

Hamsterwiel

Machteld heeft een hamster, die vooral 's nachts actief is in een hamsterwiel. Zie figuur 1. Machteld wil de prestatie van haar hamster vergelijken met die van een mens.

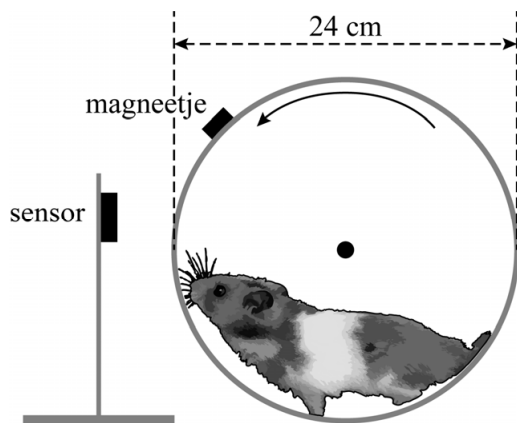
Eerst meet Machteld de snelheid waarmee de hamster het wiel laat ronddraaien. De meetopstelling die ze hiervoor bouwt bestaat uit een magneetje en een sensor. Ze bevestigt het magneetje op de zijkant van het hamsterwiel. Het wiel heeft een diameter van 24 cm. De sensor hangt aan een statief ernaast. Zie figuur 2.

Als het magneetje langs de sensor beweegt, geeft de sensor een spanningspuls. Machteld meet enige tijd de sensorspanning U terwijl de hamster in het wiel loopt. Figuur 3 toont het (U,t) -diagram.

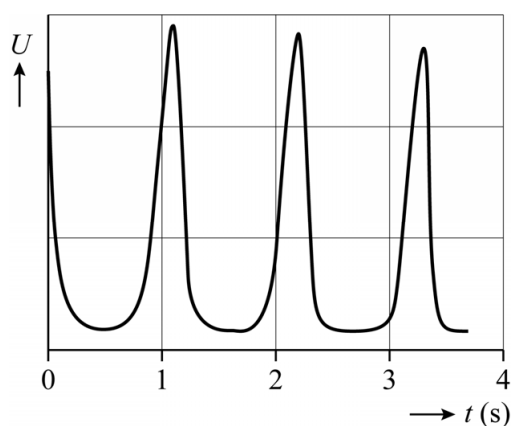
figuur 1



figuur 2



figuur 3



De baansnelheid van het magneetje is gelijk aan de loopsnelheid van de hamster.

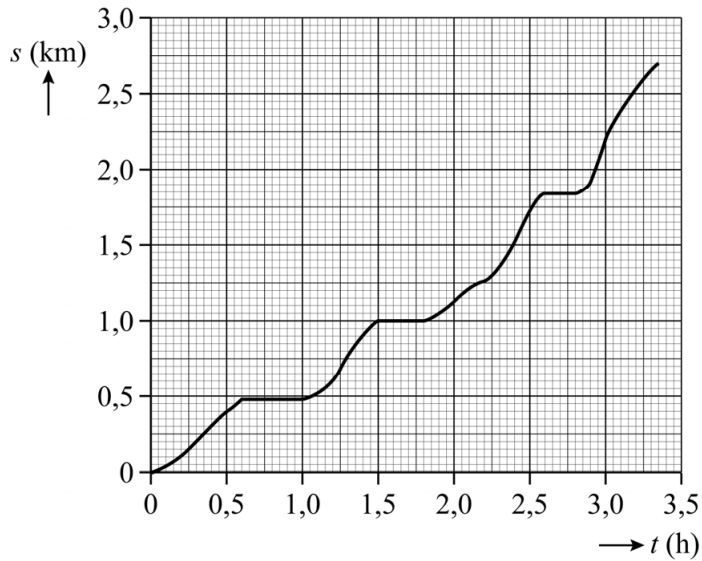
3p 1

Voer de volgende opdrachten uit:

- Bepaal de omlooptijd van het magneetje. Noteer je antwoord in twee significante cijfers.
- Bepaal de loopsnelheid van de hamster.

Vervolgens meet Machteld gedurende een hele nacht. Zij rekt de gegevens uit het (U, t) -diagram om tot een (s, t) -diagram. Voor een deel van de nacht is dit diagram afgebeeld in figuur 4.

figuur 4



- 3p **2** Voer de volgende opdrachten uit:
- Geef aan hoe uit de grafiek volgt dat de hamster gepauzeerd heeft.
 - Bepaal met behulp van figuur 4 de gemiddelde loopsnelheid van de hamster over dit deel van de nacht. Noteer je antwoord in drie significante cijfers.

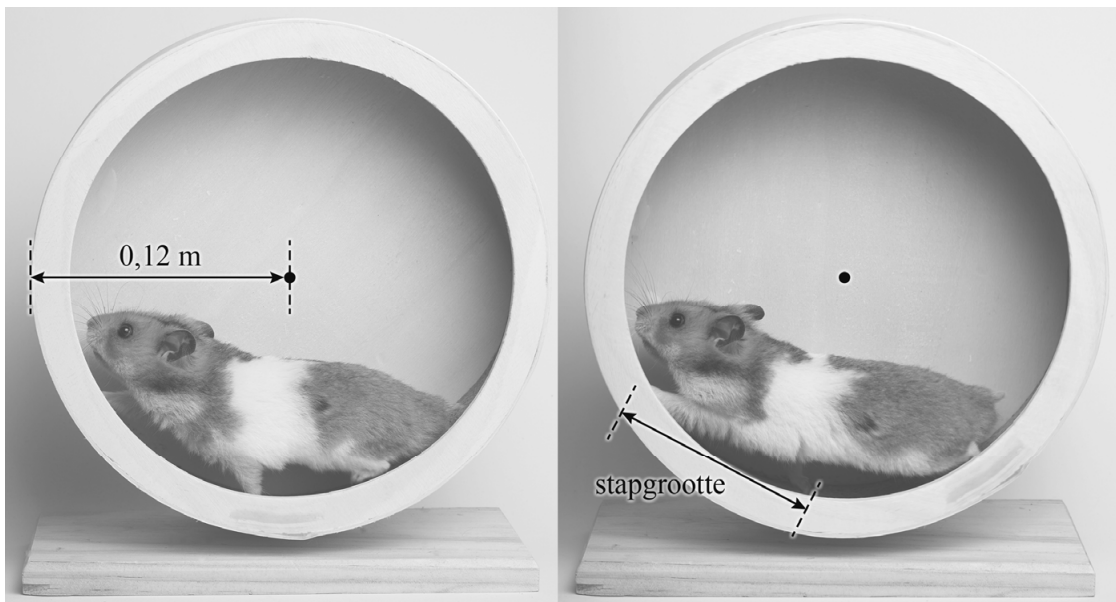
Machteld leest op internet de volgende bewering:

Een hamster zet in één nacht net zoveel stappen als een mens tijdens vier marathons.

Een mens zet tijdens een marathon gemiddeld 160 stappen per minuut. De gemiddelde eindtijd is 4 uur en 21 minuten.

Om de bewering over het aantal stappen te controleren, bepaalt Machteld de totale afstand die de hamster tijdens de nacht heeft afgelegd. Deze is 7,4 km. Ook maakt ze een video van de rennende hamster. Met behulp van losse beeldjes uit de video bepaalt ze de stapgrootte van de hamster. Zie figuur 5.

figuur 5

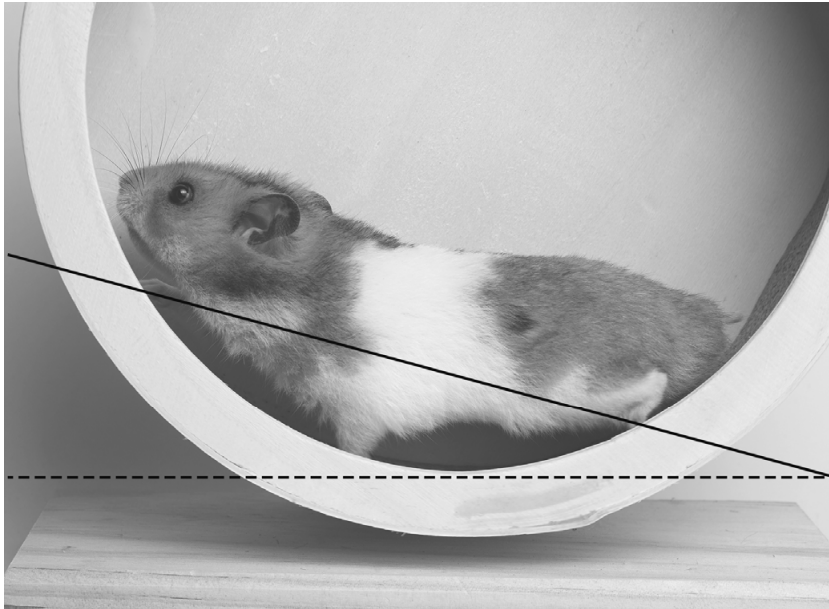


Machteld definieert één stap als het verzetten van een voorpoot van een hamster of een been van een mens van achter naar voren.

- 5p **3** Toon met behulp van figuur 5 aan of het aantal stappen van de hamster in één nacht overeenkomt met het aantal stappen van een mens tijdens vier marathons.

Om het vermogen van de rennende hamster te kunnen vergelijken met dat van een marathonloper, wil Machteld bepalen hoe groot de afzetkracht van een hamster tijdens het lopen ongeveer is. Ze constateert dat de hamster tijdens de start even tegen een helling lijkt op te lopen voordat het wiel gaat draaien. Machteld maakt een foto en tekent deze helling op schaal in. Zie figuur 6.

figuur 6



Machteld neemt aan dat de kracht waarmee de hamster zich afzet zolang het wiel nog niet draait, even groot is als de afzetkracht nadat het wiel is gaan draaien. Figuur 6 is schematisch weergegeven op de uitwerkbijlage. In die figuur is ook de zwaartekracht op de hamster aangegeven. De hamster heeft een massa van $1,3 \cdot 10^2$ gram.

Machteld bepaalt dat de hamster zich afzet met een kracht parallel aan de helling van minimaal 0,3 N.

- 4p **4** Toon dat aan met behulp van een bepaling en de figuur op de uitwerkbijlage.

Machteld neemt aan dat deze afzetkracht van de hamster tijdens het lopen voortdurend 0,3 N blijft. Bij het hardlopen is het vermogen per kilogram lichaamsgewicht een belangrijke grootte. Voor een amateur marathonloper is dit 3 W kg^{-1} . Tijdens een bepaald deel van de nacht heeft de hamster een constante loopsnelheid van $2,4 \text{ km h}^{-1}$.

Machteld denkt dat haar hamster op dat moment een lager vermogen per kilogram lichaamsgewicht levert dan een marathonloper.

- 4p **5** Voer de volgende opdrachten uit:
- Bereken het vermogen dat de rennende hamster levert gedurende dit deel van de nacht.
 - Toon met een berekening aan of Machteld gelijk heeft.