

Hoogtetraining

Het was eind vorige eeuw onder topsporters erg populair om enkele weken op grote hoogte te trainen. Vanwege de ijlere lucht worden in een dergelijke trainingssituatie door het lichaam extra rode bloedlichaampjes aangemaakt. De rode bloedlichaampjes zorgen voor het transport van zuurstof in het lichaam. Hoe meer rode bloedlichaampjes aanwezig in het lichaam, hoe beter er gepresteerd zou kunnen worden omdat bij het leveren van zware prestaties veel zuurstof nodig is in de spieren. Inmiddels heeft men ontdekt dat er ook nadelige effecten optreden zodat het netto effect voor de sporter nihil lijkt.

Wanneer de hoogte toeneemt, neemt de luchtdruk af. Deze afname van de luchtdruk verloopt exponentieel. De luchtdruk kan worden gemeten in mm Hg (Hg staat voor kwik).

Op een gegeven moment is op een bepaalde plaats de luchtdruk op zeeniveau (hoogte = 0) gelijk aan 760 mm Hg en op één kilometer hoogte is deze gelijk aan 648 mm Hg. Volgens het exponentiële model is de luchtdruk op 100 meter hoogte vrijwel gelijk aan 748 mm Hg.

- 4p **5** Toon dit door middel van een berekening aan.

Een andere eenheid om de luchtdruk te meten is hectopascal (hPa).

Er geldt bij benadering dat $1 \text{ mm Hg} = \frac{4}{3} \text{ hPa}$.

Voor kleine hoogtes, tot ongeveer 100 meter, gebruikt men de volgende vuistregel:

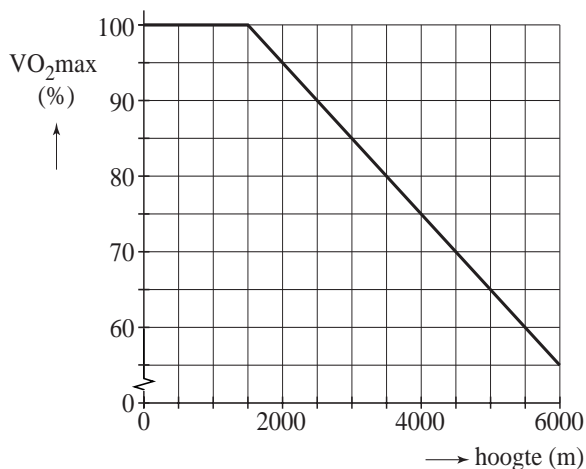
De daling van de luchtdruk bedraagt 1 hPa per 8 meter toename van de hoogte.

- 4p **6** Bereken in bovengenoemde situatie het verschil tussen de luchtdruk op 100 meter hoogte, berekend volgens de vuistregel, en de waarde volgens het exponentiële model in mm Hg.

Door de verminderde luchtdruk bij toenemende hoogte kan er minder zuurstof worden opgenomen in de longen. De maximale hoeveelheid zuurstof die de longen per minuut kunnen opnemen wordt het maximale zuurstofopnamevermogen ($VO_{2\max}$) genoemd en wordt gemeten in liter per minuut (liter/min).

In figuur 1 is het verband weergegeven tussen deze $VO_{2\max}$ en de hoogte. Hierbij is de $VO_{2\max}$ op zeeniveau gelijkgesteld aan 100%. In figuur 1 is te zien dat vanaf een hoogte van 1500 meter de $VO_{2\max}$ lineair afneemt en wel met 10% per 1000 meter stijging.

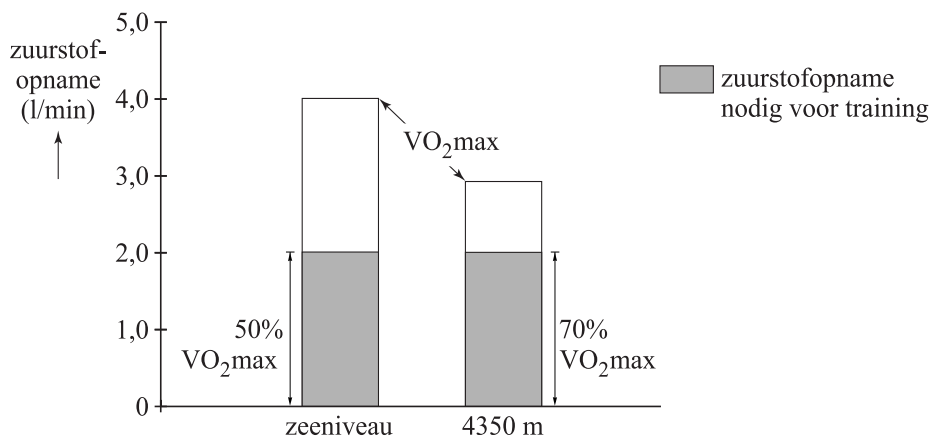
figuur 1



- Een wielrenner heeft op zeeniveau een VO₂max van 5,8 liter/min. Hij traint op de wielersbaan van Mexico City op een hoogte van 2278 meter.
- 4p 7 Bereken het maximale zuurstofopnamevermogen in Mexico City van deze wielrenner in liter per minuut. Geef je antwoord in 1 decimaal nauwkeurig.

Een illustratie van het feit dat een sporter op grote hoogte sneller uitgeput raakt is te zien in figuur 2.

figuur 2



In de figuur is te zien dat een wielrenner voor een bepaalde training 2,0 liter/min nodig heeft. Op zeeniveau heeft de wielrenner 50% van zijn VO₂max nodig voor deze training. Op een hoogte van 4350 m heeft hij voor diezelfde training 70% van zijn VO₂max nodig. Op deze hoogte raakt hij daardoor sneller uitgeput.

De training zoals hierboven beschreven, wordt door dezelfde wielrenner uitgevoerd op een hoogte van 3000 meter. Met behulp van zijn VO₂max op deze hoogte kan berekend worden hoeveel procent hiervan nodig is voor deze training.

- 3p 8 Bereken dit percentage.

Een atleet wil een bepaald trainingsschema volgen. De hoogte waarop hij gaat trainen is nog niet vastgesteld. Het verband tussen de hoogte en het percentage van zijn $VO_2\text{max}$ dat hij nodig heeft voor dit trainingsschema wordt gegeven door de formule:

$$P = \frac{6000}{115 - 0,01h}$$

Hierin is h de hoogte in meter met $h \geq 1500$ en P het percentage van de $VO_2\text{max}$ van de atleet op hoogte h dat nodig is voor het trainingsschema.

- 5p **9** Bereken op algebraïsche wijze op welke hoogte het percentage P gelijk is aan 80%.