

Het spreekt vanzelf dat de proeven beschreven in dit document perfect door de leerlingen kunnen uitgevoerd worden. Niets belet echter de leerkracht een variante van een van deze proeven uit te voeren. Dit hangt grotendeels af van het beschikbare materiaal. Belangrijk is echter dat steeds de wetenschappelijke methode gevolgd wordt die bij de beschreven proeven aan bod komt. Andere proeven of varianten van deze proeven zijn steeds mogelijk zodat de variatie van het proevenaanbod groter wordt.

Zo wordt het ook voor de leerling interessant om steeds over de nieuwste ontwikkelingen in de fysica te beschikken.

*LAB FYSICA 6
EXPERIMENTEN VOOR HET ZESDE JAAR*

Fysica is een wetenschappelijk vak.

Je kunt het maar goed bestuderen als je de theorie voortdurend toetst aan de werkelijkheid. Experimenten bevestigen immers de theorie of gaan eraan vooraf.

Een deel van die experimenten kan je leerkracht uitvoeren als demonstratieproeven, maar het is onze bedoeling om ook jullie aan het werk te zetten.

In dit handboek staan daarom een hele reeks van proeven die je zelfstandig kan uitvoeren.

We geven daarbij de volgende wenken.

- Elke beschreven proef duurt ongeveer twee uur.
- Bij elke proef is de theoretische achtergrond genoteerd, zodat je de experimentele resultaten beter kunt begrijpen.
- 'Meten om te meten' is uit den boze. We 'meten' alleen om te begrijpen hoe onze fysische leefwereld er uitziet. Een proef met slechte meetresultaten is daardoor niet noodzakelijk waardeloos. Je kan immers op zoek gaan naar de reden voor die foute metingen.

1 Veiligheid voor alles

Labowerk is niet altijd zonder gevaar. Een ongeval ligt soms in een klein hoekje. We zeggen dit niet om je de daver op het lijf te jagen, maar wel om je te laten inzien dat bij het uitvoeren van experimenten een aantal elementaire veiligheidsvoorschriften strikt moeten nageleefd worden.

1. Het dragen van een katoenen labo jas is verplicht. Enkel een dichtgeknoopte labo jas biedt een voldoende bescherming. Lange haren worden samengebonden.
2. Bij sommige proeven heb je specifiek veiligheidsmateriaal nodig. Dit zal altijd vermeld staan bij de proefbeschrijving.
3. Terwijl je de proeven uitvoert, sta je recht. Je boekentas staat onder de tafel. Er slingeren geen andere spullen op de grond. Wees kalm en werk in stilte. Onnodig heen en weer lopen is volstrekt uit den boze.
4. Snij- of brandwonden moeten onmiddellijk verzorgd worden.
5. Elk ongeluk, hoe klein ook, wordt meteen gesignaleerd aan de leerkracht. Die zal oordelen of het nodig is om, na de eerste verzorging, een dokter te raadplegen.
6. Gebruikt materiaal moet altijd goed gereinigd worden met leidingwater en eventueel met een detergent. Daarna wordt het zorgvuldig weggeborgen. Labotafels worden met een vochtige doek afgeveegd; labokasten worden altijd goed gesloten. Orde en netheid zijn in het labo heel belangrijke troeven.
7. Gemeenschappelijke producten en benodigdheden blijven op de aangewezen plaats staan of worden er onmiddellijk na gebruik naar teruggebracht.

8. Controleer aan het eind van het labowerk telkens of alle gaskranen goed gesloten zijn.
9. Na het practicum was je heel zorgvuldig je handen. Ook zeep en een handdoek zijn noodzakelijk labomateriaal.

Spring niet lichtzinnig om met deze maatregelen. Indien je immers deze voorschriften niet volgt, ben je zelfverantwoordelijk voor eventuele ongevallen. Ook voor het gebruikte materiaal draag je de verantwoordelijkheid.

2 Wat heb je nodig?

Naast je labo jas heb je bij sommige proeven het volgende nodig:

- een vod
- een dikke alcoholstift
- een pakje lucifers.

Voor al je schrijfwerk gebruik je het volgende:

- een map (DIN A4-formaat) met losse, geruite bladeren om het verslag te noteren
- een kladschrift om je waarnemingen in het klad te noteren. Gebruik hiervoor geen losse bladeren.
- een blok millimeterpapier voor het tekenen van de grafieken, je kan de grafieken ook op een Excel file maken indien je hierover beschikt.
- een open presentatiemap waarin altijd je puntenlijst zit, samen met het af te geven verslag.

3 Algemene richtlijnen bij het uitvoeren van de proeven

In de beschreven proeven staan telkens gedetailleerde wenken.

Bij het uitvoeren van de proeven noteer je de waarnemingen in het kladschrift. Nadien maak je een verslag. Je schrijft het in op de puntenlijst en je geeft het af, samen met de map.

Je beschrijft slechts één kant van het papier. De rugzijde dient voor de verbeteringen en voor het tekenen van een opstelling.

Grafieken worden altijd gemaakt op millimeterpapier. Teken de grafieken zeer nauwkeurig: blijf 1 cm van de rand en benoem de assen (grootheid + eenheid). Vergeet de grafieken uiteindelijk niet bij het verslag te steken.

4 Extra richtlijnen bij de proeven over elektriciteit

Bij proeven met elektrische spanning bestaat altijd het gevaar voor kortsluiting. Maak daarom eerst de schakeling zonder de aansluitdraden voor de spanningsbron in te schakelen.

Hanteer daarom best de algemene regel van de stroom slechts in te schakelen na controle van leerkracht!

Indien er op de spanningsbron geen plus of minpool aangeduid staat, dan kun je de polen als volgt bepalen. Maak een oplossing van natriumchloride en water waaraan enkele druppels fenolftaleïne toegevoegd worden. Drenken we een filtreerpapier in deze oplossing en houden we twee stroomdraden op dit blaadje dicht bij elkaar, maar **niet** tegen mekaar want anders ontstaat kortsluiting. We stellen vast dat een pool rood keurt, dat is de negatieve pool. Markeer dan dit uiteinde met een stift.

Deze methode is echter zeer onpraktisch, gebruik liever een multimeter en bepaal op die manier de polen door te proberen.

Je maakt ook gebruik van een ampèremeter. Dit toestel dat de stroomsterkte meet, staat altijd in serie in de stroomkring. Je schakelt de ampèremeter altijd eerst in met het grootste meetbereik, verkleinen kan altijd achteraf.

Je maakt ook gebruik van een voltmeter. Dit toestel dat de spanning meet, staat altijd parallel over de weerstand geschakeld. Je start ook hier altijd met het grootste meetbereik. In het lab maken we ook gebruik van multimeters, dit zijn toestellen die zowel als ampèremeter, als voltmeter of als ohmmeter kunnen gebruikt worden. Je bepaalt eerst waarvoor je hem zult gebruiken, als ampèremeter, voltmeter of ohmmeter. Daarna kies je voor de stroom, gelijkstroom (ook als DC aangeduid) of wisselstroom (als AC aangeduid). Je begint natuurlijk met het grootste meetbereik, afhankelijk van het toestel.

Bij analoge meters moet je dan ook nog rekening houden met de schaalverdeling.

5 Het verslag

Van elke proef wordt een verslag gemaakt.

Dit dient niet alleen als controle op je gemaakte werk, maar bovendien kunnen de waarnemingen eventueel door iemand anders gebruikt worden.

Het verslag mag dus zeker geen kopie zijn van eigen nota's of van de waarnemingen van je klasgenoten.

Vervalsen van de waarnemingen om tot mooiere resultaten te komen kan absoluut niet.

Naast de titel, de datum, je naam en de klas bevat een verslag steeds de volgende vier punten.

Doel van de proef

Werkwijze: hierin geef je een korte beschrijving van de proef en maak je eventueel een tekening van de opstelling.

Metingen en berekeningen: je ordent alle waarnemingen en berekeningen en past de foutenberekening toe. Ook grafieken en andere mogelijke opdrachten krijgen hier hun plaats.

Besluit

Uiteindelijk noteer je het resultaat van de proef in een volzin. Is de proef mislukt, dan noteer je toch het resultaat samen met de oorzaak van de mislukking.

Volg aandachtig de instructies.

Noteer waar je het materiaal kan vinden, belangrijke aandachtspunten en andere bijkomende zaken.

We wensen je alvast veel plezier en succes in de boeiende wereld van het experiment!

DYNAMISCHE BEPALING VAN DE VEERCONSTANTE

1 Theoretische achtergrond

De veerconstante wordt gegeven door de verhouding van de kracht op de uitrekking van de veer. Ze wordt statisch afgeleid uit de formule $k = F/\Delta x$ en is uitgedrukt in N/m. De veerconstante kan echter ook dynamisch bepaald worden uit de formule:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}.$$

2 Benodigheden

- statief
- enkele veren
- een viertal massa's van 50 g

3 Werkwijze

3.1 Om de veerconstante **statisch** af te leiden gaan we als volgt te werk. We nemen een statief waaraan we een veer hangen, we lezen het nulpunt af en hangen dan achtereenvolgens vier massa's aan de veer en lezen telkens de uitrekking $\Delta x = x - x_0$ af. De massa m wordt op de balans bepaald. De kracht F vinden we uit $F = m \times g$ (gebruik de juiste eenheden).

Tabel

$x-x_0$ (m)	F (N)	k (N/m)

We berekenen de gemiddelde k en nemen deze waarde voor k_{statisch} .

2. Om de krachtconstante **dynamisch** af te leiden gaan we als volgt te werk.

Uit de formule $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ halen we $k_{\text{dynamisch}}$ namelijk:

$$k = 4\pi^2 m / T^2.$$

De massa m bepalen we telkens op de balans (zelfde als in deel 1) en de periode T bepalen we door de tijd te meten van 20 op en neer gaande bewegingen van de massa's aan de veer. We doen dit viermaal voor de massa van 50 g, 100 g....

We berekenen de gemiddelde k en nemen deze waarde voor $k_{\text{dynamisch}}$.

We vergelijken de twee waarden van k . We berekenen de procentuele afwijking tussen de gemiddelde statische en de gemiddelde dynamische veerconstante.

4 Opdracht

Meet van minstens 2 verschillende veren de statische en de dynamische veerconstante. Om te weten welke veer je gemeten hebt bepaal je de diameter van de veer.

Werk eerst één veer af en dan pas de volgende.

VEER APLET: TRILLING VAN EEN MASSA AAN EEN VEER: SIMULATIE OP PC.

Benodigdheden

PC + programma veer.exe

Opdracht

Via de toetsen <F6>, <F7>, <F8> en <F9> kan je de vectoren die respectievelijk de uitwijking, de snelheid, de versnelling en de kracht weergeven aan en uit zetten.

Via <F11> kan je dat voor enkele hulplijnen.

Test dat zelf even uit, maar zet nadien alles terug aan.

Vul de volgende tabel in:

y	V	a
maximum		
0		

Vergelijk de grootte van \vec{v} met \vec{y} . Verklaar dit m.b.v. hun formules.

Vergelijk de grootte van \vec{a} met \vec{y} . Verklaar dit m.b.v. hun formules.

Welke van de drie getekende krachten komt overeen met de kracht $-k\vec{y}$?

Bekijk en bespreek de kracht \vec{F}_z .

Bekijk en bespreek de kracht \vec{F}_v .

Wat gebeurt er als je (via <F1>) de massa vergroot?

Verklaar.

Wat gebeurt er als je (via <F2>) de veerconstante vergroot?

Wat betekent dit voor de veer die je moet gebruiken?

Verklaar je antwoord.

Via <F4> kan je nu de realiteit beter benaderen door rekening te houden met de wrijving. Wat zijn hiervan de twee belangrijkste gevolgen voor de trilling?

DE SLINGER

1 Theoretische achtergrond

Een massa die opgehangen aan een draad een heen- en weergaande beweging uitvoert is een slinger. De tijd voor 1 slingering noemt men de periode T. We onderzoeken in de proef waarvan de periode afhangt.

De slingerformule is $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

2 Benodigheden

- Een statief
- Een touw
- Een massa van 100 g (hout) en een van 1000 g (metaal) met zelfde volume.
- Een chronometer

3 Werkwijze

We maken de opstelling voor een slinger met lengte 1,0 m en duiden een vijftal verschillende amplitudes aan.

(Bv. van 5 tot 25 cm op één meter, dat is de helft op 50 cm.)

1 Onderzoek van de massa

We laten de slinger voor een amplitude van 15 cm twintig slingeringen uitvoeren met een metalen bol. We doen dit tweemaal en nemen het gemiddelde. Hieruit halen we T. We doen hetzelfde met de houten bol en vergelijken beide periodes!

2 Onderzoek van de amplitude

We brengen de houten bol aan de slinger en meten nu voor twintig slingeringen de periode voor vijf verschillende amplitudes. Merk op dat de slingerlengte nog steeds 1 m is.

3 Onderzoek van de lengte en de aardversnelling

We meten nu de periode voor 20 slingeringen in functie van de lengte en berekenen telkens g dit voor lengtes van 1,0 m, 90 cm, 80 cm,... tot 20 cm.

Tabel

l (m)	T (s)	T ² (s ²)	g (m/s ²)

4 Opdracht

Voer de metingen uit, bereken de gemiddelde waarde van g . Formuleer je besluiten uit de proeven.

Bereken ook de P.A. op de theoretisch juiste waarde van g .

SLINGER APLET: SIMULATIE VAN DE SLINGERBEWEGING OP PC.

Benodigdheden

PC + programma slinger.exe

Opdracht

Via de toetsen <F6>, <F7>, <F8> en <F9> kan je de vectoren die respectievelijk de uitwijking, de snelheid, de versnelling en de kracht weergeven, aan en uit zetten.

Via <F11> kan je dat voor enkele hulplijnen.

Test dat zelf even uit, maar zet nadien alles terug aan.

Vervolledig de volgende tabel:

x	v
maximum	
0	

Vergelijk de grootte van \vec{v} en \vec{x} .

Hier wordt de positie weergegeven door de x-coördinaat. Is dit wel 100 % correct?

Wat is beter?

Wanneer is dit toch een goede benadering?

Wanneer is \vec{a} maximaal? Verklaar dit.

Welke zijn de componenten van de zwaartekracht \vec{F}_z .

Wat gebeurt er als je (via <F1>) de massa m vergroot? Verklaar.

Wat gebeurt er als je (via <F2>) de lengte l vergroot? Verklaar.

Wat gebeurt er als je (via <F3>) de zwaarteveldsterkte g verkleint? Verklaar.

Wat gebeurt er als je (via <F4>) de amplitude A verkleint? Verklaar.

Via <F5> kan je nu de realiteit beter benaderen door rekening te houden met de wrijving. Wat zijn hiervan de twee belangrijkste gevolgen voor de slingerbeweging?

DE DANSENDE DOBBER

1 Theoretische achtergrond

Een met loodkorrels opgevulde proefbuis laten we een op- en neergaande beweging uitvoeren op water. We noemen dit een dansende dobber.

Een dobberend lichaam voert een harmonische beweging uit als we geen rekening houden met de wrijving.

De formule: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ is hier van toepassing.

2 Benodigheden

- groot vat om met water te vullen
- diverse proefbuizen afsluitbaar met een stop
- loodkorrels
- een chronometer

3 Werkwijze

We nemen een proefbuis die we met tarra (loodkorrels) zullen verzwaren zodat ze rechtopstaand zal drijven. Dit is niet zo gemakkelijk, de proefbuis mag niet te licht en niet te zwaar zijn. We bepalen de massa van de proefbuis samen met loodkorrels en kurk en bepalen eveneens de diameter van de proefbuis met de schuifmaat. Let op de nauwkeurigheid.

Het is de bedoeling de theoretische en experimentele periode te bepalen en vast te stellen dat ze gelijk zijn.

1. De theoretische periode halen we uit de volgende formule: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$. Hierin is m

de massa van de verzwaarde proefbuis en $k = F/x = A \times \rho \times g$ (te vinden uit de archimedeskracht) en met $A = \pi d^2/4$ (d is de diameter van de proefbuis)

$\rho = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ (massadichtheid voor water)

2. Om de experimentele periode te meten duwen we de proefbuis een tweetal cm in het water en laten ze dobberen. We meten met de chronometer de tijd om tien keer te dobberen, dit zijn 10 op en neer gaande bewegingen. Je meet best tweemaal en neemt het gemiddelde voor de tijd. Hieruit bepaal je dan de experimentele periode.

4 Opdracht

Voer de proef uit voor vijf verschillende proefbuizen.

Werk eerst het resultaat uit voor één proefbuis.

Bepaal telkens de P.A. tussen de theoretische en de experimentele periode

METEN VAN DE GELUIDSSNELHEID

1 Theoretische achtergrond

De snelheid van het geluid bedraagt 340 m/s bij een temperatuur van 15°C.

2 Benodigheden

- Twee stemvorken, bv. 440 Hz en 2000 Hz.
- Glazen buis afsluitbaar met stop
- Open kartonnen buis die over elkaar schuift
- Rolmeter

3 Werkwijze: klassiek

Merk op dat dit een van de twee proeven is waarbij van het hoor zintuig wordt gebruik gemaakt om waarnemingen uit te voeren.

1 Waarnemingen in een open luchtkolom

Door een stemvork van 440 Hz aan te slaan en in een open buis te luisteren naar de geluidsversterking kunnen we de snelheid van het geluid meten.

Uit $\lambda = v/f$ en wetende dat bij een open luchtkolom $l = \lambda/2$ kunnen we door l te meten v hieruit bepalen. Meet zeer nauwkeurig de lengte l (enkele keren), daarvoor moet je goed luisteren!!

Doe hetzelfde voor de stemvork van 2000 Hz.

2 Waarnemingen in een gesloten luchtkolom

We maken een opstelling met een waterkolom in een ronde glazen buis onderaan voorzien van een kraantje. We kunnen op die manier de hoogte van de waterkolom veranderen. We slaan de stemvork van 440 Hz aan en laten het water zakken in de gesloten luchtkolom tot we versterking van het geluid horen. We noteren de lengte l (te meten van boven tot aan de waterkolom).

Hier is $l = \lambda/4$ voor een gesloten luchtkolom.

Doe dit weer voor de twee stemvorken.

3 Werkwijze: met labsoft

4 Opdracht

Bereken de geluidssnelheid voor de twee stemvorken in een open en een gesloten luchtkolom. Merk op dat de snelheid van het geluid een bepaalde waarde heeft bij een bepaalde temperatuur. Zoek deze waarde op en vergelijk met de gevonden waarden. Bereken de P.A.

FREQUENTIEBEPALINGEN MET DE BUIS VAN KUNDT

1 Theoretische achtergrond

De snelheid van het geluid bedraagt 340 m/s bij een temperatuur van 15°C.

2 Benodigheden

- Frequentiegenerator
- Luidspreker
- Opstelling van Kundt, lange glazen buis met verplaatsbare zuiger
- Rolmeter

3 Werkwijze

figuur

We maken de opstelling met de frequentiegenerator, dit is een toestel dat verschillende frequenties produceert.

Je kan de frequentie instellen voor verschillende waarden en je kan ook de geluidssterkte regelen.

De luidspreker wordt aan de 4 Ω ingang gekoppeld. Vermits we hier verschillende buiken en knopen kunnen meten zullen we dit dan ook over de gehele lengte van de buis meten en het gemiddelde nemen.

Stellen we de frequentie in op bv. 2500 Hz en wetende dat $v = 340$ m/s met $l = \lambda/2$ en $\lambda = v/f$ kunnen we hieruit de frequentie bepalen. We vergelijken dan de gemeten frequentie met de theoretisch ingestelde frequentie.

Merk op dat de afstand tussen 2 buiken een halve golflengte is en de afstand tussen 3 buiken 1 golflengte.

4 Opdracht

We voeren de proef uit voor vijf verschillende frequenties bv. 1500 Hz, 2000 Hz, 2500 Hz, 3000 Hz, en 5000 Hz.

Vergelijk telkens de gemeten waarde met de ingestelde waarde en bepaal telkens de procentuele afwijking (P.A.).

Met deze frequentiegenerator kun je nu ook de individuele grenzen van je gehoor meten.

Stel de frequentiegenerator in op de laagste schaal en luister naar je laagste frequentiegrens. (voor iedereen verschillend)

Stel de frequentiegenerator in op de hoogste schaal en luister naar je hoogste frequentiegrens.

Vergelijk je gevonden waarden met de theoretische. (van 15 Hz tot 20 kHz).

Je kunt ook gemakkelijk vaststellen dat oudere personen (misschien je leraar) de hogere frequenties niet meer horen.

Bepaal je eigen hoogste en laagste hoorbare frequentie.

GELIJKSTROOM EN WISSELSTROOM DOOR R EN L

1 Theoretische achtergrond

Het onderscheid tussen gelijkstroom en wisselstroom ken je al. Wat gebeurt er nu als we een weerstand R en een spoel L inschakelen bij DC en bij AC?

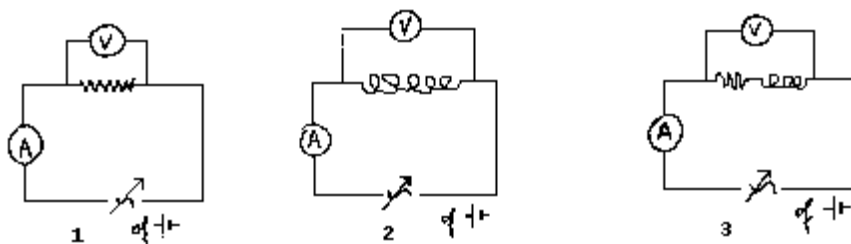
2 Benodigdheden

- een weerstand van 20Ω
- een spoel van 30 mH
- twee multimeters (DC en AC)
- 4 groene en 2 rode verbindingsdraden
- een gestabiliseerde voeding

3 Werkwijze

Zorg ervoor dat de multimeters op de juiste waarde ingesteld worden!!!

Opstellingen



1 We maken eerst de opstelling 1 met een weerstand R.

We meten telkens I en U met de ampèremeter en de voltmeter. We bepalen hieruit de weerstand R. We meten voor gelijkstroom vijf verschillende waarden. We meten voor wisselstroom vijf verschillende waarden. We berekenen het gemiddelde voor gelijkstroom en voor wisselstroom en bepalen de P.A. tussen beide.

Tabel DC

I(A)	U(V)	R(Ω)

Tabel AC

I(A)	U(V)	R(Ω)

--	--	--

2 We maken de opstelling 2 met de spoel L.

We meten op de A - en de V - meter resp. I en U en bepalen hieruit de weerstand R. Dit voeren we uit voor gelijk- en voor wisselstroom, telkens voor 5 waarden.

Tabel DC

I(A)	U(V)	R(Ω)

Tabel AC

I(A)	U(V)	$X_L(\Omega)$

3 We maken de opstelling 3 met een R en een L in serie. We meten weer I en U voor 5 verschillende waarden voor gelijk en wisselstroom.

Tabel DC

I(A)	U(V)	R(Ω)

Tabel AC

I(A)	U(V)	Z(Ω)

4 Opdracht

Voer de metingen uit voor gelijkstroom en wisselstroom.

Bereken L uit de formule

$$Z = \sqrt{R^2 + L^2 \omega^2}$$

Hierbij is $\omega = 2\pi f$ met $f = 50$ Hz.

Bereken de fasehoek φ

Hierbij is $\text{tg } \varphi = L\omega/R$

Construeer het diagram van Fresnel (de waarden moeten gelijk zijn binnen de meetfout)

Als controle kun je ook L uit de tweede opstelling berekenen, dan is $R = 0$ in de formule voor Z.

GELIJKSTROOM EN WISSELSTROOM DOOR R EN C

1 Theoretische achtergrond

Het onderscheid tussen gelijkstroom en wisselstroom ken je al. Wat gebeurt er nu als we een weerstand R en een condensator C inschakelen bij DC en bij AC?

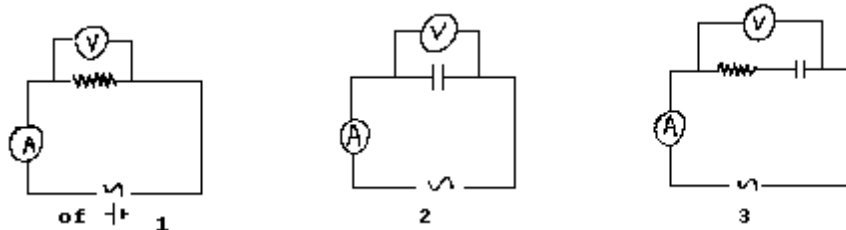
2 Benodigdheden

- een weerstand van 50Ω
- een capaciteit van $60 \mu\text{F}$
- twee multimeters voor DC en AC
- 4 groene en 2 rode verbindingsdraden
- een gestabiliseerde voeding

3 Werkwijze

Zorg ervoor dat de multimeters op de juiste waarde ingesteld worden!!!

Opstelling



1 We maken de opstelling met R alleen. We meten met de A- meter en de V- meter I en U. We berekenen R voor 5 verschillende waarden met gelijkstroom en wisselstroom en berekenen de P.A. tussen beiden.

Tabel DC

Tabel AC

I(A)	U(V)	R(Ω)		I(A)	U(V)	R(Ω)

2 We maken de opstelling met de capaciteit C alleen.

We stellen de capaciteitenbank in op bv. $60 \mu\text{F}$.

We zullen weer voor 5 verschillende waarden meten met gelijkstroom en met wisselstroom.

Merk op dat bij gelijkstroom de capaciteit een oneindige weerstand heeft, de stroomsterkte zal dus nul zijn!

Tabel DC

Tabel AC

I(A)	U(V)	R(Ω)		I(A)	U(V)	Z(Ω)

3 We maken de opstelling met R en C in serie.
 Meet weer I en U voor gelijkstroom en wisselstroom en dit telkens voor 5 verschillende waarden.

Tabel DC

Tabel AC

I(A)	U(V)	R(Ω)		I(A)	U(V)	Z(Ω)

4 Opdracht

Voer alle metingen uit.
 Bereken dan C uit de volgende formule:

$$Z = \sqrt{R^2 + \frac{1}{C^2 \omega^2}} \quad \text{met } \omega = 2\pi f \text{ en } f = 50 \text{ Hz.}$$

Als waarde voor R neem je de waarde gemeten bij gelijkstroom. Je kan ook C berekenen uit de tweede meting, want $X_C = 1/C\omega$.

Bereken nu ook φ uit de formule $\text{tg } \varphi = - 1/R \times C \times \omega$

Teken het diagram van Fresnel en toon aan dat de getekende Z en φ dezelfde zijn als de berekende.

RESONANTIE BIJ EEN RLC - KETEN

1 Theoretische achtergrond

Het onderscheid tussen gelijkstroom en wisselstroom ken je al. Wat gebeurt er nu als we een weerstand R en een spoel L en een condensator C inschakelen bij DC en bij AC?

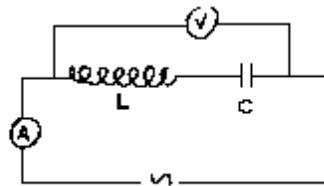
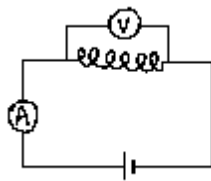
2 Benodigheden

- de zwarte capaciteitsbank van 15,5 μF
- de spoel met ijzeren kern van 1,1 H
- twee multimeters voor DC en AC
- 4 groene en 2 rode verbindingdraden
- een gestabiliseerde voeding

3 Werkwijze

Zorg ervoor dat de multimeters op de juiste waarde ingesteld worden!!!

Opstelling



- 1 Bepaal met gelijkstroom en de eerste opstelling voor een vijftal verschillende spanningen de Ohmse weerstand van de spoel. Neem het gemiddelde.
- 2 Maak nu de tweede opstelling en stel de spanning in op bv. 20 V wisselspanning.
- 3 Stel de capaciteit in op 15,5 μF en verschuif de ijzeren kern in de spoel tot je maximale stroomsterkte krijgt. Meet en noteer telkens U_{totaal} en I_{max} . Lees ook de waarde af tot waar je de spoel inschuift.
- 4 Herhaal nu alle metingen uit 3 met telkens kleinere capaciteiten tot er geen resonantie meer optreedt.
- 5 Maak een tabel van al deze waarden

4 Opdracht

Uit de formule van Thomson nl. $f = 1/[2\pi(LC)^{1/2}]$ halen we de theoretische waarde van f (de instelwaarde van L en C) en de experimentele waarde van f . Bepaal ook de procentuele afwijking tussen beide.

METEN VAN WEERSTANDEN, CAPACITEITEN EN ZELFINDUCTIES

1 Theoretische achtergrond

Het onderscheid tussen gelijkstroom en wisselstroom ken je al. Hoe kun je nu weten of het om een weerstand R , een spoel L of een condensator C gaat bij inschakelen van DC en AC?

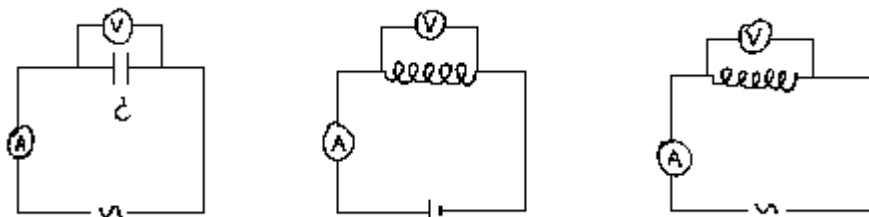
2 Benodigheden

- een capaciteitsbank
- 2 spoelen zonder ijzeren kern
- 2 multimeters
- 3 groene en 2 rode verbindingsdraden
- een voeding
- een onbekende R , L of C

3 Werkwijze

Zorg ervoor dat de multimeters op de juiste waarde ingesteld worden!

Opstelling



1. Meten van capaciteiten

Stel de capaciteitsbank in op een bepaalde waarde. Meet U en I en bereken hieruit C . Vergelijk met de theoretische waarde. Doe dit voor een 15-tal verschillende waarden van de capaciteit en maak een tabel.

2. Meten van zelfinducties

Meet de Ohmse weerstand van de spoelen met gelijkstroom. Je meet dus U en I voor vijf verschillende waarden en je neemt de gemiddelde. Je meet nu U en I met wisselstroom voor vijf verschillende waarden en je neemt het gemiddelde. Bereken hieruit L . Doe dit ook voor de tweede spoel.

4 Opdracht

Bepaal nu of het onbekend element een R , L of C is en bepaal de waarde ervan. Een weerstand geeft dezelfde waarde bij gelijk en wisselstroom. Een capaciteit geeft geen I bij gelijkstroom. Een spoel geeft een verschillende waarde voor gelijkstroom en wisselstroom.

INVLOED IJZEREN KERN OP INDUCTIVITEIT VAN EEN SPOEL

1 Theoretische achtergrond

De grootte van de inductiviteit neemt toe als je een ijzeren kern meer en meer in een spoel schuift.

2 Benodigdheden

- spoel met ijzeren kern van 1,1 H
- twee multimeters voor DC en AC
- 4 groene en 2 rode verbindingsdraden
- een gestabiliseerde voeding

3 Werkwijze

Zorg ervoor dat de multimeters op de juiste waarde ingesteld worden!!!

In een spoel kunnen we ook een ijzeren kern schuiven, we spreken dan over een self, dan zal ook de stroomsterkte veranderen.

Opstelling



1. We meten eerst de Ohmse weerstand van de spoel, zonder ijzeren kern voor 5 verschillende waarden van de gelijkstroom en berekenen het gemiddelde.
2. We maken de tweede opstelling en stellen de multimeters in op wisselstroom. We schuiven de ijzeren kern 1 cm in de spoel en meten U en I, dit doen we per cm tot de volledige kern in de spoel zit. We berekenen telkens L met de volgende formules.

$$Z = U/I \quad X_L = L \cdot \omega$$

$$Z = [R^2 + X_L^2]^{1/2}$$

We stellen onderstaande tabel op.

l(cm)	U(V)	I(A)	Z(Ω)	L(H)

4 Opdracht

Voer de berekeningen uit.

Maak de L(afstand)-grafiek op millimeterpapier.

BEPALEN VAN HET VERMOGEN MET EEN WATTMETER

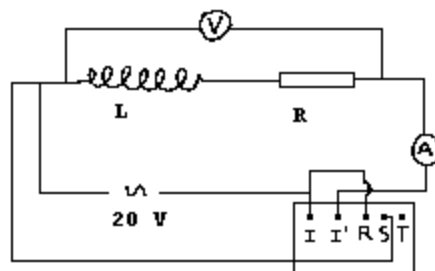
1 Theoretische achtergrond

Met een wattmeter kun je het echte vermogen van een RLC-kring bepalen, je houdt dan rekening met de fasehoek.

2 Benodigdheden

- een spoel
- twee multimeters
- een Wattmeter
- een weerstand van 50Ω
- een voeding
- verbindingsdraden

3 Werkwijze



1. Maak de schakeling met de spoel en neem een spanning van 20 V (op voltmeter aflezen). Noteer U I en P na het aanbrengen van de spanning.

Uit de formules voor het vermogen is $P = U \times I$. Bereken hieruit P . Uit de rechtstreekse meting van P met de Wattmeter zien we dat we een verschillende waarde bekomen

$$P = U \times I \times \cos \varphi$$

Bepaal hieruit $\cos \varphi$ en ook φ

2. Vervang nu de spoel door een weerstand van 50Ω en herhaal.

4 Opdracht

Wat kun je hieruit besluiten?

Vermits je I en φ kent kun je nu ook het Fresneldiagram tekenen we nemen I_1 in fase met U en I_2 90° verschoven t.o.v. U

Merk op $U \times I_2$ is het blind vermogen. Bereken het.

BEPALEN VAN DE ROOSTERCONSTANTE

1 Theoretische achtergrond

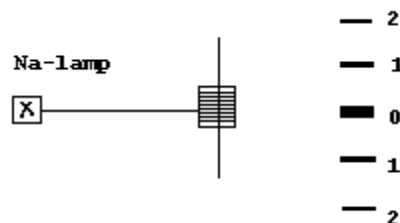
Een rooster is een glazen plaat waarop evenwijdige krasjes zijn aangebracht die voor het oog onzichtbaar zijn.

Bij lichtdoorgang ontstaat een typisch diffractiespectrum van heldere en lichte lijntjes.

2 Benodigheden

- een goniometer
- een natriumlamp met voeding
- een rooster instelbaar op de goniometer
- een gewone lichtbron en kleurfilters

3 Werkwijze



Een rooster is een glazen plaatje waarop zeer dicht bij elkaar krassen staan.

1. Maak de opstelling met de goniometer en plaats de Na-lichtbron voor de kijker. We stellen vast dat er een centrale heldere lijn is, verschuiven van de kijker naar links en naar rechts levert de eerste orde lijn op, er is ook een tweede orde lijn zowel rechts of links. Meet beide lijnen met de hoeken en hou rekening met de nonius!! (60-delige graden!!!!) Vermits de golflengte van Na $\lambda = 0,589 \cdot 10^{-6}$ m is kunnen we uit de formules $\sin \alpha = n \times \lambda/a$ gemakkelijk a halen. We nemen voor α het gemiddelde van links en rechts. (met $n = 1$ voor eerste en $n = 2$ voor tweede orde)

We berekenen a tweemaal namelijk voor de eerste en voor de tweede orde (zelfde waarde als zelfde rooster!!)

We berekenen nu ook het aantal lijnen per cm!

2. Plaatsen we nu een wit licht voor het rooster i.p.v. de Na bron en achtereenvolgens een rood en een violet filter dan kunnen we ook de grenzen van het zichtbaar licht berekenen. Daar we nu a kennen uit deel 1 en we meten de uiterste hoek van rood en violet dan kunnen we ook $\lambda(\text{rood})$ en $\lambda(\text{violet})$ berekenen. Merk op dat je hier een bandenspectrum zult waarnemen en geen scherpe lijntjes. (Dit is moeilijk, dus nauwkeurig zijn!)

4 Opdracht

Zoek de grenzen van het zichtbaar licht op in de literatuur en vergelijk met de experimenteel gevonden waarden.

PROEF VAN YOUNG

1 Theoretische achtergrond

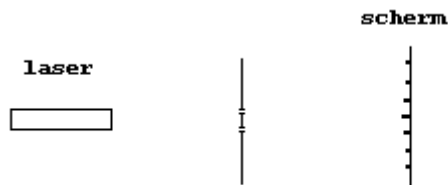
Stuur je licht door twee kleine openingen dan ontstaat hierachter een typisch interferentiepatroon van heldere en lichte lijntjes.

2 Benodigheden

- een laser
- een houder
- een glazen plaatje met twee dunne streepjes
- een scherm

3 Werkwijze

Opstelling



We maken gebruik van een laser om de proef van Young uit te voeren. Bij de opstelling van de laser mag je niet in de straal kijken. Gevaar!!!

Twee dunne streepjes, waarvan we de afstand niet kennen worden op een bepaalde afstand van het scherm geplaatst. Meet de afstand van het scherm tot de streepjes, dit is d . Schakel de laser in. Op het scherm zien we dan het interferentiepatroon. We meten de afstand x op het scherm. (niet in het laserlicht kijken!!) Dit is de afstand tussen de twee eerste heldere lijntjes. De golflengte van het laserlicht (coherent en monochromatisch) staat op de laser aangegeven.

Uit de formule $a = n \cdot \lambda \cdot d / x$ vinden we de afstand tussen beide lijntjes. Controleer met de theoretisch juiste door de P.A. te berekenen.

4 Opdracht

Voer de proef uit voor twee verschillende streepjes.

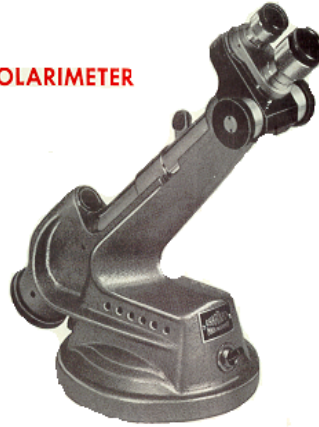
POLARIMETER

1 Theoretische achtergrond

Licht wordt geëmitteerd door een baanovergang van elektronen in een atoom. Daarbij ontstaat in het elektrisch en het magnetisch veld een (vrij snel uitstervende) storing, die zich in de ruimte uitbreidt en door ons oog als licht wordt waargenomen. Die elektromagnetische storing heeft het karakter van een (gedempte) periodieke trilling met een welbepaalde frequentie (afhankelijk van het plaats hebbende verschijnsel in het emitterend atoom) en met een welbepaalde oriëntatie die nochtans steeds loodrecht op de voortplantingsrichting is. Men zegt dat het licht gepolariseerd is. Een vlak bepaald door de voortplantingsrichting en de trillingsrichting noemt men het polarisatievlak van dat licht. Valt het licht in het oog van een waarnemer, dan kan die het licht verticaal of horizontaal of in een schuine richting gepolariseerd waarnemen, al naar gelang de oriëntatie in het emitterende atoom. Het oog is niet gevoelig voor polarisatierichtingen, zodat een hulpmiddel nodig is voor de waarneming.

Een nicolprisma heeft de bijzondere eigenschap dat het ten aanzien van lichttrillingen een voorkeursoriëntatie heeft. Gepolariseerd licht trekt ongehinderd door het nicolprisma als het trilt volgens de voorkeursoriëntatie. Is de polarisatie zuiver orthogonaal op de voorkeursoriëntatie, dan wordt het licht volledig in het nicol geabsorbeerd. Bij onderling schuine stand van nicol en polarisatierichting van het licht, wordt het licht ontbonden in twee componenten: één volgens de eigen richting van het nicol (wordt dus doorgelaten) en één haaks daarop (wordt geabsorbeerd). Gewone lichtbundels komen voort van talloze dergelijke lichtemissies uit even zoveel atomen. Ze bevatten over het algemeen alle denkbare polarisatierichtingen samen, daarom is er geen polarisatie aan te herkennen. Een nicol verzwakt weliswaar dat licht enigszins, doch laat, in welke stand men het ook plaatst, steeds evenveel helderheid door. Maar de uit het nicol uittredende bundel is uiteraard volledig gepolariseerd volgens de eigen richting van het nicol. Plaatst men een tweede nicol achter het eerste, en zijn beider richtingen evenwijdig, dan gaat het licht ongehinderd door het tweede nicol. Kruist men de nicols op 90° , dan treedt in het geheel geen licht meer uit. Bij onderling schuine stand is er min of meer demping door absorptie. Een polarimeter bestaat in hoofdzaak uit twee achter elkaar geplaatste nicolprisma's, met voldoende tussenruimte om er op geschikte manier een of andere stof te kunnen tussen brengen. Vooraan is een lens die het licht (van een Na -lamp) ongeveer parallel door het eerste nicol stuurt. Er zijn stoffen zoals kwarts en suiker die de oriëntatie van het polarisatievlak van er doortrekkend licht wijzigen. De draaiing van het polarisatievlak neemt daarbij evenredig toe met de door het licht afgelegde weg. Sommige van die stoffen zijn rechtsdraaiend, d.w.z. dat de waarnemer achter het toestel de polarisatierichting rechtsom (in wijzer zin) ziet wentelen. Andere zijn linksdraaiend. Met een polarimeter kan de draaiing gemeten worden. Omwille van zijn functie wordt het eerste nicol de polarisator genoemd, het tweede de analysator. Het is niet gemakkelijk de stand van volledige uitdoving zeer nauwkeurig in te stellen omwille van de beperkte lichtgevoeligheid van het oog. Men stelt in op gelijke helderheid.

POLARIMETER



2 Benodigdheden

Een polarimeter
Glucose en fructose
Horlogeglazen
Balans

3 Werkwijze

Maak een vijftal verschillende oplossingen van glucose in water. Neem bv. 0.4 g; 0.8 g; 1.2 g; 1.6 g en 2.0 g glucose in 20 ml water. Bepaal de concentratie in g/l.

4 Opdracht

Meet telkens (in %) de draaiing van de voorhanden zijnde oplossing. Maak een concentratie(%)-grafiek. Bepaal uit de ijkcurve de concentratie van een onbekende oplossing. Beoordeel de meetfout en haar weerslag op de berekende resultaten. Herhaal de metingen voor een oplossing van fructose in water.

BEPALEN VAN DE GOLFLENGTE MET DE SPECTROSCOOP

1 Theoretische achtergrond

Elk element heeft zijn eigen karakteristiek spectrum van gekleurde lijntjes. We vertrekken van een gekend element met lijntjes waarvan de golflengten bekend zijn. Plaatsen we dan een onbekend element voor de entreespleet dan kunnen we hieruit de golflengten van de verschillende lijntjes van dit onbekend element bepalen.

2 Benodigdheden

- een spectroscop
- een houder voor spectraal lampen
- 4 kleine spectraal lampen nl. He, Na, Hg en Ne
- de blauwe voeding voor spectraal lampen (in Hg-Cd!)
- de grijze voeding voor het lampje van 6 V
- kleurpotloden

3 Werkwijze

Apparaat beschrijving

Op een vast tafeltje staat een prisma waar een collimator is aangebouwd die voorzien is van een regelbare spleet. Een kijker is bevestigd aan een verplaatsbare arm met een oculair dat kan ingeschoven worden om met de kruisdraden een scherpe instelling te krijgen aangepast aan het oog van de waarnemer. Pas dan worden de spectraallijnen ingesteld. Een derde arm is voorzien van een gegraveerde schaal met een ingebouwd lampje. Voor de intreespleet plaatsen we de lampen die via de blauwe voeding aan de Hg-Cd ingang gevoed worden. Laat de lampen niet langer dan nodig branden! en laat ze eerst wat afkoelen voor je een andere lamp gebruikt!!

1 Maak een schets die de optische bouw verduidelijkt!

2 Plaats de He -lamp voor de spleet en noteer de stand van de lijnen op de schaal. Zo kunnen we de meetschaal ijken met bekende golflengten uit het heliumspectrum

- 0,7065 μm zwak rood
- 0,6678 μm sterk rood
- 0,5876 μm zeer sterk geel
- 0,5016 μm sterk groen
- 0,4922 μm tamelijk zwak groen
- 0,4713 μm tamelijk sterk blauw
- 0,4471 μm sterk blauwviolet
- 0,4388 μm zwak violet
- 0,4009 μm tamelijk sterk violet
- 0,3889 μm sterk violet

(de laatste 2 lijnen zijn niet voor elk oog zichtbaar)

3 Zet de golflengten uit als functie van de schaalaflezing. De verkregen kromme noemt men de dispersiekromme.

4 De dispersiekromme kan nu gebruikt worden om de golflengten van Na, Hg, en Ne te bepalen. Noteer de stand van de lijnen op de schaal en interpoleer de vermoedelijke golflengten. Vermits een spectrum karakteristiek is voor het element kan men aan die golflengten ook het element herkennen.

5 Maak op schaal en in de juiste kleuren een afbeelding van hetgeen je in de spectroscopie waarneemt

4 Opdracht

Bepaal de golflengte van de spectraallijnen van Na, Hg en Ne.

OPSTELLEN VAN EEN DIODEKARAKTERISTIEK

1 Theoretische achtergrond

In de natuur wordt de scheidingslijn tussen geleiders en niet-geleiders niet scherp getrokken. Er bestaan een aantal materialen die zich situeren in de schemerzone tussen beide geleidingstypes in.

Deze materialen zijn de halfgeleidermaterialen, waarvan germanium (Ge) en silicium (Si) allicht de bekendste zijn. Vooral in gedopeerde toestand kennen zij vele toepassingen. Er bestaat N-Si en P-Si. Een diode bestaat uit een laag N-Si en P-Si aan elkaar.

In de doorlaatrichting begint de diode pas goed te werken vanaf een zekere spanning (+/- 0,6 V), deze spanning noemt men de drempelspanning van de diode. Het is ongeveer deze drempelspanning die je bij de aanvang van de proef zult meten. In de sperrichting laat de diode een zeer kleine, haast onmeetbare stroom door. Deze stroom noemt men de lekstroom. Bij een bepaalde spanning U_Z , de Zenerspanning gaat de diode plots geleiden. Voor een gewone diode is dit nefast. Diodes die speciaal voor dit doel werden ontworpen, zijn Zenerdiodes. Zij worden voorgesteld door het symbool. Een diode noemt men ook wel een stroomklep.

2 Benodigheden

- een diode (in behuizing met contacten)
- een stabiele gelijkspanningsbron
- twee digitale multimeters
- een weerstand van 100 Ω
- verbindingdraden
- millimeterpapier

3 Werkwijze

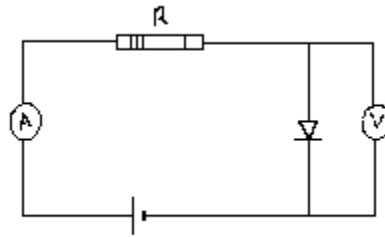
3.1 Vooraleer de schakeling te bouwen, kan je nameten dat een diode zich niet gedraagt als een gewone ohmse weerstand. Stel daarom de multimeter in op de schakelstand waar je het teken van de diode aangeduid ziet. Koppel nu de anode van de meter (ingang, rode snoer) aan de anode van de diode en de kathode van de meter (uitgang, aarding, common, zwarte snoer) aan de kathode van de diode. De multimeter duidt een bepaalde waarde aan die je hieronder noteert.

$U_F = \dots V$

Als je nu de diode omgekeerd schakelt, de draden ompoolt, wat lees je dan af?

Bij wijze van test kan je ook eens proberen de 'weerstand' van de diode te meten in beide richtingen. Wat constateer je? We zullen nu onderzoeken hoe dit gedrag te verklaren valt.

3.2 Schakel bron, multimeters, weerstand en diode als volgt (laat de bron voorlopig nog uit!)



Zorg ervoor dat de meters op de juiste schaalverdeling werden ingesteld, de meter in serie op A, de meter in parallel op V (gelijkspanning)

3.3 Draai de bron op nul en zet ze aan. Noteer nu hieronder waarden voor gemeten spanning en de bijbehorende stroomsterkte. Stel telkens eerst de stroomsterkte in, en lees daarna de spanning af. Laat de stroomsterkte aanvankelijk slechts in zeer kleine stapjes (bv. 0,05 mA) toenemen.

Een goede reeks meetintervallen is 5 x 2 mA, 5 x 20 mA, 10 x 200 mA, 10 x 500 mA zodat je in totaal 30 metingen verkrijgt.

Maak de tabel

I (mA)	U(V)

Verwissel nu de twee draden aan de bron, zodat de stroom in de andere zin vloeit. Stel de ampèremeter in op het kleinste meetbereik en verhoog de spanning in stappen van 1 tot 8 V. Wat stel je vast?

4 Opdracht

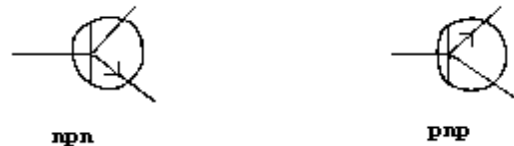
Maak een grafiek op millimeterpapier van de diodekarakteristiek.

DE TRANSISTOR ALS SCHAKELAAR

1 Theoretische achtergrond

Wanneer we eenzelfde kristalrooster afwisselend doperen met een donortoom, een acceptortoom en opnieuw een donortoom, dan bekomen we een 'sandwich' van p-type materiaal tussen twee lagen n-type materiaal. De zone in het midden wordt meestal dunner uitgevoerd dan de twee andere. Bevestigen we een behuizing en contactdraden aan elk van de zones, dan bekomen we een zogenaamde transistor. (Contaminatie van transferresistor)

Aangezien we hier te maken hebben met een p-zone tussen twee n-zones, spreken we van een npn transistor. De andere is een pnp transistor. De smalle zone tussen beide buitenste zones in noemen we de basis van de transistor. Tijdens de werking van de transistor zal een van beide andere uiteinden ladingen uitzenden, dat is de emitter. Het andere uiteinde vangt de ladingen op en is de collector. In onderstaande symbolische voorstellingen van beide types transistoren is de basis het verticale streepje, de emitter de schuine streep met en de collector de streep zonder pijl. De pijl geeft de conventionele stroomzin weer in een normaal werkende transistor.



We redeneren voor een npn transistor. Hoewel we ons de transistor kunnen voorstellen als een soort 'dubbelzijdige diode' en we op basis van equivalente schema's hieronder zouden verwachten dat de transistor hoegenaamd geen stroom kan doorlaten is dit niet het geval.

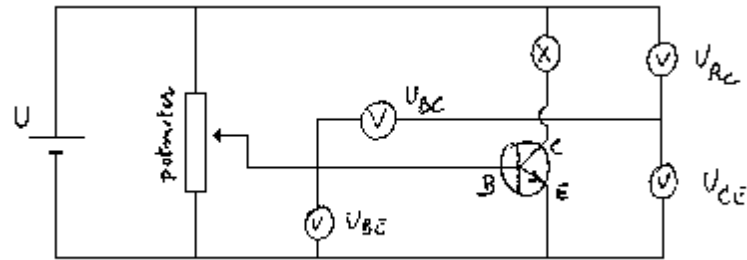
2 Benodigdheden

- een npn transistor
- een weerstand van 820Ω
- een lichtgevoelige weerstand (LDR)
- een gloeilampje
- een lichtbron (zaklamp)
- vier multimeters
- schuifweerstand
- een gelijkspanningsbron
- snoeren

3 Werkwijze

3.1 De schakeling

Schakel de verschillende componenten en laat de bron nog uit.



Zorg ervoor dat elke meter op spanning werd ingesteld met een meetbereik dat ook tienden van volt weergeeft. Stel de potmeter zo in dat de basis en de emitter worden kortgesloten.

3.2 Werkingtoestanden van een transistor

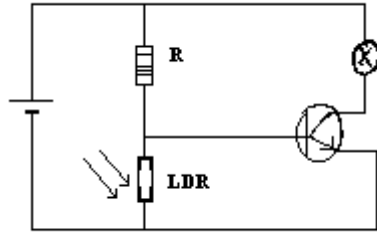
Draai de bron op 0 en zet aan. Regel nu de spanning van de bron op ongeveer 5 V. Noteer de waarden voor de basisemitter spanning U_{be} , de basiscollector spanning U_{bc} , de collectoremitter spanning U_{ce} en de spanning over de lamp U_{RC} . Laat nu U_{be} langzaam stijgen door de knop van de rheostaat te draaien. Wat gebeurt er met de spanning over de lamp? Wat gebeurt er met U_{be} ? en wat met U_{ce} ? In dit gebied zegt men dat de transistor spert, hij laat de stroom niet door. De volledige spanning blijft over de collectoremitter verbinding staan. Op een bepaald ogenblik als je U_{be} nog meer laat toenemen, zal er plots een kleine spanning verschijnen over de lamp. U_{ce} daalt plots. Als U_{bc} negatief blijft (m.a.w. de basis staat op een lagere spanning dan de collector) en de basisemitter diode is voorwaarts gepolariseerd, dan zegt men dat de transistor in zijn lineaire werkingstoestand is. Je merkt dat U_{be} ongeveer 0,7 V bedraagt (afhankelijk van de transistor)

Als je nu de spanning U_{be} nog wil laten toenemen, dan lukt dit nauwelijks. De transistor blijft in lineaire werking tot de basisspanning hoger wordt dan de collectorspanning. Dan blijven alle spanningen constant, en brandt de lamp op volle kracht. De transistor is in saturatie of in verzadiging. Collector en emitter zijn ongeveer kortgesloten, de volledige voedingsspanning staat over de lamp. Controleer deze beweringen!!

Noteer alle waarnemingen in een tabel.

3.3 De transistor als schakelaar

Beeld je nu in dat niet jijzelf bepaalt of de transistor al dan niet in verzadiging gaat, maar dat het circuit dat op een of ander manier zelf kan. Op dat ogenblik heb je een schakeling waarbij de transistor bepaalt of de lamp zal branden of niet. Neem hiertoe de rheostaat weg (schakel eerst de bron uit!!) en vervang hem door een serieschakeling van een weerstand en een LDR (lichtgevoelige weerstand) De schakeling ziet er dan zo uit:



Een LDR heeft de eigenschap dat hij bij grote lichtinval een kleine weerstand heeft. Als de lichtintensiteit daalt, stijgt zijn weerstand. Laat dus eerst veel licht op de weerstand vallen (met Reuterlamp of zaklamp). Schakel de bron weer aan en stel ze in op ongeveer 5 V. Bij een bepaalde verduistering (eventueel je hand over de LDR houden) zal de lamp branden. Kan je dit nu verder verklaren?

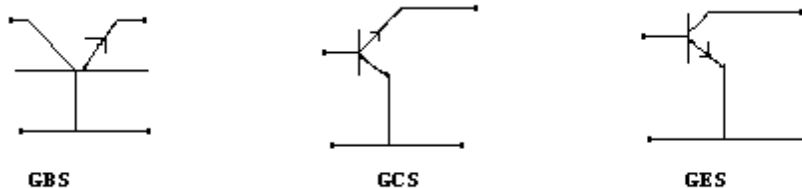
4 Opdracht

Voer alle metingen voor een twintigtal waarden.

DE TRANSISTOR ALS VERSTERKER

1 Theoretische achtergrond

Naast het gebruik van de transistor als schakelaar, wordt deze elektronische component bij uitstek gebruikt om kleinere signalen te versterken. Een transistor is een efficiënt, klein en goedkoop middel om vele elektromagnetische signalen te versterken. Voor de uitvinding van de transistor was hierbij een energie rovende en uitgebreide schakeling nodig. Denken we daarbij maar aan de transistorradio, het klassieke voorbeeld van de elektronische revolutie, samen met de zakrekenmachine. Vaak wordt de transistor als versterker gebruikt in een zogenaamde commonemitter schakeling of gemeenschappelijke emitterschakeling. Als we in acht nemen dat eeningangssignaal twee contactpunten nodig heeft (signaal en referentielijn) en het uitgangssignaal eveneens, dan is het evident dat, gezien de transistor een driepool is, een van de driepolen gemeenschappelijk zal zijn aan de ingang en de uitgang. We onderscheiden daarom de gemeenschappelijke basisschakeling (GBS), de gemeenschappelijke collectorschakeling (GCS) en de gemeenschappelijk emitterschakeling (GES). Hieronder staan de 3 principeschakelingen.

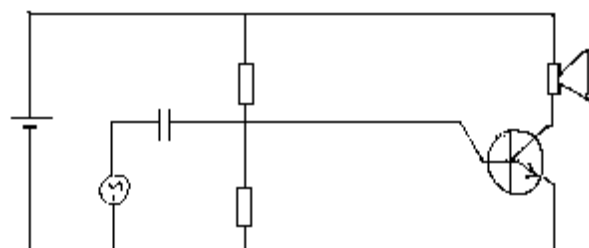


2 Benodigheden

- een npn transistor
- twee weerstanden van $100\ \Omega$ of rheostaat
- een luidspreker
- een frequentiegenerator
- een gelijkspanningsbron
- snoeren
- condensator van enkele μF

3 Werkwijze

Schakel de verschillende componenten als volgt (laat de bron nog uit!)



In deze schakeling werken de twee weerstanden als spanningsdeler. Zij zorgen ervoor dat de transistor geleidt. De condensator is een oneindige weerstand voor gelijkspanning, en laat dus alleen het signaal van de frequentiegenerator door. Tegelijk belet hij dat de basis-emitterschakeling wordt kortgesloten door de frequentiegenerator.

(Waarom mag dit niet?)

Ga na dat deze schakeling een GES is. Schakel de bron aan tot ze ongeveer 6 V-gelijkspanning levert. Ga dit na met een voltmeter. Stel vervolgens de frequentiegenerator in op een hoorbare frequentie (vb. 1000 Hz) en schakel hem aan. Regel de amplitude van de generator tot het signaal in de luidspreker duidelijk hoorbaar maar niet storend wordt. Laat alle instellingen zoals ze zijn, maar zet de spanningsbron uit. Koppel de luidspreker los, en schakel hem rechtstreeks aan de frequentiegenerator. Vergelijk de geluidsniveaus. Wat besluit je?

Indien je zou beschikken over een oscilloscoop kan je het ingangssignaal en het uitgangssignaal met elkaar vergelijken. Schakel daartoe een weerstand in de plaats van de luidspreker. Neem voor het eerste kanaal van de oscilloscoop het signaal van de frequentiegenerator, voor het tweede signaal de spanning over de weerstand. Vergelijk beide signalen rechtstreeks op het scherm.

4 Opdracht

Voer de proef uit

METEN VAN TRANSISTORKARAKTERISTIEKEN

1 Theoretische achtergrond

Onder transistorkarakteristieken verstaat men het grafisch voorstellen van het verband tussen spanning over en stroom door de verschillende poorten van een transistor. We kunnen onderscheid maken tussen:

- de ingangskarakteristiek of het verband tussen basisstroom en basis-emitterspanning. Deze karakteristiek is natuurlijk (waarom?) gelijk aan de diodekarakteristiek, en wordt nauwelijks beïnvloed door de collector-emitterspanning.
 - de uitgangskarakteristiek of het verband tussen de collector-emitterspanning en de collectorstroom. Zoals we zullen zien wordt dit verband sterk beïnvloed door de basisstroom.
 - het verband tussen de basisstroom en de collectorstroom, de transfer
- Beide laatste karakteristieken zullen we nu nagaan.

2 Benodigheden

- een npn transistor
- drie multimeters
- twee spanningbronnen
- een grote weerstand van $100\text{ k}\Omega$
- snoeren
- millimeterpapier

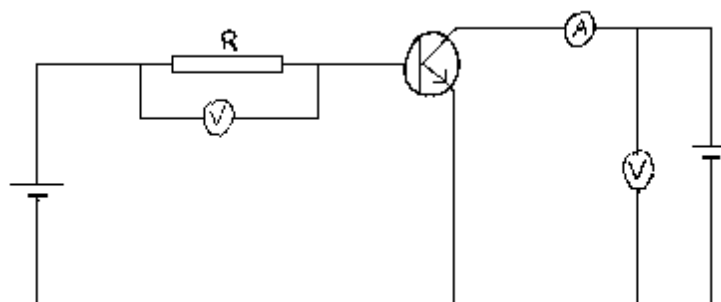
3 Werkwijze

3.1 Bouw van de schakeling

Meet eerst met een ohmmeter de waarde van de basisweerstand. Meet nauwkeurig. Noteer de waarde van de weerstand.

$$R = \text{ k}\Omega$$

Schakel de verschillende componenten dan als volgt. Laat de bronnen nog uit.



3.2 Uitgangskarakteristieken

In een eerste stap moeten we de basisstroom van de transistor instellen. Aangezien deze van de grootteorde van μA is, kunnen we deze niet rechtstreeks meten. We meten daarom de spanning over de grote basisweerstand, en berekenen de stroomsterkte met de wet van Ohm. Als we de basisstroom willen instellen op $50 \mu\text{A}$, hoe groot moet dan de spanning over de weerstand zijn?

$$U = \dots \text{ A} \times \dots \Omega = \dots \text{ V}$$

Stel nu de linker bron in zodat je de spanning al leest. Nauwkeurig instellen. Laat nu, aanvankelijk in stappen van 0.01 V de spanning van de andere bron stijgen. Stel nauwkeurig in, en controleer telkens of de spanning aan de basisweerstand niet is gewijzigd. Corrigeer indien nodig. Noteer bij elke U-CE de overeenstemmende IC. Als je merkt dat IC nog weinig wijzigt, kan je de spanningsstappen wat groter nemen. Ga door tot ongeveer 5V in de volgende reeks. Noteer in een tabel. Schakel nu de rechterbron opnieuw op 0, en stel de basisstroom dan in op $100 \mu\text{A}$. Herneem de gehele procedure. Noteer een tweede reeks waarden. Met deze waarden kan je de uitgangskarakteristieken van de transistor op mm-papier overbrengen, met de spanning in abscis en de stroomsterkte in ordinaat.

3.3 Verband basisstroom - collectorstroom

Met behulp van dezelfde schakeling kunnen we ook het verband tussen de basisstroom en de collectorstroom nagaan. Stel daartoe eerst UCE in zodat de transistor lineair werkt, bv. op 3 V . Stel dan de basisstroom (onrechtstreeks gemeten via de spanning over de weerstand) in op achtereenvolgens $10, 20, \text{ tot } 100 \mu\text{A}$. Lees de bijbehorende collectorstroom af op de ampèremeter. Ook dit resultaat kan je overbrengen op mm-papier, met de basisstroom in abscis en de collectorstroom in ordinaat.

Hoe kan je nu uit deze grafieken α en β van een transistor bepalen?

4 Opdracht

Voer de proef uit.

METEN VAN RADIOACTIVITEIT

1 Theoretische achtergrond

Uit de theorie weten we dat radioactieve stoffen ioniserende straling uitzenden. Met een geigerteller kunnen we de straling meten, in functie van de afstand en in functie van de doorlaatbaarheid van sommige stoffen.

2 Benodigdheden

- een Geiger-Muller tel buis
- een radioactieve bron

Let op!! met pincet vastnemen en niet te dicht benaderen met ogen en handen. Volg de instructies!! Gevaarlijk!! Straling!!

- een statief
- een blad papier

3 Werkwijze

- 1 We meten het aantal impulsen in 100 s, dit komt automatisch op de teller, in functie van de afstand.
- 2 We stellen de afstand in op 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm, 10 cm, 14 cm, 18 cm, 22 cm. en meten telkens minstens tweemaal voor 100 s.
- 3 We herhalen dezelfde metingen maar nu met een blad papier tussen de bron en de tel buis. We meten hier β en γ stralen
- 4 We herhalen dezelfde metingen met een looddeksel. We meten nu alleen nog γ stralen
- 5 We maken een intensiteit(afstand)-grafiek waarin we de drie metingen plaatsen. Neem het gemiddelde van de tijdmeting. Let op zorg voor een juiste instelling van de afstand!!

4 Opdracht

Voer de metingen uit.

DE RLC - SERIEKRING

Doel van de proef

Bepalen van de stroom I en de impedantie Z in functie van de frequentie bij een RLC - seriekring.

Onderzoek van de factoren die de $I(f)$ -grafiek beïnvloeden; invloed van R en L/C op de kwaliteitsfactor en de selectiviteit van een RLC - seriekring.

Theoretische beschouwingen

Als we een wisselspanning met veranderlijke frequentie f en constante spanning U aanleggen aan een RLC-seriekring, dan is: De kring capacitef als $U_L < U_C$: dit is het geval als $X_L < X_C$

De kring inductief als $U_L > U_C$: dit is het geval als $X_L > X_C$

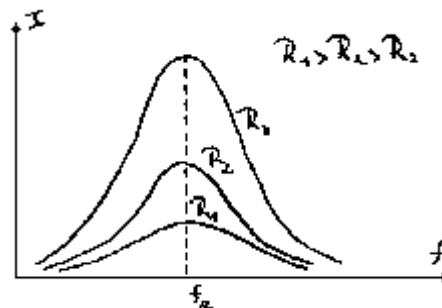
De kring resistief als $U_L = U_C$: dit is het geval als $X_L = X_C$

Dit betekent dan dat de impedantie minimaal is: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2} = R$

De stroom $I = U / Z$ is dan maximaal.

In het $I(f)$ -diagram levert dit dan een maximum bij f_r (zie onderstaande figuren).

Met een RLC-kring beschikken we over een selectiemiddel dat toelaat een signaal met een frequentie die overeenstemt met de resonantiefrequentie door te laten en de rest tegen te houden, doordat andere frequenties een grotere impedantie ondervinden. Daarom wordt een RLC-seriekring soms ook een zuigkring genoemd.



Invloed van de weerstand R op de $I(f)$ -grafiek.

Bij $f = f_r$ is $I = U / R$

Besluit

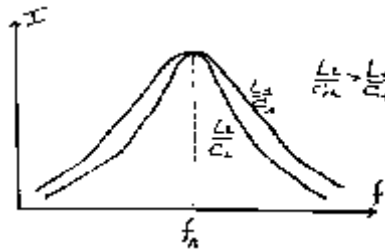
Naarmate de weerstand R in de kring kleiner wordt, wordt de resonantiepiek in de $I(f)$ -grafiek hoger.

Invloed van de verhouding L/C op de $I(f)$ -grafiek.

We houden de weerstand R constant en het product $L \times C$ constant (f_r blijft dan dezelfde), terwijl we L/C laten stijgen.

Als we nu L/C doen toenemen door L te laten toenemen en C evenredig te laten afnemen, dan zullen de reactanties X_L en X_C allebei evenredig toenemen.

Bij frequenties f verschillend van f_r zal daardoor $X_L - X_C$ in absolute waarde toenemen. Dit betekent dat de impedantie $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ ook zal toenemen.



Dit heeft voor gevolg dat bij frequenties verschillend van de resonantiefrequentie de stroom kleiner zal zijn.

Besluit

Naarmate de verhouding L/C groter wordt, zal de resonantiepiek scherper worden.

Bij f_{res} staat de aangelegde spanning U over de ohmse weerstand. Dit wil niet zeggen dat er over de spoel en de condensator geen spanning zou staan. De spanning over de spoel en de condensator zijn in tegenfase en heffen elkaar op terwijl hun absolute waarde zelfs groter kan zijn dan de aangelegde spanning U . Dit verschijnsel noemen we het opslingereffect en geven we weer met behulp van de overspanningsfactor of kwaliteitsfactor Q .

Definitie: $Q = \frac{U_L}{U} = \frac{U_C}{U}$

Bij f_r geldt nu dat $Q = \frac{X_L \cdot I}{U} = \frac{L \cdot \omega_r \cdot \frac{U}{R}}{U} = \frac{L \cdot \omega_r}{R}$

Daar $\omega_r = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$ (formule van Thompson) geldt nu dat $Q = \frac{L}{R} \cdot \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}$

Hoger hebben we gezien dat de waarde van R en L/C invloed hebben op de vorm van de $I(f)$ -grafiek. Dit betekent dat de "kwaliteitsfactor" Q ook invloed heeft op de vorm van de $I(f)$ -grafiek.

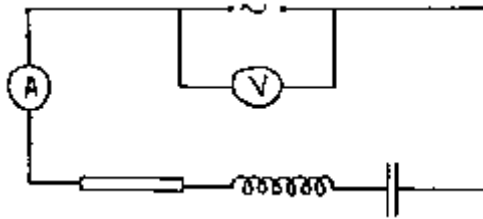
Besluit

Hoe groter immers Q , hoe hoger en hoe scherper de resonantiekromme wordt. We zeggen daarom dat Q een maat is voor de "selectiviteit" van de RLC-kring. Met selectiviteit bedoelen we hier de eigenschap van een kring om enkel die signalen door te laten met een frequentie die gelijk is aan de resonantiefrequentie.

3 Benodigdheden en schakeling

- 2 weerstanden van 100Ω
- 2 spoelen van 800 windingen + ijzeren kern ($L = 56,4 \text{ mH}$)
- 2 condensatoren van $4,7 \mu\text{F}$
- frequentiegenerator

2 digitale multimeters
snoeren



4 Werkwijze en opdrachten

Realiseer de kring met de weerstand van 100Ω

Stel de spanning van de wisselspanningsbron in op $4,00 \text{ V}$.

Meet de stroomsterkte en bereken de impedantie bij $f = 60, 80, 100, \dots, 880, 900 \text{ Hz}$

Herhaal dit bij een weerstand van 50Ω (of 2 weerstanden van 100Ω in parallel)

Plaats bij de spoel een identieke spoel in parallel ($L/2$) en plaats bij de condensator een identieke condensator in parallel ($C \times 2$). Hierdoor wordt L/C kleiner, terwijl $L \times C$ constant blijft. We houden de weerstand op 50Ω

Noteer je metingen in de tabel:

Bespreking

Stel je metingen voor in een $I(f)$ -diagram en in een $Z(f)$ -diagram.

Geef telkens aan om welke meting het gaat met (a), (b) en (c).

Bepaal uit de grafiek bij benadering de resonantiefrequentie:

$f_{\text{res}} = \dots\dots\dots$

Waarom bekomen we driemaal hetzelfde?

Bereken de resonantiefrequentie met de formule van Thompson:

Verklaar het verloop van het $I(f)$ -diagram vanuit het verloop van het $Z(f)$ -diagram:

Welke invloed heeft de weerstand R op de selectiviteit van de RLC - seriekring?

Bereken de kwaliteitsfactor Q bij de 3 metingen.

Rangschik volgens stijgende selectiviteit en vergelijk met het $I(f)$ -diagram.

Verklaar waarom in het $I(f)$ -diagram I_{max} bij de grafiek (b) en (c) niet samenvallen, zoals op de figuur op de tweede bladzijde.

BEPALING VAN DE TOTALE SPOORLENGTE VAN EEN CD

1 Doel van de proef

In een experiment een tijdje geleden hebben we de golflengte van het laserlicht van een laserpointer bepaald via een rooster met gekende roosterconstante a .

We keren nu het probleem om. De golflengte van onze laserpointer is gekend. De opgave is nu de roosterconstante a te bepalen van een CD.

Een CD is eigenlijk ook een soort rooster. In het plastic zijn een zeer groot aantal onzichtbaar fijne concentrische cirkelvormige groeven aangebracht. Dit zijn eigenlijk de sporen waarop de informatie via putjes wordt ingebrand bv. via een Cd-writer.

Aan de bovenkant is dan nog een Al-laag opgedampt die beschermd wordt door papier, waarop allerlei informatie over de inhoud van de betreffende CD vermeld staat. Een CD is zo een reflectierooster, waar de roosters uit het bovenvermeld experiment zogenaamde diffractieroosters waren. Het licht gaat er doorheen.

Van een (oude) CD kan je nu ook een diffractierooster maken, door eerst via een mesje 2 lange evenwijdige krassen te maken volgens de straal en daarna via een strook kleefband het papier en de Al-laag af te ritsen.

2 Benodigheden

CD waar een strook van is vrijgemaakt, laserpointer, statief en klemmen, meetlat, wit bord als scherm

3 Opdrachten

Bepaling van de roosterconstante van de CD

Zoek in het bovenvermeld labo de golflengte λ op van het laserlicht van de laserpointer: $\lambda = \dots\dots$

Bepaal nu de roosterconstante a van de CD, via interferentie van het laserlicht.

Plaats hiervoor de CD op ongeveer een meter van het bord met de laserpointer er wat achter. Maak bij meting gebruik van de eerste orde maxima links en rechts.

Schrijf je berekening net en ordentelijk uit (formules, omvormingen en ingevulde formules).

Bepaling van de totale spoorlengte van een CD

Dit doen we door het aantal cirkels te vermenigvuldigen met hun omtrek.

De verschillende concentrische cirkels op de CD hebben echter een omtrek van klein in het centrum naar groot aan de rand van de CD. Dit probleem kunnen we omzeilen door de omtrek te bepalen van de middelste cirkel. Voer dit uit.

Het aantal cirkels bepalen we door het verschil in straal tussen de grootste en de kleinste cirkel te delen door de zopas bepaalde roosterconstante.

Schrijf je berekening net en ordentelijk uit (formules en ingevulde formules).

BEPALEN VAN DE ELEMENTAIRE LADING VAN EEN ELEKTRON - PROEF MILLIKAN

1 Theoretische achtergrond

Een druppel valt in een viskeus midden volgens de wet van Stokes nl.: $F = 6\pi \times r \times \eta \times v$

r: de straal van de druppel

η : de viscositeitcoëfficiënt.

v: de snelheid

Deze druppel moet ook aan de wet van Archimedes voldoen. Hierbij zijn ρ en ρ' de dichtheden van de oliedruppel en het medium (lucht).

$$F_A = \rho \times V \times g$$

$$\frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \times (\rho - \rho') \times g = 6\pi \times r \times \eta \times v$$

Meet je v dan kan je hieruit r berekenen. Je moet natuurlijk ρ , ρ' en η kennen

Als de sfeer een lading q heeft en de plaatafstand van de condensator is d, de spanning is V, dan is:

$$q \times V / d = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \times (\rho - \rho') \times g$$

$$\text{of } q = 6\pi \times r \times \eta \times v \times d / V$$

$$\text{met } \eta = 1,83 \cdot 10^{-5} \text{ Nsm}^{-2}$$

$$d = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\rho = 973 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho' = 1 \text{ kg/m}^3$$

Voorbeeld

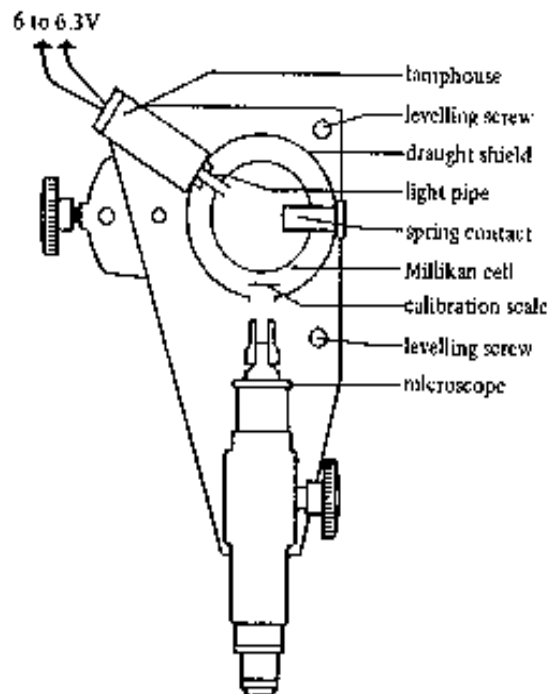
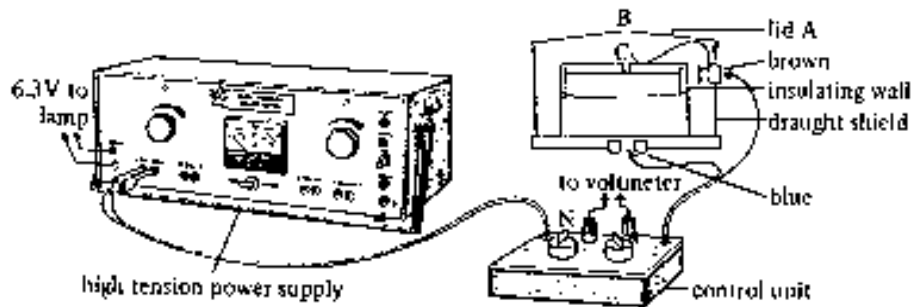
$q = a \times V$ en a = aantal ladingen

V = 330 V en op 55 V dan n = 6

2 Benodigdheden

- een Millikancondensator
- een microscoop met zijdelingse belichting
- een regeldoos met potentiometer en poolwisselaar
- een waterpas
- een voeding van 6V
- een voeding van 300 V =spanning
- een radioactieve bron
- een chronometer
- verbindingsdraden
- multimeter
- een verstuiver met siliconenolie

3 Werkwijze



- 1 De Millikancondensator monteren en met het waterpas horizontaal plaatsen, dit opdat de vallende druppels in het gezichtsveld van de microscoop zouden blijven.
- 2 De opstelling maken maar de hoogspanning nog niet aanzetten. Met het oculair de ingebouwde tralie scherp afbeelden met behulp van een fijn draadje dat helder moet zijn op een donkere achtergrond. Neem dan de draad weg.
- 3 De verstuiver met siliconolie met zijn opening boven het gaatje van de verstuiver brengen en eenmaal krachtig drukken
- 4 In de microscoop worden de kleine oliedruppels als lichtpuntjes waargenomen, die stijgen onder invloed van de zwaartekracht, men ziet een omgekeerd beeld
- 5 De spanning wordt nu ingeschakeld en met de potentiometer zo geregeld dat een der druppeltjes, dat men vooraf heeft uitgekozen stil blijft staan. (gewicht = kracht elektrisch veld). Indien bij het inschakelen het druppeltje sneller valt, ompolen!
Noteer de spanning op de voltmeter

6 Schakel nu de spanning uit (poolwisselaar in stand N). Het oliedruppeltje valt nu in het gezichtsveld naar boven. Bepaal nu de tijd die het druppeltje nodig heeft om een weg van bv. vier roosterverdelingen af te leggen

7 Breng het druppeltje terug in zijn oorspronkelijke stand door de spanning met de poolwisselaar om te polen. Schakel terug uit en herhaal deze tijdmeting nog tweemaal

8 Indien bij het verstuiven geen enkel druppeltje door wrijving is geladen, wordt de radioactieve bron even bij de condensator cel gebracht.

9 Herhaal de metingen voor een viertal verschillende druppels

10 Meet de temperatuur in het lokaal

11 Bepaal de roosterafstand uit $2,00 \text{ mm} = 4,8$ verdelingen zodat 1 verdeling gelijk is aan $4,17 \cdot 10^{-4} \text{ m}$

12 Als de gemeten tijd t is, dan vinden we de snelheid v als volgt: $v = x/t$ met $x = 4 \times 4,17 \cdot 10^{-4} \text{ m}$

4 Opdracht

Bepaal de elementaire lading van een elektron.
Vergelijk je uitkomst met de theoretische waarde.