

EXAMEN VOORBEREIDEND WETENSCHAPPELIJK ONDERWIJS IN 1980

Maandag 9 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 Besluit eind-examens 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. Met een zonnecollector kan stralingsenergie van de zon worden opgevangen en opgeslagen in de vorm van inwendige energie.

Op veel plaatsen wordt nagegaan of zonnecollectoren een bijdrage kunnen leveren tot de oplossing van het energieprobleem. Ingebouwd in de daken van de huizen zouden deze zonnecollectoren als warmtebron kunnen functioneren in de warmwatervoorziening en verwarming.

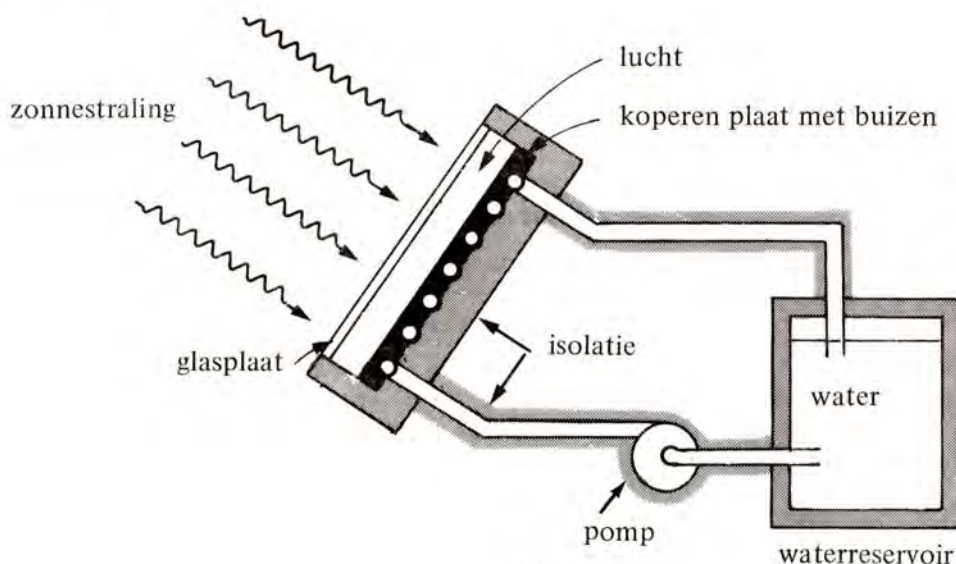


fig. 1

In figuur 1 is het zijaanzicht (de doorsnede) van een kleine zonnecollector getekend met het reservoir dat ermee verbonden is.

De collector bestaat uit een koperen plaat waarin een stelsel van buizen is aangebracht. De koperen plaat is aan de voorzijde gezwart. De plaat is omgeven door een behuizing die aan de voorkant bestaat uit een glazen plaat en voor de rest uit ander isolerend materiaal.

Het water van het reservoir wordt via de buizen voortdurend rondgepompt.

De toe- en afvoerleidingen en het waterreservoir zijn ook geïsoleerd.

Het totale volume van het water bedraagt $1,7 \text{ dm}^3$.

Allereerst plaatst men de zonnecollector in een laboratorium teneinde het thermische gedrag van de collector te kunnen bestuderen. Er valt nu geen zonnestraling op de collector. Met een dompelaar brengt men het water en de collector op 80°C .

Op het moment $t = 0 \text{ min.}$ zet men de dompelaar uit. Omdat de collector warmte aan de omgeving afstaat, daalt de temperatuur van het geheel.

De temperatuur als functie van de tijd staat in figuur 2a weergegeven.

- a. 1. Bepaal met behulp van deze grafiek de omgevingstemperatuur van de collector in het laboratorium.
2. Bepaal de temperatuurdaling per minuut van het water op het tijdstip $t = 20 \text{ min.}$
3. Bereken de hoeveelheid warmte die het water per minuut afstaat op het tijdstip $t = 20 \text{ min.}$

Eveneens is in het laboratorium opgemeten hoeveel warmte per seconde door de collector aan de omgeving wordt afgestaan (warmtestroom) als functie van het temperatuurverschil tussen collector en omgeving ($T - T_{\text{omgeving}}$).

Deze warmte is onder andere van het water afkomstig. Het resultaat van deze metingen staat in figuur 2b.

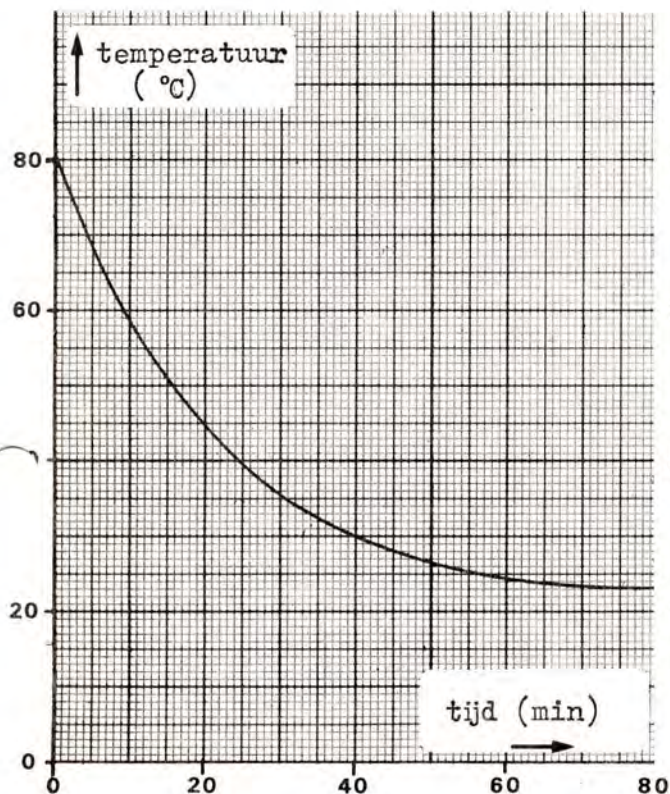


fig. 2a

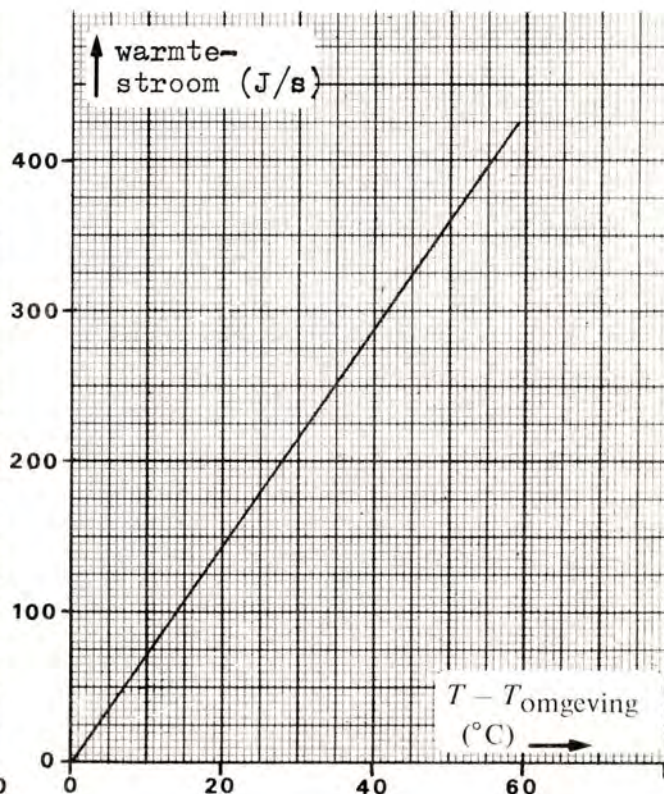


fig. 2b

Vervolgens plaatst men de zonnecollector in de zon, zodanig dat er een constante zonnestraling loodrecht op de glasplaat invalt. De temperatuur van het water blijkt te stijgen tot een zekere waarde, waarna de temperatuur constant blijft. Deze temperatuur is lager dan het kookpunt van water.

b. Leg uit waarom de temperatuur van het water aanvankelijk stijgt en na verloop van zekere tijd een constante waarde bereikt.

De zonnestraling kan bij benadering worden opgevat als straling van een zwart lichaam met een oppervlaktetemperatuur van 5500 K. Voor een zwarte straler gelden onder meer de volgende wetten:

- Verschuivingswet van Wien: $\lambda_{\text{max}} \cdot T = k_{\text{W}}$ (k_{W} = constante van Wien).
- Wet van Stefan-Boltzmann: $P = \sigma \cdot T^4$ (σ = constante van Stefan-Boltzmann).

c. Bij welke golflengte zendt de zon zijn grootste vermogen uit?



Onder de doorlatingsfactor τ van glas verstaan we de verhouding tussen het door het glas doorgelaten vermogen van de zonnestraling en het op het glas vallende vermogen van de zonnestraling.

In figuur 3 is de doorlatingsfactor τ (in % uitgedrukt) als functie van de golflengte weergegeven. Horizontaal is een logaritmische schaalverdeling genomen om een groot golflengtegebied te kunnen onderbrengen.

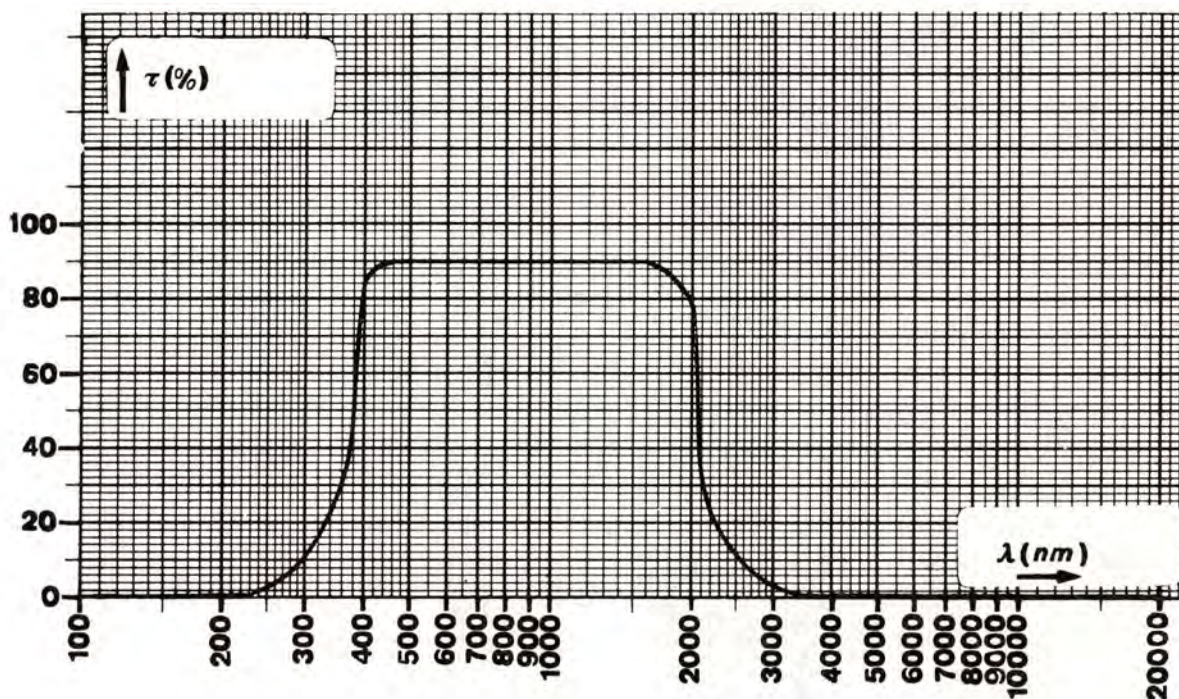


fig. 3

De straling van de zon kan wel in de collector doordringen, maar de straling die de zwarte plaat van de collector uitzendt wordt nauwelijks door het glas doorgelaten.

d. 1. Verklaar dit met behulp van figuur 3.

De voorkant van de glasplaat heeft een oppervlakte van $0,40 \text{ m}^2$. Het vermogen van de zonnestraling, dat per m^2 op de glasplaat valt, bedraagt 600 W .

De temperatuur van de omgeving bedraagt 28°C .

d. 2. Bepaal de hoogst mogelijke temperatuur die het water kan bereiken bij het genoemde vermogen van de zonnestraling.

2. Een condensator C en een ohmse weerstand R zijn in serie aangesloten op een toongenerator.
 $R = 1000 \Omega$.
 De toongenerator levert een sinusvormige wisselspanning $V(t)$.

$$V(t) = V_{\max} \cdot \sin \omega t = V_{\max} \cdot \sin 2\pi ft.$$

Bij de volgende experimenten maken we gebruik van een dubbelstraalsoscilloscoop. Dit is een oscilloscoop waaraan tegelijkertijd twee verschillende signalen kunnen worden toegevoerd via verschillende kanalen.

Op het scherm ontstaan dan twee verschillende figuren.

De uitgang van de toongenerator is aangesloten op een van de kanalen; de uiteinden van de condensator zijn aangesloten op het andere kanaal. Zie figuur 4.

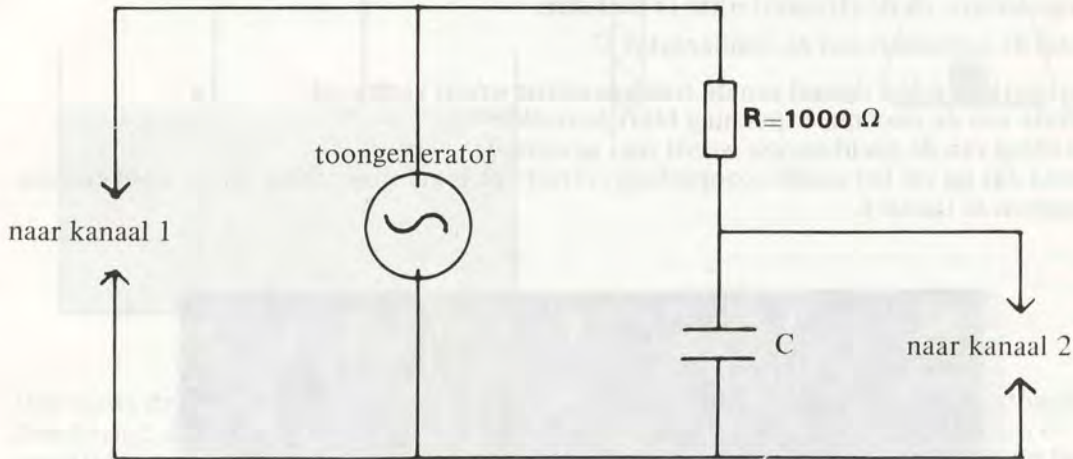


fig. 4

Het oscilloscoopbeeld is gefotografeerd en in figuur 5 op ware grootte weergegeven. De instelling van de oscilloscoop is zo dat voor elk kanaal de tijdbasis is ingesteld op $5 \cdot 10^{-6}$ s/cm en de verticale afbuiging op 1,0 V/cm.

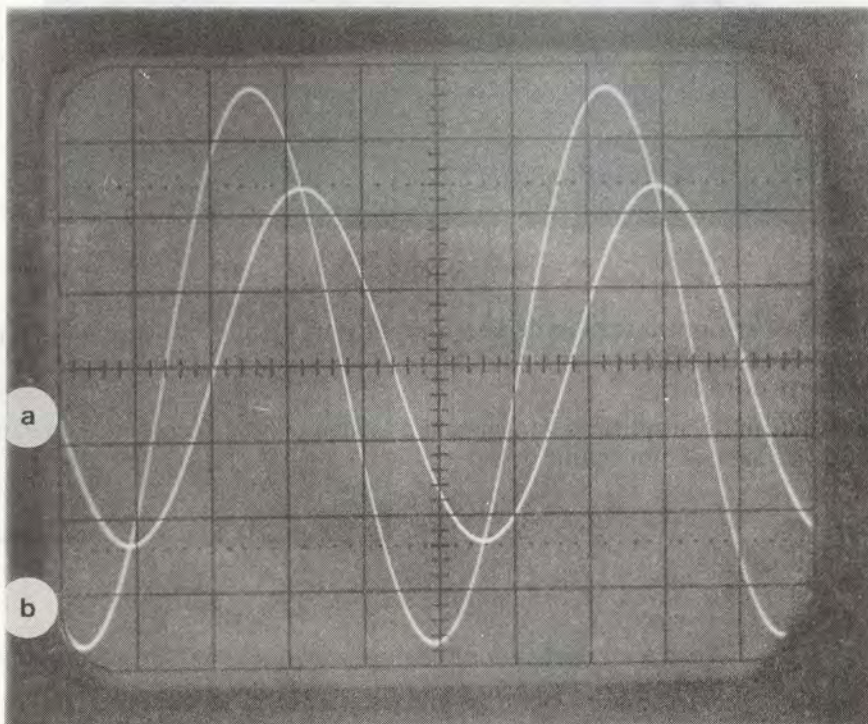


fig. 5

- a. 1. Welk signaal (a of b) in figuur 5 is afkomstig van de condensator?
Licht het antwoord toe.
2. Bepaal de effectieve spanning van de toongenerator.
3. Bepaal de frequentie van de spanning van de toongenerator.

Op een bepaald tijdstip is het potentiaalverschil over de condensator maximaal.

- b. Hoe groot is op dat tijdstip de stroomsterkte in de keten?
Licht het antwoord toe.

Op het bijgevoegd antwoordpapier is figuur 5 vergroot weergegeven.

- c. Teken op dit antwoordpapier het potentiaalverschil over de weerstand R als functie van de tijd.
- d. Bepaal met behulp van de vergrote figuur 5 het faseverschil tussen de spanning van de toongenerator en de stroomsterkte in de keten.
- e. Bepaal de capaciteit van de condensator C.

De frequentie van het signaal van de toongenerator wordt verhoogd.

De waarde van de maximale spanning blijft hetzelfde.

De instelling van de oscilloscoop wordt niet gewijzigd.

Het beeld dat nu op het oscilloscoopscherm verschijnt is gefotografeerd en op ware grootte weergegeven in figuur 6.

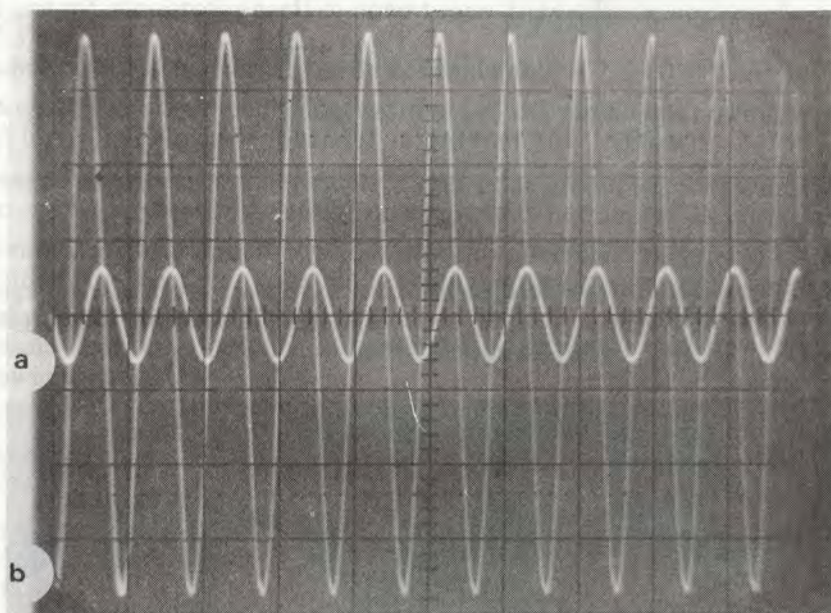


fig. 6

- f. 1. Is de maximale stroomsterkte in de keten nu groter, kleiner of gelijk aan de maximale stroomsterkte in de situatie van figuur 5?
Licht het antwoord toe.
2. Verklaar waarom de amplitudo van signaal a in figuur 6 zo veel kleiner is dan de amplitudo van signaal a in figuur 5.

3. Een rechthoekige U-vormige draadfiguur ABCD ($AB = BC = CD = 6,0 \text{ cm}$) hangt aan een gelijkarmige balans. Onder de draadfiguur bevindt zich een bakje met een zeepoplossing. De punten A en D van de draad maken n t contact met de vloeistofspiegel in het bakje. De balans is in evenwicht doordat er op het schaalte S een voorwerp geplaatst is. De armen van de balans staan horizontaal. Zie figuur 7.

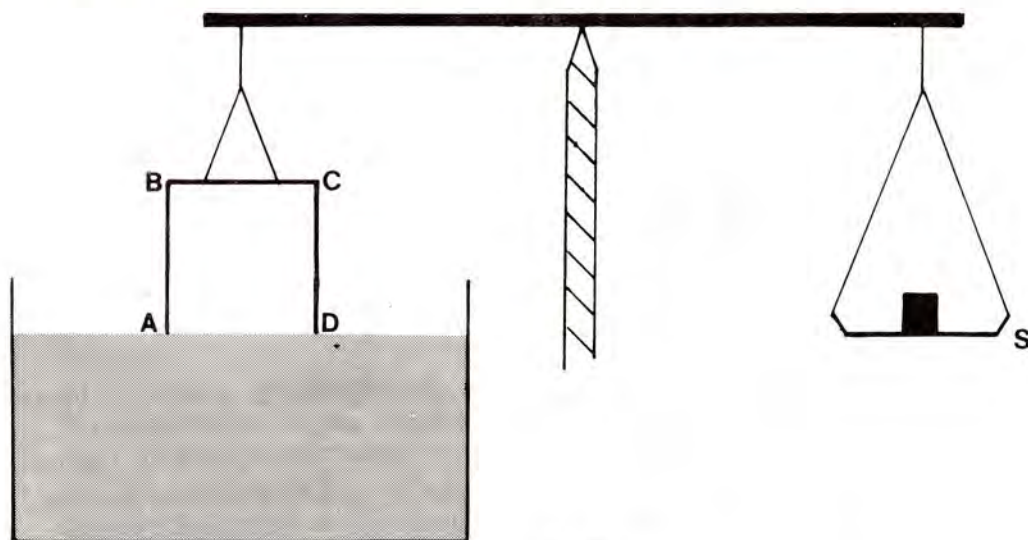


fig. 7

Men duwt de draad naar beneden tot de zijde BC in de zeepoplossing is ondergedompeld. Men brengt de balans terug in de oorspronkelijke stand. Er bevindt zich nu binnen de draadfiguur een dun zeepvlies. Om de balans in evenwicht te brengen moet men op het schaalte S een voorwerp bijplaatsen met een massa $0,30 \text{ gram}$. Zie figuur 8.

De gemiddelde dikte van het zeepvlies bedraagt $1,00 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$; de dichtheid van de zeepoplossing bedraagt $1,00 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

Bij deze opgave moeten opwaartse krachten op ondergedompelde delen worden verwaarloosd.

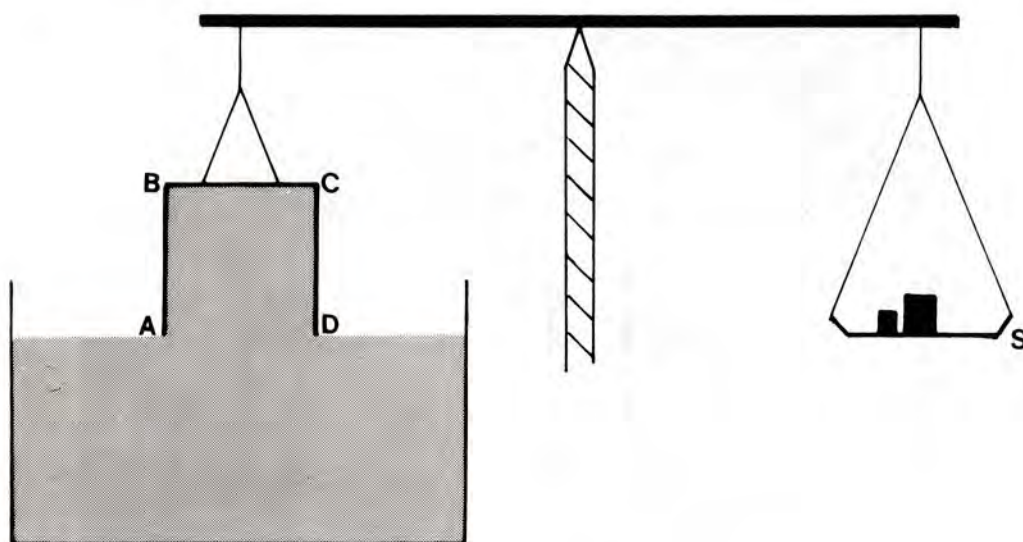


fig. 8

- a. Bereken de massa van het zeepvlies binnen de draadfiguur ABCD.

Indien de massa, gevraagd bij a juist berekend is, blijkt deze beduidend minder te zijn dan $0,30 \text{ gram}$. Er wordt dus door het zeepvlies nog een kracht op ABCD naar beneden uitgeoefend.

- b. Bereken de grootte van deze kracht die het zeepvlies op de draadfiguur uitoefent.

Een molecuul M_1 dat zich in de vloeistof bevindt, ondervindt van alle kanten aantrekkende krachten van de omgevende molekulen. Zie figuur 9.

De resulterende kracht is nul.

Een molecuul M_2 op zeer kleine afstand van het oppervlak van de vloeistof ondervindt wel een resulterende kracht ten gevolge van de aantrekkingskracht van de buren. Deze resulterende kracht is de vloeistof in gericht.

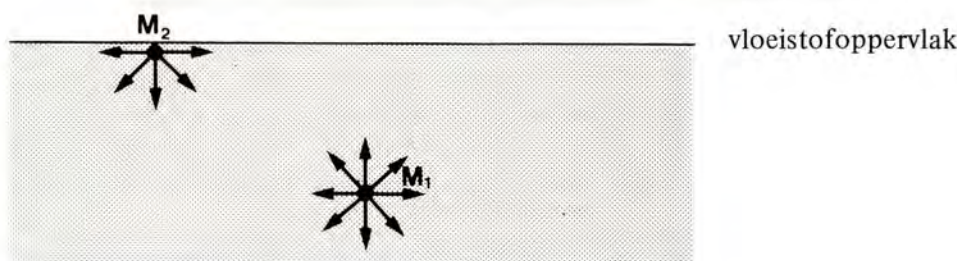


fig. 9

Om een molecuul van binnen de vloeistof naar het oppervlak van de vloeistof te brengen moet arbeid verricht worden. Dit betekent dat molekulen aan het oppervlak van de vloeistof een grotere potentiële energie hebben dan molekulen in de vloeistof.

Om het oppervlak van een vloeistof te vergroten moet er dus arbeid verricht worden. De energie per m^2 vloeistofoppervlak noemt men de *specifieke oppervlakte-energie* σ (eenheid J/m^2).

De specifieke oppervlakte-energie van de zeepoplossing is $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ J}/\text{m}^2$.

c. Bereken de arbeid die verricht moet worden om BC van de ondergedompelde toestand tot h cm boven het vloeistofoppervlak te brengen. ($h < 6,0 \text{ cm}$).

Omdat er bij de vergroting van het vloeistofoppervlak arbeid verricht wordt is de potentiële energie van een hoeveelheid vloeistof groter naarmate het oppervlak groter is.

Een systeem in de natuur streeft er altijd naar zijn potentiële energie zo klein mogelijk te laten worden. Dat betekent voor een zeepbel dat deze probeert zich samen te trekken.

Als een gesloten zeepbel zich samentrekt wordt de druk in de bel groter.

Bij een bepaald drukverschil tussen de lucht binnen de bel en de lucht buiten de bel ontstaat er een evenwicht.

Voor deze overdruk binnen de bel geldt:

$$\Delta p = \frac{4\sigma}{R} \text{ waarin } R \text{ de straal van de bel is.}$$

Iemand die een zeepbel probeert te blazen vanuit een dun pijpje moet deze overdruk leveren met zijn longen.

In figuur 10 zijn een aantal schetsjes getekend van verschillende fasen bij het bellenblazen.

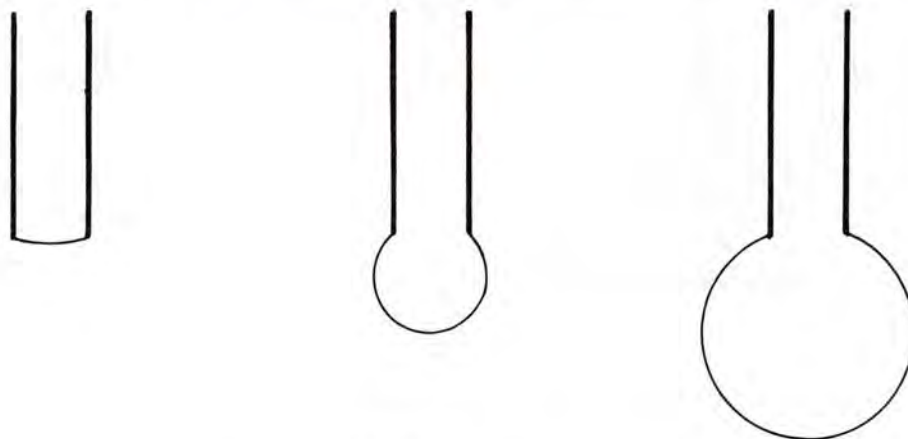


fig. 10

d. Teken de situatie op het moment dat de grootste druk geleverd moet worden tijdens het bellenblazen.

Licht het antwoord toe.

Iemand heeft twee zeepbellen geblazen, uit dezelfde zeepoplossing, aan de uiteinden van een buisje. Zie figuur 11.

De kranen K , K_1 en K_2 zijn gesloten.

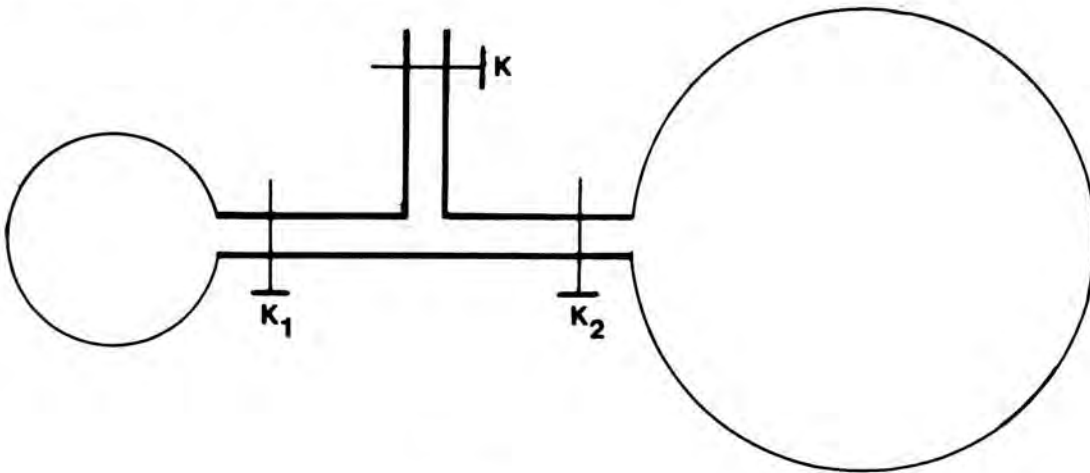


fig. 11

e. Is de druk in de linker bel groter, kleiner of gelijk aan de druk in de rechter bel?

Licht het antwoord toe.

Men opent de kranen K_1 en K_2 .

f. Schets de situatie die nu ontstaat. Licht het antwoord toe.

g. Is het totale zeepvliesoppervlak groter geworden, kleiner geworden of gelijk gebleven?

Licht het antwoord toe.



4. Het ene uiteinde van een schroefveer is aan een vast punt bevestigd.
Naast de veer bevindt zich een liniaal met millimeter-verdeling.

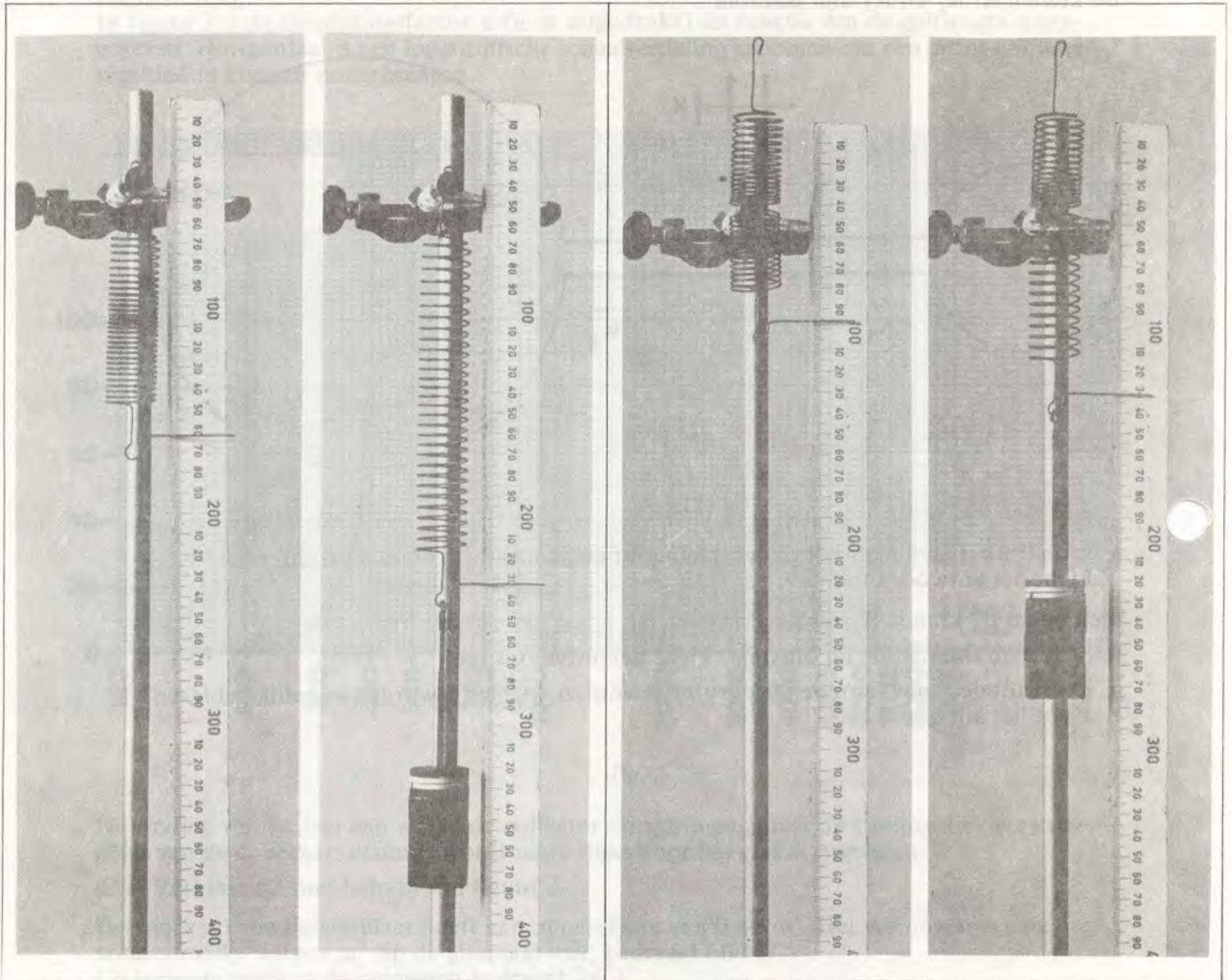


fig. 12a

fig. 12b

fig. 13a

fig. 13b

Figuur 12a toont de situatie waarbij de veer onbelast is, figuur 12b toont de situatie waarbij aan de veer een voorwerp met een massa van 200 g is bevestigd.

a. Bepaal de veerconstante C van de veer.

Men zet nu het midden van deze veer vast. Figuur 13a toont de onbelaste halve veer en figuur 13b toont de belaste halve veer, waarbij de massa van het voorwerp weer 200 g is.

b. Bepaal de veerconstante van de halve veer.

c. Indien men de oorspronkelijke veer in drie gelijke delen knipt, hoe groot is dan de veerconstante van elk deel?

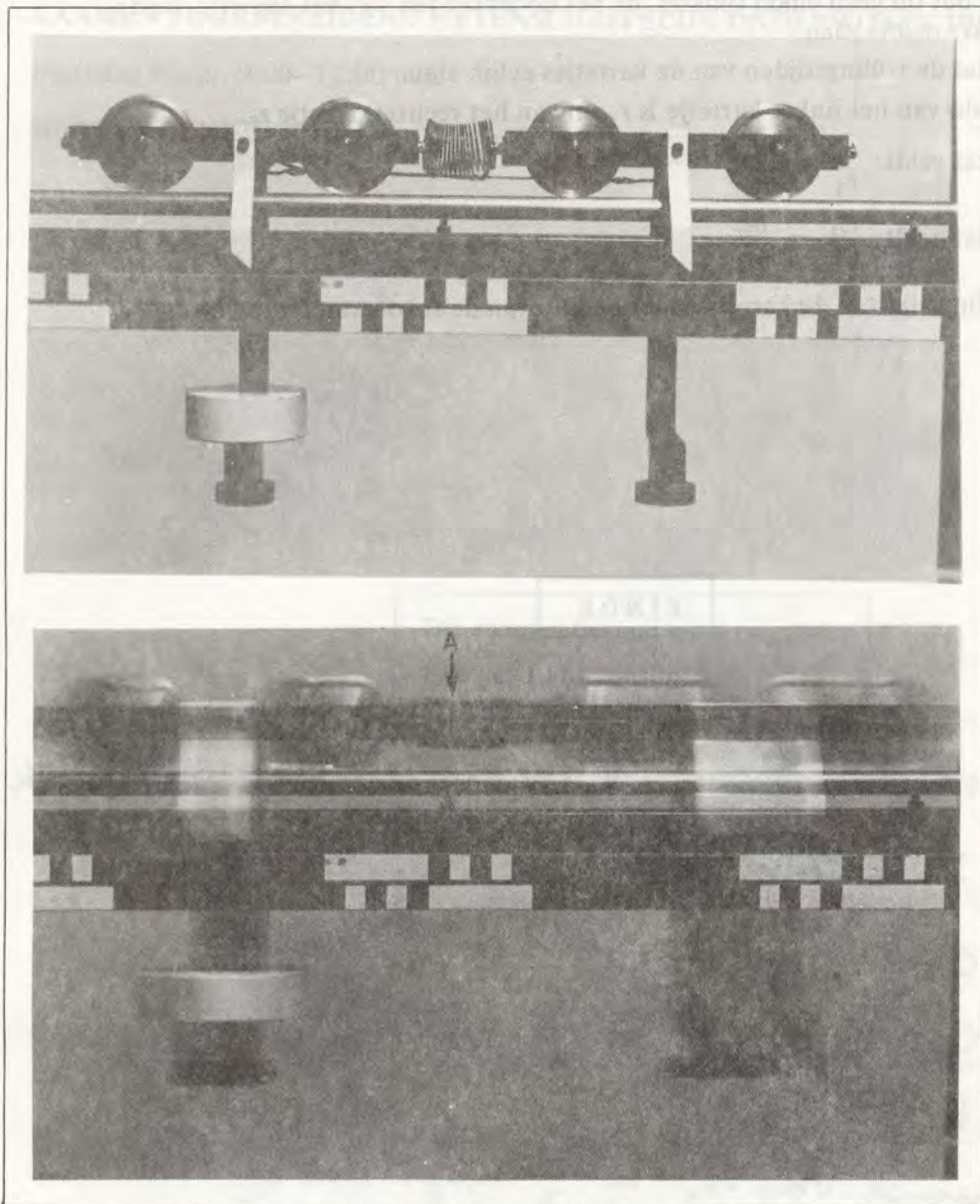


fig. 14a

fig. 14b

Men neemt nu een andere veer waarvan de veerconstante 40 N/m bedraagt. Men verbindt twee karretjes door deze veer. Het geheel wordt op een horizontale rail geplaatst.

Het linker (verzwaarde) karretje heeft een massa m_1 en het rechter karretje een massa m_2 . $m_1 + m_2 = 1500$ g.

De karretjes worden naar elkaar toegedrukt zodat de veer wordt ingedrukt. Deze toestand blijft gehandhaafd door de karretjes met een touwtje aan elkaar te verbinden. Het geheel is in rust. Zie figuur 14a.

Het touwtje tussen de karretjes wordt doorgebrand. Het blijkt dat de karretjes dan harmonisch gaan trillen. Dit trillend systeem is gefotografeerd, zie figuur 14b; hierbij was de belichtingstijd groter dan de trillingstijd van het systeem.

Het blijkt dat één punt van de veer in rust blijft. Dat punt noemen we A.

De veer bestaat als het ware uit twee delen:

- een gedeelte links van A met veerconstante C_1 ;
- een gedeelte rechts van A met veerconstante C_2 .

- d. 1. Beredeneer dat op geen enkel tijdstip, na het doorbranden van het touwtje, beide karretjes naar rechts gaan.
 2. Toon aan dat de trillingstijden van de karretjes gelijk zijn.
 3. De amplitudo van het linker karretje is r_1 en van het rechterkarretje r_2 .

Toon aan dat geldt: $\frac{r_2}{r_1} = \frac{m_1}{m_2}$.

4. Toon aan dat geldt: $\frac{C_1}{C_2} = \frac{m_1}{m_2}$.

- e. Bepaal de trillingstijd van de karretjes met behulp van de foto's van figuur 14.

