

EXAMEN VOORBEREIDEND WETENSCHAPPELIJK ONDERWIJS IN 1981

Donderdag 7 mei, 9.00–12.00 uur

NATUURKUNDE

Dit examen bestaat uit 4 opgaven
Bijlagen: 3 antwoordpapieren

Deze opgaven zijn vastgesteld door de commissie bedoeld in artikel 24 van 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. DE BALLETTJESBAAN, met en zonder wrijving.

Neem in deze opgave voor de valversnelling $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

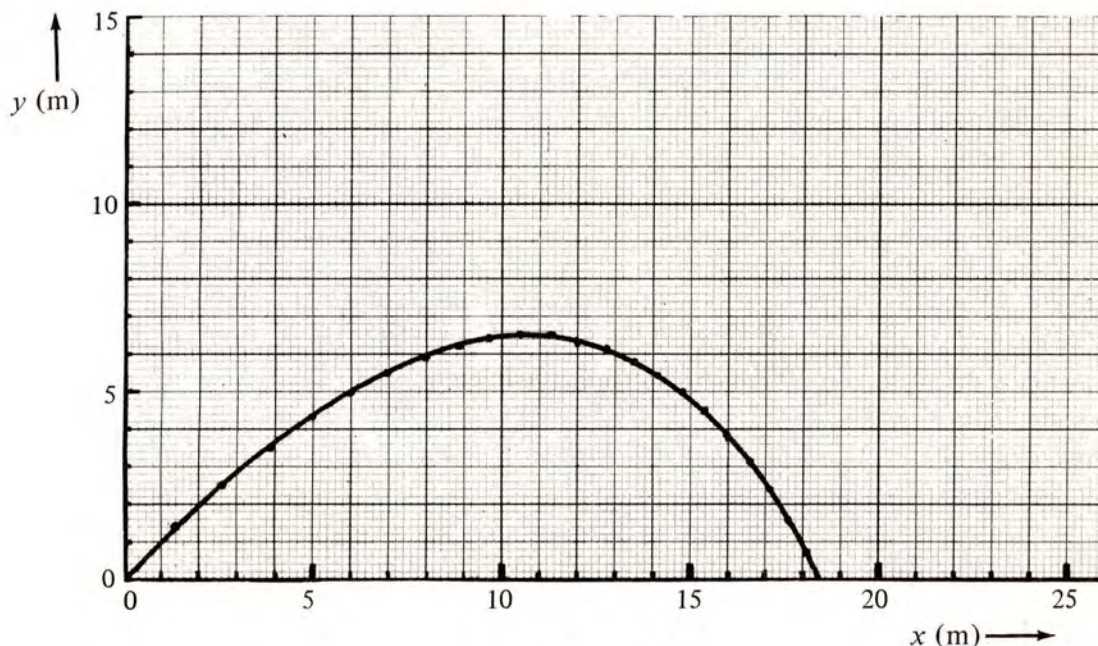
Een balletje is onder een hoek van 45° met de verticaal weggeschoten.

Tijdens zijn vlucht is het stroboscopisch belicht en gefotografeerd.

De frequentie van de belichting is 10 Hz. In figuur 1 is het resultaat weergegeven.

Op tijdstip $t = 0 \text{ s}$ start het balletje in de oorsprong.

De verticale en horizontale component van de beginsnelheid zijn beide $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

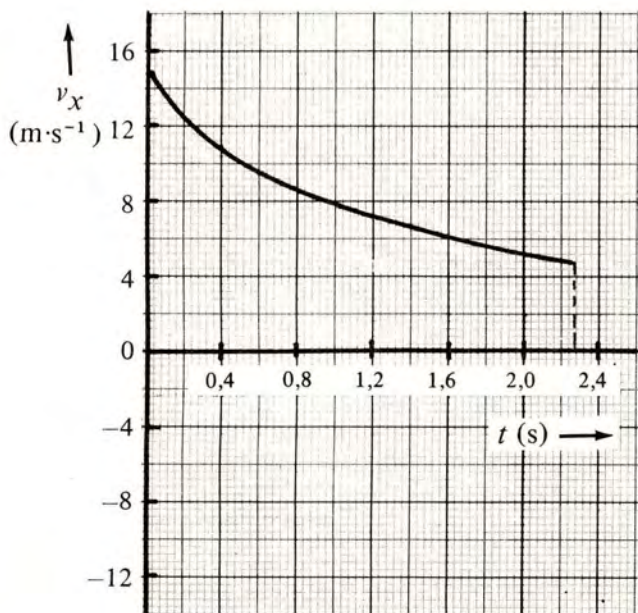


figuur 1

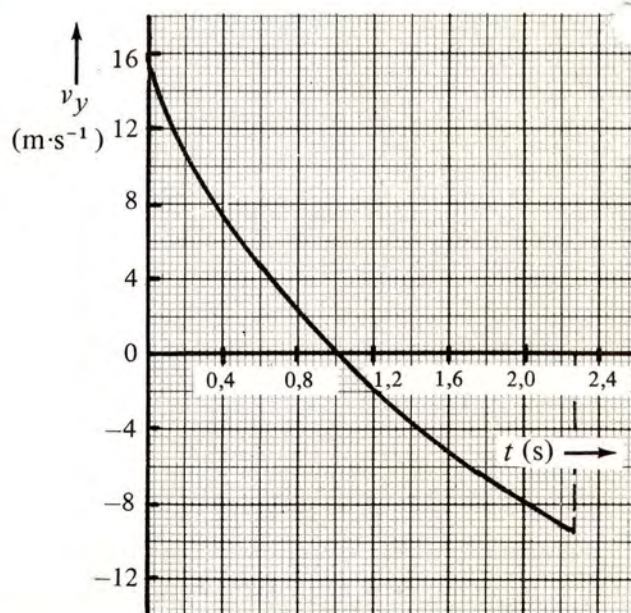
Na onderzoek van de foto zijn twee snelheid-tijd diagrammen gemaakt:

de horizontale snelheid als functie van de tijd, zie figuur 2a;

de verticale snelheid als functie van de tijd, zie figuur 2b.



figuur 2a



figuur 2b

Aan de figuren 1, 2a en 2b is te zien dat het balletje behalve aan de zwaartekracht ook onderhevig is aan de wrijvingskracht van de lucht. Op de twee bijgevoegde antwoordpapieren voor deze opgave zijn de figuren nog eens opgenomen. De figuren 2a en 2b zijn hierbij vergroot weergegeven.

Om het beschreven geval, waarbij luchtwrijving optreedt, te kunnen vergelijken met de toestand waarbij geen wrijving optreedt, *volgen in a.1 tot en met a.4 eerst vragen over de wrijvingsloze beweging*. Bij die wrijvingsloze beweging zijn de horizontale en verticale component van de beginsnelheid weer $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

- a. 1. Bereken de x - en de y -coördinaat van het hoogste punt van de baan.
2. Teken in figuur 1 van het antwoordpapier de hele baan.
Bereken daartoe de coördinaten van nog minstens twee punten van de baan.
3. Teken in figuur 2a van het antwoordpapier de snelheid-tijd grafiek voor de *horizontale* beweging gedurende de vlucht van het balletje.
4. Teken in figuur 2b van het antwoordpapier de snelheid-tijd grafiek voor de *verticale* beweging gedurende de vlucht van het balletje. Geef een toelichting.

De nu volgende vragen hebben betrekking op de beweging waarbij wrijving optreedt.

- b. Toon met behulp van de twee grafieken *in figuur 2b* van het antwoordpapier aan dat in geval van wrijving de grootste hoogte geringer is dan bij de beweging zonder wrijving.

Voor luchtwrijving geldt dat de wrijvingskracht kleiner is als de snelheid kleiner is.

- c. 1. Toon met behulp van *figuur 2a* aan dat dit geldt voor de horizontale beweging.
2. Toon met behulp van *figuur 2b* aan dat voor de verticale beweging geldt dat de wrijvingskracht nul is als de snelheid nul is.



2. DE DANSENDE KOGEL.

Een grote glazen fles is gevuld met lucht. In de hals van de fles is een goed sluitende doorboorde stop aangebracht, waardoor een glazen buis steekt. De buis is zuiver verticaal opgesteld en heeft overal dezelfde doorsnede. Naast de buis is een schaalverdeling aangebracht. Zie figuur 3.

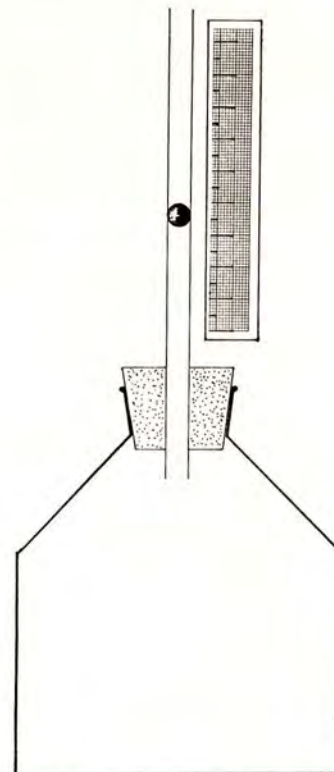
In de buis bevindt zich een ijzeren kogel die de lucht in de fles goed afsluit. De straal van de kogel bedraagt $5,7 \cdot 10^{-3}$ m. Het volume V_O van de afgesloten lucht bedraagt $5,1 \cdot 10^{-3}$ m³.

De kogel kan met geringe wrijving in de buis op en neer bewegen. De druk van de buitenlucht bedraagt $1,019 \cdot 10^5$ Pa.

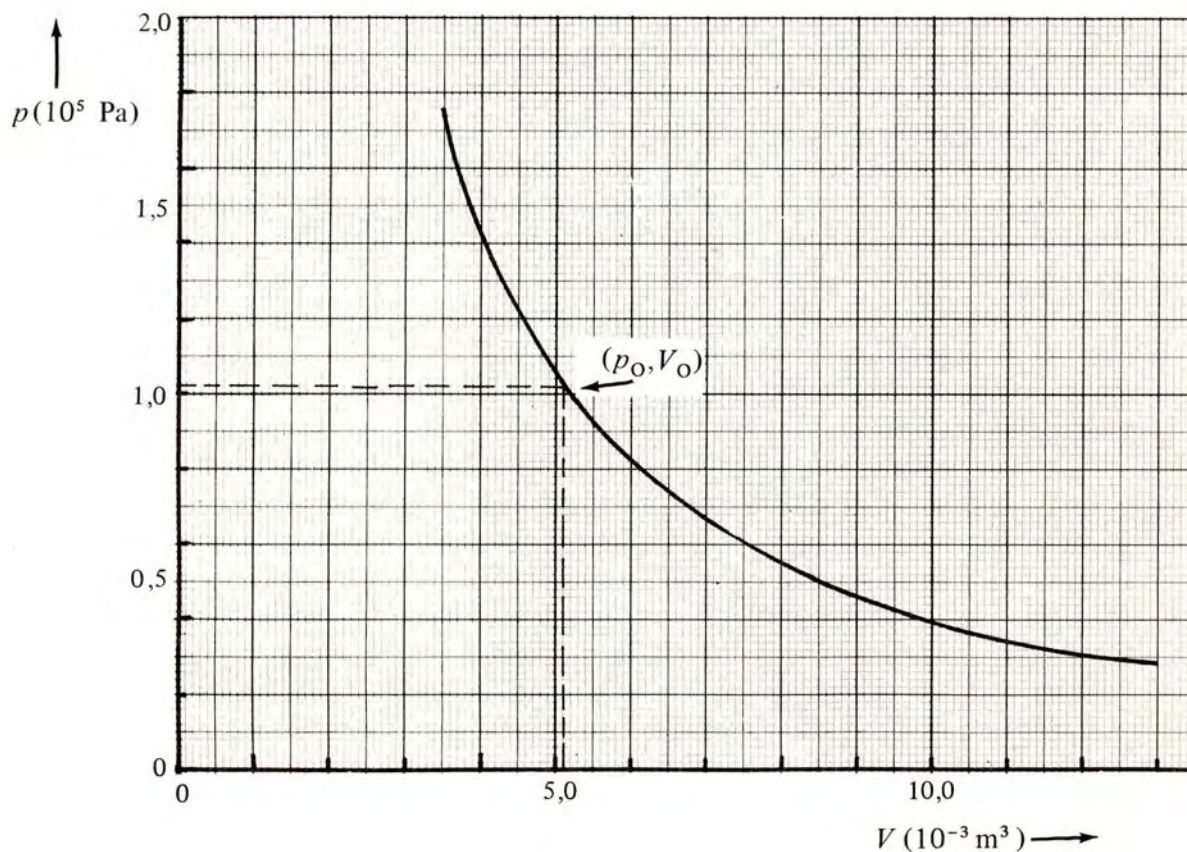
- a. Toon aan dat de druk p_O van de lucht in de fles $1,025 \cdot 10^5$ Pa bedraagt. Verwaarloos bij de berekening de invloed van de wrijving.

In figuur 4 is de adiabaat getekend door het punt (p_O, V_O) voor de afgesloten hoeveelheid lucht. Deze figuur is op het bijgevoegde antwoordpapier nog eens weergegeven.

- b. 1. Teken op het antwoordpapier in de figuur de isotherm van de afgesloten hoeveelheid lucht door hetzelfde punt (p_O, V_O) .
Licht het antwoord toe.
2. Verklaar het verschil in verloop tussen de adiabaat en de isotherm in de omgeving van (p_O, V_O) .

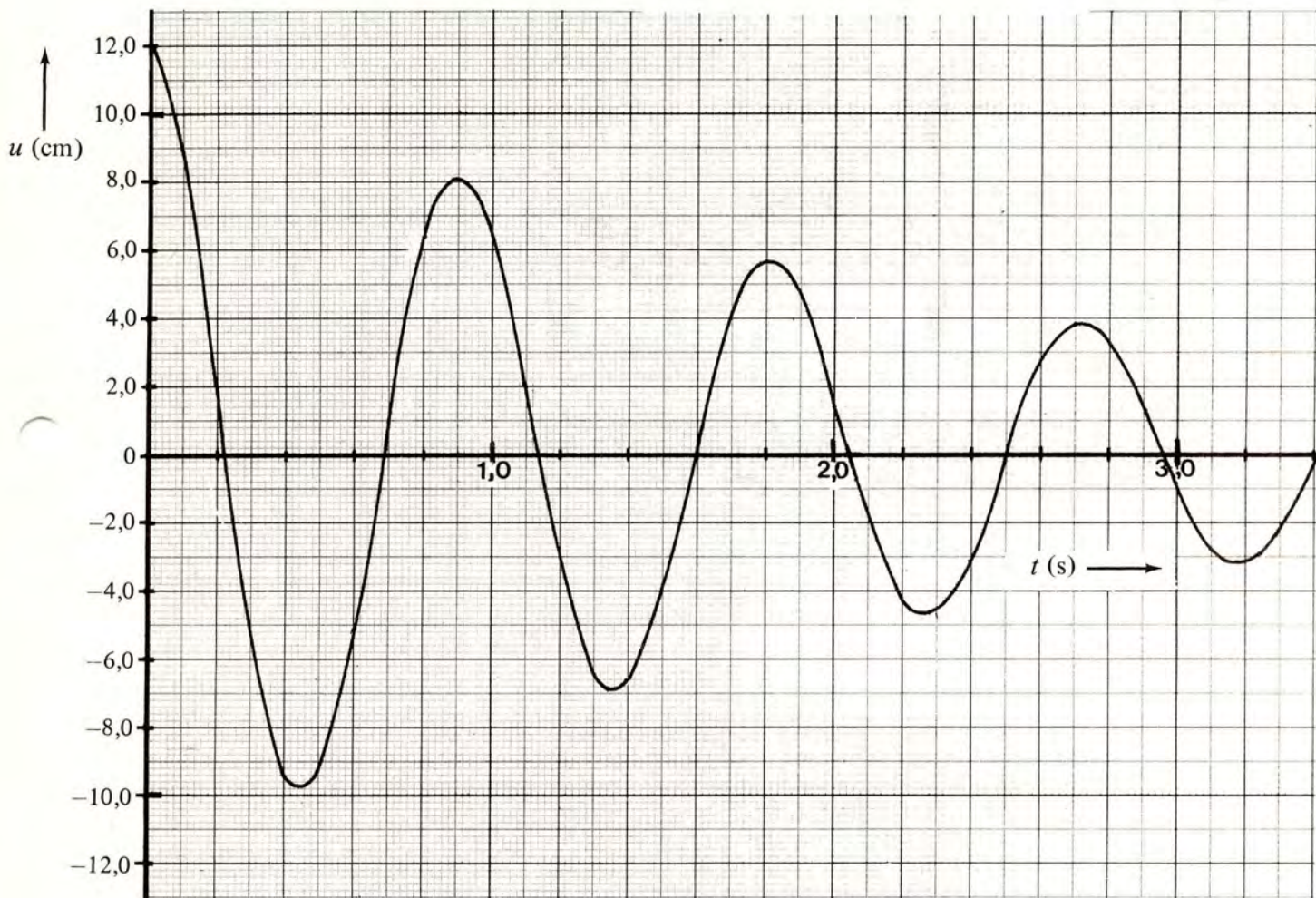


figuur 3



figuur 4

Met behulp van een elektromagneet brengt men de kogel in de buis omhoog. Hierdoor wordt het volume van de lucht in de fles vergroot. Nadat men de magneet heeft uitgeschakeld, valt de kogel en voert een gedempte trilling uit om de evenwichtsstand. Deze trilling is gefilmd. Met behulp van de film is een plaats-tijd diagram van de bewegende kogel getekend. Zie figuur 5.



figuur 5

c. Bepaal met behulp van figuur 5 de trillingstijd T van de dansende kogel.

De grafiek in figuur 5 kan worden beschreven met de functie:

$$u(t) = r \cdot e^{-b \cdot t} \cdot \cos(\omega \cdot t),$$

d. Bepaal de constanten r en b .

Voor de trillingstijd van de kogel geldt:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{|\kappa| \cdot A^2}}.$$

Hierin is: m de massa van de kogel,

A de inwendige doorsnede van de buis,

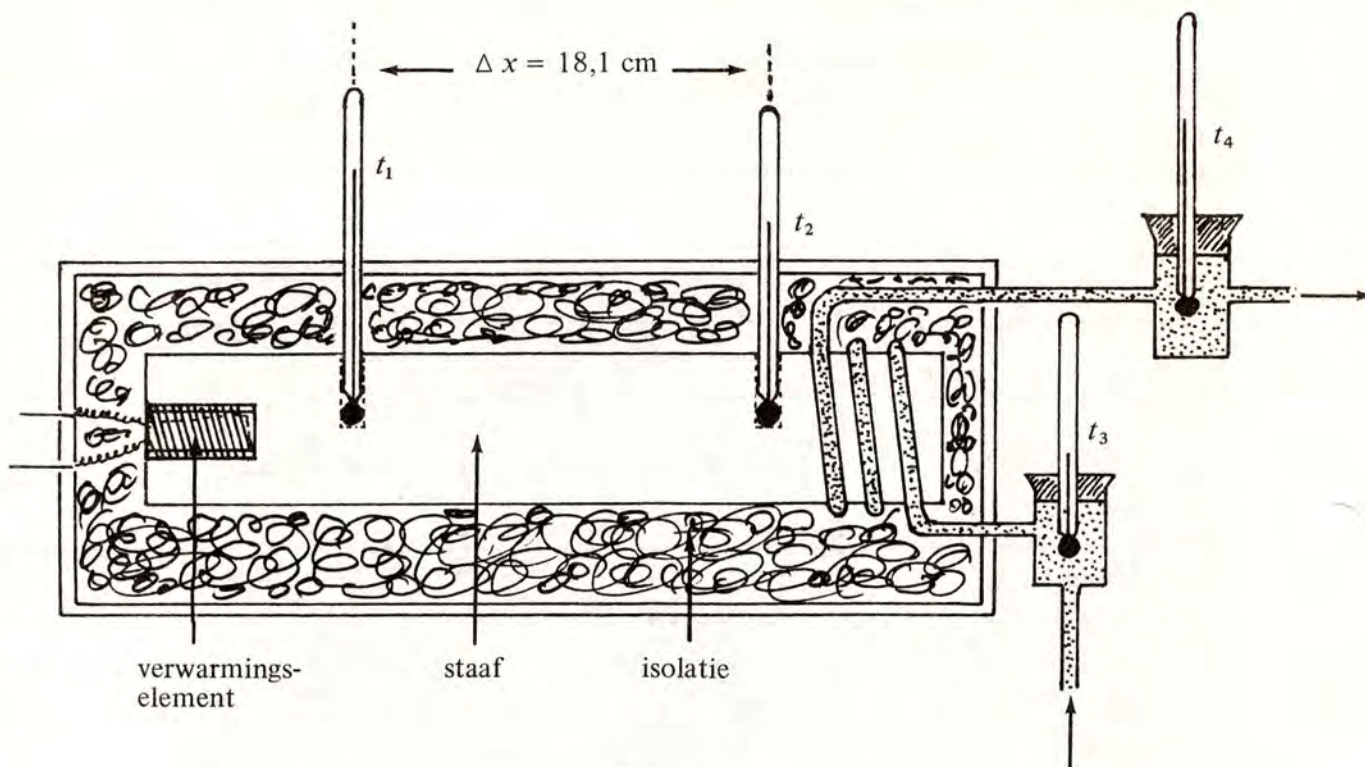
κ de afgeleide $\frac{dp}{dV}$ van de druk naar het volume in het punt (p_0, V_0) .

Iemand veronderstelt dat de opeenvolgende expansies en compressies van de lucht in de fles tijdens de beweging van de kogel adiabatisch verlopen.

- e. 1. Bepaal, uitgaande van deze veronderstelling, met behulp van figuur 4, de waarde en de eenheid van κ .
2. Ga na of de veronderstelling dat de opeenvolgende expansies en compressies van de lucht adiabatisch verlopen door het experiment bevestigd wordt.

3. WARMTEGELEIDING.

Om de warmtegeleiding in een metalen staaf te onderzoeken heeft men de meetopstelling uit figuur 6 gebouwd.



figuur 6

Een lange cilindrische metalen staaf is zorgvuldig ingepakt in isolerend materiaal. Aan één uiteinde is een elektrisch verwarmingselement van alumel-draad in een boring aangebracht. Het andere uiteinde is omwikkeld met een koperen buisje waardoor water, afkomstig uit het waterleidingnet, stroomt. Door speciale voorzieningen kan men de instroomtemperatuur t_3 en de uitstroomtemperatuur t_4 van het leidingwater meten.

In de staaf zijn twee gaten geboord die 18,1 cm uit elkaar liggen. In beide gaten is een thermometer geplaatst waarmee de temperatuur in het inwendige van de staaf kan worden gemeten. De doorsnede van de staaf bedraagt $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$. Tijdens het uitvoeren van de proef blijft de kamertemperatuur constant $19,9^\circ\text{C}$.

Het verwarmingselement wordt opgenomen in een schakeling die opgebouwd is uit een voedingsapparaat, een voltmeter en een ampèremeter.

De stroom wordt ingeschakeld. Op dat ogenblik leest men op de voltmeter 20,0 V af en op de ampèremeter 3,02 A. De stroomsterkte blijkt aanvankelijk te dalen tot hij uiteindelijk een constante waarde van 2,60 A bereikt.

Dit noemen we de stationaire toestand. De spanning blijft onveranderd 20,0 V.

- Teken een schema van de gebruikte schakeling.
- Bereken de temperatuur van het verwarmingselement in de stationaire toestand.
- Bereken het vermogen dat door het verwarmingselement in de stationaire toestand wordt afgegeven.

Het uitstromende koelwater wordt in een maatglas opgevangen.

In 80 s wordt 100 cm^3 water verzameld. De inwendige doorsnede van het koperen buisje waarin het water stroomt bedraagt $7,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$.

1. Bereken hoeveel cm^3 water per seconde door het koperen buisje stroomt.
2. Bereken de gemiddelde snelheid waarmee het water door het koperen buisje stroomt.

Na lange tijd blijkt het instromende water een constante temperatuur van $16,3^\circ\text{C}$ te hebben aangenomen. Ook het uitstromende water heeft dan een constante temperatuur bereikt, deze bedraagt $26,2^\circ\text{C}$.

- e. Bereken hoeveel energie per seconde door de staaf aan het water wordt afgegeven.

In de staaf heeft zich door geleiding een constante warmtestroom ingesteld.
Voor een dergelijk warmtetransport geldt:

$$P = \lambda \cdot A \cdot \left| \frac{\Delta t}{\Delta x} \right|.$$

Hierin is: P het getransporteerde vermogen,
 λ de warmtegeleidingscoëfficiënt (een materiaalconstante),
 A de doorsnede van de staaf,
 $\left| \frac{\Delta t}{\Delta x} \right|$ de temperatuursgradiënt (de temperatuursverandering per lengte-eenheid).

Op de thermometers in de staaf wordt afgelezen: $t_1 = 61,3^\circ\text{C}$ en $t_2 = 34,2^\circ\text{C}$.

f. Bepaal de warmtegeleidingscoëfficiënt van het gebruikte metaal.

Men laat het koelwater sneller stromen. Door het voedingsapparaat bij te regelen wordt het in het verwarmingselement afgegeven vermogen constant gehouden.

g. Beredeneer hoe de volgende grootheden veranderd zijn, nadat opnieuw warmte-evenwicht is ingetreden:

1. het getransporteerde vermogen,
2. de temperatuur van het uitstromende koelwater,
3. de temperatuursgradiënt.

meting	aantal pulsen
1	12
2	11
3	10

meting	aantal pulsen
1	60
2	50
3	40
4	30
5	20

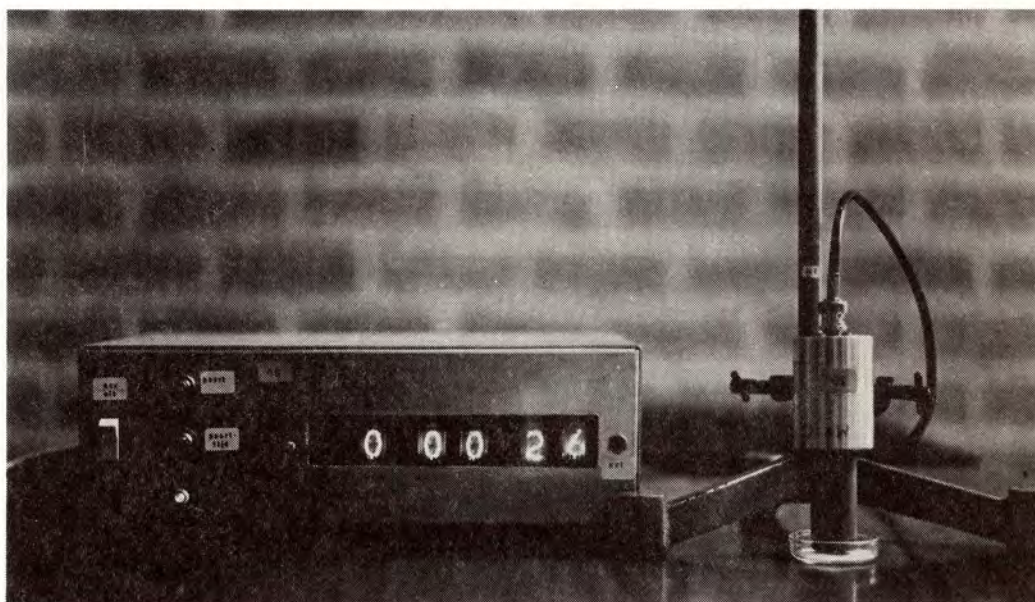
4. DE HALVERINGSTIJD VAN ZEER LANG LEVENDE ISOTOPEN.

De kaliumisotoop ^{40}K komt voor in natuurlijk kaliumchloride (KCl). Deze isotoop is radio-actief.

a. Geef de vervalvergelijking van ^{40}K .

Men doet 1,0 gram kaliumchloride in een cilindervormig schaaltje. De diameter van het schaaltje bedraagt 4,2 cm. Het kaliumchloride ligt gelijkmatig verdeeld over de gehele bodem van het schaaltje. Het laagje is dus overal even dik.

Men plaatst het schaaltje met kaliumchloride vlak onder het venster van een Geiger-Müller telbuis. Het venster heeft een diameter van 1,8 cm. Het midden van het schaaltje bevindt zich onder het midden van het venster van de telbuis. Zie figuur 7.



figuur 7

Een aantal malen wordt het aantal pulsen geteld, en wel telkens gedurende 1,0 minuut. Daarna wordt een identiek maar leeg schaaltje op precies dezelfde wijze onder het venster van de telbuis geplaatst. Ook nu wordt een aantal malen het aantal pulsen geteld, telkens 1,0 minuut. De meetresultaten staan in onderstaande tabellen.

schaaltje met 1,0 gram KCl	
meting	aantal pulsen
1	69
2	59
3	69
4	64
5	69

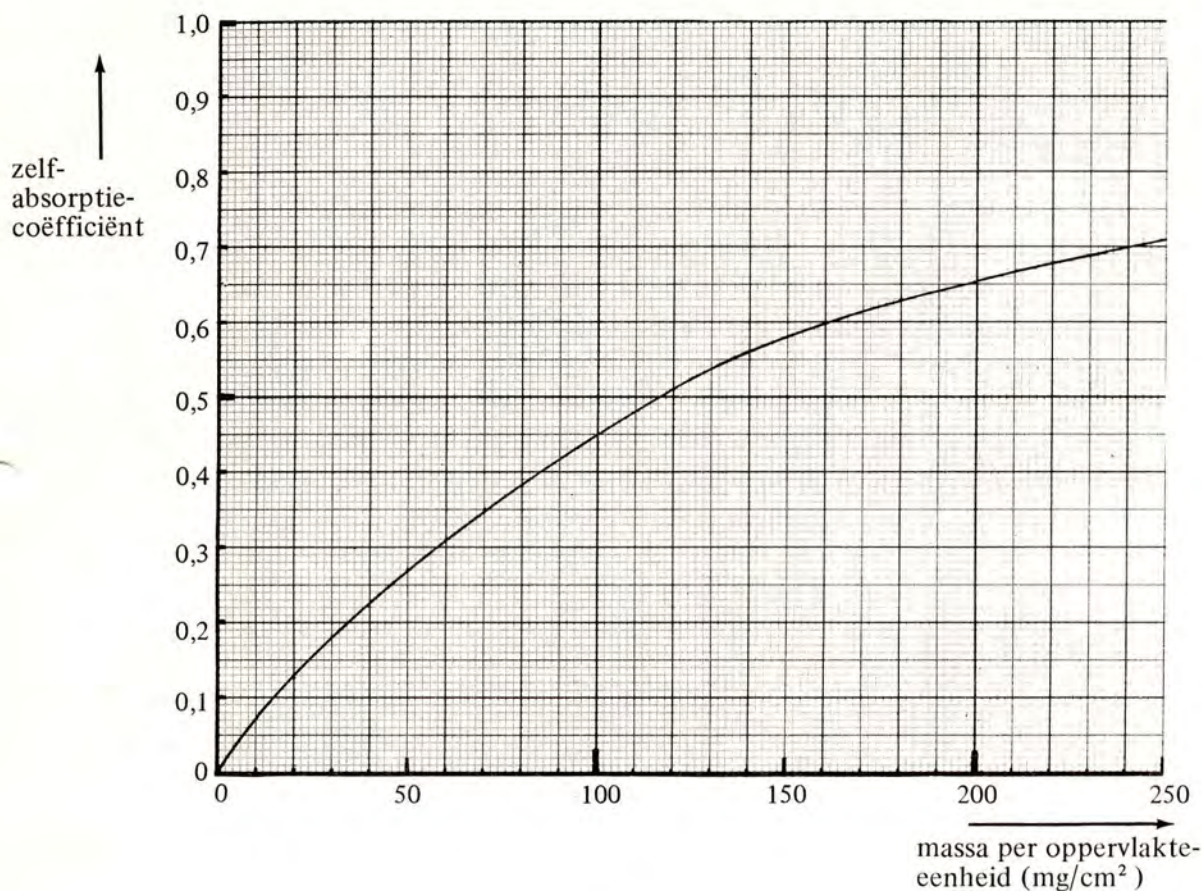
leeg schaaltje	
meting	aantal pulsen
1	18
2	19
3	11
4	26
5	19

Aangenomen mag worden dat alle deeltjes die het venster van de telbuis treffen geregistreerd worden.

b. Bepaal uit deze meetresultaten het gemiddeld aantal pulsen dat door de telbuis per minuut wordt gemeten, veroorzaakt door het kaliumchloride.

c. Bereken het totale aantal deeltjes dat per minuut uit het laagje kaliumchloride treedt.

Van de deeltjes die door zo'n preparaat worden geproduceerd worden sommige reeds in het preparaat zelf geabsorbeerd. De verhouding van het aantal geabsorbeerde en het aantal geproduceerde deeltjes noemt men de zelfabsorptie-coëfficiënt van het preparaat. In figuur 8 is deze zelfabsorptie-coëfficiënt van kaliumchloride gegeven als functie van de massa per oppervlakte-eenheid.



figuur 8

d. 1. Bereken de massa per oppervlakte-eenheid (uitgedrukt in mg/cm^2) van het laagje kaliumchloride in het schaalpje.

2. Bepaal hoe groot de zelfabsorptie-coëfficiënt in dit geval is.

Onder de activiteit van een radioactief preparaat verstaat men het aantal atomen dat per seconde vervalst.

e. Bereken de activiteit van de 1,0 gram kaliumchloride in het schaalpje.

Voor dit radioactief vervalproces geldt: $N(t) = N(0) \cdot e^{-\lambda \cdot t}$.

Hierin is: $N(t)$ het aantal atomen ^{40}K op het tijdstip t ,

$N(0)$ het aantal atomen ^{40}K op het tijdstip 0,

λ de vervalconstante.

Voor de activiteit geldt dus: $A(t) = \left| \frac{dN(t)}{dt} \right| = \lambda \cdot N(0) \cdot e^{-\lambda \cdot t}$.

Het aantal atomen ^{40}K in 1,0 gram kaliumchloride bedraagt $8,0 \cdot 10^{17}$.

f. Bereken de vervalconstante λ van ^{40}K .

g. Bereken de halveringstijd van ^{40}K .

EINDE