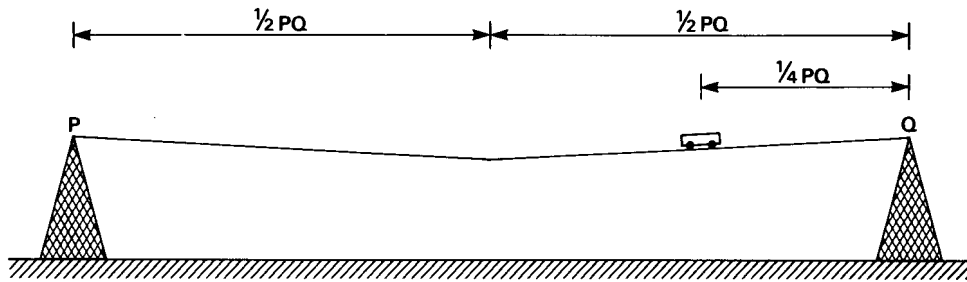


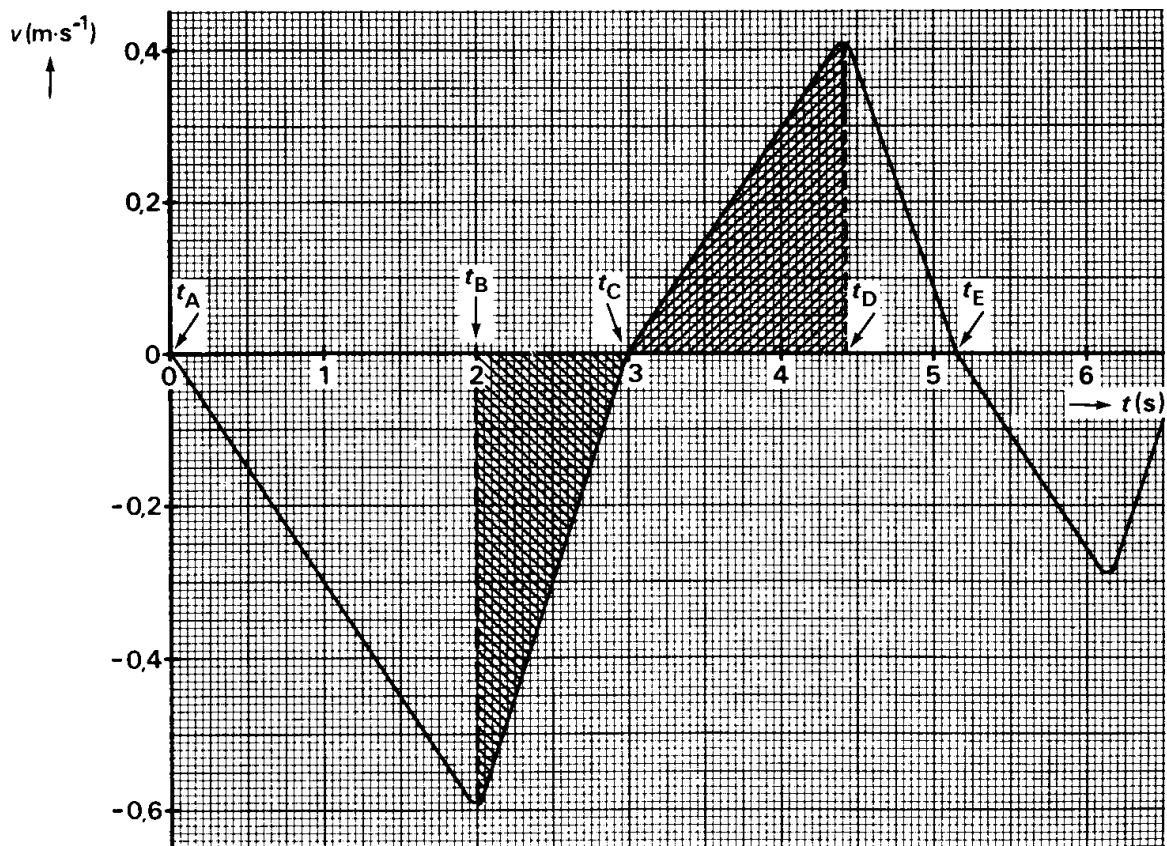
## 1. Een karretje op een rail

Een rail, waarvan de massa 186 gram is, heeft in het midden een knik. De beide rechte stukken zijn even lang. De rail wordt slechts in de twee uiterste punten P en Q ondersteund. P en Q liggen op dezelfde hoogte. Links van Q wordt een kar met een massa van 43 gram neergezet. De afstand van zwaartepunt van de kar tot het punt Q bedraagt, horizontaal gemeten,  $\frac{1}{4}PQ$ . Zie figuur 1. De kar staat "op de rem" en kan dan niet bewegen.



figuur 1.1

- a. Bereken in deze situatie de verticale component van de kracht die in Q op de rail wordt uitgeoefend.



figuur 1.2

De kar wordt vanuit de beschreven positie op het tijdstip  $t = 0$  losgelaten. Dit tijdstip noemen we  $t_A$ .

De kar gaat dan over de rail heen en weer bewegen. Het laagste punt van de baan noemen we de evenwichtsstand. De snelheid langs de baan van het zwaartepunt van de kar is in figuur 1.2 als functie van de tijd getekend. Als de kar naar links beweegt, is de snelheid negatief gekozen.

b. Leg uit waar de kar zich op het tijdstip  $t_B$  bevindt.

De oppervlakte van het gearceerde gebied tussen de tijdstippen  $t_B$  en  $t_C$  is gelijk aan de oppervlakte van het gearceerde gebied tussen de tijdstippen  $t_C$  en  $t_D$ .

c. Waarom moeten die oppervlakten gelijk zijn?

De plaats van het zwaartepunt van de kar ten opzichte van de evenwichtsstand noemen we  $x$ . Als de kar zich langs de baan gemeten 10 cm rechts van de evenwichtsstand bevindt, geldt dat  $x = +0,10$  m. Als de kar zich langs de baan gemeten 10 cm links van de evenwichtsstand bevindt, geldt dat  $x = -0,10$  m.

d. Teken op het antwoordpapier het  $x, t$ -diagram van  $t_A$  tot  $t_E$ . Bepaal daartoe eerst  $x$  op de tijdstippen  $t_A, t_B, t_C, t_D$  en  $t_E$ .

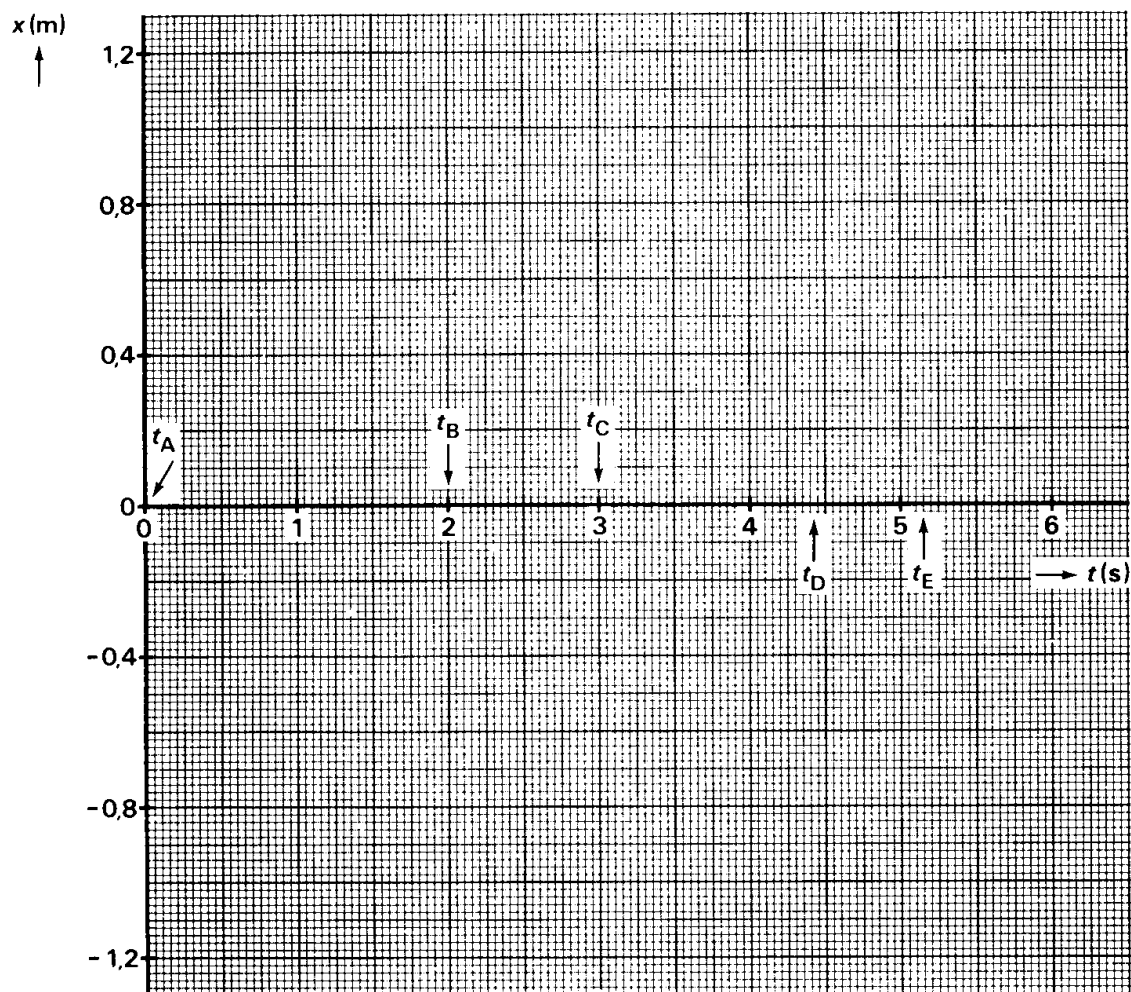
e. 1. Bepaal de versnelling die de kar heeft tussen de tijdstippen  $t_B$  en  $t_C$  en tussen de tijdstippen  $t_C$  en  $t_D$ .

De kar ondervindt tijdens zijn beweging een constante wrijvingskracht.

e.2. Leg uit waardoor de versnelling tussen de tijdstippen  $t_B$  en  $t_C$  groter is dan de versnelling tussen de tijdstippen  $t_C$  en  $t_D$ .

e.3. Bepaal de wrijvingskracht op de kar.

Bijlage:

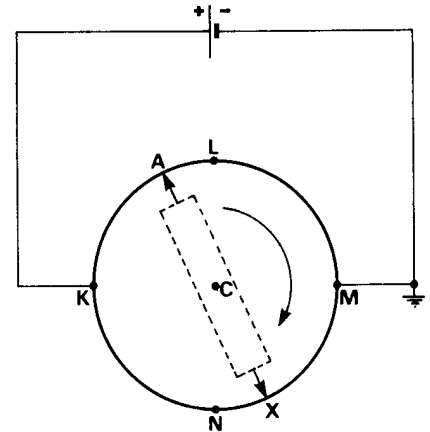


Vraag 1.d.

## 2. Een LED

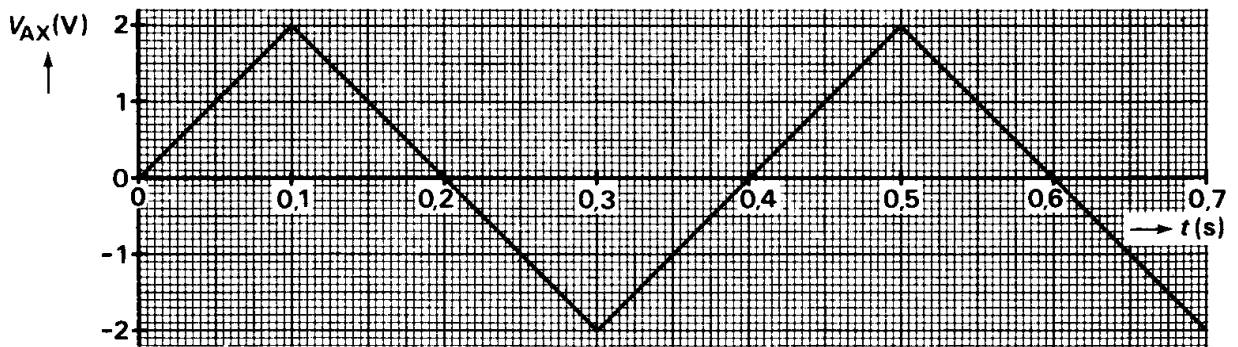
Een geleider is cirkelvormig gebogen. Deze cirkel KLMNK heeft een diameter van 30 cm. De geleider is gemaakt van nichroom en heeft een doorsnede van  $0,20 \text{ mm}^2$ .

De punten K en M sluit men aan op een gelijkspanningsbron. De inwendige weerstand van deze spanningsbron is te verwaarlozen, evenals de weerstand van de toe- en afvoerdraden. Het punt M is geaard. Zie figuur 2.1. Een draaias C bevindt zich precies in het middelpunt van de gebogen geleider KLMNK. Aan de draaias C bevestigt men een staafje niet-geleidend materiaal. Aan de uiteinden hiervan zijn twee sleepcontacten A en X vastgemaakt. Men draait de as C eenparig rond waardoor de contacten A en X met de wijzers van de klok mee over de geleider KLMNK bewegen. De punten A en X bevinden zich daarbij steeds diametraal ten opzichte van elkaar.



figuur 2.1

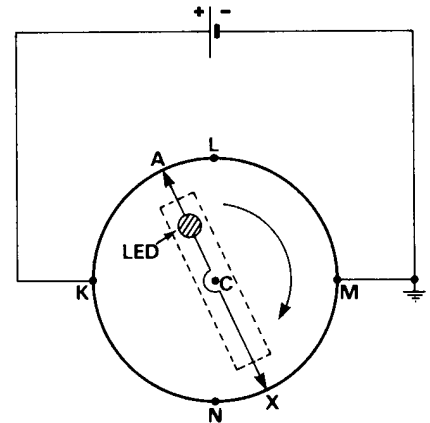
Het verloop van  $V_{AX}$  als functie van de tijd is weergegeven in figuur 2.2.



figuur 2.2

- a. Hoe groot is de spanning van de spanningsbron?
- b. Bereken de stroomsterkte in de spanningsbron.
- c. 1. Bepaal met behulp van de figuren 2.1 en 2.2 waar het punt A zich op het tijdstip  $t = 0$  op de geleider KLMNK bevindt.
- c. 2. Teken in de figuur op de bijlage de potentiaal van A als functie van de tijd van  $t = 0$  tot  $t = 0,7 \text{ s}$ .

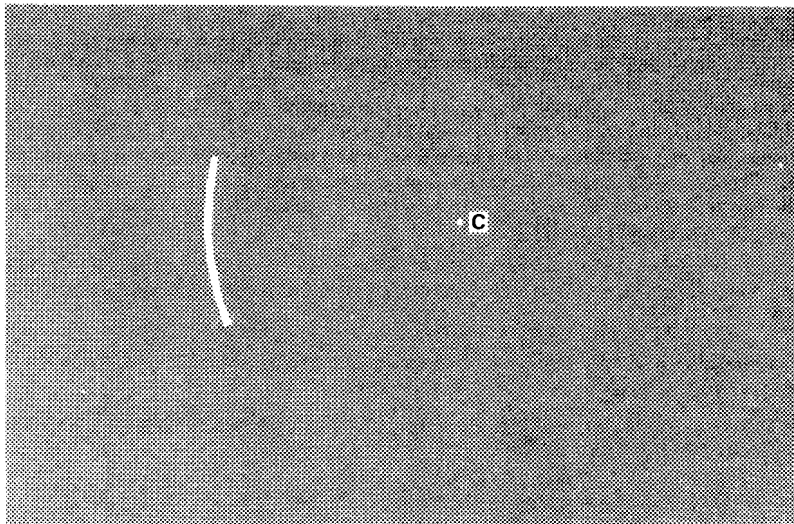
Men bevestigt nu een LED (Licht Emitterende Diode) excentrisch op het staafje en sluit de LED aan tussen de contacten A en X. Zie figuur 2.3. De draaias C wordt nu op dezelfde wijze als eerst eenparig rondgedraaid. Hierdoor voert de LED ook een eenparige cirkelbeweging uit. Het verloop van  $V_{AX}$  als functie van de tijd is onveranderd, zodat de LED knippert. Het licht dat de LED uitzendt, is monochromatisch en heeft een golflengte van  $6,8 \cdot 10^{-7}$  m.



figuur 2.3

- d. Leg uit waar in het halfgeleidermateriaal van de LED licht wordt uitgezonden.
- e. Bereken de bandafstand van het halfgeleidermateriaal van de LED.

Men fotografeert de ronddraaiende LED in het donker. In de tijd dat de sluiters van het foto toestel is geopend, draait de LED enige malen rond. De foto is in figuur 2.4 nagetekend. Het punt C in figuur 2.4 geeft het middelpunt van de cirkelvormige baan van de LED aan.



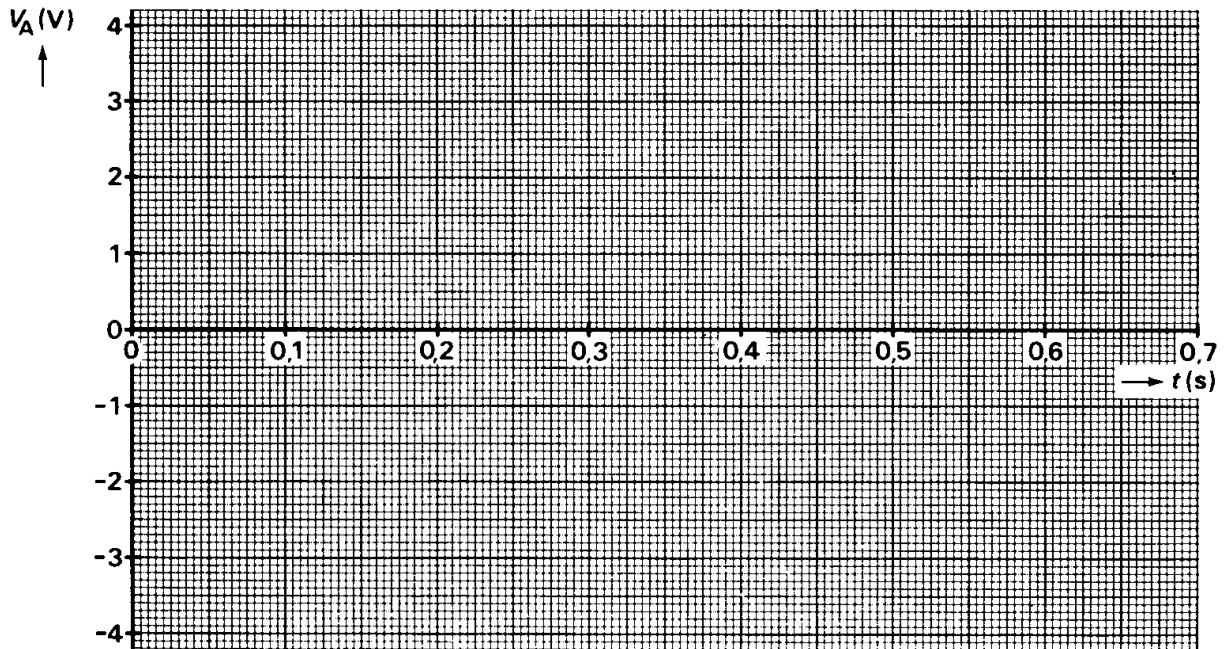
figuur 2.4

Uit de figuren 2.2 en 2.4 is te bepalen op welke minimale spanning de LED moet zijn aangesloten opdat de uitgezonden lichtsterkte groot genoeg is om op de foto zichtbaar te zijn.

- f. Bepaal deze minimale spanning.

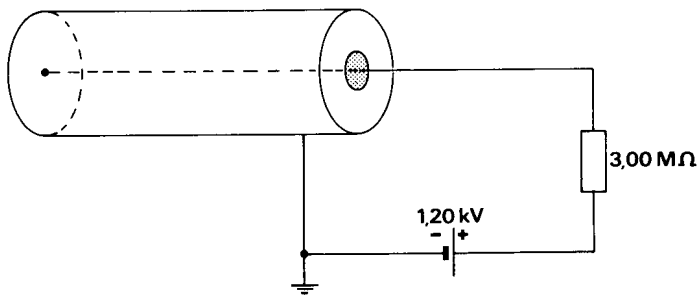
Bijlage:

Vraag 2.c.2.



### 3. De Geiger-Müllerteller

In figuur 3.1 is aangegeven hoe een Geiger-Müllertelbuis via een weerstand op een spanningsbron is aangesloten. Op de bijlage is een dwarsdoorsnede van de buis getekend.

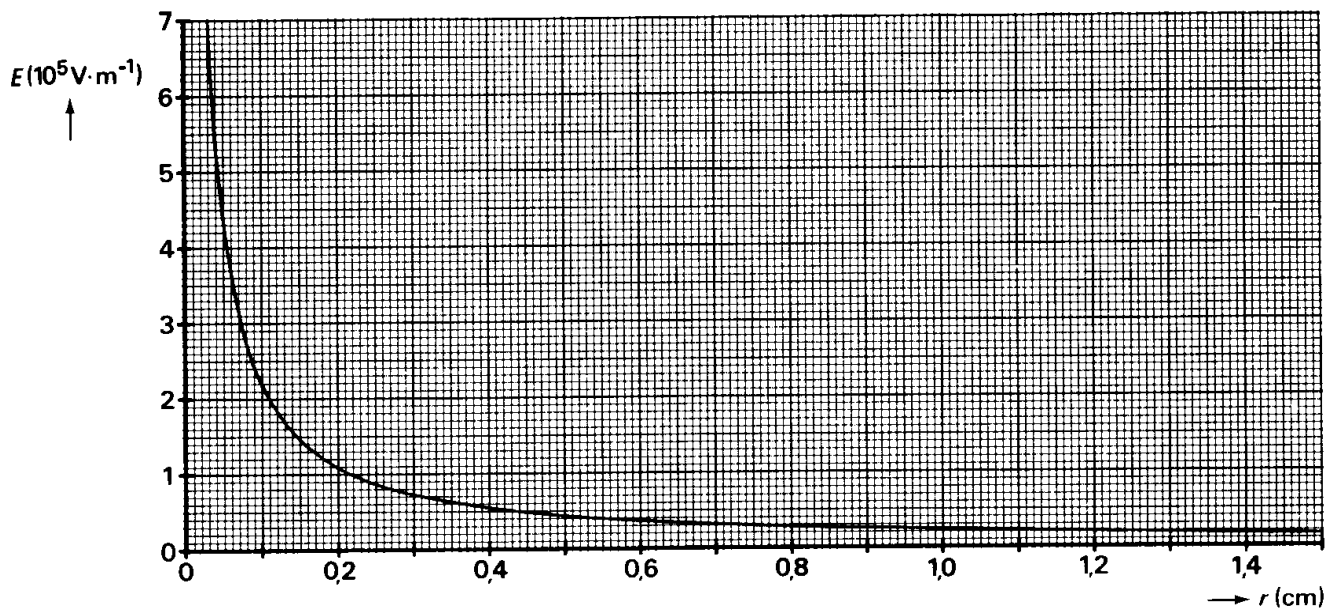


figuur 3.1

- a. Teken in die figuur op de bijlage het veldlijnenpatroon van het elektrische veld in de buis als het gas niet geleidt.

De binnendiameter van de buis is 3,0 cm. Het omhulsel van de buis is geaard. De spanning van de spanningsbron is 1,20 kV.

In figuur 3.2 is het verloop van de elektrische veldsterkte in de buis als functie van de afstand  $r$  tot de as van de centrale draad gegeven voor de situatie dat het gas niet geleidt.



figuur 3.2

- b. Schets in de figuur op het antwoordpapier het verloop van de potentiaal als functie van  $r$ . Licht de vorm van dit verloop toe.

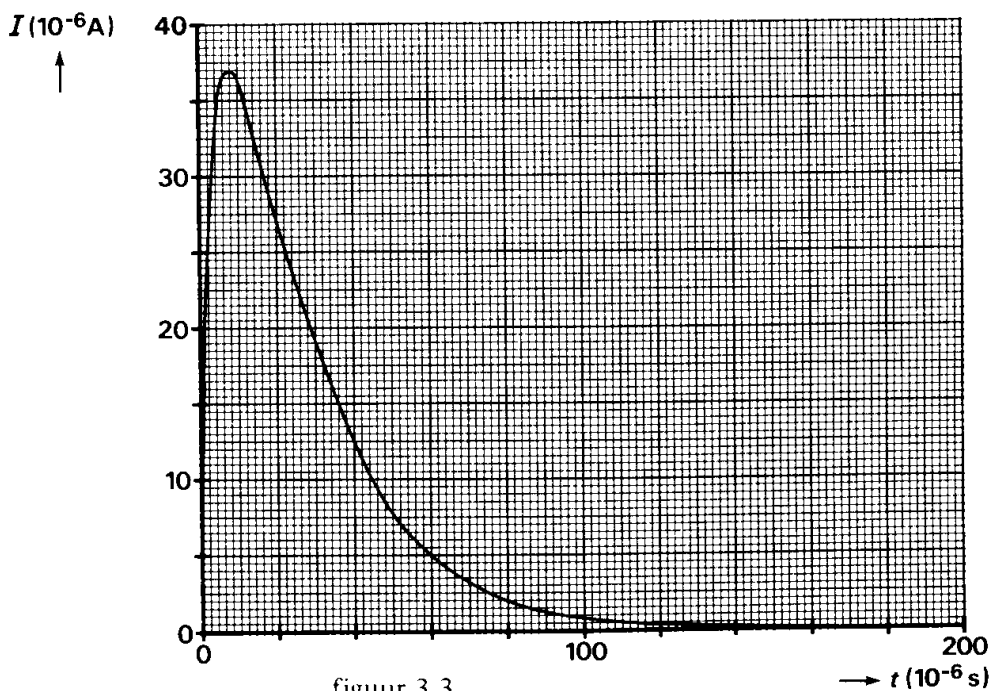
De telbuis is voornamelijk gevuld met argon.

De elektronen die vrijkomen wanneer een ionenspoor gevormd wordt, bewegen naar de centrale draad. Tussen twee botsingen met argonatomen legt een elektron gemiddeld een afstand van  $4,6 \cdot 10^{-5}$  m af.

We beperken ons nu tot elektronen die op weg naar de centrale draad, bij een botsing met een argonatoom òf door aanslag òf door ionisatie al hun kinetische energie kwijtraken. Om bij de volgende botsing weer een argonatoom te kunnen ioniseren, moet zo'n elektron tijdens het afleggen van die  $4,6 \cdot 10^{-5}$  m dus voldoende elektrische energie kunnen omzetten in kinetische energie. Verondersteld mag worden dat de elektrische veldsterkte over deze kleine afstand constant is. De ionisatie-energie van argon is 15,8 eV.

- c. Bepaal met behulp van figuur 3.2 de grootste afstand tot de as van de centrale draad waarop de genoemde elektronen bij een volgende botsing argonatomen vanuit de grondtoestand kunnen ioniseren.

Tijdens een gasontlading in deze telbuis loopt er enige tijd stroom door de weerstand. In figuur 3.3 is de stroomsterkte tijdens zo'n stroomstoot weergegeven.



figuur 3.3

- d.* Geef een schatting van het aantal elektronen dat tijdens zo'n gasontlading bij de centrale draad arriveert.  
Licht het antwoord toe.

De inwendige weerstand van de spanningsbron is te verwaarlozen.

- e.* Bepaal met behulp van de figuren 3.1 en 3.3 de minimale spanning over de telbuis tijdens de stroomstoot.

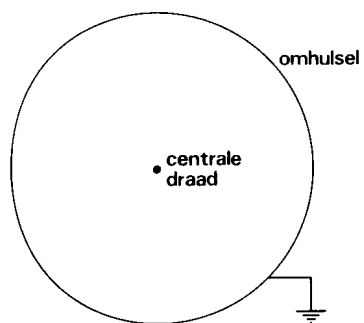
Tijdens een gasontlading veroorzaakt een ander deeltje dat de buis binnendringt en een ionenspoor vormt, geen nieuwe gasontlading. Dit deeltje wordt dus niet geregistreerd. De tijd gedurende welke de teller geen nieuwe binnendringende deeltjes kan registreren, wordt de dode tijd van de teller genoemd.

- f.* Bereken het grootste aantal binnendringende deeltjes dat per seconde door een Geiger-Müllerteller met een dode tijd van  $80 \cdot 10^{-6}$  s kan worden geregistreerd.

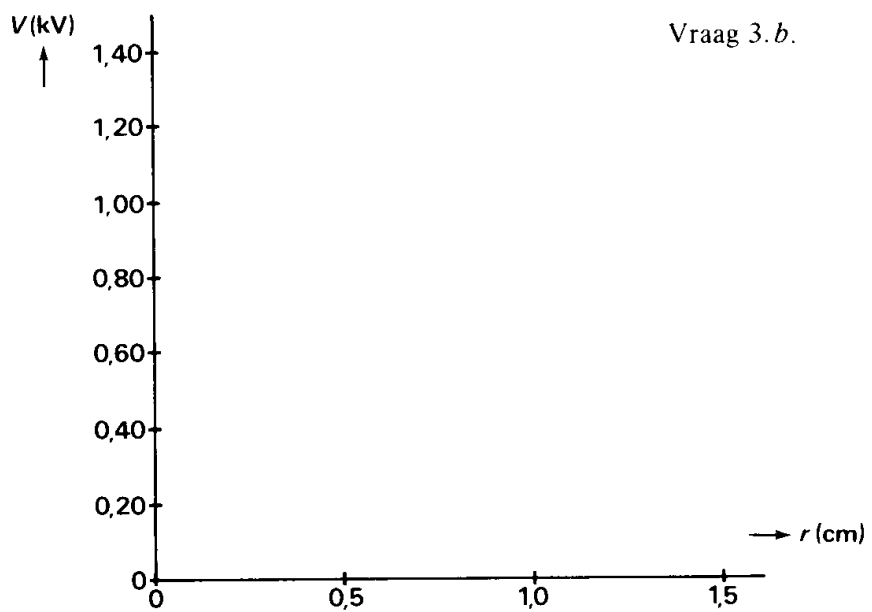


Bijlagen:

Vraag 3.a.

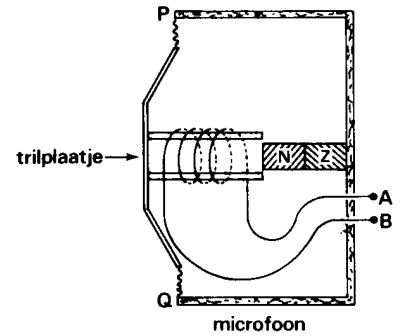


Vraag 3.b.



## 4. Proeven met een microfoon

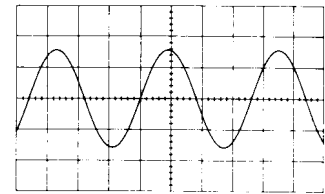
Een microfoon van een eenvoudig type is schematisch getekend in figuur 4.1. Het trilplaatje van zo'n microfoon is bij P en Q verend bevestigd aan het omhulsel. Aan dit trilplaatje zit een hulsje vast waarop een spoeltje is gewikkeld. Als het trilplaatje geluidstrillingen opvangt, trilt het spoeltje ten opzichte van een vast opgestelde magneet.



figuur 4.1

Men sluit de uiteinden A en B van het spoeltje aan op een oscilloscoop. De tijdbasis van de oscilloscoop is ingesteld op 0,20 ms/div. (0,20 ms per hokje).

Voor de microfoon wordt een luidspreker geplaatst die is aangesloten op een toongenerator. Op het scherm van de oscilloscoop verschijnt het beeld dat is getekend in figuur 4.2.



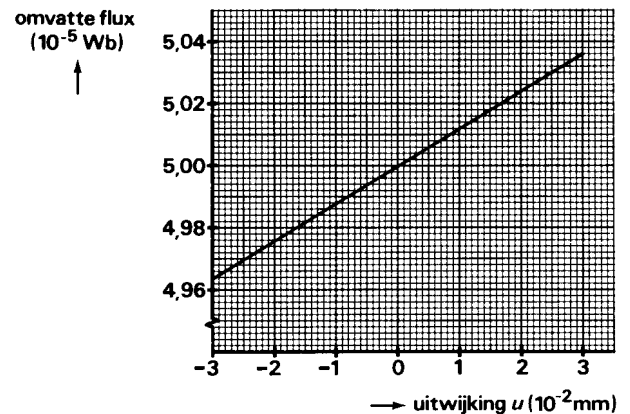
figuur 4.2

- Bepaal de frequentie van de geluidsgolven die de microfoon opvangt.
- Leg uit of de potentiaal van A groter of kleiner is dan die van B als het spoeltje naar rechts beweegt.

- De toongenerator wordt nu ingesteld op een frequentie van 0,71 kHz. Bereken bij deze frequentie de amplitudo van het trilplaatje van de microfoon, als dit met een snelheid van  $0,10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  door de evenwichtsstand beweegt.

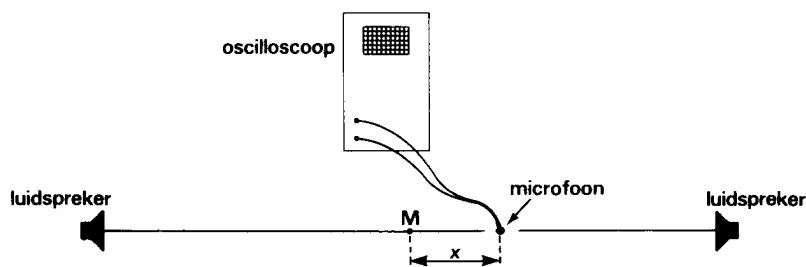
De magnetische flux die door alle windingen van het spoeltje tesamen wordt omvat, is in figuur 4.3 getekend als functie van de uitwijking  $u$  van het trilplaatje uit zijn evenwichtsstand.

- Bepaal de inductiespanning over het spoeltje als het trilplaatje met een snelheid van  $0,10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  door de evenwichtsstand beweegt.



figuur 4.3

De microfoon bevindt zich nu op de verbindingslijn tussen twee identieke luidsprekers. Zie figuur 4.4.

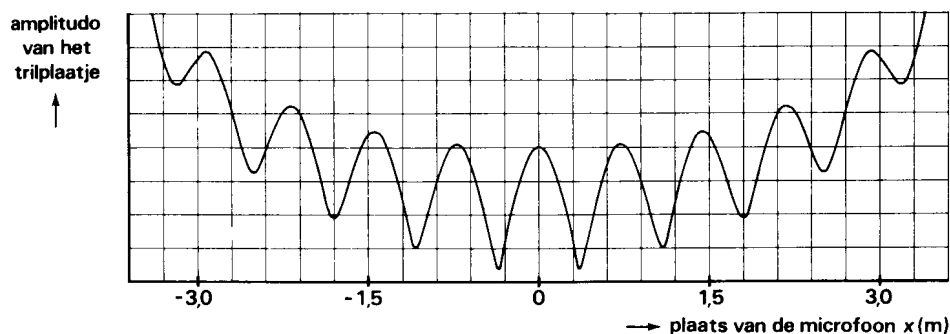


figuur 4.4

De luidsprekers zijn parallel aangesloten op dezelfde toongenerator die nu opnieuw op een andere frequentie is ingesteld. De plaats van de microfoon ten opzichte van punt M, midden tussen de beide luidsprekers, is aangegeven met  $x$ .

De opstelling van figuur 4.4 bevindt zich in een ruimte waarvan de wanden geen enkele echo geven. Wordt de microfoon heen en weer bewogen tussen de luidsprekers, dan vertoont de sterkte van het geregistreerde geluid maxima en minima. In figuur 4.5 is de amplitudo van het trilplaatje van de microfoon uitgezet als functie van  $x$ .

De temperatuur in de ruimte waar de opstelling staat is  $20\text{ }^\circ\text{C}$ .



figuur 4.5

- e. Bepaal de frequentie waarop de toongenerator is ingesteld.

Tenslotte wordt de rechter luidspreker omgedraaid. De microfoon wordt in het verlengde van de verbindingslijn van de luidsprekers, rechts van de rechter luidspreker steeds verder naar rechts bewogen.

- f. Leg uit of nu ook maxima en minima in de geluidssterkte worden waargenomen.

---

Einde.