

EINDEXAMEN VOORBEREIDEND WETENSCHAPPELIJK ONDERWIJS IN 1977

Woensdag 11 mei, 9.30–12.30 uur

NATUURKUNDE

 $(V_0)_{\text{m/s}}$ 0.4
0.3
0.2
0.1 $(x)_{\text{m}}$

Zie ommezijde

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. Het is de bedoeling dat van tabel 1 wordt gebruikt de kolom „afgeronde waarde”.

1. Een thermozuil bestaat uit vier in serie geschakelde thermo-elementen. Elk van deze thermo-elementen bestaat uit een koperdraad en een constantaandraad. Van ieder van deze thermo-elementen is het ene contactpunt plat gewalst tot een contactoppervlak en zwart gemaakt (A). De andere contactpunten worden op de constante temperatuur T_0 van de omgeving gehouden.

De uiteinden R en S van de thermozuil zijn aangesloten op een ideale spanningsmeter (zie figuur 1).

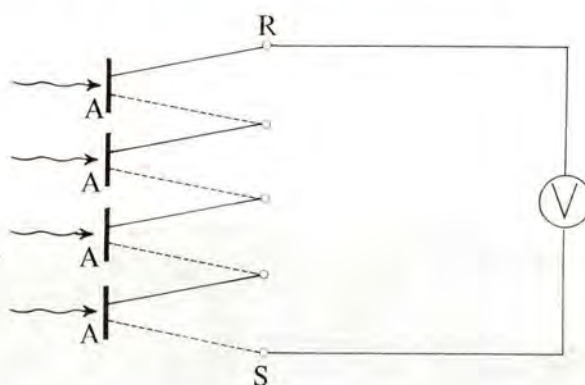


fig. 1

De thermospanning bij 1,0 graad temperatuurverschil bedraagt bij koper-constantaan 0,040 mV.

Vanaf het tijdstip $t = 0$ s valt een constante stralingsstroom van P watt op elk van de zwarte contactoppervlakken A van de thermozuil. Hierdoor stijgt de temperatuur van deze oppervlakken.

Het verband tussen de spanning V_{RS} en de tijd is in figuur 2 weergegeven.

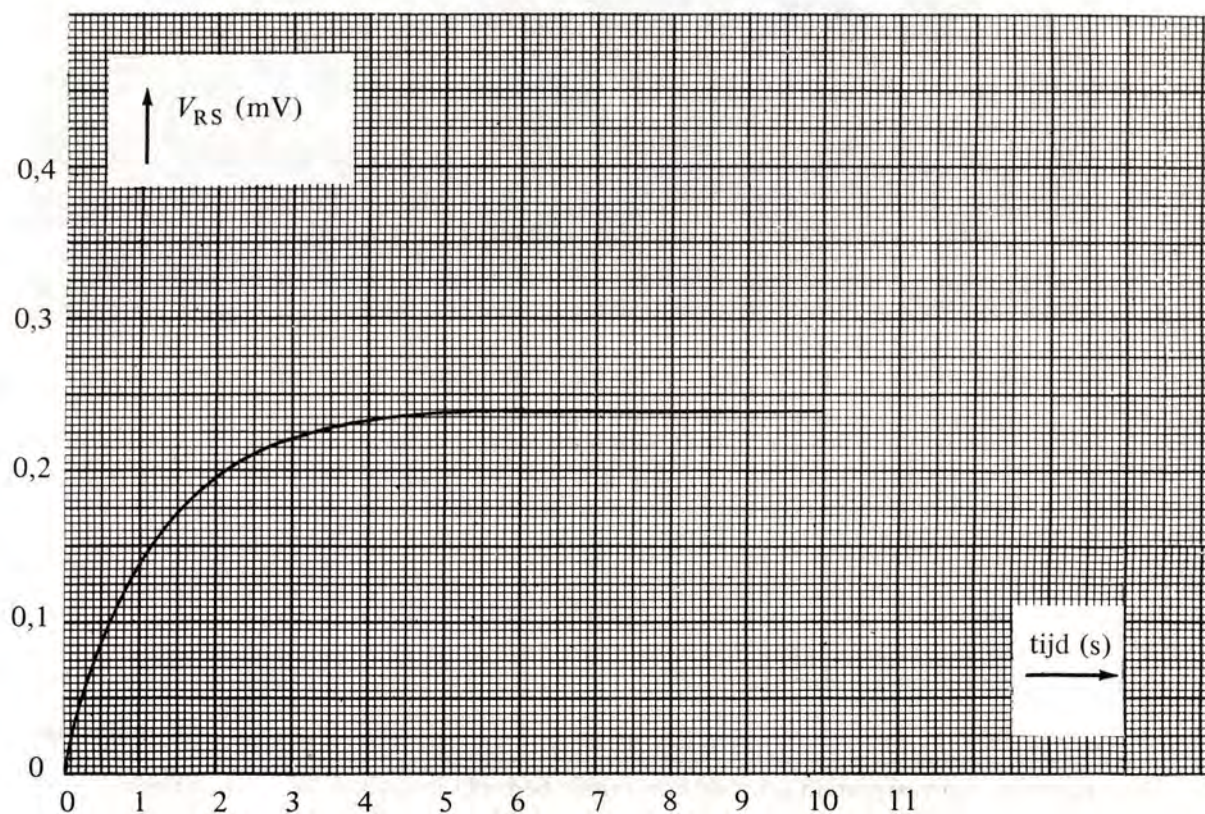


fig. 2

a. Waarom is het zinvol een *aantal* thermo-elementen in *serie* te schakelen?

De temperatuur van de omgeving (T_O) bedraagt $18,5^\circ\text{C}$.

b. Bepaal de eindtemperatuur van de contactoppervlakken A van de thermozuil.

c. Schets in het diagram op het bijgevoegde antwoordpapier (bijlage 1) het verband tussen de temperatuur van de contactoppervlakken A en de tijd, voor het tijdsinterval $0\text{ s} \leq t \leq 8\text{ s}$.

d. Verklaar hoe het komt dat de temperatuur van de contactoppervlakken A steeds langzamer toeneemt.

De temperatuur T_A van de contactoppervlakken A als functie van de tijd (t) wordt gegeven door de volgende relatie:

$$T_A = \frac{P}{\alpha} \left(1 - e^{-\frac{\alpha}{k} t} \right) + T_O$$

Hierin zijn α en k constante grootheden.

e. 1. Leid uit deze formule af wat de eenheid van α in het SI is.

2. Bepaal de eenheid van k uitgedrukt in de *grondeenheden* van het SI.

Men laat nu op elk van de zwarte contactoppervlakken A een constante stralingsstroom van $3 P$ watt vallen.

f. Hoe groot wordt nu de eindtemperatuur van deze contactoppervlakken?

2. Een afgesloten metalen vat met een volume van $1,0 \text{ dm}^3$ wordt op een constante temperatuur van 300 K gehouden. In het vat bevindt zich alléén een zeer dun plaatje met de vaste stof A (zie figuur 3).

De kernen van stof A zijn radio-actief en vervallen onder uitzending van β -deeltjes tot stof B. De kernen van stof B zijn ook radio-actief en vervallen onder uitzending van α -deeltjes tot stof C, die stabiel is. De stoffen B en C zijn gasvormig.

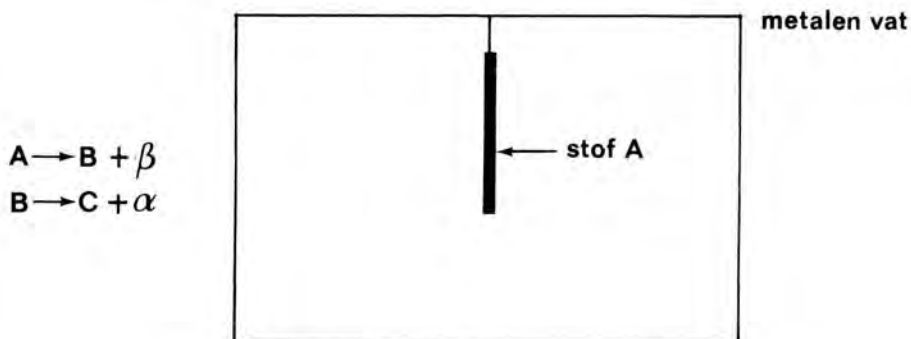


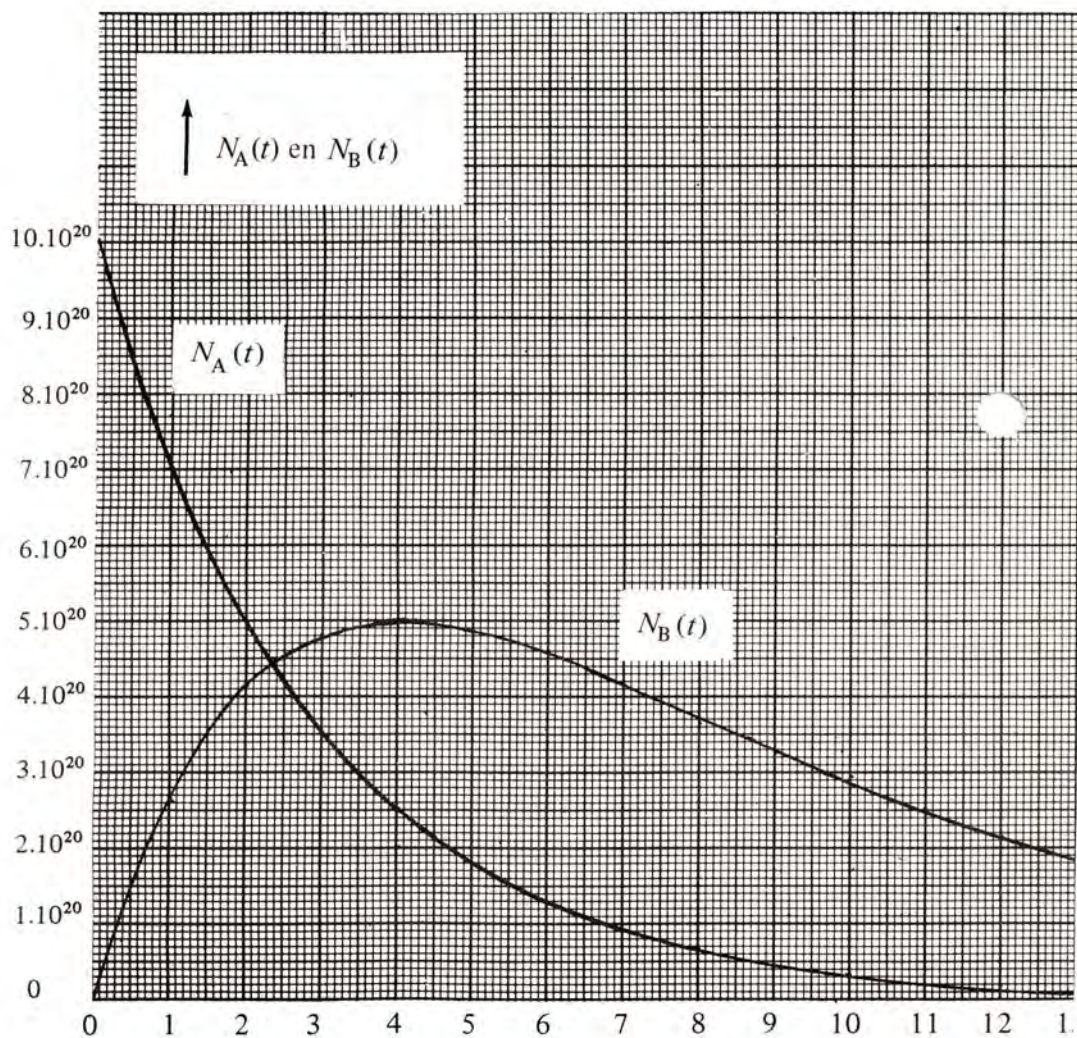
fig. 3

Onder $N_A(t)$ verstaat men het aantal aanwezige atomen van stof A op het tijdstip t . $N_B(t)$ en $N_C(t)$ hebben analoge betekenissen.

Op het tijdstip $t = 0,0$ uur is de situatie

$$N_A(0) = 10,0 \cdot 10^{20}$$

$$N_B(0) = 0$$

$$N_C(0) = 0$$


In figuur 4 zijn $N_A(t)$ en $N_B(t)$ als functie van de tijd weergegeven.

- a. 1. Waarom geldt dat $N_A(t) + N_B(t) + N_C(t)$ onafhankelijk is van de tijd?
2. Teken in het diagram op het bijgevoegde antwoordpapier (bijlage 2) $N_C(t)$ als functie van de tijd tussen $t = 0,0$ uur en $t = 26$ uur.
- b. 1. Bepaal de halveringstijd van stof A.
2. Bepaal de halveringstijd van stof B.
- c. Hoe verhouden zich de aantallen helium-atomen en atomen van het gas C in het vat na het tijdstip $t = 100$ uur? In de wand van het metalen vat zijn geen α -deeltjes blijven steken.

De spanning van een mengsel van gassen in een vat is gelijk aan de som van de spanningen die elk van de gassen zou hebben als het zich alleen in dat vat zou bevinden (wet van Dalton).

- d. Bereken hoe groot de spanning van het gasmengsel in het vat is na het tijdstip $t = 100$ uur.
- e. Bepaal het aantal desintegraties per seconde van stof A op het tijdstip $t = 4,0$ uur.
- f. Bepaal het aantal desintegraties per seconde van stof B op het tijdstip $t = 4,0$ uur.

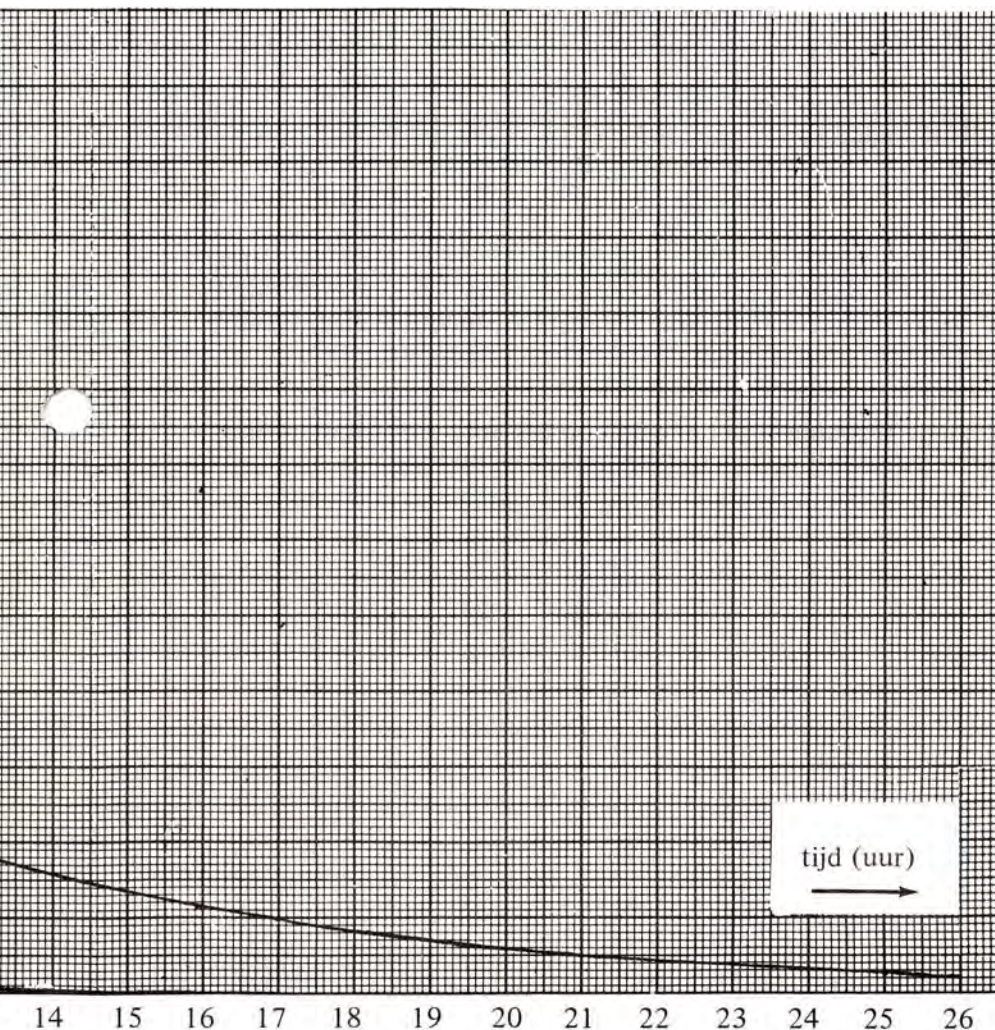


fig. 4

3. Een schijf (puck) bevindt zich op een horizontaal opgestelde luchttafel. In de tafel bevinden zich gaatjes waaruit lucht stroomt. De schijf kan op die manier wrijvingsloos over de tafel bewegen (zie figuur 5).

Aan de schijf is een as bevestigd met een straal $r = 0,013$ meter.

Om de as is een touw gewonden. Het touw loopt via een katrol op de rand van de tafel naar een massa m . Deze massa bevindt zich 0,85 meter boven de grond.

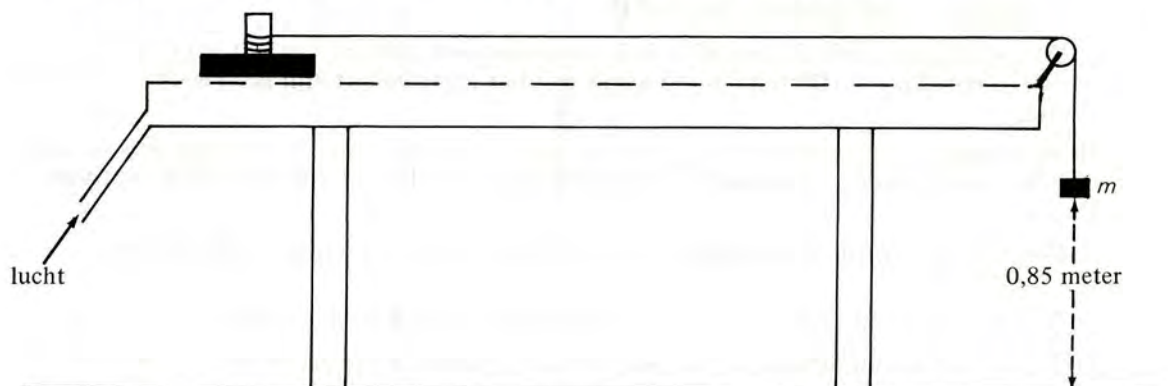


fig. 5

De massa m wordt losgelaten. De schijf gaat dan over de tafel een beweging maken, die een combinatie is van een translatie en een rotatie. Deze beweging wordt stroboscopisch belicht met een flitsfrequentie van 2,0 Hz en gefotografeerd. De resultaten van deze foto zijn in figuur 6 weergegeven. De eerste flits op het tijdstip $t = 0,0$ seconde valt samen met het loslaten van de massa m .

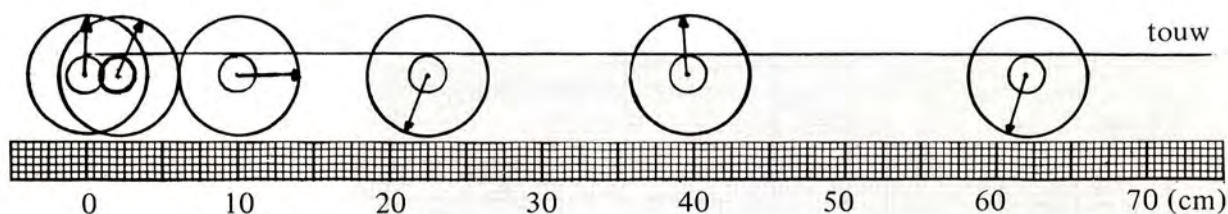


fig. 6

- Teken in het diagram op het bijgevoegde antwoordpapier (bijlage 3) met behulp van de resultaten van de foto (zie figuur 6) de verplaatsing (s) van de schijf als functie van het kwadraat van de tijd.
- Wat voor soort beweging is de translatie van de schijf?
- Bepaal met behulp van de tekening in het diagram op het antwoordpapier (bijlage 3) de translatiesnelheid van de schijf op het tijdstip $t = 2,0$ seconde.

In figuur 7 is met behulp van de resultaten van de foto (zie figuur 6) de hoek φ (in graden) waarover de schijf gedraaid is als functie van het kwadraat van de tijd getekend.

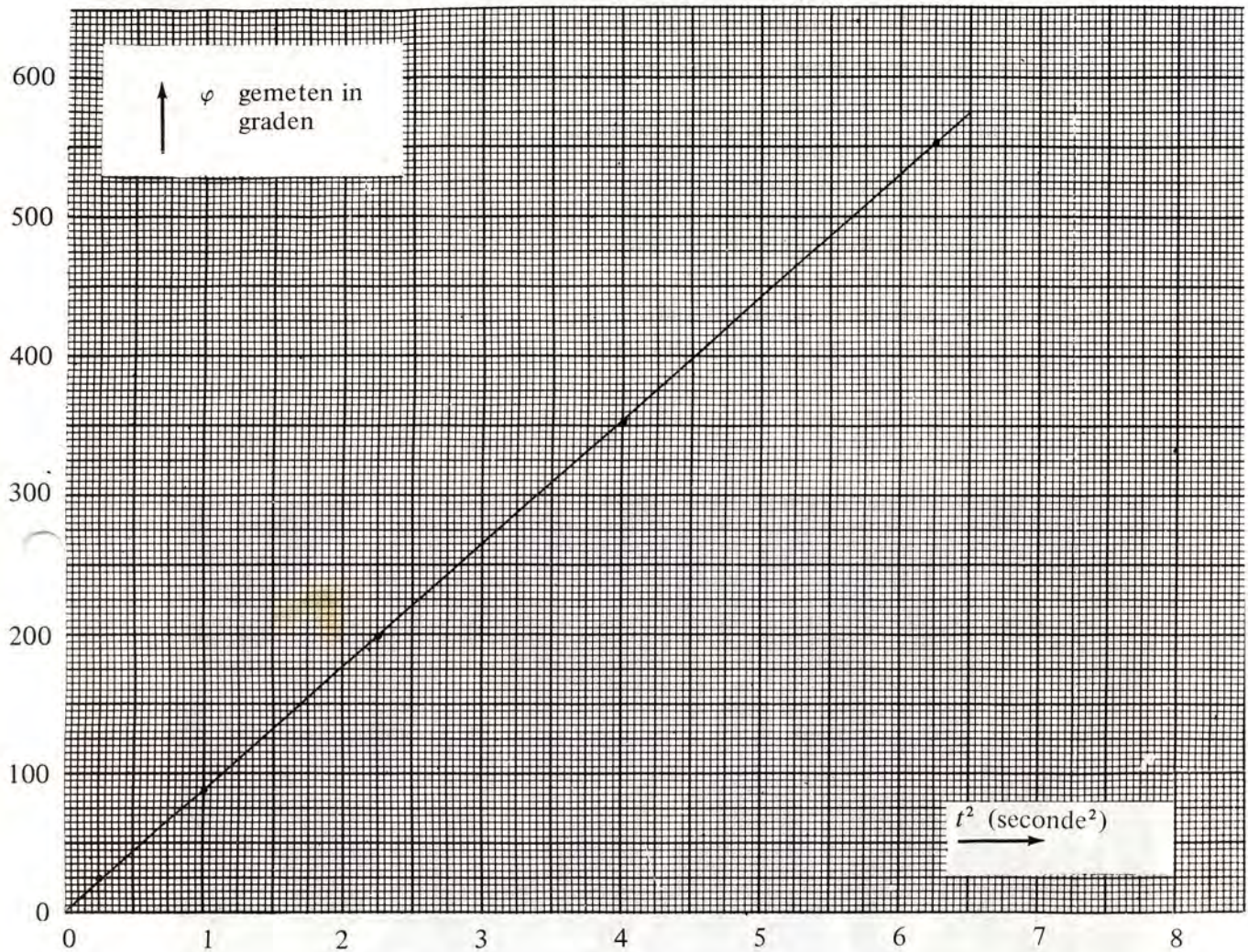


fig. 7

- d. Wat voor soort beweging is de rotatie van de schijf?
- e. Bepaal met behulp van figuur 7 de hoeksnelheid van de schijf op het tijdstip $t = 2,0$ seconde.
- f. Bereken de afstand waarover de massa m gedaald is op het tijdstip $t = 2,0$ seconde.
- g. Bereken de snelheid van de massa m op het tijdstip $t = 2,0$ seconde.

4. A en B zijn twee identieke luidsprekers, die in de open lucht staan opgesteld (zie figuur 8). De luidsprekers worden aangesloten op dezelfde toongenerator. We kunnen A en B als puntvormige geluidsbronnen opvatten, die trillingen met dezelfde amplitudo, dezelfde frequentie en dezelfde fase uitzenden.

Een microfoon wordt langs l van links naar rechts bewogen.

In M neemt men een maximum in geluidsterkte van de interfererende geluidsgolven waar.

Als men de microfoon vanuit M verder langs l naar rechts beweegt, constateert men in P voor het eerst weer een maximum in geluidsterkte.

$MP = 1,50 \text{ m}$; $a = 10,0 \text{ m}$; $d = 3,00 \text{ m}$

- Bereken de golflengte van het geluid.
- Bereken de frequentie van het geluid als de temperatuur van de lucht 0°C is.

fig. 8

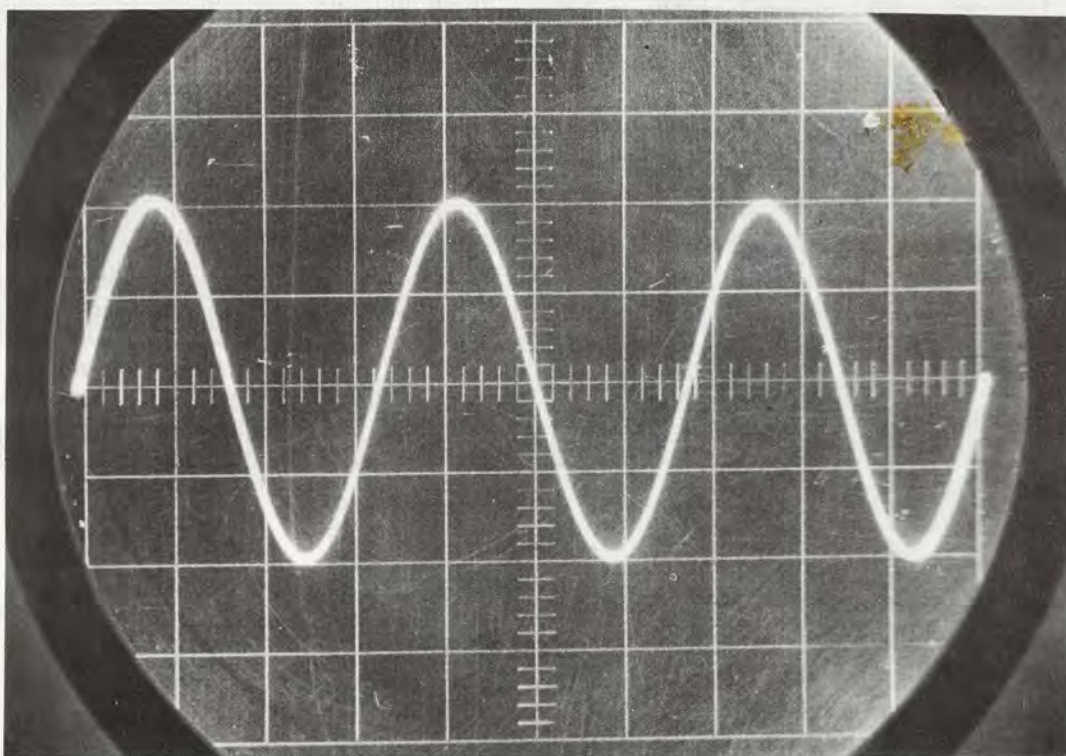
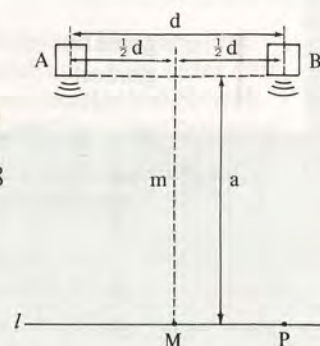


fig. 9

- Bepaal de frequentie van de zaagtandspanning (tijdbasis) van de oscilloscoop.

Op een zeker tijdstip hebben de luchtdeeltjes in M hun maximale uitwijking $\vec{u}$; deze is weergegeven door de getekende pijl in de figuur op het bijgevoegde antwoordpapier (bijlage 4). Voor de duidelijkheid is de pijl $\vec{u}$ even groot getekend als de amplitude van het oscilloscoop-beeld in figuur 9.

- Teken voor datzelfde tijdstip in de figuur op het antwoordpapier (bijlage 4) de pijlen die de maximale uitwijkingen $\vec{u}_A$ en $\vec{u}_B$ van de luchtdeeltjes in M aangeven respectievelijk veroorzaakt door het geluid uit A en uit B.

Vervolgens verwisselt men de aansluitingen van de toevoerdraden bij B. De luidsprekers A en B gaan dan trillingen uitzenden met dezelfde amplitude en frequentie, maar met tegengestelde fase.

De microfoon blijft in M opgesteld en de instelling van de oscilloscoop blijft ongewijzigd.

- Teken op het bijgevoegde antwoordpapier (bijlage 4) de pijl die de maximale uitwijking $\vec{u}'$ van de luchtdeeltjes in M aangeeft.
- Teken op het bijgevoegde antwoordpapier (bijlage 5) het oscilloscoop-beeld.