

## EXAMEN HOGER ALGEMEEN VOORTGEZET ONDERWIJS IN 1981

Maandag 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.

Bij het beantwoorden van de vragen dient men, waar nodig, gebruik te maken van de gegevens uit deze tabel.

$e$	elementair ladingsquantum	$1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
$g$	valversnelling	$9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
	massa nucleon (proton of neutron)	$1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
$N_A$	getal van Avogadro	$6,0 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

De examen bestaat uit 4 opgaven.  
Bijlage 1: antwoordpapier.

1. De radiumisotoop  $^{226}_{88}\text{Ra}$  is radioactief. De kernen zenden  $\alpha$ -deeltjes uit.

a. Hoeveel neutronen bevat een kern van  $^{226}_{88}\text{Ra}$ ?

Na 3200 jaar zal 75% van het oorspronkelijke aantal van deze radiumkernen vervallen zijn.

b. Bereken met dit gegeven de halveringstijd van het radium.

We plaatsen  $1,3 \cdot 10^{-9}$  kg van de isotoop  $^{226}_{88}\text{Ra}$  in een wilsonvat (nevelvat).

c. Toon aan dat zich hierin  $3,5 \cdot 10^{15}$  radiumkernen bevinden.

Bij het verlaten van de  $^{226}_{88}\text{Ra}$ -kern bedraagt de kinetische energie van de  $\alpha$ -deeltjes  $7,4 \cdot 10^{-13}$  J.

d. Bereken de snelheid van de uitgezonden  $\alpha$ -deeltjes.

In het wilsonvat bevindt zich lucht met verzadigde alcoholv damp. De  $\alpha$ -deeltjes botsen tegen de moleculen in het wilsonvat. Bij elke botsing draagt het  $\alpha$ -deeltje energie over, soms zoveel dat ionisatie optreedt.

De foto van figuur 1 toont een wilsonvat. Wanneer we hiervan de rubberballon B eerst sterk samenknijpen en vervolgens plotseling loslaten, worden de banen van de  $\alpha$ -deeltjes zichtbaar als witte sporen. Zie figuur 2.

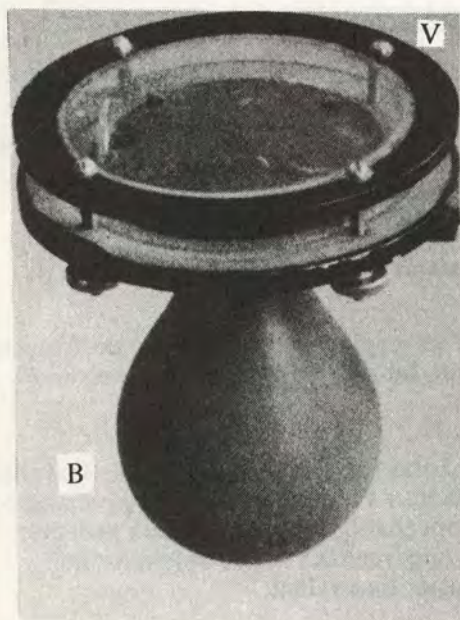


fig. 1

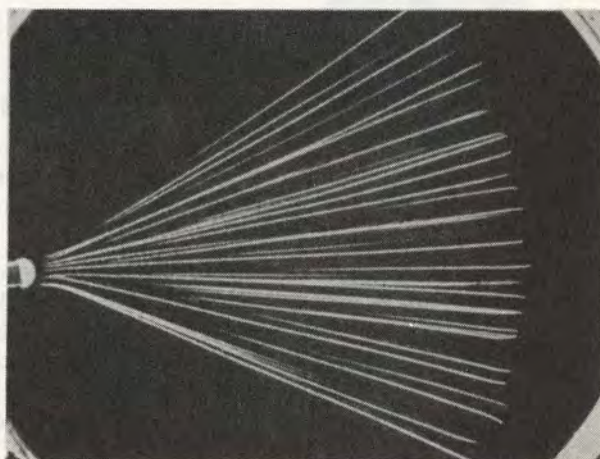


fig. 2

e. Waaruit bestaan deze sporen?

De energie, die een  $\alpha$ -deeltje door botsingen verliest, bedraagt per gevormd ion gemiddeld  $5,3 \cdot 10^{-18}$  J.

f. Bereken hoeveel ionen een  $\alpha$ -deeltje, afkomstig van  $^{226}_{88}\text{Ra}$ , gemiddeld produceert.

Vlak voor het plotseling vergroten van het volume wordt het venster V (zie figuur 1) door wrijven met een wollen lap elektrisch geladen. Hierdoor worden eventueel binnen het wilsonvat aanwezige stofdeeltjes tegen het venster getrokken.

g. 1. Verklaar waarom de stofdeeltjes naar het elektrisch geladen venster worden getrokken.

2. Waarom is het voor een goede werking van het wilsonvat nodig dat er geen stofdeeltjes in de lucht binnen het vat zweven?



2. In een stuk ventielslang kunnen we staande golven (eigentrillingen) opwekken. Als trillingsbron gebruiken we de trilplaat van luidspreker L (zie figuur 3). De luidspreker is aangesloten op een wisselspanningsbron. Het uiteinde P van de ventielslang, dat verbonden is met de trilplaat, trilt hierdoor verticaal met een frequentie van 50 Hz. Deze frequentie blijft gedurende alle volgende experimenten in dit vraagstuk gelijk. Het andere eind van de ventielslang gaat via een katrol K naar veerunster U. Op deze unster kan de spankracht in de ventielslang worden afgelezen. Vanuit P ontstaan lopende golven die bij de katrol K terugkaatsen. Door interferentie kunnen in de ventielslang staande golven ontstaan. Het gedeelte van de ventielslang waarin dit gebeurt noemen we Z.

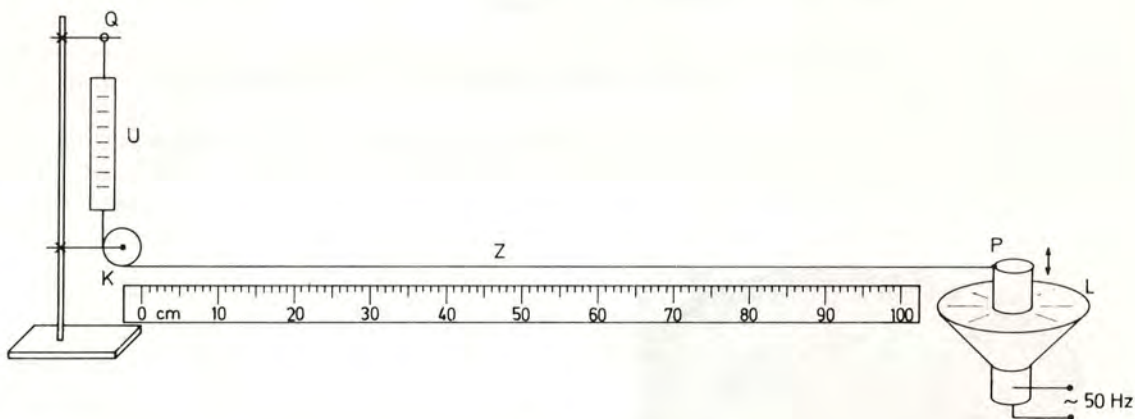


fig. 3

- a. Zijn de golven die vanuit P in de ventielslang ontstaan transversaal of longitudinaal? Licht het antwoord toe.

Door het ophangpunt Q van de unster (zie figuur 3) te verplaatsen kunnen we de spankracht  $F_s$  in de ventielslang veranderen. Het blijkt dat slechts bij zeer bepaalde waarden van  $F_s$  duidelijk een staande golf in Z ontstaat.

Zo'n staande golf wordt als volgt gefotografeerd.

De ventielslang wordt *stroboscopisch* verlicht. Het aantal flitsen per seconde (= flitsfrequentie) dat de stroboscoop kan leveren is instelbaar. De tijdsduur van één enkele flits is verwaarloosbaar klein ten opzichte van de tijd tussen twee opeenvolgende flitsen. Een gedeelte van Z wordt gefotografeerd, met een sluitertijd van ongeveer 0,5 s. Dit betekent dat gedurende ongeveer 0,5 s licht op de fotografische plaat kan vallen.

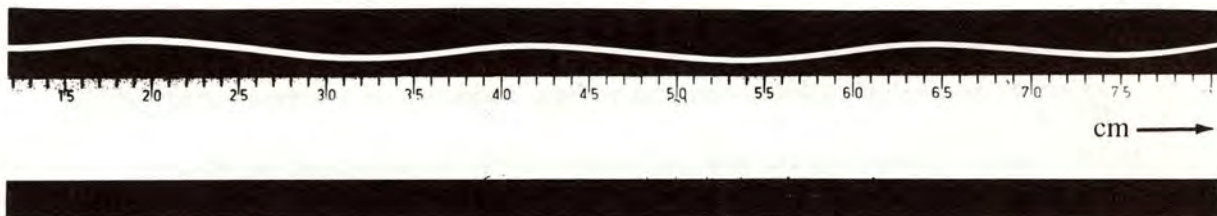


fig. 4

Bij het maken van de foto van figuur 4 bedroeg de flitsfrequentie 50 Hz. De ventielslang werd waargenomen als één (stilstaande) golflijn.

- b. Beredeneer hoe dit mogelijk is.

We verhogen de *flitsfrequentie*. Bij een bepaalde frequentie is de foto van figuur 5 gemaakt. Aangenomen moet worden dat de uiterste standen van de ventielslang op de foto te zien zijn.

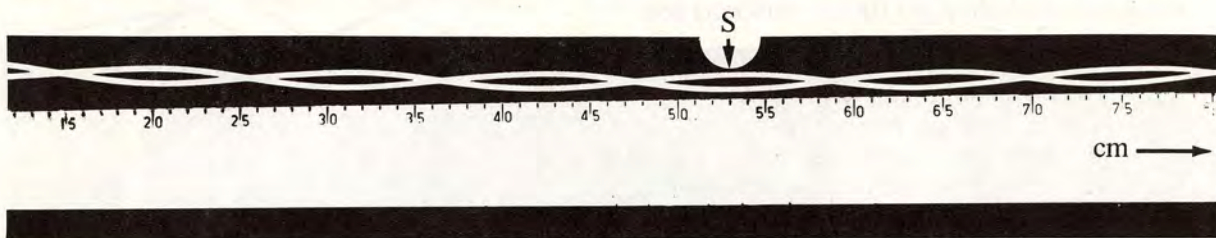


fig. 5

- c. Bij welke flitsfrequentie is de foto van figuur 5 gemaakt? Licht het antwoord toe.  
 d. 1. Bepaal met behulp van figuur 5 de golflengte.  
 2. Bereken de voortbewegingssnelheid van de door P in Z opgewekte lopende golven.  
 e. Bepaal de gemiddelde snelheid waarmee punt S (zie figuur 5) van de ventielslang beweegt in de tijd die verloopt tussen twee opeenvolgende flitsen.

We verhogen de flitsfrequentie nog verder. Bij een zekere frequentie maken we weer een foto. Zie figuur 6.

Aangenomen moet worden dat de uiterste standen en de evenwichtsstand te zien zijn.

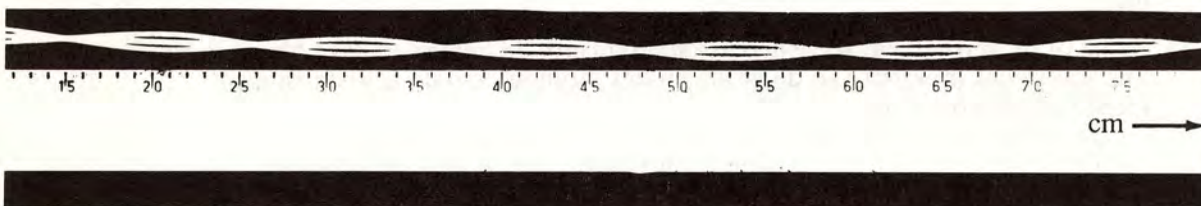


fig. 6

- f. Bij welke flitsfrequentie is de foto van figuur 6 gemaakt? Licht het antwoord toe.

Voor de voortbewegingssnelheid  $v$  van de lopende golven in het stuk Z van de ventielslang geldt de formule:

$$v^2 = \frac{F_S \cdot l}{m}$$

Hierin is  $F_S$  de spankracht,  $l$  de lengte van Z,  $m$  de massa van Z.

De lengte  $l$  bedraagt 1,17 m. Bij een spankracht van 0,54 N blijkt de voortbewegingssnelheid 11 m/s te zijn.

- g. Bereken de massa van het stuk ventielslang Z.

Vervolgens vullen we de ventielslang met water. De uitrekking van de ventielslang moet worden verwaarloosd. Bij een spankracht van 0,88 N blijkt opnieuw duidelijk een staande golf in het koord op te treden. Hiervan is een foto gemaakt. Zie figuur 7.

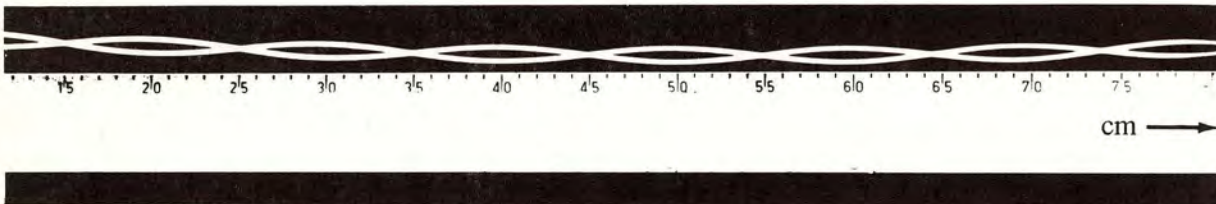


fig. 7

- h. Bepaal met behulp van figuur 7 de massa van het water dat zich bevindt in het stuk Z van de ventielslang.



3. Twee metalen rails zijn evenwijdig aan elkaar en enigszins hellend opgesteld. Een rond messing staafje wordt op de rails gelegd. Op het naar ons toe gerichte einde staat (in het midden) een witte stip. Zie figuur 8.

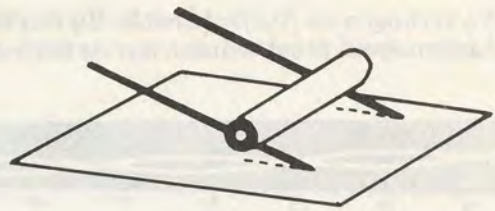


fig. 8

We laten het staafje los, waardoor het van de helling rolt. De opstelling wordt stroboscopisch verlicht met een frequentie van 5,0 Hz. De foto van figuur 9 toont de voorste rail en de witte stip op het zijvlakje van het staafje, op ware grootte.

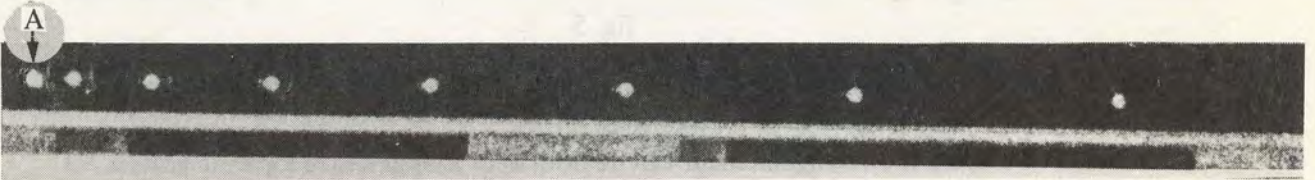


fig. 9

Korte tijd nadat het staafje begon te bewegen was er een flits van de stroboscoop. Op dat tijdstip bevond het staafje zich in A. Deze flits noemen we de eerste flits. Beantwoord de beide volgende vragen met behulp van figuur 9.

- Bepaal de gemiddelde snelheid van het staafje in de tijdsduur tussen de zesde en de zevende flits.
- Ga na of de versnelling, waarmee het staafje langs de helling omlaag bewoog, constant was tussen het moment van de derde en het moment van de achtste flits. Licht het antwoord toe.

We verbinden nu de rails met de polen van een batterij. De voorste rail met de +pool, de achterste met de -pool. Aan het eind van de helling bevindt zich boven de rails een sterke magneet M (lengte-as loodrecht op de helling). Figuur 10 is een foto van deze opstelling.



fig. 10

We laten het staafje opnieuw van de helling rollen. De beweging wordt door de magneet zodanig beïnvloed, dat het messing staafje – na enig heen en weer bewegen – tot stilstand komt in punt P. Zie de foto van figuur 11.

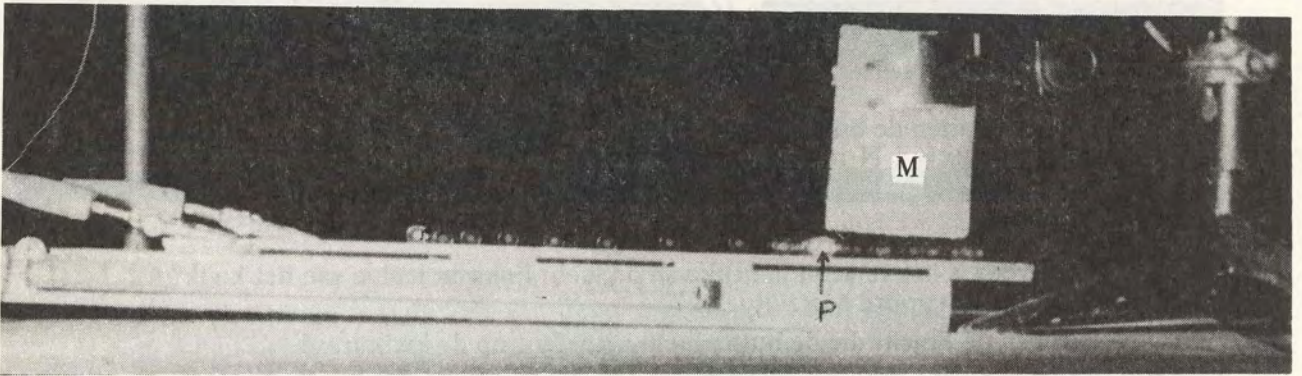


fig. 11

- c. Bereken de onderkant van de magneet een noord- of een zuidpool is.  
 d. Bereken waarom het staafje eerst heen en weer beweegt voor het tot stilstand komt.

Bij de hierna volgende vragen wordt de wrijving verwaarloosbaar klein geacht. De rails maken een hoek van  $1,3^\circ$  met het horizontale vlak. De massa van het staafje is 11,4 g. De magnetische veldsterkte is, wanneer het staafje tot stilstand is gekomen, over de volle lengte van het staafje even groot. Het staafje ondervindt tengevolge van het magnetische veld een kracht.

- e. Bereken de grootte van deze kracht die het staafje in P langs de helling omhoog ondervindt.

De afstand tussen de beide rails bedraagt 4,0 cm. De stroomsterkte door het staafje is 3,8 A. De sterkte van het magnetische veld wordt uitgedrukt in tesla.

We beschouwen de sterkte van het magnetische veld in punt P.

- f. Bereken van deze sterkte de component die loodrecht op het vlak van de helling is gericht.

4. In een dunne glazen buis sluit een kwikdraad een hoeveelheid lucht af. Zie figuur 12. We nemen bij berekeningen aan, dat de meniscus van het kwik bij A en bij B vlak is.

Ook de binnenkant van de buis bij C is vlak. We leggen de buis horizontaal. De afgesloten luchtkolom heeft dan een lengte  $l_1 = 23,7$  cm. De inwendige doorsnede van de buis is overal  $5,00 \text{ mm}^2$ .

De luchtdruk buiten de buis bedraagt  $1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  ( $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ ).

De wrijving tussen het kwik en de buis wordt verwaarloosd.

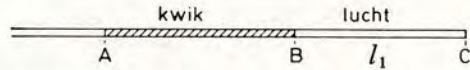


fig. 12

- a. 1. Hoe groot is het verschil in druk van de lucht links en rechts van het kwik? Licht het antwoord toe.  
2. Bereken de kracht die de buitenlucht uitoefent op de kwikdraad.

De massa van het kwik bedraagt  $17,0$  g. Bij de volgende experimenten veronderstellen we, dat de temperatuur van de afgesloten lucht niet verandert.

We draaien de buis tot hij verticaal staat met de opening boven en wachten tot het kwik niet meer beweegt.

- b. 1. Bereken de druk van de lucht onder het kwik.  
2. Toon aan dat de lengte  $l_2$  van de afgesloten luchtkolom nu  $17,8$  cm bedraagt.

De buis wordt op een lat bevestigd. Deze lat wordt in punt O draaibaar opgehangen. Zie figuur 13. Naast de buis plakken we mm-papier, zodat de lengte van de kolom afgesloten lucht te bepalen is.

De onderkant van de luchtkolom valt samen met de nulstreep. Figuur 14 toont het onderste gedeelte van deze opstelling.

We brengen de lat uit de evenwichtsstand onder een hoek van  $55^\circ$ . De kwikdraad is in rust. Er werken enkele krachten op de kwikdraad. Daarvan zijn in deze situatie de kracht van de glaswand op de kwikdraad ( $F_{gl}$ ) en de zwaartekracht ( $F_{zw}$ ) niet in de lengterichting van de buis gericht.

- c. Teken in de figuur op het bijgevoegde antwoordpapier de vector  $F_{gl}$  met de juiste lengte in verhouding tot de reeds getekende vector voor de zwaartekracht. Geef een toelichting bij de tekening.



fig. 13

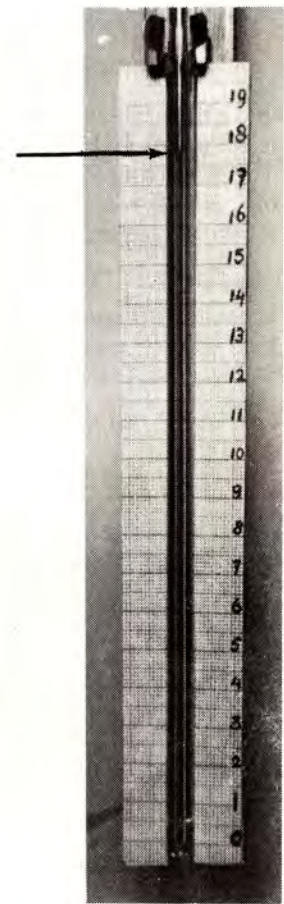


fig. 14



We brengen de lat nog verder uit de evenwichtsstand en laten deze dan los. We maken een foto van het onderste gedeelte van de lat op het moment waarop deze de evenwichtsstand passeert. Zie figuur 15.

We lezen daar als lengte van de kolom afgesloten lucht af:  
 $l_3 = 14,2 \text{ cm}$ .

d. Toon aan dat de resulterende kracht die dan op de kwikdraad werkt  $0,17 \text{ N}$  bedraagt.

Op het moment dat de lat de evenwichtsstand passeert heeft de afstand van het zwaartepunt  $Z$  van het kwik tot aan het draaipunt  $O$  een maximale waarde van  $146,6 \text{ cm}$ .

Met bovenstaande gegevens kunnen we een indruk krijgen van de grootte van de snelheid waarmee  $Z$  de verticale lijn door  $O$  passeert.

Eenvoudigheidshalve maken we daartoe twee veronderstellingen:

- Terwijl de lat de evenwichtsstand passeert beschrijft  $Z$  een (klein) gedeelte van een cirkelbaan, met straal  $OZ$ .
- De massa van het kwik wordt geconcentreerd gedacht in  $Z$ .

e. Bereken hiermee de snelheid van het zwaartepunt  $Z$  van de kwikdraad op het moment waarop de lat de evenwichtsstand passeert.

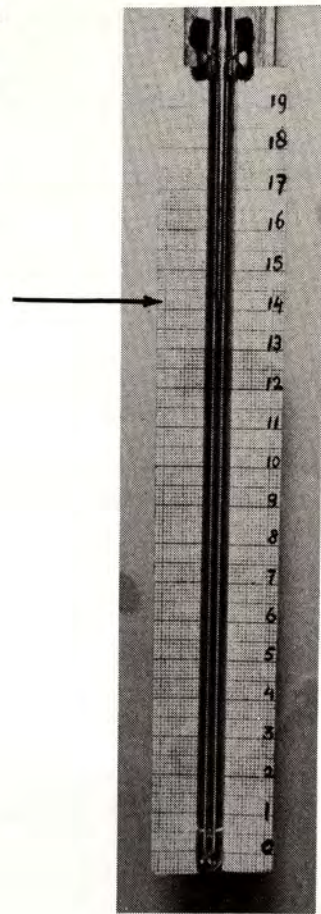


fig. 15

EINDE