

Opgave 5 Schaatsstrips

Gianni Romme verbeterde tijdens de Olympische Winterspelen van 1998 het wereldrecord schaatsen op de 5000 meter (een halve ronde van 200 m en twaalf ronden van 400 m). Zijn eindtijd was 6 minuten en 22,20 seconden.

De tijd die hij nodig had voor de eerste 200 m was 19,65 s. Hierna was zijn snelheid vrijwel constant.

- 4p **14** □ Ga na of de beweging van Gianni gedurende de eerste 200 m eenparig versneld was. (Hint: Bereken eerst de snelheid die hij na 19,65 s zou hebben als deze beweging eenparig versneld was. Vergelijk deze snelheid met zijn snelheid over de rest van de rit.)

De Nederlandse schaatsenrijders hadden zigzagstrips op hun schaatspak geplakt ter hoogte van hun onderbenen. De luchtweerstand neemt hierdoor af.

In Delft wordt onderzoek gedaan naar het effect van de strips. Daarbij moet een schaatser zonder schaatsen op een plateau voor een windtunnel plaatsnemen. Zie figuur 13.

Met behulp van krachtsensoren wordt de horizontale kracht bepaald die de schaatsenrijder op het plateau uitoefent als de wind door de tunnel blaast.

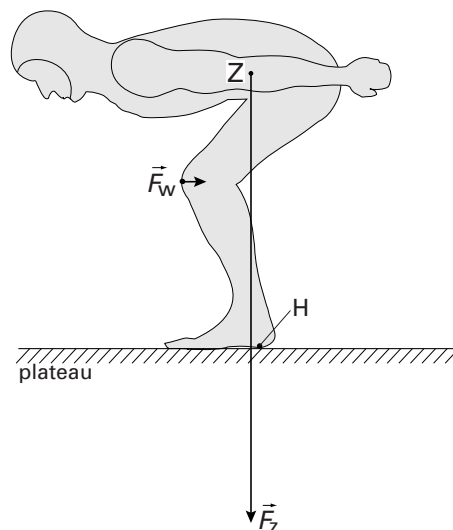
In figuur 14 is een zijaanzicht gegeven van de schaatsenrijder. Op de schaatser werken drie krachten. In de figuur zijn de zwaartekracht F_z en de luchtwrijvingskracht F_w op de schaatsenrijder op schaal getekend. De derde kracht grijpt aan in punt H.

- 3p **15** □ Teken in de figuur op de bijlage in punt H de derde kracht die op de schaatsenrijder werkt. Denk daarbij aan de juiste grootte en de juiste richting.

figuur 13

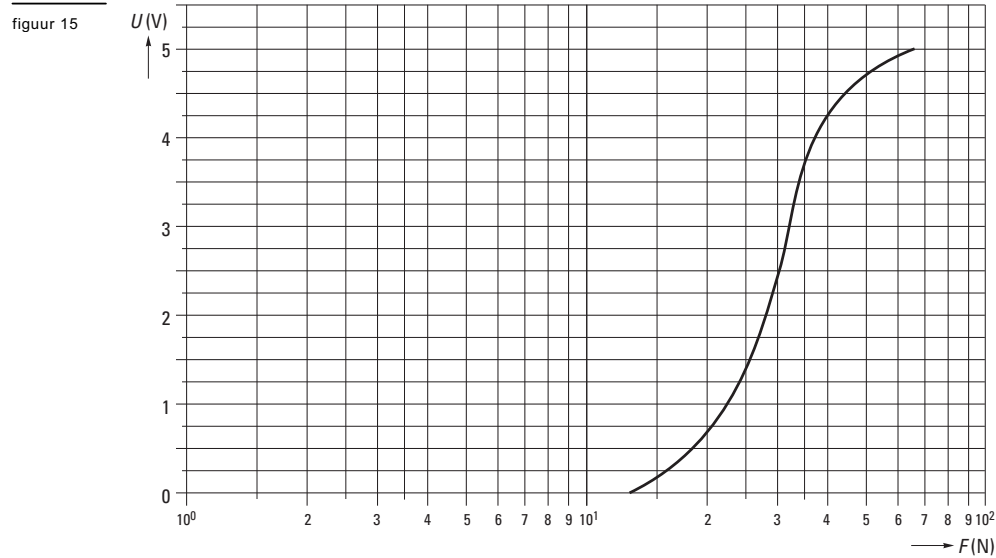


figuur 14



Eindexamen natuurkunde 1 vwo 2002-I

In figuur 15 is de ijkgrafiek weergegeven van de krachtsensor waarmee F_w wordt gemeten.



De kracht is daarin uitgezet langs een logaritmische schaal. Hierdoor kan de gevoeligheid van de sensor niet rechtstreeks uit figuur 15 bepaald worden.

Op de bijlage zijn twee assen op millimeterpapier weergegeven.

- 4p 16 Bepaal de gevoeligheid van de sensor bij een kracht van 30 N. Maak daarbij gebruik van de bijlage.

Voor de wrijvingskracht ten gevolge van de luchtweerstand geldt:

$$F_w = \frac{1}{2} C_w \rho A v^2$$

Hierin is:

- C_w de luchtweerstandcoëfficiënt;
- ρ de dichtheid van de lucht;
- A de frontale oppervlakte van de schaatser;
- v de snelheid van de schaatser.

Bij het onderzoek wordt de kracht F_w twee keer gemeten: één keer met strips en één keer zonder strips op het schaatspak. Uit deze twee metingen wordt bepaald hoeveel de C_w -waarde door de strips verandert.

Om een juiste vergelijking te maken, moeten de drie andere grootheden in de formule tijdens beide metingen gelijk zijn.

- 3p 17 Bespreek voor elk van deze drie grootheden welke maatregelen daartoe in de onderzoeksopzet genomen moeten worden.

De C_w -waarde mét strips is kleiner dan die zonder strips. Ga er bij de volgende vraag van uit dat het door de schaatsenrijder geleverde vermogen bij het rijden met of zonder strips gelijk is.

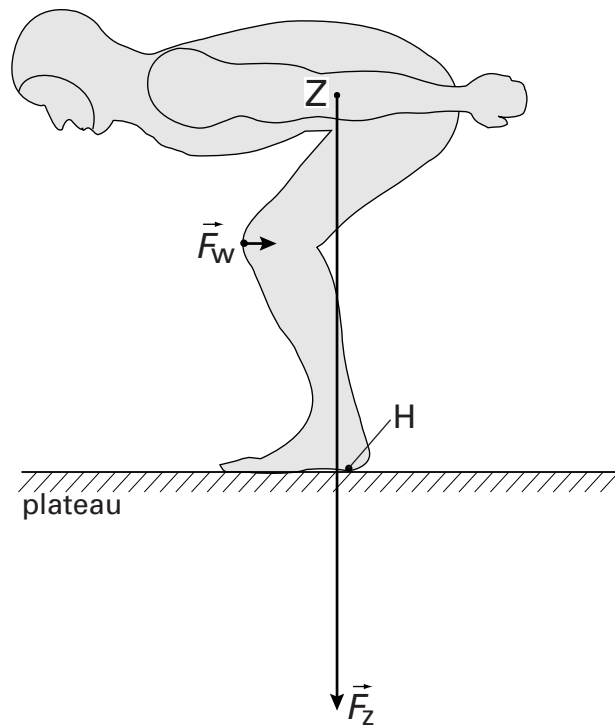
- 3p 18 Toon aan dat de snelheid v die een schaatsenrijder bereikt evenredig is met $\sqrt[3]{\frac{1}{C_w}}$.

De onderzoekers beweren dat met de strips ruim een halve seconde winst per ronde behaald kan worden ten opzichte van de situatie zonder strips. Hierbij wordt uitgegaan van een C_w -waarde van 0,58 mét strips en een C_w -waarde van 0,63 voor de situatie zonder strips.

- 4p 19 Ga door berekening na of deze bewering juist is. Bepaal daartoe eerst met welke factor de snelheid door de strips zal toenemen.

Bijlage bij de vragen 15 en 16

Vraag 15



Bijlage bij de vragen 15 en 16

Vraag 16

