

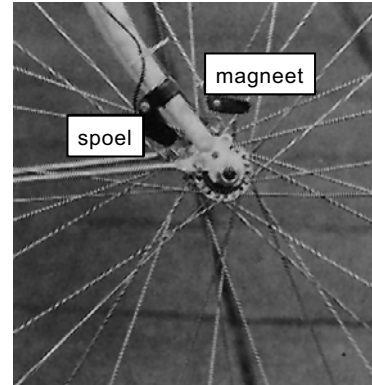
Opgave 1 Steppen

Arie en Bianca wijden hun praktische opdracht aan natuurkundige aspecten van het steppen. In figuur 1 zie je een foto van de step die zij gebruiken.

figuur 1

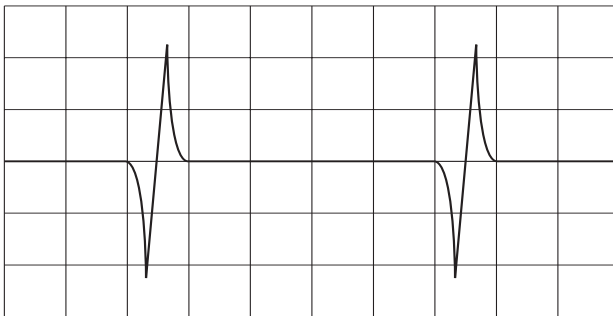


figuur 2



Zij willen de snelheid van de step gaan meten. Daarom bevestigen zij tussen twee spaken van het voorwiel een kleine magneet en op de voorvork een spoel. Zie figuur 2. Als ze de spoel op een oscilloscoop aansluiten en het wiel laten draaien, zien ze het oscilloscoopbeeld van figuur 3.

figuur 3



Telkens wanneer de magneet de spoel passeert, vertoont het oscilloscoopbeeld eerst een piek omlaag direct gevolgd door een piek omhoog.

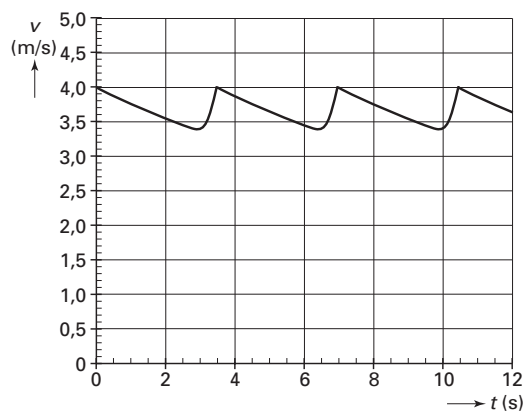
3p 1 Leg dit uit.

De tijdbasis van de oscilloscoop staat ingesteld op 50 ms per schaaldeel. De wielen van de step hebben een diameter van 37,5 cm.

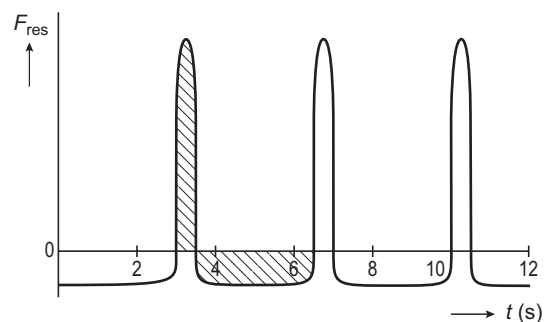
3p 2 Bepaal de snelheid van de step die hoort bij het oscilloscoopbeeld van figuur 3.

Arie stept over een horizontale weg. In figuur 4 staat het (v,t) -diagram van de step.

figuur 4



figuur 5



Eindexamen natuurkunde 1-2 vwo 2006-I

In de grafiek van figuur 4 is te zien dat wrijvingskrachten een rol spelen: na een afzet met de voet neemt de snelheid bij het uitrijden weer af.

De resulterende kracht op Arie met step als functie van de tijd is weergegeven in de grafiek van figuur 5.

In deze grafiek zijn twee gebieden gearceerd.

- 3p **3** Leg op grond van figuur 4 uit dat deze gebieden een even grote oppervlakte moeten hebben.

valt buiten de
examenstof

Arie en Bianca doen verder onderzoek naar de wrijvingskrachten. Op de step werkt een rolwrijvingskracht $F_{w,rol}$. Op Arie met step werkt tevens een kracht ten gevolge van de luchtweerstand: $F_{w,lucht}$.

Voor de totale wrijvingskracht geldt: $F_{w,totaal} = F_{w,rol} + F_{w,lucht}$.

Voor $F_{w,rol}$ geldt:

$$F_{w,rol} = f F_N$$

Hierin is:

- f de wrijvingscoëfficiënt; deze hangt alleen af van eigenschappen van de banden en het wegdek;
- F_N de normaalkracht op de step.

- 3p **4** Leg uit dat $F_{w,rol}$ kleiner is tijdens het afzetten dan tijdens het uitrijden.

Tijdens het uitrijden geldt: $F_{w,rol} = 2,6 \text{ N}$.

Voor de kracht ten gevolge van de luchtweerstand geldt:

$$F_{w,lucht} = kv^2$$

Hierin is:

- k een constante in kg m^{-1} ;
- v de snelheid in m s^{-1} .

De massa van Arie met step is 67 kg.

Op de uitwerkbijlage is een deel van het (v,t) -diagram vergroot weergegeven.

- 5p **5** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de waarde van k .
Bepaal daartoe eerst de versnelling op tijdstip $t = 5,0 \text{ s}$.

Om de gevonden waarde voor k te controleren, laat Arie zich met beide voeten op de step van een helling met een constante hellingshoek af rollen.

Na korte tijd is zijn snelheid constant. Bianca meet deze snelheid.

Bij deze snelheid is $F_{w,rol}$ verwaarloosbaar ten opzichte van $F_{w,lucht}$.

- 4p **6** Geef aan op welke manier Arie en Bianca met behulp van de gemeten snelheid de waarde van k kunnen bepalen.

Geef daartoe onder meer aan:

- welke natuurkundewet hier gebruikt moet worden;
- welke grootheid of grootheden nog meer bepaald moet(en) worden;
- op welke manier de waarde van k vervolgens bepaald kan worden.

Uitwerkbijlage bij vraag 5

Vraag 5

