

EXAMEN VOORBEREIDEND WETENSCHAPPELIJK ONDERWIJS IN 1982

Vrijdag 7 mei, 9.00–12.00 uur

NATUURKUNDE



Dit examen bestaat uit 4 opgaven

Bijlagen: 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. RÖNTGENSTRALING.

Röntgenstraling kan met behulp van een zogenaamde „Coolidge-buis” worden opgewekt. Dit is een hoogvacuüm glazen buis waarin zich een massieve metalen anode en een kathode bevinden. De kathode wordt verhit met behulp van een gloeidraad. Tussen anode en kathode is een potentiaalverschil aangelegd. Zie figuur 1. Aan de anode ontstaat röntgenstraling. Bij een potentiaalverschil tussen anode en kathode van 30 kV bedraagt de stroomsterkte in een bepaalde buis $75 \mu\text{A}$.

- a. Bereken het aan de anode toegevoerde vermogen.

Het potentiaalverschil tussen anode en kathode laat men nu aangroeien van 30 kV tot 40 kV. De stroomsterkte blijkt hierbij niet te veranderen.

- b. Verklaar dit.

Het potentiaalverschil tussen anode en kathode blijft op 40 kV ingesteld. Het spectrum van de opgewekte röntgenstraling bestaat uit een continu gedeelte met daarin een paar sterke lijnen. Dit zijn de K-lijnen.

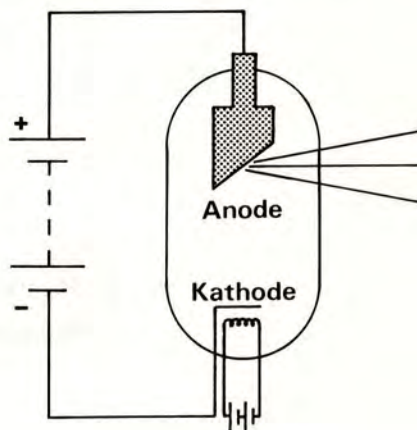
- c. Verklaar het ontstaan van de K-lijnen.

In de gebruikte Coolidge-buis is de anode van koper vervaardigd. In figuur 2 is het vereenvoudigde energieschema van de elektronen in een koperatoom getekend.

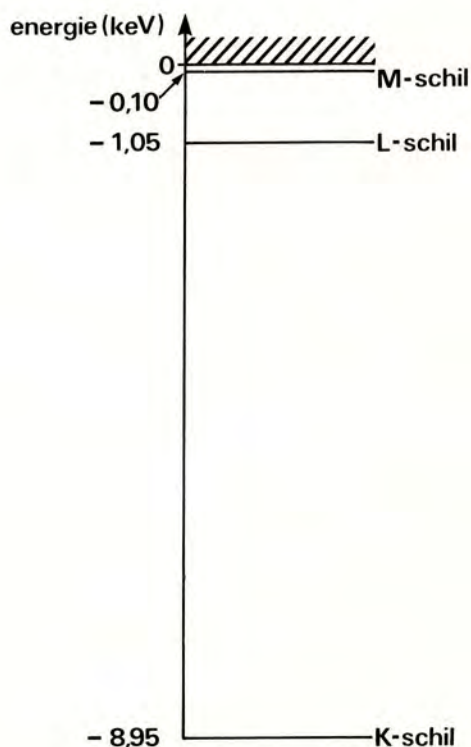
- d. Bepaal de golflengte van één van de K-lijnen.

Het continue gedeelte van het röntgenspectrum ontstaat door het afremmen van snelle elektronen die de anode binnendringen. De kinetische energie van deze elektronen wordt daarbij geheel of gedeeltelijk omgezet in röntgenfotonen. Men noemt röntgenstraling die op deze manier ontstaat „remstraling”.

- e. Bereken de kortst mogelijke golflengte van de remstraling die opgewekt wordt.



figuur 1



figuur 2

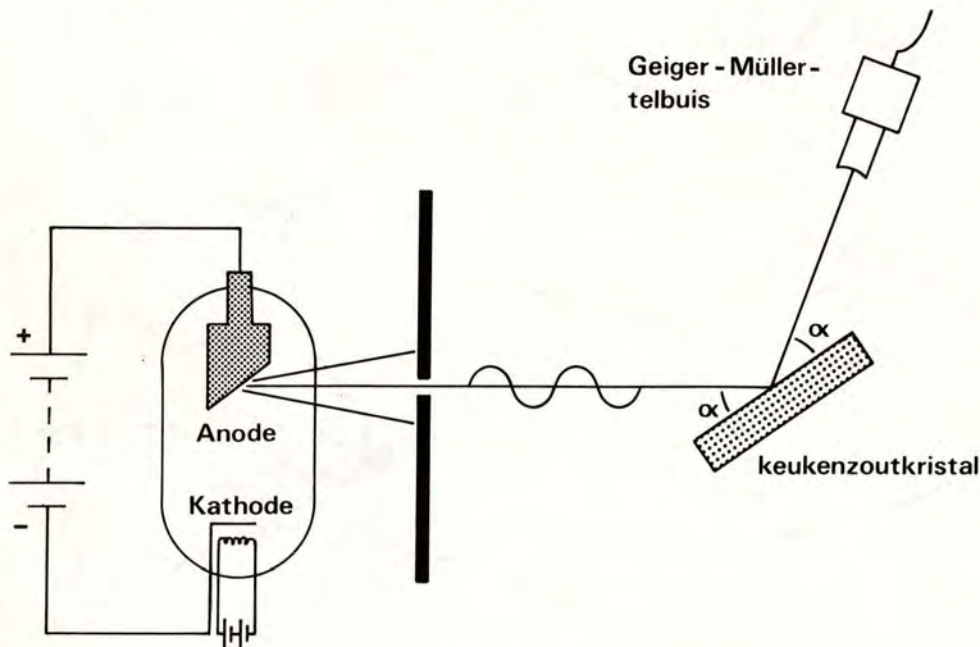
Voor de röntgenbuis wordt een scherm met een spleet geplaatst. De spleet zorgt ervoor dat een smalle evenwijdige bundel röntgenstraling uittreedt. De bundel valt onder een hoek α op een draaibaar opgesteld kristal van keukenzout. Keukenzout heeft een kubisch rooster; de roostervlakken lopen evenwijdig aan de voorkant van het kristal. Met een Geiger-Müller-telbuis wordt de onder een zelfde hoek α gereflecteerde straling gemeten. Zie figuur 3.

De intensiteit van de gereflecteerde straling als functie van hoek α is weergegeven in figuur 4.

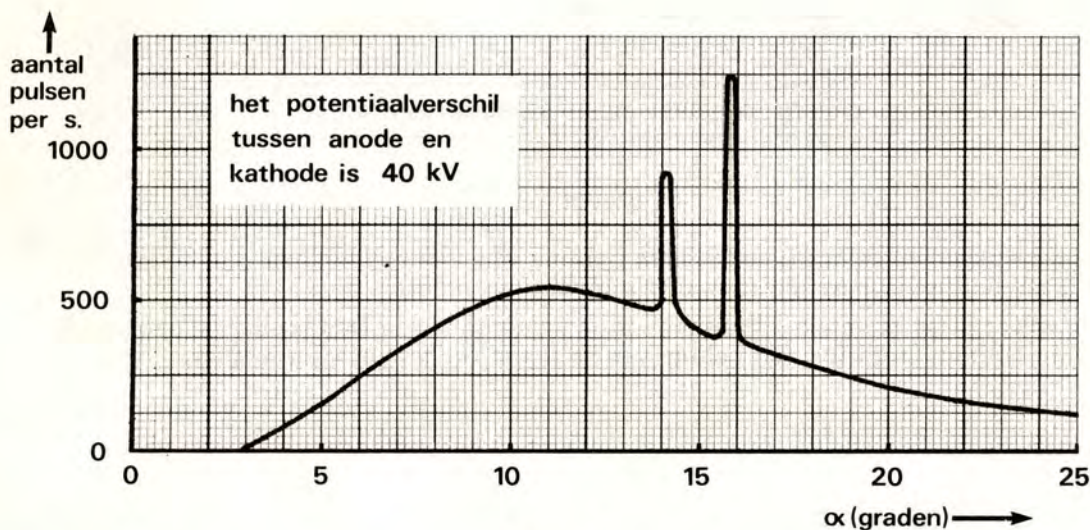
Door Bragg is afgeleid dat, in de onder een hoek α gereflecteerde bundel, juist die golven door interferentie worden versterkt waarvan de golflengte voldoet aan:

$$\lambda = 2d \cdot \sin \alpha$$

Hierin stelt d de afstand tussen twee opeenvolgende roostervlakken voor.



figuur 3



figuur 4

f. Bepaal de afstand d tussen twee roostervlakken in een keukenzoutkristal.

Het potentiaalverschil tussen anode en kathode wordt verlaagd van 40 kV tot 30 kV.

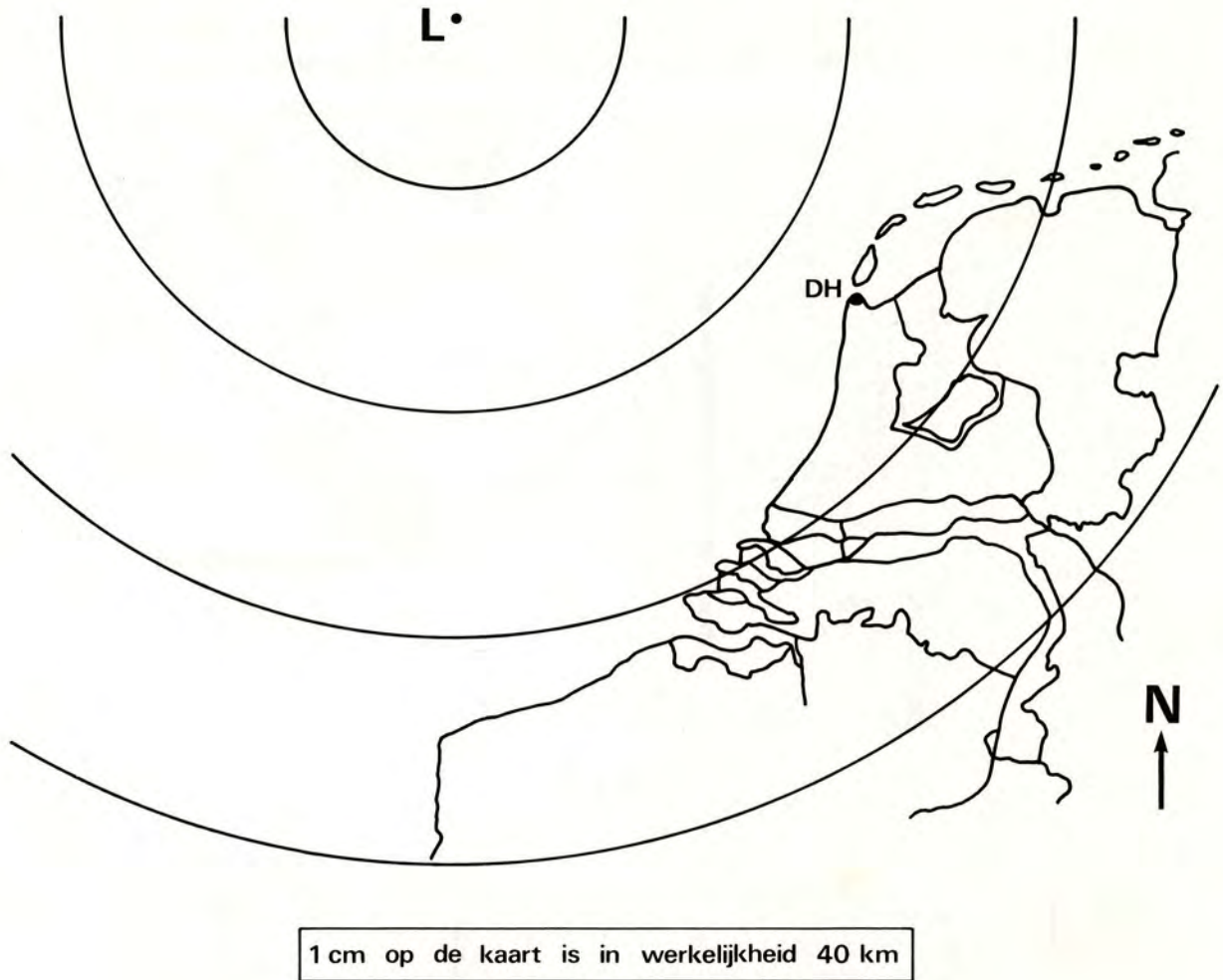
g. 1. Beredeneer wat er gebeurt met de ligging van de pieken in figuur 4.

2. Beredeneer wat er gebeurt met de ligging van het snijpunt van de grafiek met de horizontale as.

2. WIND EN WINDENERGIE.

Een lagedrukgebied trekt over Nederland. In figuur 5 is het isobarenpatroon getekend aan het aardoppervlak. De dichtheid van de lucht is $1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. In Den Helder, in figuur 5 aangegeven met de letters DH, is de windsnelheid $6,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. De geografische breedte van Den Helder is 53° NB . Verwaarloos bij deze opgave de wrijving.

- a. 1. Teken op het antwoordpapier de windrichting in Den Helder. Licht toe hoe deze windrichting bepaald is.
2. Bepaal de grootte van de horizontale drukgradiënt in Den Helder.



figuur 5

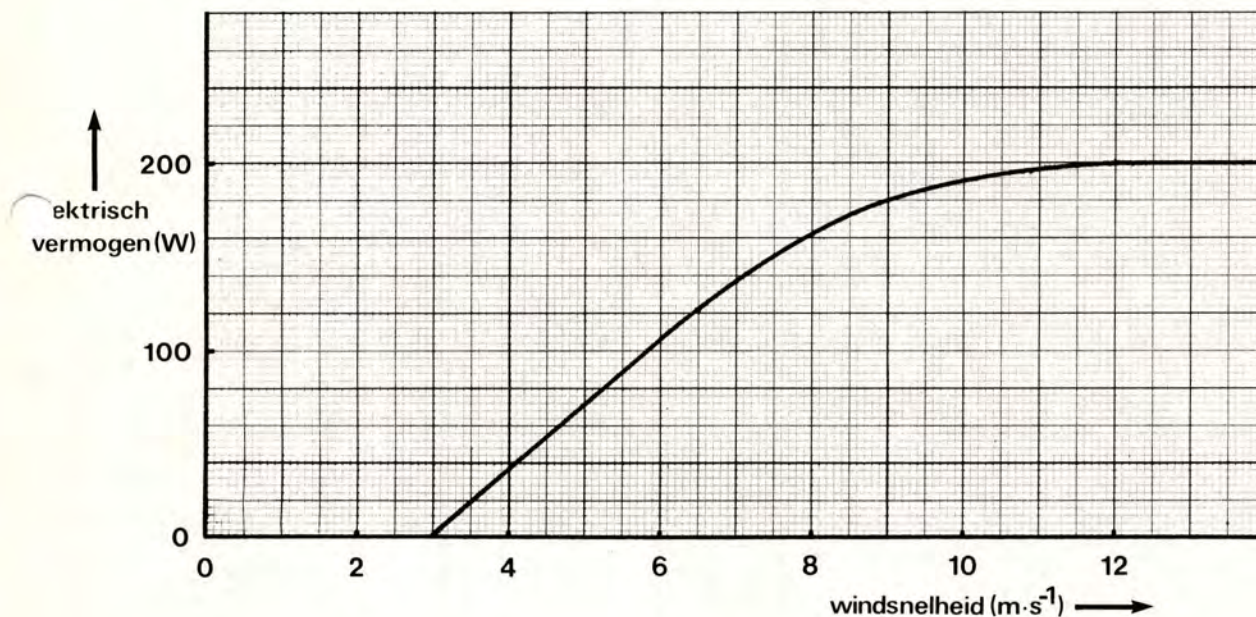
Het lagedrukgebied trekt in oostwaartse richting weg met een snelheid van $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Neem aan dat het isobarenpatroon niet van vorm verandert.

- b. Hoeveel tijd na de getekende situatie is de windrichting in Den Helder 90° gedraaid? Licht het antwoord toe met behulp van de figuur op het antwoordpapier.

- c. 1. Bereken voor Den Helder in de situatie van figuur 5 de massa lucht die per seconde en per m^2 een vlak loodrecht op de windrichting passeert.
2. Leid af dat voor het vermogen van bewegende lucht door een oppervlak A geldt: $P = \frac{1}{2} \rho \cdot v^3 \cdot A$

Hierin is ρ de dichtheid van de passerende lucht,
 v de snelheid van de lucht,
 A de oppervlakte van een vlak loodrecht op de windrichting.

Van een propeller-windmolen is onderzocht hoe het afgegeven elektrisch vermogen afhangt van de windsnelheid. Voor de resultaten zie figuur 6. De tip van de propeller beschrijft een cirkelbaan met een diameter van 1,83 m. Het oppervlak staat steeds loodrecht op de windrichting.

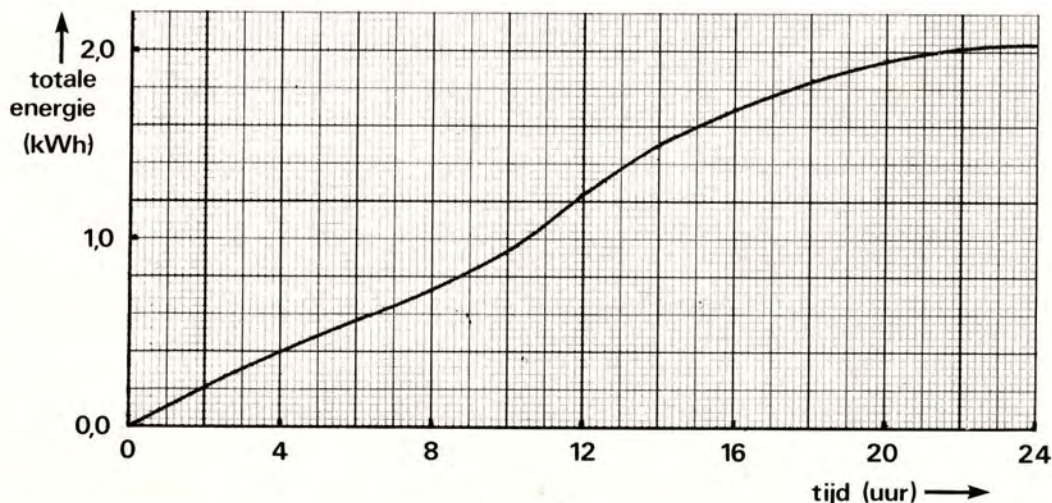


figuur 6

- d. 1. Bereken hoeveel windenergie per seconde het door de propeller beschreven oppervlak passeert bij een windsnelheid van $6,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
2. Bepaal het nuttig effect van de windmolen bij die windsnelheid.

Van deze windmolen is op een bepaalde dag de *totale* geleverde elektrische energie gemeten als functie van de tijd. Voor de resultaten zie figuur 7. Deze figuur is ook op het antwoordpapier weergegeven.

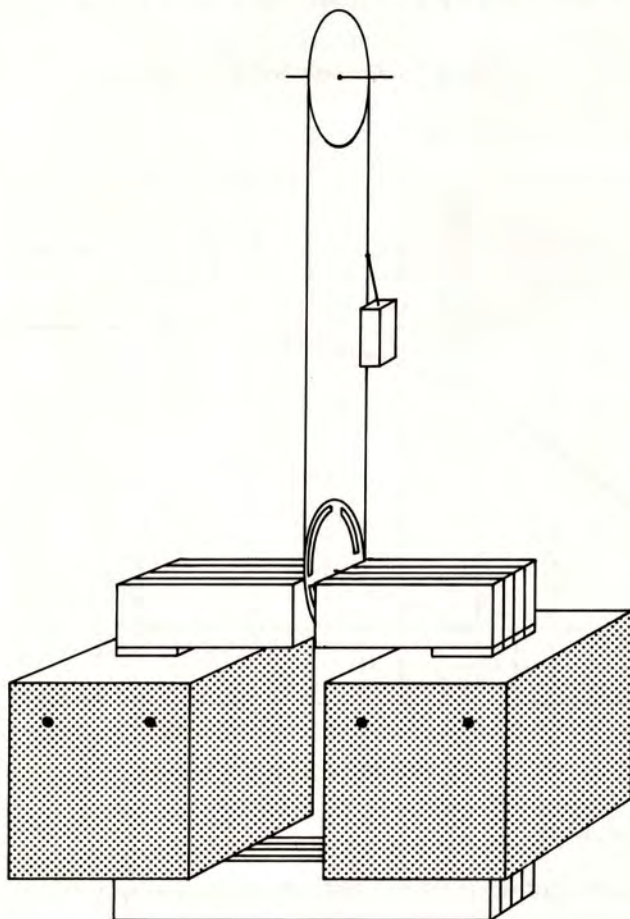
- e. Bepaal met behulp van de figuur op het antwoordpapier het grootste afgegeven elektrische vermogen op die dag.



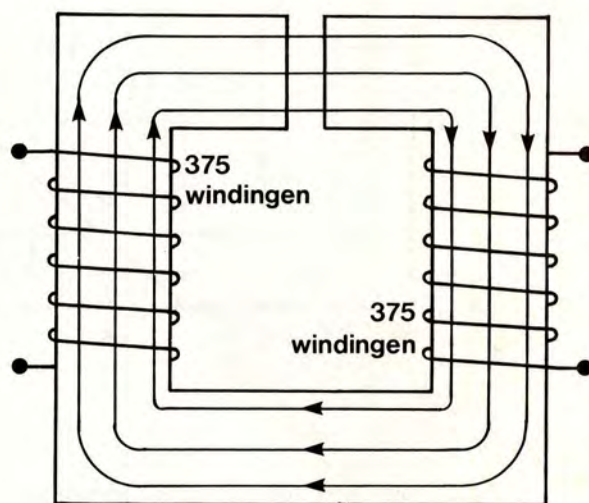
figuur 7

3. INDUCTIESTROMEN.

Om een weekijzeren U-kern worden twee spoelen van elk 375 windingen geplaatst. Boven op deze U-kern zijn twee stukken weekijzer bevestigd, zodanig dat er tussen deze twee stukken een smalle luchtspleet is. Zie figuur 8. In figuur 9 is een doorsnede getekend van de ijzeren kern en de luchtspleet. In deze figuur is een aantal magnetische veldlijnen getekend. Het magnetisch veld wordt opgewekt door de twee spoelen in serie te schakelen en aan te sluiten op een gelijkspanningsbron.



figuur 8



figuur 9

- a. Voltooi op het antwoordpapier de schakeling waarin deze twee spoelen zijn opgenomen. Geef in deze schakeling de richting van de elektrische stroom aan.

Voor de sterkte van het magnetische veld B in de luchtspleet van de afgebeelde magneet geldt bij benadering:

$$B = 0,27 \cdot \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{d}$$

hierin is:

μ_0 de permeabiliteit van vacuüm,
 N het aantal windingen om de ijzeren kern,
 I de stroomsterkte,
 d de breedte van de luchtspleet.

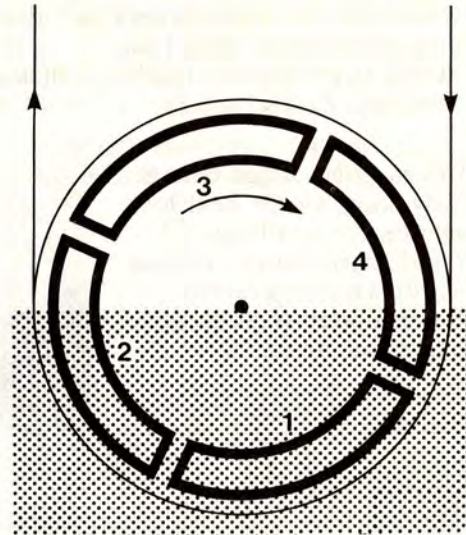
- b. Bereken de sterkte van het magnetische veld B in de luchtspleet van de hierboven afgebeelde magneet als $I = 5,0 \text{ A}$ en $d = 7,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}$.

Een katrol is voor de helft in de luchtspleet geplaatst. Deze katrol is gemaakt van perspex, waarin een viertal gesloten lussen van koperdraad zijn aangebracht. Een tweede katrol bevindt zich verticaal boven de eerste. Zie figuur 8. Over deze katrollen loopt een touw.

Aan dit touw wordt een blokje gevestigd. Als men dit blokje vanuit zijn hoogste positie loslaat komt het in beweging.

De katrollen ondervinden geen wrijving bij het draaien. Het touw slipt niet tijdens de beweging. Als er geen stroom door de spoelen loopt, is de beweging van het blokje eenparig versneld. Als er wel een stroom door de spoelen loopt, wordt de beweging na korte tijd eenparig.

Figuur 10 is een momentopname van de onderste katrol tijdens het bewegen bij ingeschakeld magneetveld. Dit magneetveld is naar voren gericht (dus loodrecht op het papier naar de lezer toe) en is gearceerd weergegeven. De lussen zijn genummerd. Deze figuur is ook op het antwoordpapier weergegeven.



figuur 10

- c. 1. Teken op het antwoordpapier in die lussen, waarin een elektrische stroom loopt, de richting van deze stroom. Licht het antwoord toe.
2. Geef op het antwoordpapier aan waar lorentzkrachten op de draadlussen werken. Licht het antwoord toe.
3. Geef de richting van deze lorentzkrachten aan.
- d. Beredeneer waarom deze beweging eenparig wordt.

De sterkte van het magneetveld bedraagt nu 0,36 T.

De oppervlakte van één lus is $2,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$.

De weerstand van één lus is $9,3 \cdot 10^{-4} \Omega$.

Tijdens de eenparige beweging schuift een lus in 0,085 s in zijn geheel het magneetveld in.

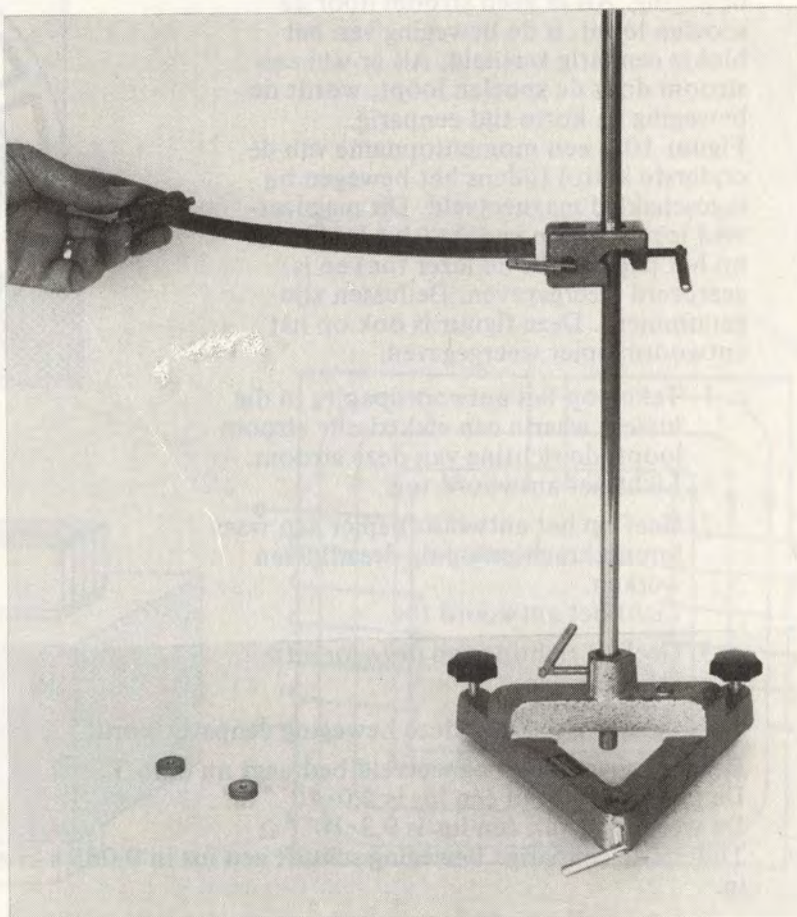
- e. Bereken de stroomsterkte in die lus.

4. HET TRILLENDE ZAAGBLAD.

Een zaagblad is aan één einde ingeklemd. Wanneer men het andere uiteinde een kleine uitwijking naar achteren geeft en vervolgens loslaat, gaat het zaagblad in een horizontaal vlak harmonisch trillen met een trillingstijd van 0,14 s. Vervolgens wordt een asje, dat voorzien is van een schroefdraad, door het vrije uiteinde geschroefd. Daarna schroeft men metalen ringetjes op het asje.

Steeds twee ringetjes tegelijk: één aan de ene kant en één aan de andere kant van het zaagblad. Zie figuur 11.

Het zaagblad krijgt weer een uitwijking, wordt weer losgelaten en de trillingstijd van de harmonische trilling wordt weer opgemeten. De resultaten staan in onderstaande tabel.



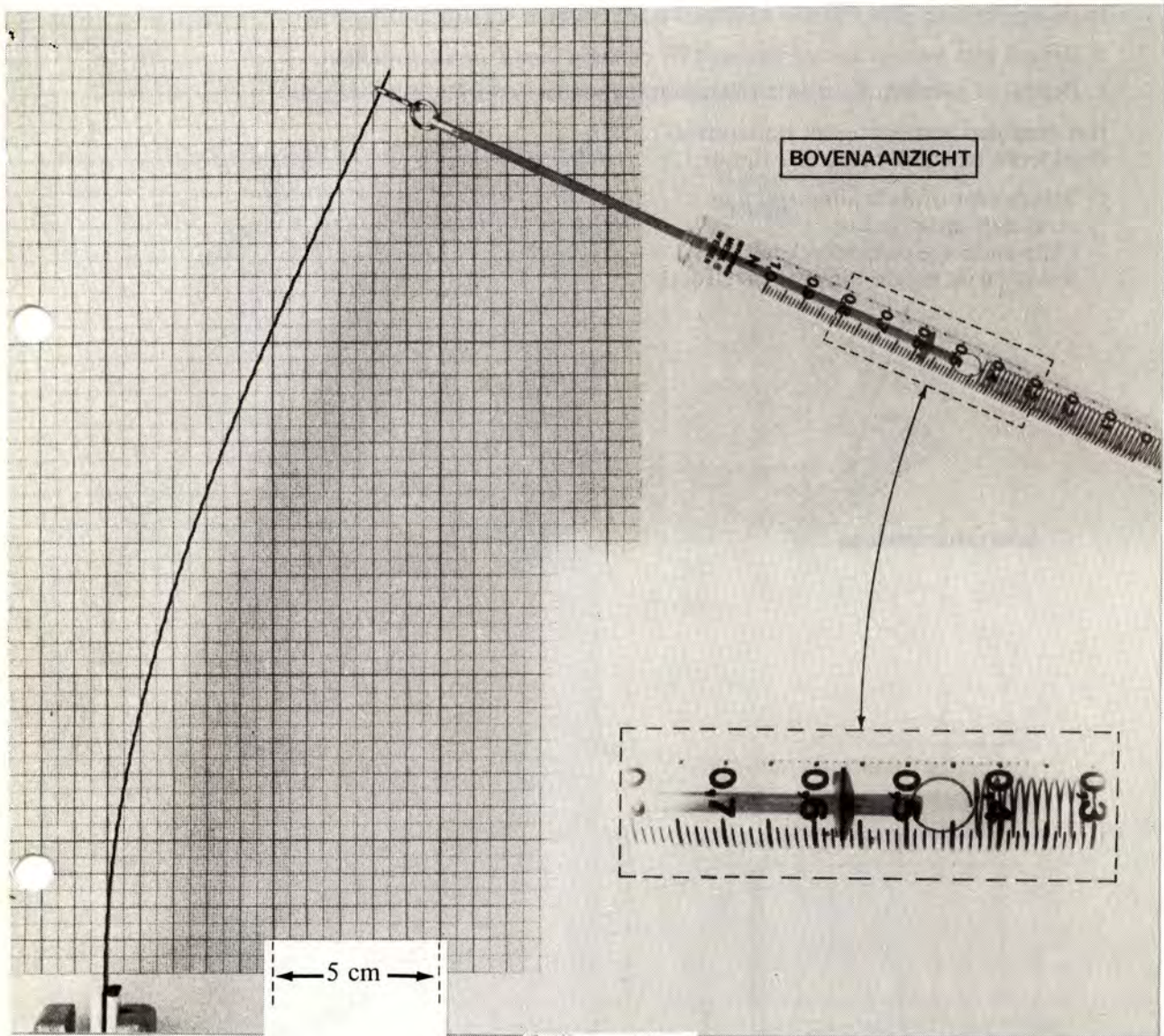
figuur 11

	Totale massa van de metalen ringen (g)	Trillingstijd T (s)
Zonder schroefasje		0,14
Met schroefasje	0	0,30
	20	0,44
	40	0,55
	60	0,65
	80	0,73

- Teken op het antwoordpapier bij deze opgave een grafiek van T^2 (het kwadraat van de trillingstijd) als functie van de totale massa van de opgeschroefde ringen.
- Bepaal uit deze grafiek de massa van het schroefasje.
- Bepaal de veerconstante van het trillende systeem met behulp van de grafiek van vraag a.

Het zaagblad kan worden opgevat als een aan één uiteinde geklemde balk.

Als men aan het uiteinde van een dergelijke balk een kracht F uitoefent, dan zal de balk een uitwijking krijgen ter grootte u . Zie figuur 12.



figuur 12

Voor de onderdelen 4. d t/m f zie ommezijde.

Voor kleine uitwijkingen u geldt de formule:

$$u = \frac{4}{E \cdot b} \cdot \left(\frac{l}{h}\right)^3 \cdot F$$

Hierin is: E een materiaalconstante, de elasticiteitsmodulus genaamd,
 b de breedte van de balk,
 l de lengte van het vrije deel van de balk,
 h de dikte van de balk.

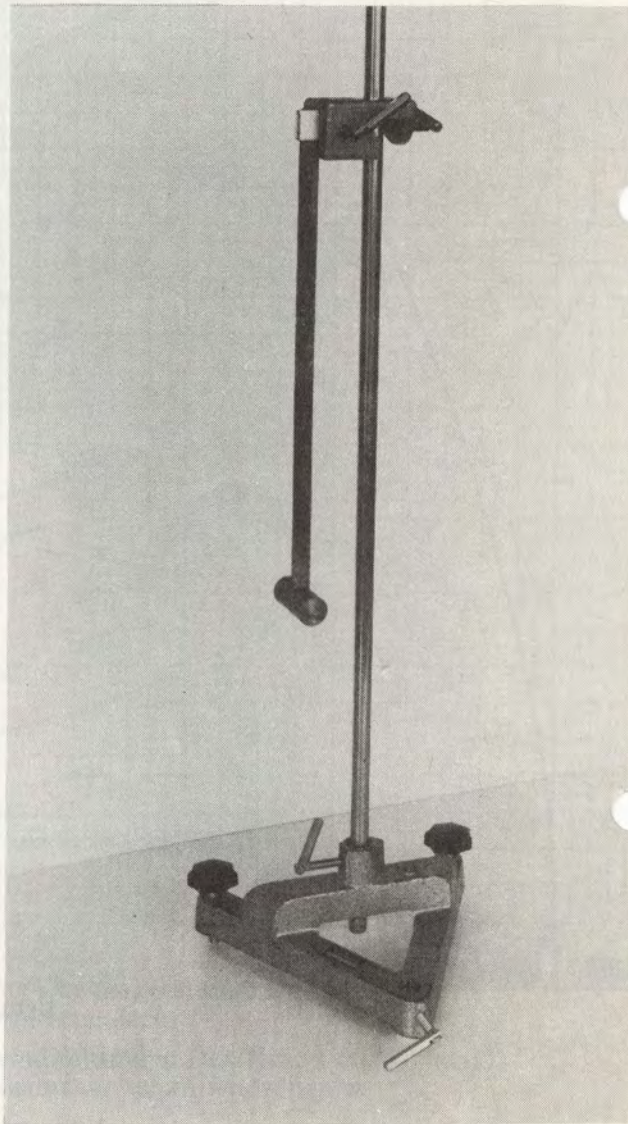
In de beschreven proef is $b = 12 \text{ mm}$, $l = 28 \text{ cm}$ en $h = 0,60 \text{ mm}$.

d. Bepaal met behulp van de formule de eenheid van E in SI-eenheden.

e. Bepaal of bereken de elasticiteitsmodulus van het gebruikte materiaal.

Het zaagblad wordt nu niet horizontaal ingeklemd maar verticaal. Zie figuur 13.

f. Beredeneer of de trillingstijd dan verandert en zo ja hoe.
 (Alle andere grootheden zoals de massa en de lengte blijven hetzelfde.)



figuur 13

EINDE