

*Tenzij anders vermeld, is er sprake van normale situaties en gezonde organismen.*

## IJskoud de beste?

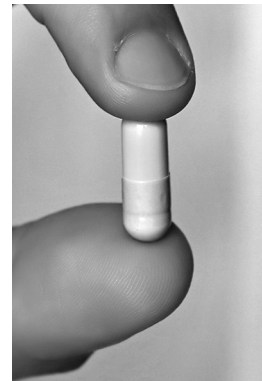
Brandon traint voor het lopen van halve marathons. Als student sportkunde is hij regelmatig proefpersoon voor allerlei metingen aan zijn lichaam (afbeelding 1).

**afbeelding 1**



Tijdens een halve marathon gebruikt Brandon een meetpil en een smartwatch om informatie te verzamelen over de werking van zijn lichaam. Hij heeft de meetpil voor de wedstrijd ingeslikt, zodat de pil zich tijdens de wedstrijd in zijn darmen bevindt. De meetpil (afbeelding 2) bevat een sensor die voortdurend de lichaamstemperatuur meet en doorgeeft aan de smartwatch. Tijdens de wedstrijd meet de smartwatch ook Brandons hartslag. Na de wedstrijd verlaat de meetpil het lichaam met de ontlasting.

**afbeelding 2**



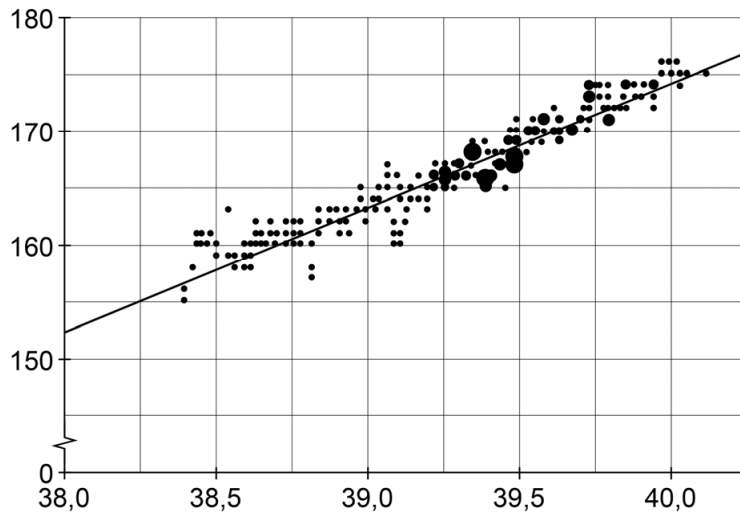
Het verteringsstelsel bestaat uit onder andere de volgende organen:

- 1 alvleesklier
- 2 dikke darm
- 3 dunne darm
- 4 endeldarm
- 5 lever
- 6 maag
- 7 slokdarm

2p 1 Door welke organen is de meetpil achtereenvolgens gegaan? Noteer de nummers van die organen in de juiste volgorde.

De meetresultaten tijdens het lopen zijn weergegeven in afbeelding 3. Op de assen ontbreekt de aanduiding van de grootheden en de eenheden.

**afbeelding 3**

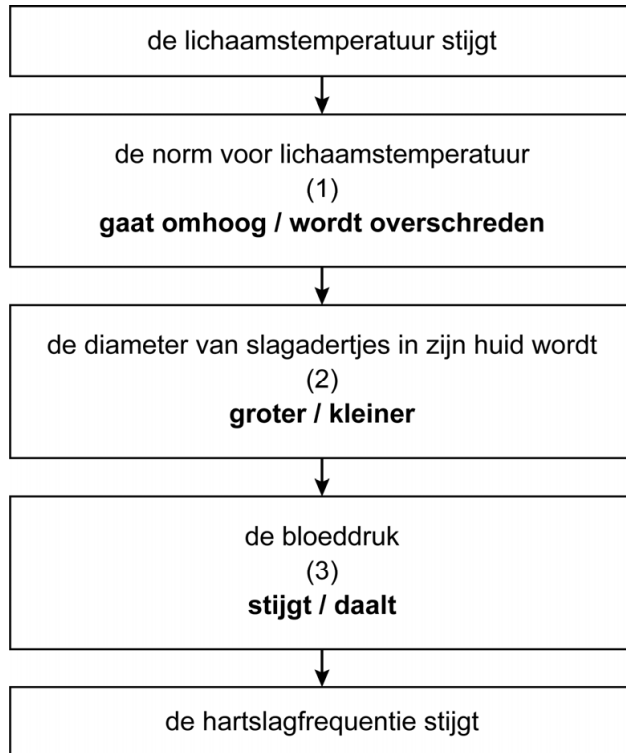


- 2p **2** Welke grootheid en eenheid horen bij de y-as?  
*Noteer je antwoord als volgt:*  
grootheid: ...  
eenheid: ...

- 1p **3** Na 1 uur en 25 minuten passeert Brandon verhit en zwetend de finish.  
Noteer de naam van het stofwisselingsproces waardoor de meeste warmte in zijn lichaam is ontstaan.

Mede doordat Brandons lichaamstemperatuur tijdens het hardlopen steeds hoger werd, ging zijn hart steeds sneller kloppen. Afbeelding 4 geeft dit proces vereenvoudigd weer. Op drie plaatsen in dit schema (bij 1, 2 en 3) moet nog een keuze worden gemaakt.

#### afbeelding 4



- 2p 4 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter welke keuzemogelijkheid bij elk nummer ingevuld moet worden, zodat een juiste verklaring ontstaat voor het stijgen van de hartslagfrequentie.

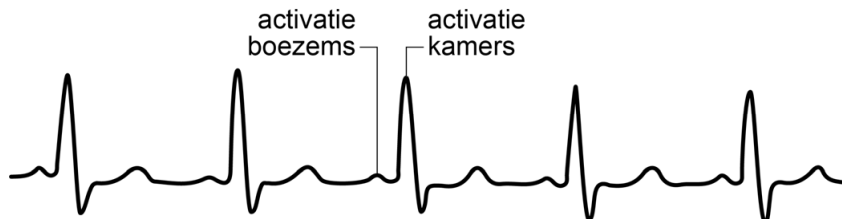
Brandon weet dat zijn prestatie minder wordt als zijn lichaamstemperatuur te ver oploopt. Om het moment waarop oververhitting optreedt uit te stellen, doen sommige sporters aan 'voorkoelen': ze eten voor de start van een wedstrijd een liter geschaafd waterijs. Terwijl het ijs smelt in de mond, wordt warmte aan het lichaam onttrokken. Daardoor daalt de lichaamstemperatuur met ongeveer een halve graad. Er zijn mensen die na het eten van een liter geschaafd ijs korte tijd last krijgen van een hartritmestoornis. De koude vloeistof in de slokdarm veroorzaakt afkoeling van een deel van het hart en daarmee wordt de elektrische geleiding van de boezems beïnvloed. De impulsgeleiding verloopt dan chaotisch en ongecontroleerd, waardoor de boezems niet meer effectief samentrekken (boezemfibrilleren). De kamers trekken bij boezemfibrilleren nog wel gecoördineerd samen.

- 1p 5 Noteer de naam van de groep cellen die de impulsen in het hart opwekt.

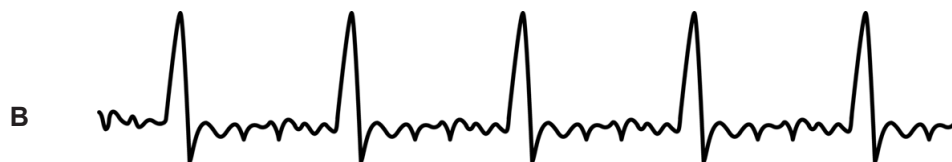
- 2p 6 Een symptoom van boezemfibrilleren is een daling van de bloeddruk.  
Beredeneer hoe boezemfibrilleren kan leiden tot een daling van de bloeddruk.

Op de universiteit experimenteert Brandon op een loopband met voorcoelen terwijl zijn hartcyclus wordt gemonitord. Hij volgt zijn ecg (elektrocardiogram) op een monitor terwijl hij rustig loopt (afbeelding 5).

### afbeelding 5



- 1p 7 Welk van de onderstaande ecg's zou hij kunnen hebben als er sprake is van boezemfibrilleren?



Brandon is goed getraind: zijn hart heeft daardoor een groter slagvolume gekregen. Hierdoor is de periode dat de kamers ontspannen zijn (kamerdiastole) langer. Dit leidt tot een betere doorbloeding van de hartspier.

Drie beweringen over het hart zijn:

- 1 Bij een langere kamerdiastole is er een lagere hartslagfrequentie in rust.
- 2 Bij een langere kamerdiastole staan de slagaderkleppen langer open.
- 3 Door de betere doorbloeding van de hartspier krijgt de hartspier meer zuurstof.

- 2p 8 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of de betreffende bewering **juist** of **onjuist** is.