

## EXAMEN VOORBEREIDEND WETENSCHAPPELIJK ONDERWIJS IN 1982

Dinsdag 15 juni, 9.00–12.00 uur

## NATUURKUNDE

Dit examen bestaat uit 4 opgaven  
Bijlage: 1 antwoordpapier

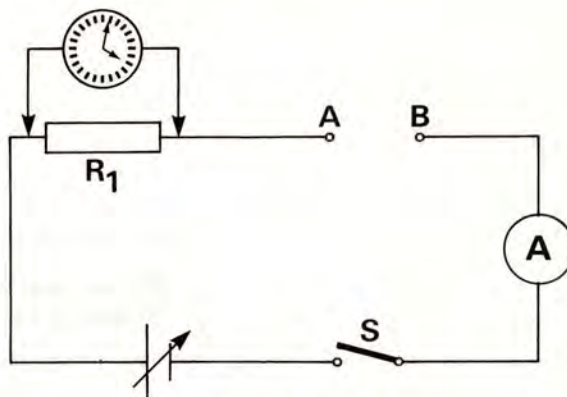


Deze opgaven zijn vastgesteld door de commissie bedoeld in artikel 24 van het Eindexamen-  
besluit dagscholen v.w.o.-h.a.v.o.-m.a.v.o.

Benodigde gegevens kunnen worden opgezocht in het tabellenboekje Binas. Het is de bedoeling, dat van tabel 7 de tussen haakjes geplaatste afgeronde waarden gebruikt worden.

## 1. De smeltveiligheid

Smeltveiligheden bestaan uit dunne draadjes, die doorsmelten als de stroomsterkte in zo'n draadje gedurende een bepaalde tijd een bepaalde waarde overschrijdt. Om te onderzoeken hoe de tijd tot het doorsmelten  $t$  afhangt van de stroomsterkte  $I$  is een proefopstelling gebouwd. Constantaandraadjes van 3,0 cm lengte en een diameter van 0,25 mm worden opgenomen tussen de punten A en B van de schakeling die in figuur 1 is weergegeven. In serie met het draadje is een weerstand  $R_1$  opgenomen. Over de weerstand  $R_1$  is een elektrische tijd klok geschakeld. De klok heeft geen invloed op de stroomsterkte in het circuit. Na het sluiten van de schakelaar S loopt de klok tot het draadje doorgesmolten is. Op de klok kan men dan de tijd tot het doorsmelten  $t$  aflezen. We noemen deze tijd de doorsmelttijd.



figuur 1

- a. Toon aan dat de massa van zo'n constantaandraadje 0,013 gram is.

Bij kamertemperatuur is de weerstand van de 3,0 cm lange constantaandraadjes  $0,30\Omega$ . Tijdens het experiment loopt de temperatuur van het constantaandraadje op. De weerstand neemt hierdoor toe tot  $0,32\Omega$  bij de smelttemperatuur. De weerstand  $R_1$  verandert tijdens de experimenten niet van weerstandswaarde. De klemspanning van de spanningsbron blijft telkens gedurende een meting constant.

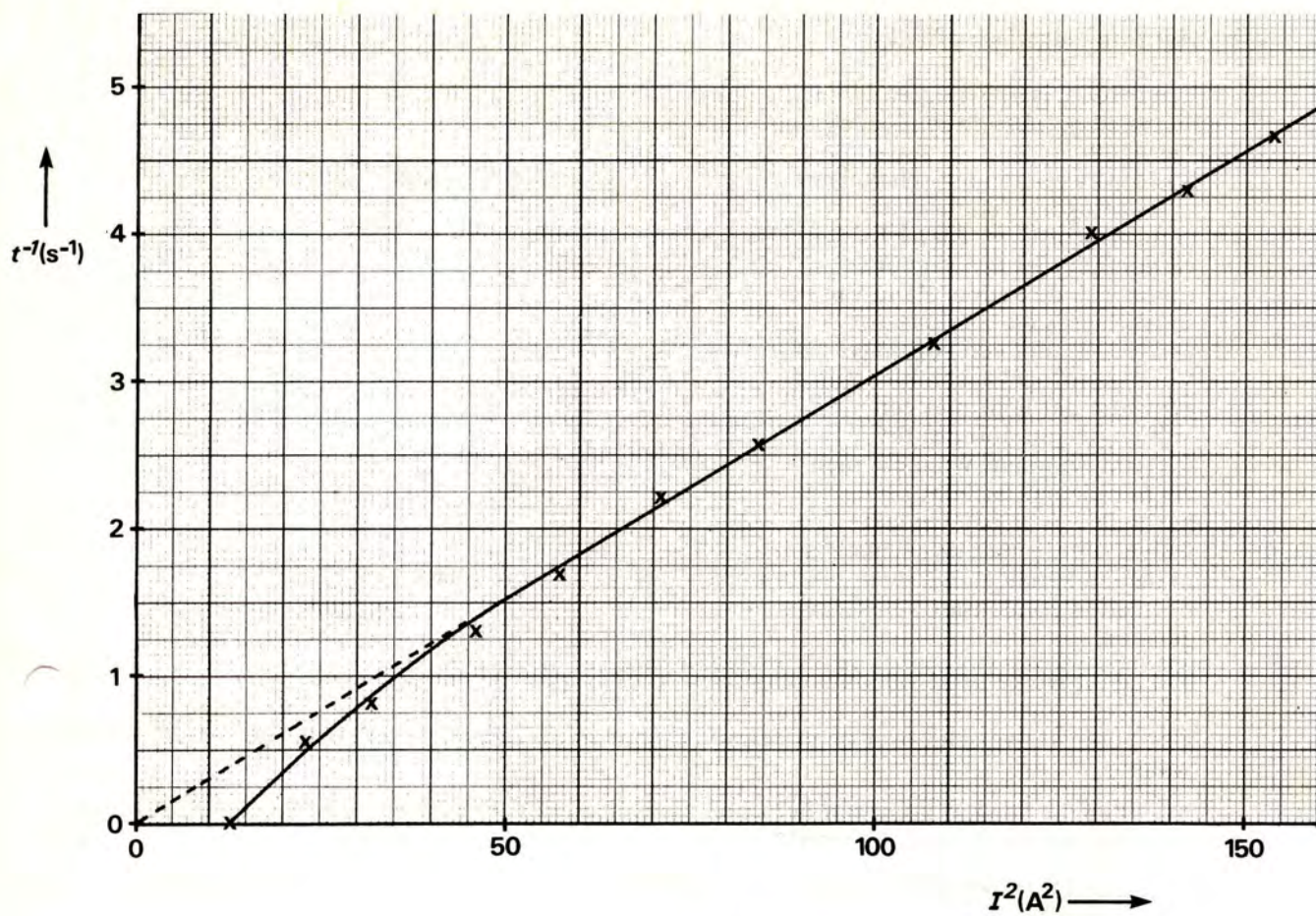
- b. Maak een schatting van de waarde die de weerstand  $R_1$  moet hebben opdat de stroomsterkte in het circuit tijdens de proef minder dan 1% zal variëren.

De doorsmelttijd  $t$  is voor verschillende waarden van de stroomsterkte  $I$  gemeten. Met behulp van de meetresultaten is in figuur 2 een grafiek getekend van  $t^{-1}$  als functie van  $I^2$ . Neem voor berekeningen de weerstandswaarde van het draadje bij de smelttemperatuur.

- c. 1. Bereken hoeveel elektrische energie gedurende de doorsmelttijd in het draadje is omgezet bij  $I = 8,0$  A.  
2. Schets op het bijgevoegde antwoordpapier het verloop van de grafiek van de in de doorsmelttijd toegevoerde elektrische energie in het draadje als functie van de stroomsterkte door het draadje.

Om 1,0 kg constantaan te smelten is bij de smelttemperatuur 0,28 MJ nodig. Tijdens de proef bedraagt de kamertemperatuur 293 K.

- d. 1. Bereken hoeveel energie nodig is om het draadje van kamertemperatuur te verwarmen tot de smelttemperatuur en te smelten.  
2. Verklaar het verloop van de getekende grafiek uit vraag c.2. voor stromen groter dan 7 A.  
e. 1. Bepaal tot welke stroomsterkte de draadjes niet doorsmelten.  
2. Verklaar hoe het komt dat de draadjes bij kleine stroomsterkten niet doorsmelten.

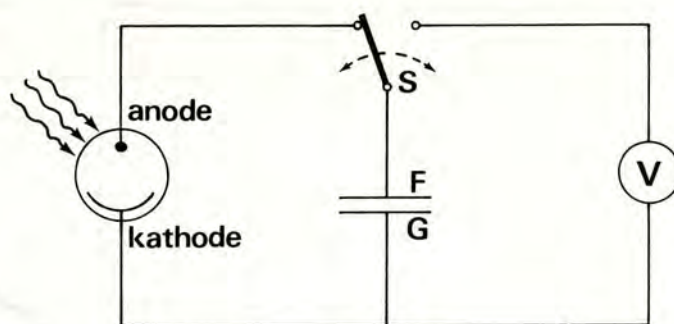


figuur 2

## 2. Het foto-elektrisch effect.

Een fotocel is opgenomen in de hiernaast getekende schakeling. Zie figuur 3.

S is een twee-standen schakelaar: in de getekende stand is de condensator ( $C = 1,0 \mu\text{F}$ ) verbonden met een vacuüm-fotocel, in de andere stand van de schakelaar is de condensator verbonden met een voltmeter. Voor de fotocel is een kleurfilter geplaatst dat licht met een golflengte van 460 nm tot 520 nm doorlaat. Wanneer men via het kleurfilter licht op de kathode van de fotocel laat vallen, wordt, met de schakelaar in de getekende stand, de oorspronkelijk ongeladen condensator elektrisch geladen.



figuur 3

- a. Leg uit welke plaat van de condensator, F of G, positief geladen wordt.

Het potentiaalverschil over de platen van de condensator bereikt na korte tijd een constante waarde.

- b. 1. Leg uit hoe het komt dat het potentiaalverschil over de platen van de condensator een constante waarde bereikt.  
2. Leg uit welke golflengte van het invallende licht de grootte van dit potentiaalverschil bepaalt.

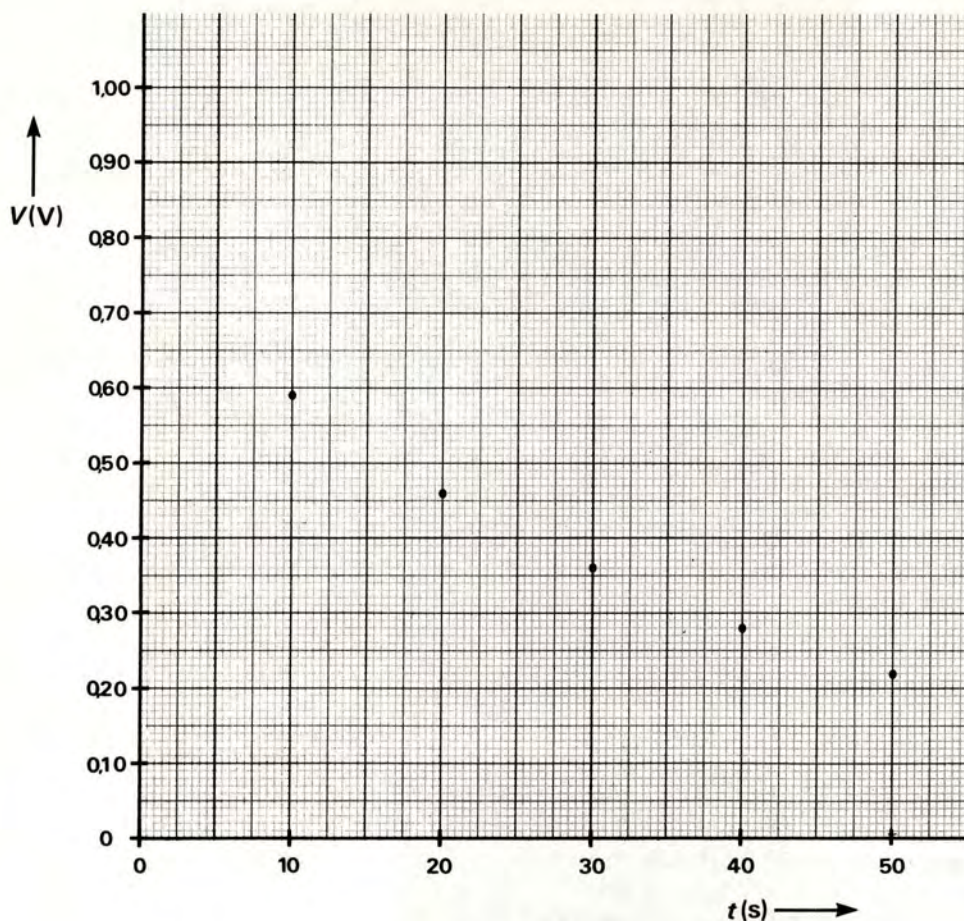
Nadat de condensator is opgeladen, wordt op  $t = 0$  de schakelaar S omgezet. De condensator is daardoor met de voltmeter verbonden. Men leest met gelijke tussenpozen het potentiaalverschil af. De resultaten van deze meting zijn in figuur 4 weergegeven.

- c. Leg uit hoe het komt dat het potentiaalverschil steeds kleiner wordt.

Voor het verloop van het potentiaalverschil als functie van de tijd, tijdens het ontladen van een condensator met capaciteit  $C$  over een weerstand  $R$ , geldt de relatie:

$$V(t) = V(0) \cdot e^{-t/RC}$$

- d. Toon aan, uitgaande van de definitie van weerstand en capaciteit, dat de eenheid van het produkt  $RC$  de seconde is.  
e. Bepaal de weerstand van de gebruikte voltmeter.



figuur 4

Het kleurfilter voor de fotocel wordt weggenomen. In de lichtbundel worden achtereenvolgens verschillende kleurfilters geplaatst. Telkens wordt de vooraf ontladen condensator geladen door hem met de fotocel te verbinden. Uit het potentiaalverschil over de platen van de condensator wordt de remspanning bepaald. De resultaten hiervan zijn in de tabel hiernaast weergegeven.

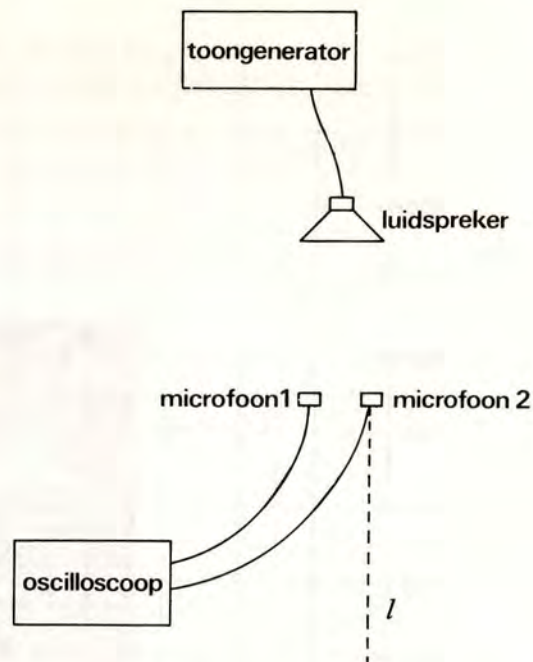
| golflengte door-<br>gelaten licht<br>(nm) | remspanning<br>(V) |
|-------------------------------------------|--------------------|
| 545                                       | 0,38               |
| 460                                       | 0,75               |
| 375                                       | 1,33               |
| 330                                       | 1,75               |
| 300                                       | 2,17               |

- f. 1. Teken op het bijgevoegde antwoordpapier de grafiek van de remspanning als functie van de frequentie.  
 2. Bepaal met welk metaal de kathode van de fotocel is bedekt.  
 3. Bepaal de waarde van de constante van Planck die uit dit experiment volgt.

### 3. Geluidstrillingen op de oscilloscoop

Op een toongenerator sluit men een luidspreker aan. Twee identieke microfoons worden op enige afstand van de luidspreker vlak naast elkaar geplaatst. Zie figuur 5. De door de microfoons opgevangen geluidstrillingen worden door een dubbelstraalsoscilloscoop weergegeven. Microfoon 1 is aangesloten op kanaal 1, microfoon 2 op kanaal 2. Het oscilloscoopbeeld is gefotografeerd en in figuur 6 weergegeven.

Gelijktijdig door microfoon 1 en microfoon 2 opgevangen geluidstrillingen worden recht onder elkaar weergegeven. De tijdbasis is ingesteld op  $5,0 \cdot 10^{-5}$  s/div ( $5,0 \cdot 10^{-5}$  s per hokje).



- a. Bepaal de frequentie waarop de toongenerator is ingesteld.

Men beweegt microfoon 2 langzaam over de lijn  $l$  van de luidspreker af. Op de oscilloscoop neemt men waar dat het sinusvormig patroon van kanaal 2 langzaam naar rechts schuift. Het sinusvormig patroon van kanaal 1 blijft stil staan. De foto's van figuur 7a, b en c zijn op drie opeenvolgende tijdstippen tijdens de beweging van de microfoon genomen.

bovenaanzicht

figuur 5

- b. Leg uit waarom het sinusvormig patroon van kanaal 2 *naar rechts* schuift tijdens de beweging van microfoon 2 over de lijn  $l$ .

Als microfoon 2 ongeveer 9 cm van zijn beginpositie uit verschoven is, liggen de toppen van beide sinusvormige patronen voor het eerst weer recht onder elkaar. Als microfoon 2 van zijn oorspronkelijke positie uit 48,0 cm is verschoven, is het oscilloscoopbeeld opnieuw gefotografeerd. Zie figuur 8.

- c. Bepaal zo *nauwkeurig mogelijk* de geluidssnelheid in lucht zoals die uit deze proef volgt.

Veronderstel dat men de gehele opstelling nu in een ruimte gevuld met waterstofgas van 273 K brengt. Men plaatst de microfoons weer zoals in figuur 5 is aangegeven, zodat op de oscilloscoop weer het beeld van figuur 6 zichtbaar wordt. Opnieuw wordt microfoon 2 over de lijn  $l$  van de luidspreker af bewogen, met dezelfde snelheid als bij de uitvoering van de proef in lucht.

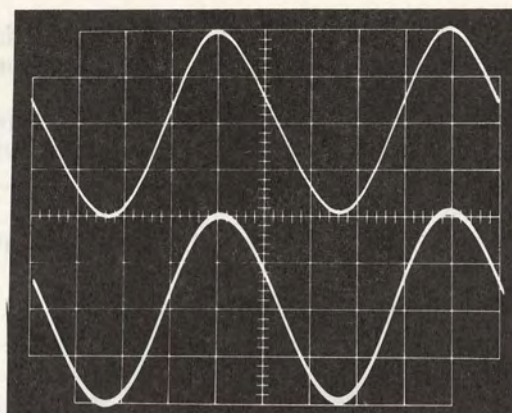
- d. Het oscilloscoopbeeld van kanaal 2 verschuift nu

- A langzamer dan
- B even snel als
- C sneller dan

bij de proef in lucht.

Beredeneer welk antwoord juist is.

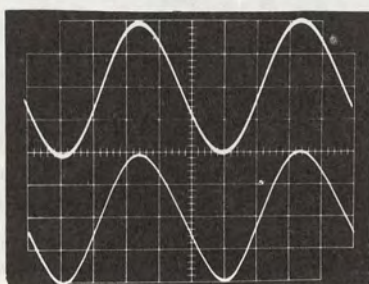
figuur 6



kanaal 1

kanaal 2

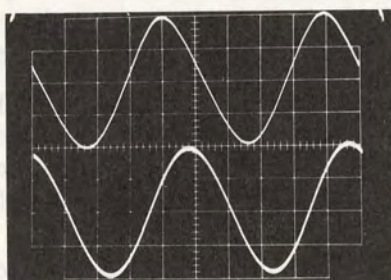
figuur 7a



kanaal 1

kanaal 2

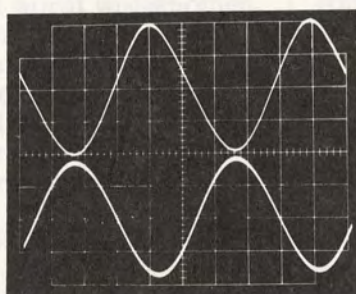
figuur 7b



kanaal 1

kanaal 2

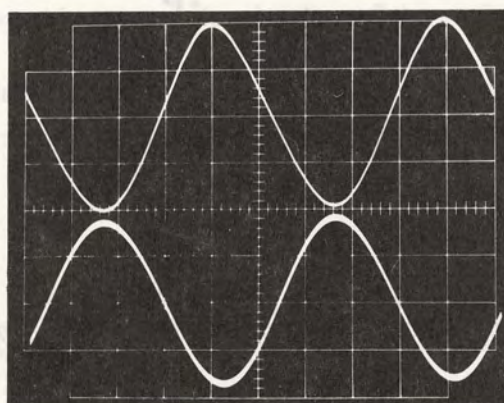
figuur 7c



kanaal 1

kanaal 2

figuur 8



kanaal 1

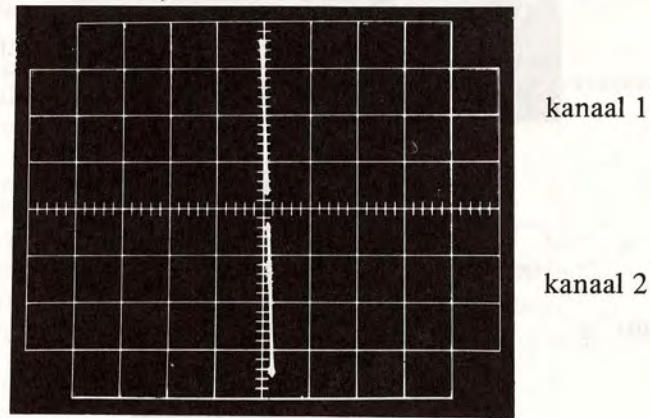
kanaal 2

Vervolgens schakelt men de tijdbasis uit en plaatst men de microfoons weer naast elkaar in lucht voor de luidspreker. Figuur 9 is een foto van het oscilloscoopbeeld dat dan te zien is.

Door nu een schakelaar op de oscilloscoop in de stand ADD te zetten, krijgt men op kanaal 1 de som van de twee signalen te zien, die eerst apart via kanaal 1 en kanaal 2 op het scherm verschenen.

Kanaal 2 geeft nu geen beeld meer.

Men beweegt opnieuw microfoon 2 over de lijn 1 van de luidspreker af.

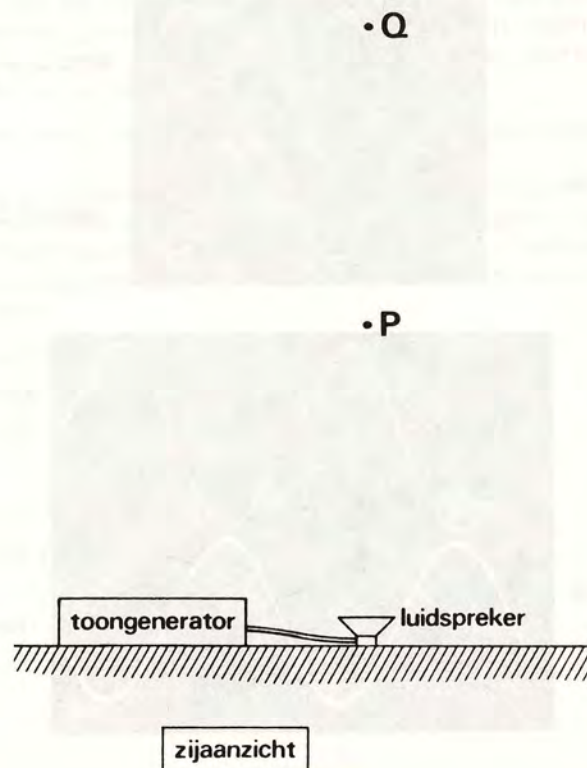


figuur 9

e. Beschrijf wat men tijdens het verschuiven van microfoon 2 op het scherm ziet.

Men legt de luidspreker op de grond met zijn opening omhoog. Deze luidspreker is zo gebouwd, dat hij als een puntvormige energiebron mag worden opgevat, die alleen naar boven energie uitstraalt; de energie wordt daarbij over alle richtingen gelijkelijk verdeeld. Een punt P bevindt zich 4,0 m van de luidspreker en een punt Q 8,0 m van de luidspreker. Zie figuur 10.

- f. 1. Bereken hoe de trillingsenergieën van  $1,0 \text{ cm}^3$  lucht in P en in Q zich verhouden.  
2. Bereken hoe de amplitudes van de trillende lucht in P en in Q zich verhouden.



figuur 10

#### 4. Transport van een ijsberg.

Landen gelegen in tropische en subtropische gebieden hebben vaak een groot tekort aan zoet water. Men heeft de mogelijkheid onderzocht om dit tekort op te heffen door ijsbergen te transporteren van de poolgebieden naar landen in de tropen en de subtropen.

Stel dat men vanaf het zuidpoolgebied een ijsberg versleept met een volume van  $3,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ . De gemiddelde dichtheid van de ijsberg is  $0,82 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

a. Bereken de massa van deze ijsberg.

De ijsberg bevindt zich op een bepaald ogenblik op  $60^\circ \text{ ZB}$  en beweegt met een constante snelheid van  $1,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  in noordwaartse richting. Om de beweging in stand te houden levert de sleepboot een constant mechanisch vermogen van  $4,2 \text{ MW}$  aan de ijsberg. Bij het beantwoorden van onderstaande vragen wordt de massa van de sleepboot, evenals de invloed van wind en zeestromingen verwaarloosd.

b. 1. Bereken de horizontale component van de coriolis-kracht op de ijsberg.

2. Teken in de figuur op het bijgevoegde antwoordblad de volgende krachten op de ijsberg: de horizontale component van de coriolis-kracht, de wrijvingskracht en de trekkracht van de sleepboot.

c. 1. Hoe groot is de arbeid die de wrijvingskracht op de ijsberg per seconde verricht? Licht het antwoord toe.

2. Bereken de grootte van de wrijvingskracht.

Aan het oppervlak van de ijsberg wordt zonnestraling geabsorbeerd. Dit oppervlak bedraagt  $5,0 \cdot 10^4 \text{ m}^2$ . Op  $60^\circ \text{ ZB}$  bedraagt deze absorptie  $100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$  gemiddeld over een etmaal. Om  $1,0 \text{ kg}$  ijs te smelten is  $0,33 \text{ MJ}$  nodig.

d. Bereken hoeveel ijs hierdoor hoogstens smelt bij een verplaatsing van  $150 \text{ km}$ .

Na verloop van tijd komt de sleepboot met de ijsberg dicht bij de evenaar. De snelheid van de berg is dan nog steeds  $1,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  en de verplaatsing nog steeds noordwaarts.

e. Beredeneer of de kracht, die de sleepboot op de ijsberg uitoefent groter is geworden, gelijk is gebleven of kleiner is geworden.

|       |
|-------|
| EINDE |
|-------|