

EXAMEN HOGER ALGEMEEN VOORTGEZET ONDERWIJS IN 1982

Vrijdag 7 mei, 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 Eindexamenbesluit 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. STROOMBALANS.

Een rechthoekig draadraam ABCD is gemaakt van overal even dik koperdraad dat een doorsnede heeft van $1,0 \text{ mm}^2$. Zie figuur 1. PE en FQ zijn twee koperen asjes met verwaarloosbare weerstand.

$AE = DF = 6,0 \text{ cm}$; $BE = CF = 10,0 \text{ cm}$; $AD = BC = 20,0 \text{ cm}$.

a. Bereken de weerstandswaarde van het draadstuk EADF.

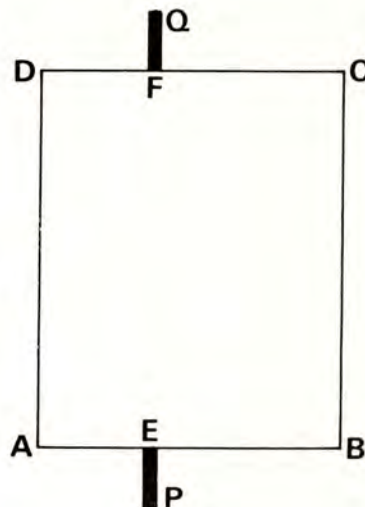
We verbinden P en Q rechtstreeks met de polen van een gelijkspanningsbron; P met de + pool, Q met de - pool. Door PE gaat dan een stroom lopen van $0,72 \text{ A}$.

b. 1. Toon aan dat de stroomsterkte in het draadstuk AD $0,40 \text{ A}$ bedraagt.

2. Bereken de waarde van de weerstand die het draadraam tussen P en Q vormt.

De draadstukken AD en BC oefenen een kracht op elkaar uit.

c. Beredeneer of AD door BC wordt aangetrokken of afgestoten. Gebruik daartoe een tekening waarin de stroomrichtingen, enkele veldlijnen en de richting van de kracht op AD duidelijk zijn aangegeven.



figuur 1

We nemen de verbindingen van P en Q met de spanningsbron weg. Het rechthoekige draadraam wordt vervolgens op geleidende steunen S_1 en S_2 geplaatst. Zie figuur 2. Het draadraam kan nu draaien om de horizontale as PQ. Wrijvingskrachten moeten worden verwaarloosd. Het draadraam blijkt, in de in figuur 2 getekende stand, niet in evenwicht te zijn.

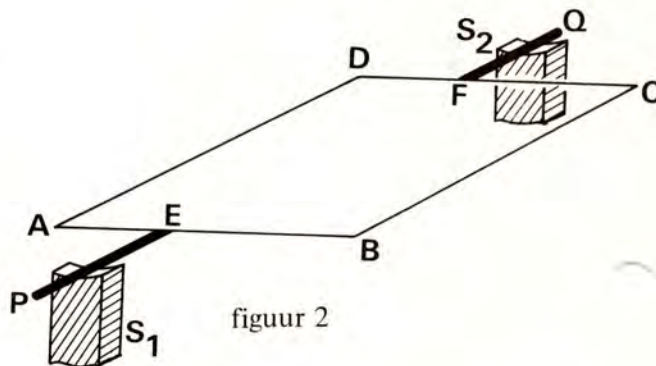
Om het draadraam in deze stand wél in evenwicht te laten zijn hangen we een voorwerpje in het midden van het draadstuk AD.

Het koperdraad, waarvan het draadraam gemaakt is, heeft per centimeter een massa van 89 mg .

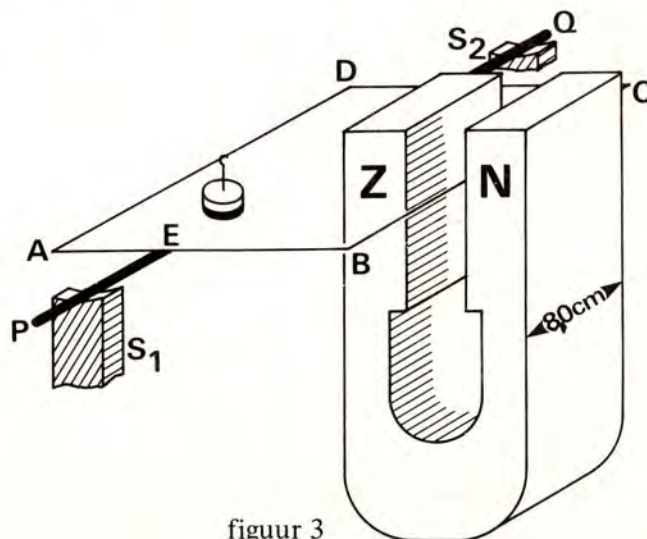
d. 1. Bereken de massa's van de draadstukken AB en AD.

2. Bereken de massa van het voorwerpje.

Nadat we het draadraam op deze wijze in evenwicht hebben gebracht, plaatsen we een hoefmagneet zodanig, dat het draadstuk BC zich gedeeltelijk in het magneetveld bevindt. Zie figuur 3.



figuur 2



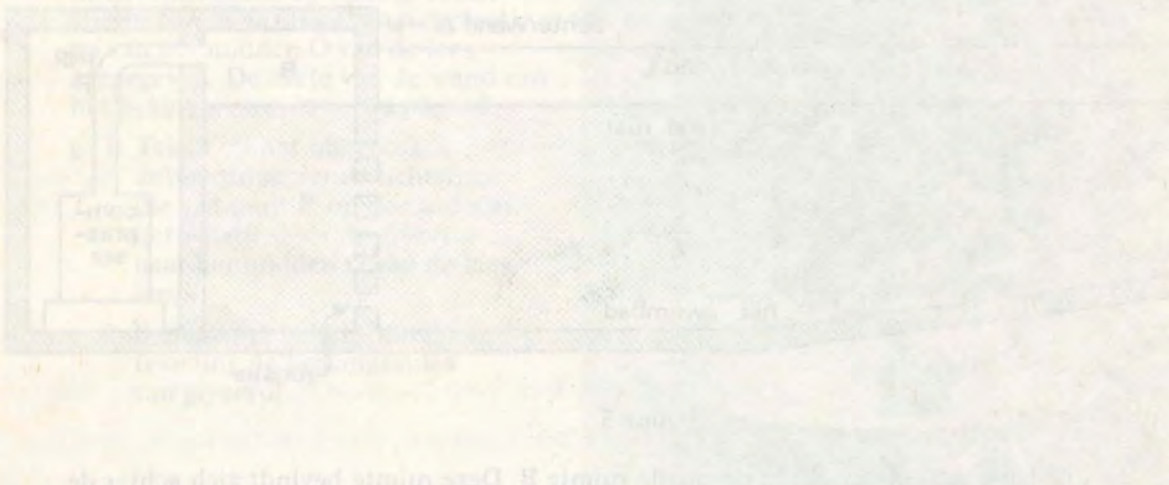
figuur 3

De magneet is 8,0 cm breed en levert een magnetisch veld dat een sterkte heeft van 0,40 T. Voor het magnetische veld waarin BC zich bevindt moet het volgende worden aangenomen:

1. Het veld wordt uitsluitend veroorzaakt door de hoefmagneet.
2. Het veld beperkt zich tot het gebied tussen de poolschoenen.
3. Het veld is homogeen.

De gelijkspanningsbron wordt weer aangesloten, nu via de steunen S_1 en S_2 . S_1 met de + pool, S_2 met de - pool. Door PE gaat weer een stroom lopen van 0,72 A.

- e. 1. Beredeneer, aan de hand van een duidelijke tekening, in welke richting het draadstuk BC zal gaan bewegen.
2. Bereken de grootte van de kracht die verantwoordelijk is voor het in beweging komen van het draadraam.



2. GOLFSLAGBAD.

In sommige zwembaden kan in het wateroppervlak een heftige golfbeweging worden opgewekt. Zo'n zwembad heet een golfslagbad. De foto van figuur 4 geeft een overzicht van zo'n overdekt golfslagbad.

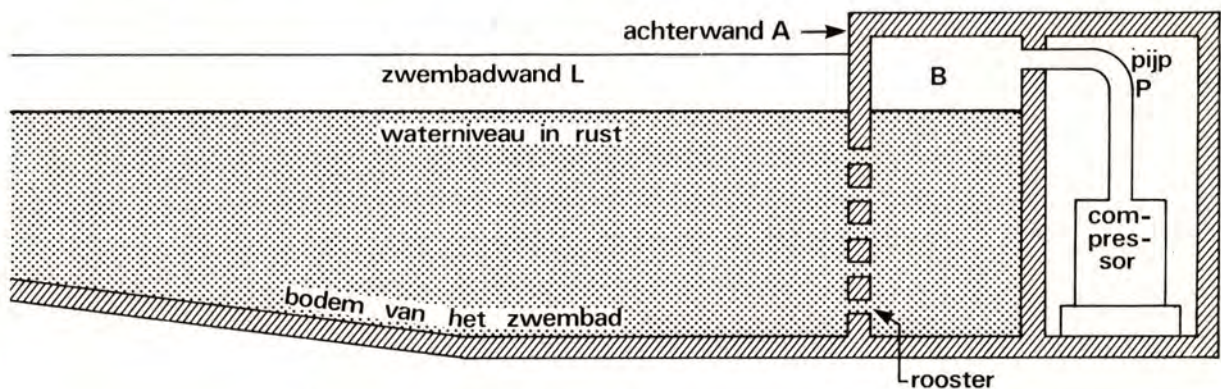
Zijde A is de achterkant van het bad.

Zijde L is een zijkant in de lengterichting van het bad.



figuur 4

In figuur 5 is een doorsnede in de lengterichting getekend (schaal 1 : 100) van een gedeelte van het zwembad met het aandrijfmechanisme waarmee de golfslag wordt opgewekt. A is weer de achterwand van het bad. Het waterniveau is in de ruststand getekend.



figuur 5

De golfslag wordt opgewekt in de smalle ruimte B. Deze ruimte bevindt zich achter de wand A, in de hoek met de zijwand L. De plaats van B is in figuur 4 aangegeven door middel van stippelijntjes in de achterwand.

Met een compressor wordt periodiek lucht in de ruimte B geperst via pijp P.

Zie figuur 5. Hierdoor ontstaat een overdruk in B, waardoor het wateroppervlak in B naar beneden gaat.

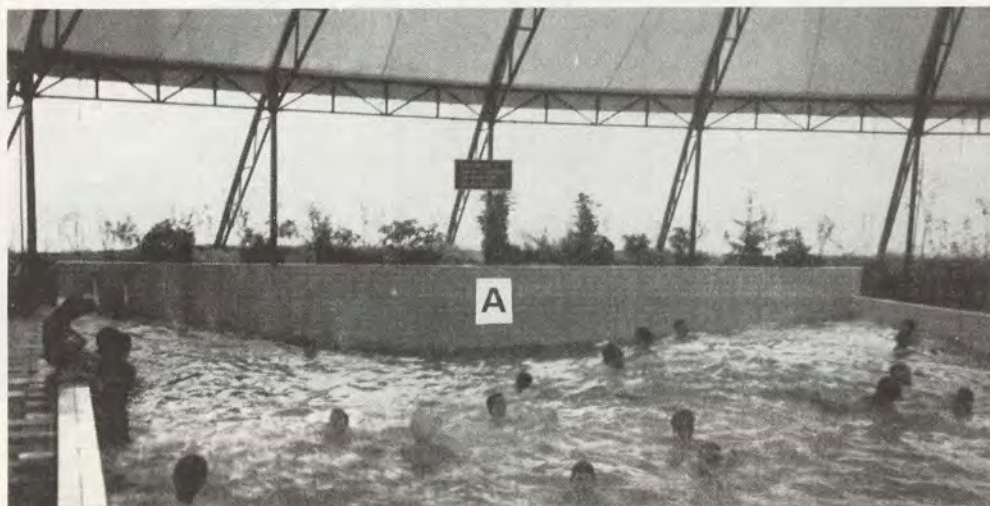
- a. Bereken met behulp van figuur 5 dat het wateroppervlak in B, vanuit de ruststand, maximaal 50 cm naar beneden zou kunnen worden gedrukt.

Men zorgt ervoor dat deze laagste stand niet wordt bereikt door reeds eerder de extra druk boven de waterspiegel in B weg te nemen. Dit gebeurt door middel van het openen van een klep. Het wateroppervlak in B gaat dan weer omhoog bewegen. De op en neer gaande hoeveelheid water in B moet worden beschouwd als trillingsbron. Hierdoor wordt het water in de rest van het zwembad in trilling gebracht. De trillingsbron trilt harmonisch. Voor de trillingstijd is gemeten 2,4 seconde.

We letten eerst speciaal op de golfbeweging die ontstaat vlak langs de achterwand A. De foto's van figuur 6 en figuur 7 geven een overzicht van het golfpatroon dat in het wateroppervlak is ontstaan. De foto van figuur 7 is genomen 1,2 s ná het tijdstip waarop de foto van figuur 6 is genomen.



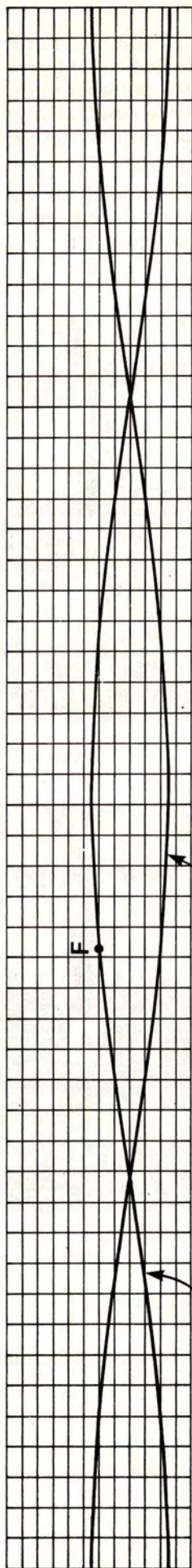
figuur 6



figuur 7

Gegeven is dat alle waterdeeltjes die meedoen aan de golfbeweging langs achterwand A zich in een uiterste stand bevinden, zowel in figuur 6 als in figuur 7.

b. Wat voor soort (transversale) golfbeweging is ontstaan langs de achterwand?



golfvorm II
(bij fig. 7)

golfvorm I
(bij fig. 6)

figuur 8

Het bad is betegeld met tegeltjes die 25 cm lang en 12,5 cm hoog zijn (afmetingen inclusief voeg). In figuur 8 is de betegelde achterwand getekend. De golfvorm van het wateroppervlak vlak langs achterwand A uit de foto van figuur 6 is ingetekend als lijn I. De golfvorm uit de foto van figuur 7 als lijn II.

Op het bijgevoegde antwoordpapier is figuur 8 nogmaals weergegeven.

- c. Geef in de figuur op het antwoordpapier de plaatsen aan, waar een zwemmer zich in het water langs achterwand A moet bevinden, om zo weinig mogelijk te merken van de golfbeweging in het wateroppervlak.
Licht het antwoord toe.

Een zwemster laat zich meebewegen met de (harmonische) trilling in het wateroppervlak. Op het tijdstip dat het wateroppervlak de vorm heeft van lijn I, bevindt zij zich in F. Zie figuur 8.

- d. Bepaal met behulp van figuur 8 de amplitudo van de trilling die het bewegende wateroppervlak de zwemster laat uitvoeren.
e. Bereken de positie van de zwemster 0,80 s nadat het wateroppervlak langs achterwand A de vorm van lijn I aannam.
f. Bepaal met behulp van figuur 8 de golfsnelheid van de golven langs achterwand A.

Het opwekken van golven heeft ook tot gevolg dat er in de lengterichting van het bad een golf loopt langs de zijwand L. Zie figuur 9.



figuur 9

- g. Welke waarde voor de golfsnelheid wordt uit figuur 9 bepaald, gebruik makend van de positie van de golftoppen?

Uit de antwoorden op de vragen f en g blijkt dat de zo gevonden golfsnelheden langs achterwand A en zijwand L verschillen.

- h. Waardoor ontstaat dit verschil?

3. VALLEND KOGELTJE.

Deze opgave bestaat uit twee gedeelten, I en II, die onafhankelijk van elkaar zijn op te lossen.

I Een stalen kogeltje hangt aan een elektromagneet. Het hangt recht boven een cilinderglas waarin zich glycerol bevindt. Zie figuur 10. (Deze figuur is niet op schaal getekend.)

a. Beredeneer aan de hand van figuur 10 of de onderkant van de elektromagneet een magnetische noord- of zuidpool is.

De stroom door de spoel van de elektromagneet wordt verbroken, zodat het kogeltje valt. De valbeweging wordt onderzocht door de tijd te meten die verloopt tijdens het afleggen van de afstand AX . Dit gebeurt als volgt:

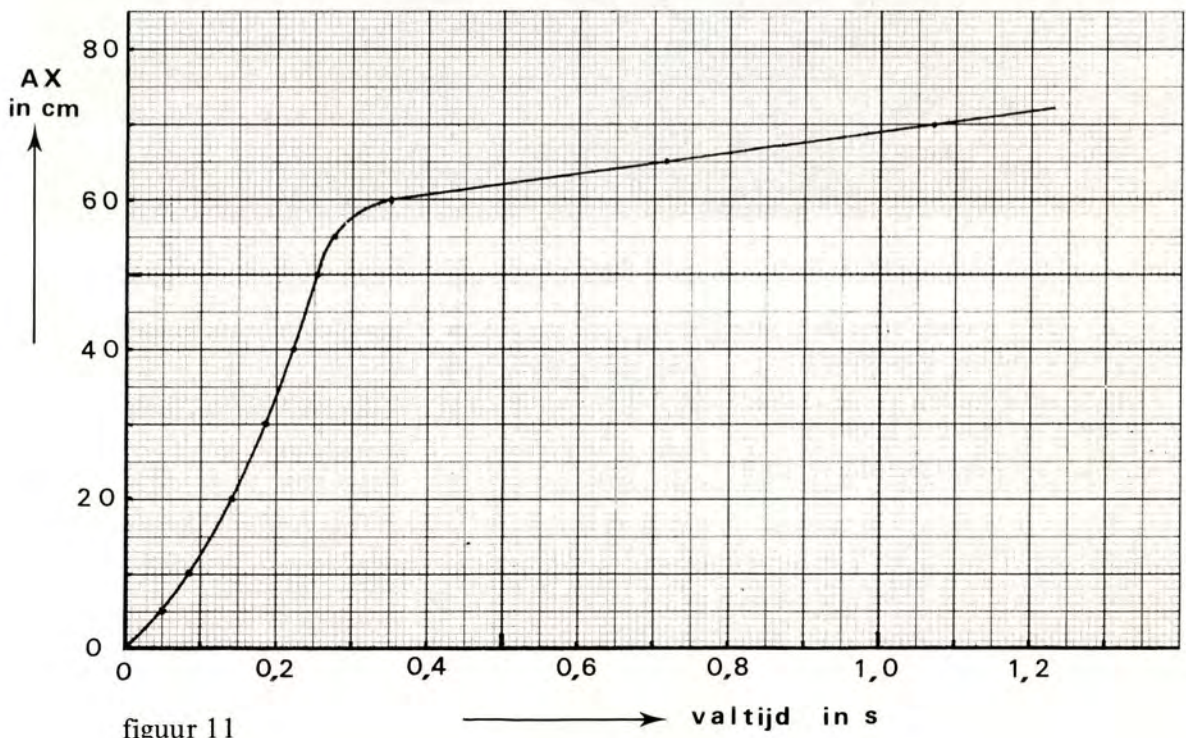
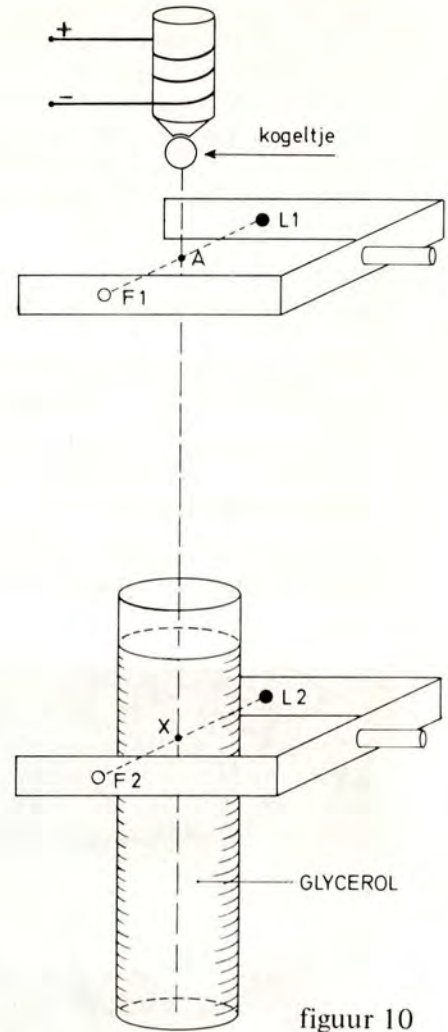
Op het moment dat het kogeltje punt A passeert, onderbreekt het een lichtstraal tussen lampje L_1 en fotocel F_1 . Hierdoor start een klok ($t = 0$). De klok stopt weer bij het onderbreken van de lichtstraal tussen L_2 en F_2 .

De aldus gemeten tijd noemen we de valtijd tussen A en X.

De plaats van A verandert gedurende het experiment niet. Door de houder met L_2 en F_2 verticaal te verplaatsen kan de afstand AX worden gevarieerd.

In figuur 11 is de afstand AX uitgezet tegen de bijbehorende valtijd.

b. Bepaal met behulp van figuur 11 de grootte van de snelheid van het kogeltje 65 cm onder punt A.



De beweging van het kogeltje in de glycerol wordt bepaald door de zwaartekracht, de opwaartse kracht die het kogeltje in de glycerol ondervindt en de wrijvingskracht.

- c. Leg uit welk verband er tussen de waarden van deze krachten op het kogeltje bestaat, bij het passeren van het punt dat 65 cm onder A ligt.
- d. Bepaal met behulp van figuur 11 de afstand tussen punt A en het vloeistofoppervlak.
- e. Bepaal met behulp van figuur 11 de grootte van de snelheid van het kogeltje op het moment dat het punt A passeert.

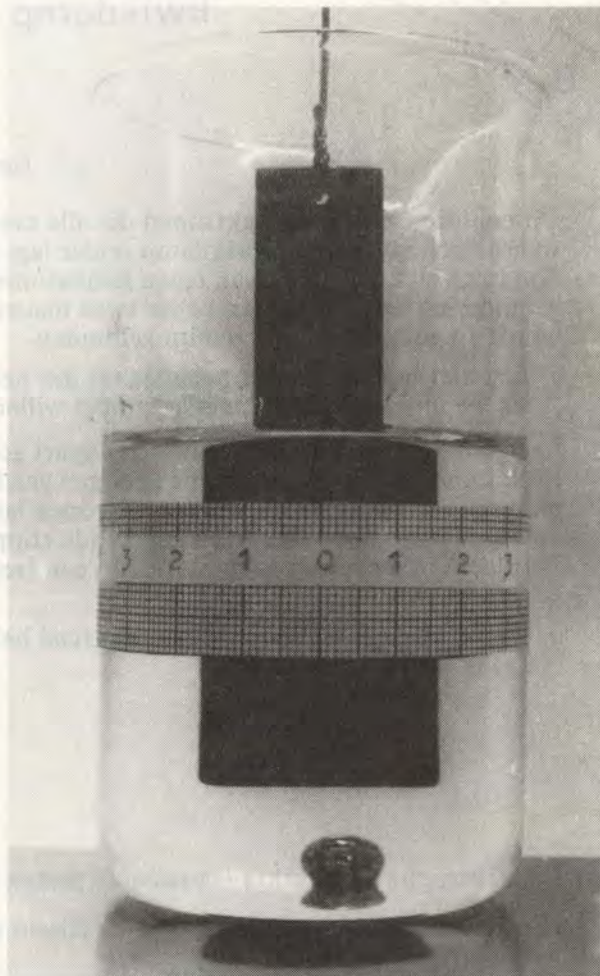
We veronderstellen dat de beweging van het kogeltje tot het glyceroloppervlak uitsluitend bepaald wordt door de zwaartekracht.

Punt A ligt op enige afstand van de onderkant van de elektromagneet.

- f. Bepaal de verplaatsing van het kogeltje tussen het tijdstip dat het wordt losgelaten door de elektromagneet en het tijdstip dat de klok wordt ingeschakeld.

II Als het kogeltje zich in de glycerol in het cilinderglas bevindt, lijkt het vervormd. Om de optredende breking te onderzoeken, plaatsen we een rechthoekig plaatje gedeeltelijk in een bekerglas met glycerol. Vlak onder het vloeistofoppervlak is op het glas een strookje mm-papier geplakt. Van deze situatie is een foto gemaakt. Zie figuur 12. Op de bodem van het bekerglas is een kogeltje te zien. Het midden O van de lens van het foto toestel bevindt zich op dezelfde hoogte als de bovenkant van het mm-papier. Op het bijgevoegde antwoordpapier staat een tekening in bovenaanzicht op ware grootte. Hierin zijn de posities van het plaatje en van het midden O van de lens aangegeven. De dikte van de wand van het bekerglas wordt verwaarloosd.

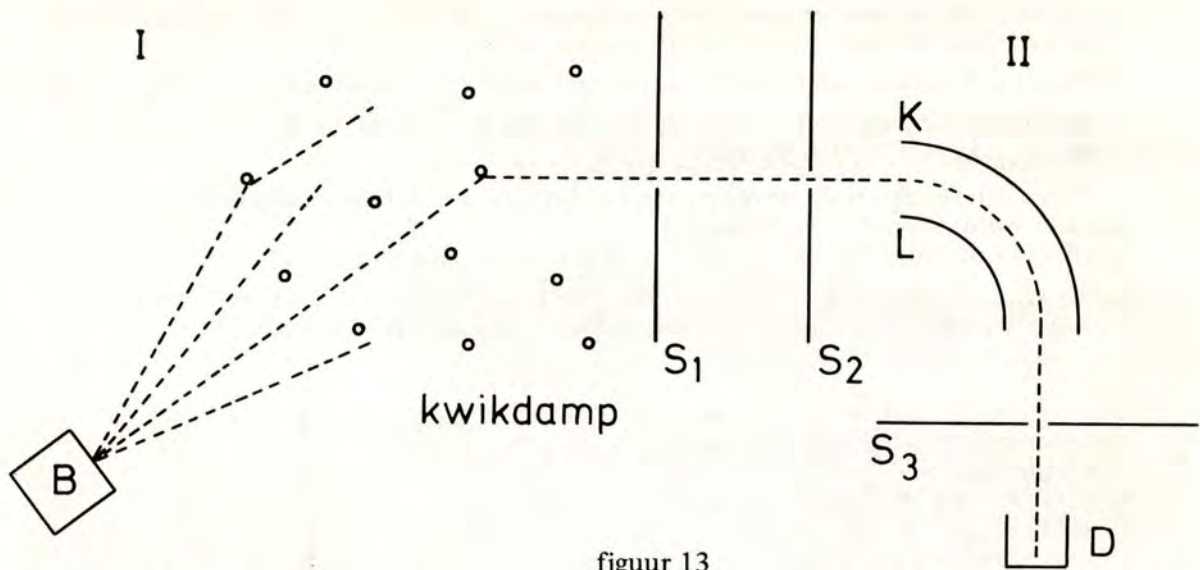
- g. 1. Teken op het bijgevoegde antwoordpapier de lichtstraal die van punt R op de rand van het plaatje dóór de glycerol naar het midden O van de lens loopt.
2. Bepaal met behulp van deze tekening de brekingsindex van glycerol.



figuur 12



4. VERSTROOIING VAN ELEKTRONEN.



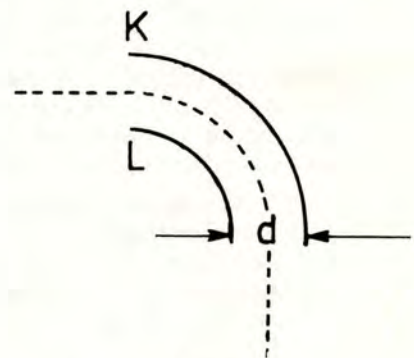
figuur 13

Uit een bron B komen elektronen die alle evenveel energie hebben. Ze komen in ruimte I, waarin zich uitsluitend kwikdamp onder lage druk bevindt. Zie figuur 13. Sommige elektronen botsen tegen kwikatomen. Wanneer ze hierbij een geschikte richtingsverandering krijgen, komen ze via twee nauwe spleten S_1 en S_2 in ruimte II. Deze ruimte wordt zo goed mogelijk vacuüm gehouden.

- a. Leg met behulp van een schetsje uit dat het nodig is minstens *twee* spleten te gebruiken, als we in ruimte II een *smalle* bundel willen krijgen.

In figuur 14 is een deel van ruimte II apart getekend. K en L zijn twee cilindervormig gebogen geleidende platen. Hiertussen willen we de elektronen laten bewegen langs de in figuur 14 getekende stippellijn. De platen zijn daarom aangesloten op een (regelbare) spanningsbron.

- b. Welke plaat moet de hoogste potentiaal hebben?
Licht het antwoord toe.



figuur 14

De elektrische veldsterkte E tussen de platen K en L op de plaats van de stippellijn is te berekenen met de formule: $E = \frac{\Delta V}{d}$. Hierin is ΔV het potentiaalverschil tussen de platen en d de afstand tussen de platen.

Elektronen met een bepaalde kinetische energie ϵ_k voeren langs de stippellijn tussen K en L een eenparige cirkelbeweging uit.

- c. 1. Noem de kracht die hier optreedt als centripetale kracht.

Voor de kinetische energie ϵ_k van de elektronen geldt:

$$\epsilon_k = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta V \cdot e \cdot R}{d}$$

Hierin is: R de straal van de (kwart-)cirkel, die de elektronen beschrijven,
 e het elementaire ladingsquantum.

- c. 2. Leid deze formule af.

In de opstelling is: $d = 2,00$ cm en $R = 10,0$ cm.
 We stellen de spanning ΔV in op $20,00$ V.

c. 3. Toon aan dat de kinetische energie ϵ_k van de elektronen die nu langs de stippellijn bewegen 50 eV bedraagt.

De elektronen die uit bron B (zie figuur 13) komen, hebben allemaal een energie van $50,00$ eV. De botsingen van deze elektronen tegen de kwikatomen in ruimte I kunnen we onderscheiden in:

- 1^e Elastische botsingen. Hierbij veranderen de elektronen wel van richting, maar ze behouden vrijwel hun gehele kinetische energie.
- 2^e Niet-elastische botsingen. Hierbij veranderen de elektronen niet alleen van richting, maar ze dragen ook energie over aan de kwikatomen.

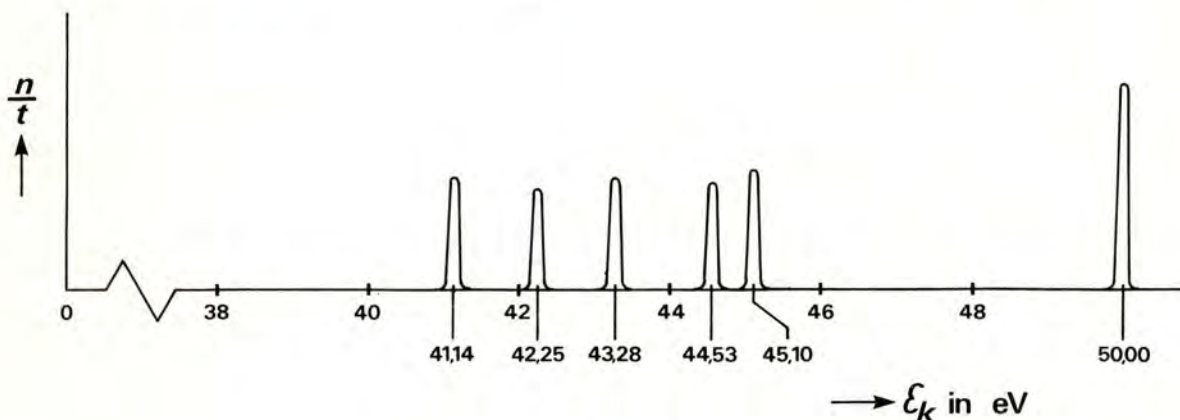
Om te zien hoeveel energie de elektronen bij een niet-elastische botsing aan de kwikatomen overdragen, veranderen we nu geleidelijk de spanning tussen K en L. We vangen de elektronen die bij de ingestelde spanning langs de stippellijn bewegen via een derde spleet S_3 op in een detector D. Zie figuur 13.

Het aantal elektronen dat, bij verschillende spanningen, per seconde D bereikt wordt geregistreerd.

Van de meetresultaten wordt een diagram gemaakt. Zie figuur 15.

Het aantal door D per seconde getelde elektronen $\frac{n}{t}$ is langs de verticale as uitgezet;

de (met behulp van de formule van vraag c berekende) kinetische energie ϵ_k van de opgevangen elektronen is langs de horizontale as uitgezet.



figuur 15

Volgens de atoomtheorie van Bohr kunnen kwikatomen slechts bestaan in zeer bepaalde energietoestanden.

- d. Leg uit dat het resultaat van het boven beschreven experiment (zie figuur 15) een ondersteuning is van deze theorie.
- e. Teken het energieniveauschema van kwik, zoals het uit dit experiment kan worden afgeleid.

De kwikdamp geeft licht. Eén van de lijnen in het lijnenspectrum is geel en heeft een golflengte van 579 nm.

- f. 1. Bereken de energie van een foton van dit gele licht.
2. Geef in het schema van vraag e met een pijl aan, hoe het uitzenden van dit gele licht tot stand komt. Licht het antwoord toe.

EINDE