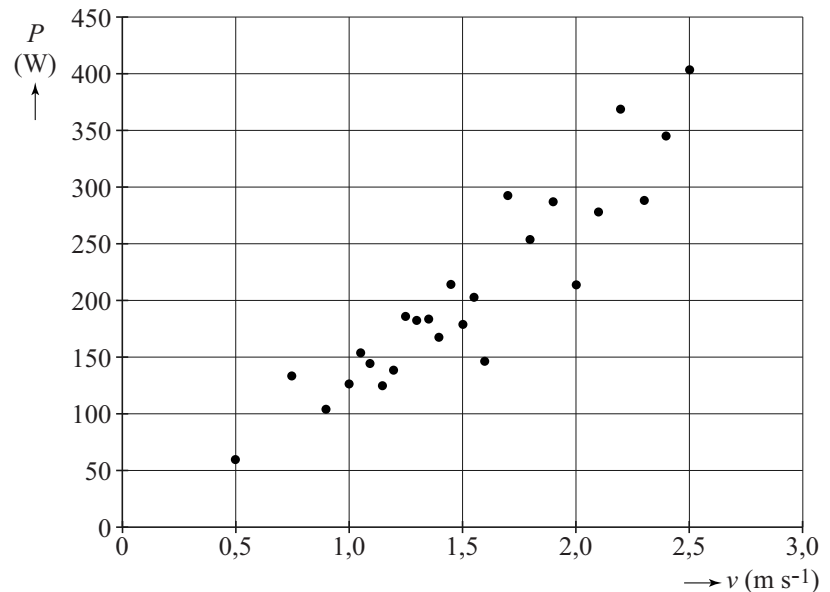
Daartoe laten ze 25 proefpersonen met elk een verschillende snelheid op een loopband lopen. Zie figuur 1.

Van elke proefpersoon wordt de massa bepaald en het vermogen dat hij levert tijdens het lopen.

figuur 1



figuur 2



De proefpersonen hebben allemaal een verschillende massa  $m$ , en dat heeft een storende invloed op de resultaten. Zie figuur 2. Om het effect van de massa te elimineren en daardoor de meetresultaten onderling beter te kunnen vergelijken, rekenen Lotte en Daniël alle vermogens om naar een genormaliseerd vermogen:

$$\tilde{P} = \frac{P}{m}$$

Ze veronderstellen dat  $\tilde{P}$  alleen afhangt van de snelheid.

- 2p 15 Leg uit of het verband tussen  $P$  en  $m$  dan recht evenredig of omgekeerd evenredig is.

Bij het lopen van volwassenen gaan Daniël en Lotte in hun eenvoudige model uit van de volgende aannames:

- er is een constant vermogen nodig om recht overeind te staan;
- de netto spierkracht die nodig is voor de voortbeweging is recht evenredig met de snelheid.

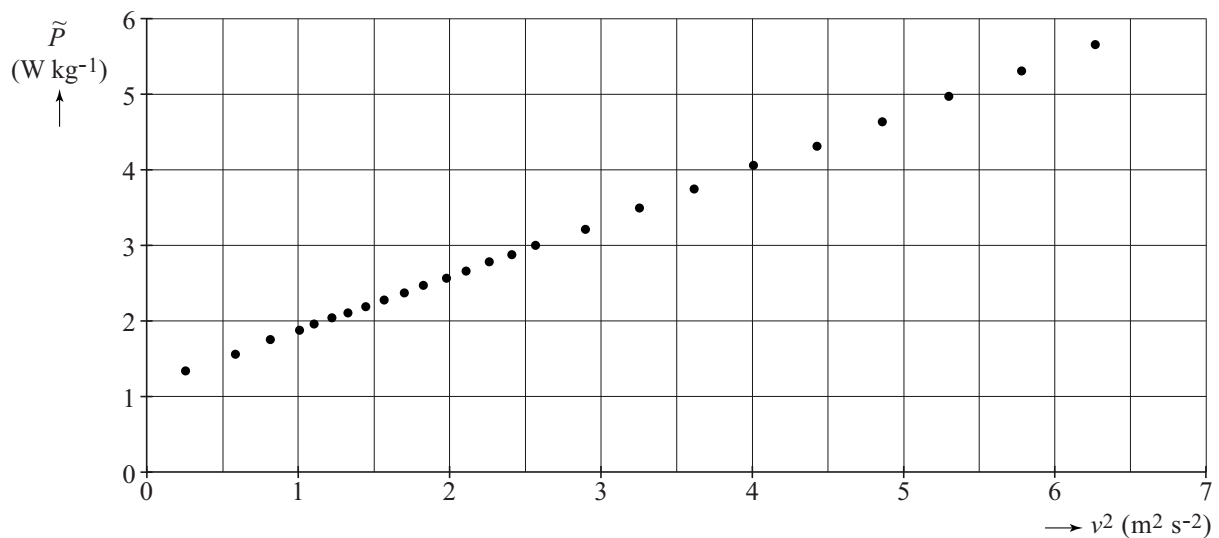
Met deze uitgangspunten volgt voor het genormaliseerde vermogen van een volwassene die met een snelheid  $v$  loopt, de formule:

$$\tilde{P} = pv^2 + q.$$

3p 16 Leg dit uit.

In figuur 3 staat het genormaliseerde vermogen  $\tilde{P}$  van de proefpersonen uitgezet tegen  $v^2$ . Deze figuur staat ook op de uitwerkbijlage.

**figuur 3**



Om de benodigde energie te kunnen leveren, gebruiken de proefpersonen chemische energie uit voedsel. Lotte en Daniël nemen aan dat dit met een rendement van 20% gaat. Zij volgen een proefpersoon van 80 kg, die gedurende 1,0 uur loopt met een snelheid van  $7,0 \text{ km h}^{-1}$ .

5p 17 Bepaal aan de hand van figuur 3 hoeveel chemische energie deze proefpersoon daarvoor volgens het model aan voedsel moet binnenkrijgen.

Niet alleen het genormaliseerd vermogen  $\tilde{P}$ , maar ook de stapgrootte  $S$  blijkt af te hangen van de snelheid  $v$ .

Voor het aantal stappen per seconde geldt:

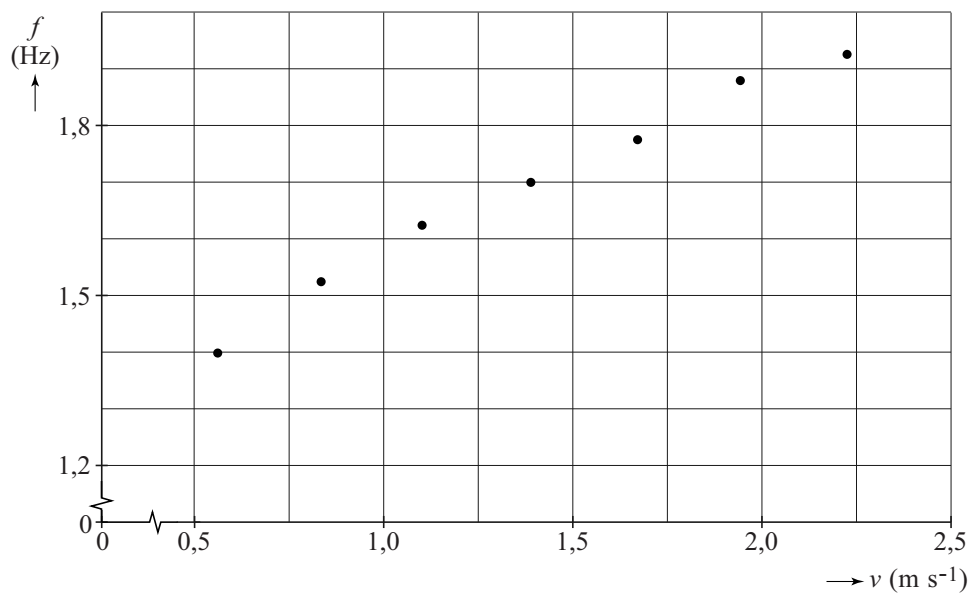
$$f = \frac{v}{S}$$

Bewegingswetenschappers kijken bij inspanning bij lopen niet naar de geleverde **energie per seconde**, maar naar de geleverde **energie per afgelegde meter**. Voor deze grootheid geldt de uitdrukking:

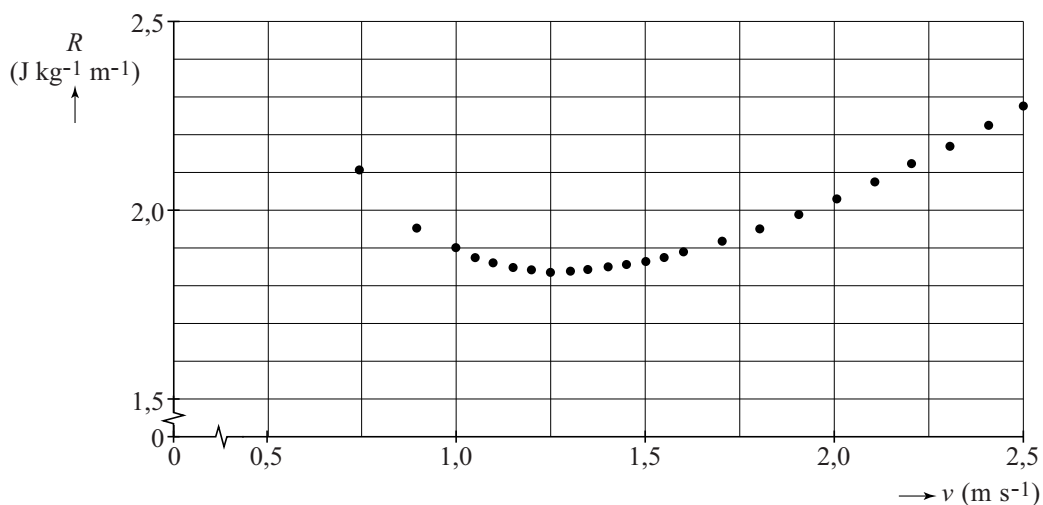
$$R = \frac{\tilde{P}}{v}$$

De resultaten van dit model zijn weergegeven in de figuren 4a en 4b.

**figuur 4a**



**figuur 4b**



- 3p 18 Bepaal met behulp van de figuren 4a en 4b de optimale stapgrootte van een proefpersoon die de minimale energie per afgelegde meter  $R$  levert.

# uitwerkbijlage

17

