

Opgave 2 De Holland Acht

Tijdens de Olympische Spelen in 1996 te Atlanta behaalde de Nederlandse mannenroeiploeg de „Holland Acht” een gouden medaille. De acht Nederlandse roeiers wonnen de wedstrijd over 2000 m in 5 min 42,74 s. We gaan er in deze opgave van uit dat hun snelheid constant was.

Uit proeven tijdens trainingen is bekend, dat bij dezelfde gemiddelde snelheid als bij deze finale de wrijvingskracht op de boot $6,8 \cdot 10^2$ N is.

- 4p **6** Bereken het gemiddelde vermogen dat elk van de acht roeiers tijdens de finale heeft geleverd.

figuur 2



De foto in figuur 2 is vlak voor de finish in Atlanta gemaakt. De fotograaf stond op 60 m afstand van de Holland Acht. De brandpuntsafstand van zijn foto toestel was 150 mm. De foto is 4,0 keer zo breed als het negatief. Neem aan dat alle boten dezelfde afmetingen hebben en verwaarloos eventuele vertekening door perspectief.

- 5p **7** Bepaal hoeveel meter de Holland Acht voor lag op boot nummer 2 toen de foto gemaakt werd. Geef de uitkomst in twee significante cijfers.

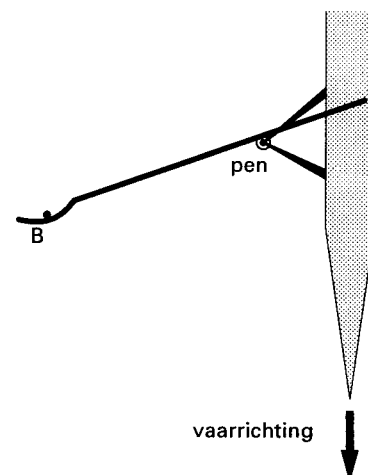
De boot beweegt naar rechts. De roeiers bewegen de boot voort door een hoeveelheid water met de riemen (roeispanen) in tegenovergestelde richting in beweging te brengen. Een riem bestaat uit een steel met aan één kant een handgreep en aan de andere kant het blad. Als het blad een kracht \vec{F}_1 op het water uitoefent, ondervindt het zelf een kracht \vec{F}_2 . Deze kracht \vec{F}_2 staat loodrecht op het blad.

In figuur 3 is het bovenaanzicht van een deel van de boot getekend. Daarin is een punt B aangegeven. B is het aangrijpingspunt van \vec{F}_1 en \vec{F}_2 .

Figuur 3 staat vergroot op de bijlage.

- 3p **8** Teken in de figuur op de bijlage \vec{F}_1 en \vec{F}_2 in punt B.

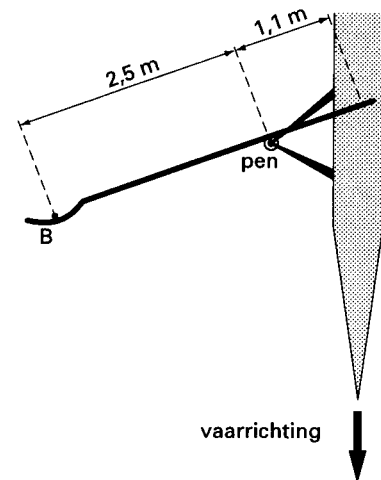
figuur 3



De riem kan worden beschouwd als een hefboom die om een vast punt draait. Dit vaste punt is een pen. De pen bevindt zich op een metalen frame buiten de boot. Zie figuur 4.

Boot, frame en pen vormen één geheel. De afstand van de pen tot de plaats van de handen op de handgreep is 1,1 m. De afstand van de pen tot punt B is 2,5 m. Op een bepaald moment oefent een roeier bij de handgreep een kracht \vec{F}_3 uit, loodrecht op de riem. De grootte van \vec{F}_3 is 660 N. Het blad wordt met constante snelheid door het water gehaald.

figuur 4



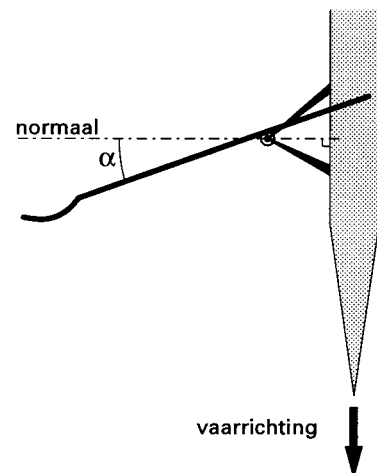
- 4p **9** Bereken de grootte van de kracht die de pen op de riem uitoefent.

In figuur 2 is te zien dat de riemen onder invloed van de uitgeoefende krachten doorbuigen. Van dit verschijnsel maakt men gebruik om de kracht F_2 op het blad te meten. Men plakt daartoe een sensor op de riem. De sensor zet een doorbuiging van de riem om in een elektrische spanning. Om de sensor als krachtsensor te kunnen gebruiken, moet hij eerst worden geijkt. Bij een ijking wordt een verband tussen twee grootheden bepaald.

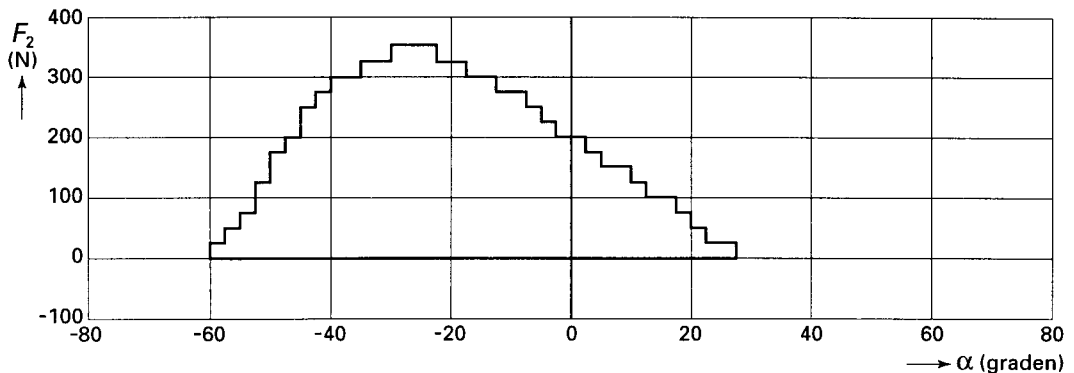
- 2p **10** Beschrijf welke grootheid bij de ijking steeds wordt ingesteld en welke grootheid steeds wordt gemeten.

De Holland Acht heeft de sensor tijdens trainingen gebruikt voor tests. De hoek tussen de riem en de normaal noemen we α . Bij de test wordt α gemeten als functie van de tijd. Dit gebeurt met een draaihoeksensor. Bij de stand die de riem in figuur 5 heeft, is α negatief. Tegelijk met α wordt F_2 gemeten als functie van de tijd. De signalen van beide sensoren worden door AD-omzetters bewerkt. Vervolgens worden de uitgangssignalen van de AD-omzetters als functie van de tijd opgeslagen in het geheugen van de draagbare computer die in de boot is meegenomen.

figuur 5



figuur 6



In figuur 6 is een reeks geregistreerde waarden voor F_2 en α van één roeibeweging tegen elkaar uitgezet. Het zijn de testresultaten van Nico Rienks, die in de Holland Acht het tempo aangaf. Langs de assen is van beide sensoren het volledige meetbereik weergegeven.

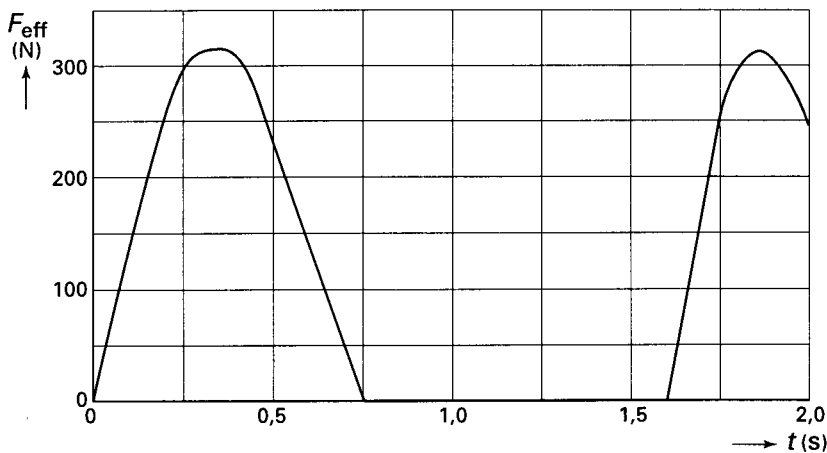
- 4p 11 Bepaal met behulp van figuur 6 het minimale aantal bits van de AD-omzetter die hoort bij de draaihoeksensor.

De kracht \vec{F}_2 staat loodrecht op het blad, en is daardoor niet voortdurend evenwijdig aan de snelheid van de boot.

Bepalend voor de voortstuwing is de effectieve kracht op het blad. Dit is de kracht in de bewegingsrichting van de boot: $F_{\text{eff}} = F_2 \cos \alpha$. In figuur 7 is de grootte van de effectieve kracht F_{eff} van een bepaalde roeibeweging als functie van de tijd t weergegeven.

Deze roeibeweging wordt met een periode T van 1,6 s herhaald.

figuur 7



- 3p 12 Leg uit hoe de gemiddelde effectieve kracht van deze roeibeweging uit figuur 7 bepaald kan worden.

Kijk nog eens naar de gegevens aan het begin van deze opgave.

- 3p 13 Leg uit dat de winnende tijd van Atlanta ook behaald zou zijn als elke roeier van de Holland Acht gedurende de hele race een gemiddelde effectieve kracht van 85 N had geleverd.

Eindexamen natuurkunde VWO o.s. 1998 - II

havovwo.nl

Bijlage bij de vragen 8, 16 en 17

Examen VWO 1998

Tijdvak 2
Dinsdag 23 juni
13.30–16.30 uur

Examennummer

.....

Naam

.....

Vraag 8

