

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 mogen steeds aan mij gemeld worden zodat een verfijning van het proevenaanbod mogelijk wordt. Zo wordt het ook voor de leerling interessant om steeds over de nieuwste ontwikkelingen in de fysica te beschikken.

<p><i>LAB FYSICA 5</i> <i>EXPERIMENTEN VOOR HET VIJFDE JAAR</i></p>
---

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 er aan vooraf.

Een deel van die experimenten kan je leerkracht uitvoeren als demonstratieproeven, maar het is de 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 labojas is verplicht. Enkel een dichtgeknoopte labojas biedt een voldoende bescherming. Lange haren worden samengebonden.
2. Bij sommige proeven heb je specifiek veiligheidsmateriaal nodig. Dit zal altijd versneld 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 zelf verantwoordelijk voor eventuele ongevallen. Ook voor het gebruikte materiaal draag je de verantwoordelijkheid.

## 2 Wat heb je nodig?

Naast je labo's 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 excell 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 filtreerpapierje 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.

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.

1 Doel van de proef

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

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

## 4 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.

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!

## DE SNELHEID METEN

### 1 Theoretische achtergrond

De snelheid van een voorwerp wordt gegeven door de formule

$$v = \Delta x / \Delta t$$

Als je tijdens een experiment met een bewegend voorwerp de afstand en de tijd meet, kun je de snelheid ervan bepalen.

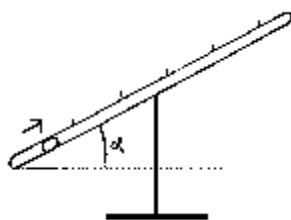
### 2 Benodigdheden

- Een glazen buis gevuld met olie of propaantriol
- Een chronometer
- Een meetlat

### 3 Werkwijze

We monteren een glazen buis op een meetlat, of we voorzien de meetlat van millimeterpapier. De buis is bijna volledig gevuld met propaantriol (glycerol) maar bevat nog een luchtbel. Vastgemaakt aan een statief kunnen we door omdraaien van de glazen buis de luchtbel verplaatsen. Het is de bedoeling de snelheid van de luchtbel te meten.

De opstelling ziet er uit zoals op de figuur.



Om de 10 cm meten we de tijd ( $= \Delta t$ ) nodig om deze afstand ( $= \Delta x$ ) af te leggen. We maken dan de volgende tabel:

$\Delta x$ (cm)	$\Delta t$ (s)	$\Delta x / \Delta t = v$ (cm/s)

We meten over de volledige lengte van de buis.

Merk op dat je voor de meting slechts om de 10 cm meet en je dus de tijden moet optellen. Daarna nemen we het gemiddelde van de laatste kolom, dit verkrijgt je door alle waarden op te tellen en te delen door het aantal metingen.

De absolute fout op  $v$  in m/s wordt berekend als volgt:

$$A.F.(v) = \frac{\text{(grootste } v - \text{ kleinste } v)}{2}$$

#### 4 Opdracht

We voeren de proef uit voor twee verschillende hellingen bv.  $\alpha = 20^\circ$  en  $\alpha = 30^\circ$ .

We maken een  $x(t)$ -diagram en eventueel een  $v(t)$ -diagram op millimeterpapier.

We zetten de beide meetresultaten uit op één grafiek. Je kunt twee kleuren gebruiken.

Wat kun je besluiten uit het verschil in helling voor de snelheid?

## DE VERSNELLING METEN

### 1 Theoretische achtergrond

Om de versnelling van een voorwerp te meten maken we gebruik van de formule  $a = 2 \times \Delta x^2 / \Delta t$ . Uit de formule zie je dat we hiervoor afstand  $\Delta x$  en tijd  $\Delta t$  moeten meten. De versnelling wordt ook gegeven door de formule  $a = \Delta v / \Delta t$ . We meten de snelheidstoename  $\Delta v$  en delen door de tijd. Er zijn verschillende mogelijkheden om deze proef uit te voeren. We behandelen er hier twee.

### 2 Benodigdheden

#### 2.1 Methode met de valgeul

- een aluminium rail
- een stalen knikker

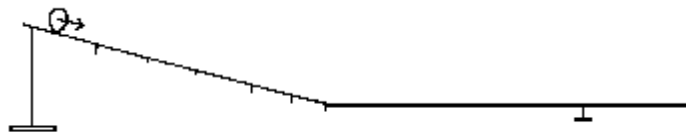
#### 2.2 Methode met de reep

- een reep met statieven
- een touw met katrol
- een massa

### 3 Werkwijze

#### 3.1 Werkwijze met de valgeul

Een valgeul is een onbuigzame rail waarin een knikker loopt. Geven we de geul een bepaalde helling dan zal de knikker er afrollen met een eenparig veranderlijke beweging. We geven de geul een zodanige helling dat de knikker er in vijf tot zes seconden afrolt. Daarna veranderen we de helling niet meer! Zie onderstaande opstelling:



We maken de verbinding tussen de eerste en de tweede rail met kleefband zodat de knikker er ongehinderd overloopt. We plaatsen de tweede rail horizontaal en we blokkeren met een krijt op het einde.

#### De versnelling meten



We meten nu telkens driemaal de tijd opdat de knikker van 180 cm naar 0 cm zou gaan, van 160 cm naar 0 cm, van 140 cm naar 0 cm,... tot van 20 cm naar 0 cm zou gaan.

Maken we dan de volgende tabel:

$\Delta x$ (cm)	$\Delta t$ (s)	$\Delta t^2$ (s <sup>2</sup> )	$2 \times \Delta x / \Delta t^2 = a$ (cm/s <sup>2</sup> )

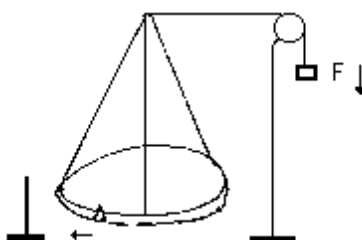
Maak het gemiddelde van de laatste kolom en bereken hierop de absolute fout.

$$A.F.(a) = (\text{grootste } a - \text{kleinste } a) / 2 \text{ in cm/s}^2$$

Maak een  $x(t^2)$ -diagram op millimeterpapier. Dit moet theoretisch een rechte geven. In de praktijk kan dit nogal eens verschillen geven. Verbind daarom alle meetpunten en teken dan de trend.

### 3.2 Werkwijze met de reep

Opstelling en beschrijving:



Het toestel bestaat uit een reep die d.m.v. drie touwtjes horizontaal is opgehangen aan een trommel. Deze trommel kan op een stalen kogel draaien die boven op een verticale staaf in een agaatpan rust. Een draad van ongeveer twee meter lengte wordt met zijn ene uiteinde in de gleuf van de trommel vastgemaakt en loopt dan over een zeer beweeglijke katrol die op de juiste hoogte aan een statief is bevestigd. Aan het vrije uiteinde van de draad hangt een massadrager, waarvan het eigen gewicht zo gekozen is dat het van dezelfde orde van grootte is als de wrijvingskrachten van het toestel.

Om het apparaat bedrijfsklaar te maken draaien we de trommel totdat de reep enkele volledige toeren heeft gemaakt. Om dan te beletten dat het toestel spontaan zal beginnen te draaien, houden we de reep tegen met een staaf die in een tonvoet is bevestigd.

### Werkwijze

- plaats op de massadrager een massa van ongeveer 10 g

- stel de verticale staaf tegenover één van de merktekens bv. de witte driehoeken, de andere witte driehoeken volgen dan om de  $120^\circ$
- we laten de reep los en noteren de tijd telkens de merkstreep voorbij een witte driehoek komt. (eventueel twee metingen tegelijdertijd) (meet minstens 2 maal)

#### 4 Opdracht

- bereken  $\Delta x = \pi d/3$  met  $d = (\text{binnen} + \text{buitendiameter})/2$
- maak een tabel voor tien keer  $\Delta x$

$\Delta x$ (m)	$\Delta t$ (s)	$\Delta t^2$ (s <sup>2</sup> )	$2 \times \Delta x / \Delta t^2 = a$ (m/s <sup>2</sup> )

- Maak het gemiddelde van de laatste kolom en bereken de A.F.
- Maak een  $x(t^2)$ -diagram op millimeterpapier.

## DE VALVERSNELLING BEPALEN

### 1 Theoretische achtergrond

De valversnelling wordt gegeven door  $g = 2 \times \Delta x^2 / \Delta t$ . Je meet de afstand  $\Delta x$  en de tijd  $\Delta t$ . De valversnelling  $g$  wordt ook gegeven door de formule  $g = \Delta v / \Delta t$ . Je meet hier dan de snelheidstoename  $\Delta v$  en de tijd  $\Delta t$ . Er bestaan weer verschillende varianten om deze proef uit te voeren. We behandelen er hier twee.

### 2 Benodigdheden

#### 2.1 Methode met de katrol

- een statief met katrol
- twee identieke massadragers en enkele lichte massa's
- of opstelling van Atwood

#### 2.2 Methode met de tijdtikker

- een tijdmarkeerder
- papierstrookjes
- verschillende massa's

### 3 Werkwijze

#### 3.1 Werkwijze met de katrol

We maken onderstaande opstelling, een katrol bovenop een hoog statief van twee meter. Deze opstelling noemt men ook wel de opstelling van Atwood.



De valbeweging is moeilijk te bestuderen, vallen gebeurt vlug zodat de valtijd praktisch niet kan gemeten worden. Vandaar dat we zoeken naar een vertraagde vorm van vallen. Een kleine massa  $m'$  wordt bovenop een massa  $m$  gelegd die met een zelfde massa  $m$  verbonden is en over een beweeglijke katrol kan vallen. We meten telkens de tijd (driemaal en het gemiddelde noteren) die de massa nodig heeft om 0,20 m, 0,40 m... tot 1,80 m af te leggen. We vertrekken telkens vanuit de beginstand! Merk op dat de beweging tienmaal vertraagd is zodat we de gemiddelde tijd door tien zullen moeten delen.

Maak volgende tabel:

$\Delta x$ (m)	$\Delta t'$ (s)	$\Delta t$ (s)	$\Delta t^2$ (s <sup>2</sup> )	$2 \times \Delta x / \Delta t^2 = g$ (m/s <sup>2</sup> )

$\Delta t'$  is de gemeten tijd

$\Delta t$  is de gemeten tijd gedeeld door tien

### 3.2 Werkwijze met de tijdtikker.

Om de snelheid van het vallend blokje te onderzoeken maken we gebruik van een tijdtikker.

Figuur opstelling.

De transformator stuurt wisselstroom door de spoel, daardoor trilt de veer V.

Het papierstrookje wordt door het vallend blokje naar beneden getrokken. De veer V maakt elke 0,020 s een punt op de strook.. Vermits de voorwerpen even snel vallen (je kunt dit ook onderzoeken) moeten we er maar één onderzoeken.

We meten op de papierstrook de resultaten.

Tabel

## 4 Opdracht

### 4.1 Methode met de katrol

- Voer de proef uit voor 2 verschillende massa's  $m'$  en meet telkens driemaal de tijd en neem het gemiddelde
- Maak een  $x(t^2)$ -diagram met de twee resultaten
- Bereken het gemiddelde van  $g$  en de A.F. erop.
- Waarom is er veel afwijking?

### 4.2 Methode met de tijdtikker

- Voer de proef minstens tweemaal uit met dezelfde massa.
- Doe hetzelfde met een andere massa.

## VERBAND TUSSEN KRACHT, MASSA EN VERSNELLING

### 1 Theoretische achtergrond

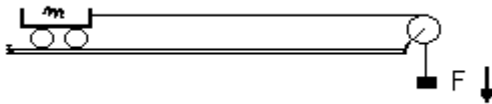
In deze proef onderzoeken we de derde wet van Newton. De formule is:  $F = m \times a$ .

### 2 Benodigdheden

- een wagentje en een rolweg
- de nodige massa's
- een chronometer tot op 0,01 s.

### 3 Werkwijze

De opstelling die we maken is in feite onderstaande:



De opstelling omvat een wagentje dat door een elektromagneet wordt vastgehouden. Het maakt dan contact met een startplaat en met een eindplaat zodat de exacte tijd (meet toch driemaal) kan bepaald worden. De elektromagneet wordt gevoed met 6 V, terwijl de chronometer 220 V nodig heeft. Zorg voor de juiste kleurverbinding van de draden!

We belasten het wagentje met een massa  $m$ . De totale massa is dan  $m_1$  dit is  $m_{\text{wagen}} + m$ . We laten het wagentje een bepaalde afstand  $dx$  afleggen onder invloed van de krachten  $F_1$  tot  $F_3$ .

We herhalen de meting voor de massa's  $m_2$  ( $m_{\text{wagen}} + 2m$ );  $m_3$  ( $m_{\text{wagen}} + 3m$ ) en  $m_4$  ( $m_{\text{wagen}} + 4m$ ).

We maken de volgende tabel:

m(kg)	F(N)	t(s)	t <sup>2</sup> (s <sup>2</sup> )	a(m/s <sup>2</sup> )	F/a(kg)	m x a (N)
m <sub>1</sub>	F <sub>1</sub>					
	F <sub>2</sub>					
	F <sub>3</sub>					
m <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>					
	F <sub>2</sub>					
	F <sub>3</sub>					
m <sub>3</sub>	F <sub>1</sub>					
	F <sub>2</sub>					
	F <sub>3</sub>					
m <sub>4</sub>	F <sub>1</sub>					
	F <sub>2</sub>					
	F <sub>3</sub>					

#### 4 Opdracht

Trek nu je besluiten uit deze resultaten in verband met  $F = m \times a$

Merk op

Om het wagentje te starten moeten eerst beide schakelaars naar buiten wijzen. Dan plaatst men eerst de linkse naar binnen en dan de rechtse (op de chronometer). Om opnieuw te starten weer beide schakelaars naar buiten en het wagentje en de plaatjes in de beginstand.

## BEWEGINGEN SAMENSTELLEN

### 1 Theoretische achtergrond

Als twee bewegingen gelijktijdig op een voorwerp inwerken dan kun je de bewegingen onafhankelijk van elkaar onderzoeken.

Een pijltje wordt horizontaal afgeschoten (beginsnelheid  $v_0$ ).

De horizontale beweging is een eenparige beweging. De horizontale x-coördinaat van het pijltje op tijdstip  $t$  is dus:

$$x = v_0 \times t$$

De verticale beweging is een valbeweging. De verticale y-coördinaat van het pijltje op tijdstip  $t$  is dus:

$$y = \frac{1}{2} \times g \times t^2$$

### 2 Benodigdheden

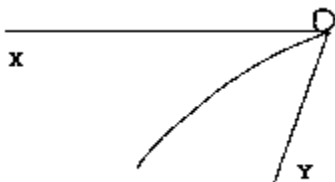
- een houten plank
- een zware metalen bol
- doorslagpapier
- een of twee houten wiggen

### 3 Werkwijze

Met een houten plank, twee wiggen uit hout en een knikker is het mogelijk aan te tonen dat het samenstellen van een e.r.b en een e.v.b een paraboool als resultaat geeft.

We beschikken over een vlakke houten plaat. Daarop plaatsen we een wig met een bepaalde helling, liefst vastzetten met een nagel zodat ze blijft zitten. De houten plaat wordt nu hellend op de tafel gelegd (helling bv  $5^\circ$ ). Dit kan met een tweede wig onder de plaat te schuiven. De lange zijde van de plaat is de x-richting, de korte de y-richting. Dan laten we een knikker vanop de wig de helling afrollen in de x-richting.

We maken de opstelling en leggen boven het blad papier een stuk carbonpapier zodat we de baan van de knikker kunnen tekenen. We plaatsen de wig links boven op de plank en laten de knikker gewoon van de wig afrollen. Deze richting is de X-as, nl. van de e.r.b. Geven we nu de plank een helling en laten we de knikker van onderaan de wig afrollen, dan bekomen we de Y-as, nl. van de e.v.b. Eens de assen bepaald kunnen we de knikker van op verschillende hoogten van de wig laten vertrekken. (verschillende  $v_0$ )



Teken het assenkruis, de X-as in het verlengde van de wig en de Y-as, dwars op de wig. Meet nu telkens om de 5 cm van de X-as de corresponderende afstand op de Y-

as door om de 5 cm een evenwijdige te tekenen aan de Y-as. Bepaal hieruit  $b = y/x^2$  voor elke meting. Neem het gemiddelde.

Tabel

X (m)	y (m)	$b = y/x^2$ ( $m^{-1}$ )

4 Opdracht

Herhaal de proef voor een scherpere helling. Wat stel je vast?



## DE CENTRIPETALE KRACHT METEN

### 1 Theoretische achtergrond

Het toestel om de centripetale kracht te meten bestaat uit een draaiende schijf waarop een bol met massa  $m$  rust. Deze bol is verbonden via een platte schijf met een dynamometer die de kracht meet. Bij het ronddraaien op een bepaalde snelheid zal de platte schijf tegen een verplaatsbare plaat komen. Op dat moment leest men op de meter de snelheid af. Het is de bedoeling met dit toestel de formule van de cirkelvormige beweging te verifiëren.

In de formule  $F = m \times \omega^2 \times r$  is  $r$  de straal in m,  $m$  de massa in kg en  $\omega$  de hoeksnelheid in rad/s.

### 2 Benodigdheden

- het toestel
- een chronometer

### 3 Werkwijze

Het toestel eerst instellen met een bepaalde massa  $m$ , een bepaalde straal  $r$  (beide gelijk!!) en een bepaalde  $F$ . (aflezen in g, omzetten in kg en in N) We laten het toestel draaien. Op het toestel staat een digitale teller waar men rechtstreeks  $n$  het aantal toeren per minuut kan aflezen.

Uit de formule  $\omega = 2\pi n/60 = 2\pi f$  met  $f$  de frequentie in Hz en  $n$  het aantal toeren per minuut kan men  $\omega$  berekenen in rad/s.

Merk op

Men kan ook  $n$  experimenteel bepalen door het aantal toeren te tellen per minuut (eventueel per 30 s). We meten minstens tweemaal en laten de motor op dezelfde snelheid draaien (niet stilzetten)

We vergelijken de theoretische  $\omega$  met de berekende  $\omega$  en bepalen de P.A. tussen beide.

### Tabel

m(kg)	F(N)	r(m)	$\omega_{th}$ (rad/s)	$\omega_{exp}$ (rad/s)	P.A.

### Opdracht

We stellen het toestel in voor  $F = 1,0$  N en voor de stralen  $r = 5,0$  cm;  $r = 6,0$  cm;  $r = 7,0$  cm en  $r = 8,0$  cm. De massa van de bol bepalen we met de balans (massa van 1 bol bepalen!)

We hernemen de proef voor een kracht  $F = 1,5$  N en voor dezelfde stralen.

Merk op dat P.A. =  $(exp \times 100 / th) - 100$

$$P.F. = th - exp / th$$

## SPANNINGSREEKS VAN DE METALEN

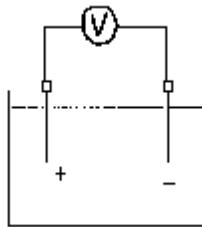
### 1 Theoretische achtergrond

De metalen hebben t.o.v. water en t.o.v. van elkaar een verschillende spanning. We nemen enkele metalen en onderzoeken het reeksverband.

### 2 Benodigdheden

- glazen vat
- 7 verschillende metalen elektroden
- 2 rode draden
- een fles met verdund zwavelzuur ( is voorzien - opletten!)
- een klem om de elektroden vast te nemen

### 3 Werkwijze



In het vat brengen we een oplossing van water en zwavelzuur (minder dan 1%) en nemen we bv. de C - elektrode als pluspool en dan achtereenvolgens al de andere als minpool. We lezen op de voltmeter telkens de spanning af en noteren. We meten nauwkeurig en houden de elektroden niet te lang in de elektrolytoplossing. We doen dit dan ook voor al de andere metalen als pluspool en de andere als minpool. Hebben we een negatieve uitwijking, dan zetten we een streep. Hieruit kunnen we de rangschikking van de metalen opmaken.

### 4 Opdracht

Bepaal de spanningsreeks

## WEERSTAND EN DE WET VAN OHM

### 1 Theoretische achtergrond

Voor metaaldraden geldt de wet van Ohm nl.  $U = R \times I$

We tonen dit aan door meting van  $U$  en  $I$ . Er zijn natuurlijk weer verschillende methodes om de wet van Ohm te controleren. We geven hier twee methodes, een klassieke methode en een I.C.T. methode.

### 2 Benodigdheden

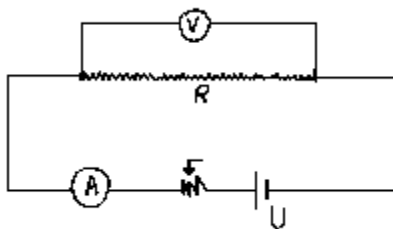
#### 2.1 Klassieke methode

- weerstandsplank
- twee multimeters
- schuifweerstand
- 3 groene en 2 rode verbindingsdraden

#### 2.2 Computermethode

### 3 Werkwijze

#### 3.1 Klassieke methode



Zorg ervoor dat de stroomsterkte niet te hoog is en schakel uit na elke meting opdat de draad niet te sterk zou opwarmen!!

Maak de aangeduide schakeling met de ampèremeter en de voltmeter en meet telkens  $I$  en  $U$  voor tien verschillende standen van de schuifweerstand.

Maak dan de tabel:

$U$ (V)	$I$ (A)	$R = U/I$ ( $\Omega$ )

Bereken  $R$ (gemiddeld) en de A.F. op  $R$ .

Maak dan een  $I(U)$ -diagram. Je bekomt een...

#### 3.2 Werkwijze met de computer

We gebruiken hierbij bv. Labsoft programma.

We starten het programma FYSICA WEERSTAND door vanuit het menu te dubbelklikken of op enter te drukken.

We volgen de instructies en klikken het onderdeel WET VAN OHM aan. De schakeling staat getekend. Teken ze over en maak de schakeling, de blauwe doosjes zijn de ampèremeters. Ze hebben een weerstand van  $100 \Omega$ .

We meten nu rechtstreeks op kanaal 1 en 2, maak de aansluitingen voor spanning en stroomsterkte.

#### 4 Opdracht

##### 4.1 Klassiek

Doe dit voor draden met een diameter van 1,0 mm; 0,70 mm; 0,50 mm en 0,35 mm uit constantaan en zet ze alle vier op één grafiek. Gebruik een andere kleur. Je hebt dan wel telkens een andere  $R(\text{gemiddeld})$ . Welk verband kun je vaststellen?

##### 4.2 Computer

We bepalen de waarde van een aantal weerstanden. We printen de tabel en berekenen de gemiddelde waarde van de weerstand. Bereken eveneens de P.A. met de theoretische waarde.

Print de  $I(U)$ -grafiek voor elke weerstand en print een  $I(U)$ -grafiek met twee rechten. Wat besluit je hieruit?

## DE WETTEN VAN POUILLET

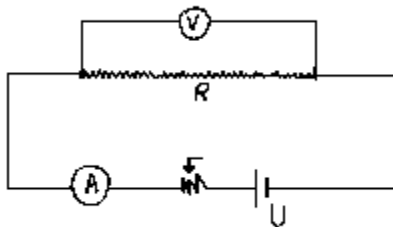
### 1 Theoretische achtergrond

Bij draadweerstand geldt dat de weerstand afhankelijk is van de lengte, de doorsnede en de aard van de draad. De formule  $R = \rho \times l/A$  wordt hier aangetoond.

### 2 Benodigdheden

- weerstandsplank
- schuifweerstand
- 2 multimeters
- spanningsbron
- 2 rode en 5 groene draden
- krokodilleklem

### 3 Werkwijze



#### 3.1 R in functie van de lengte

We meten telkens U en I voor een lengte van 0,25 m; 0,50 m; 0,75 m; 1,0 m; 1,5 m en 2,0 m en bereken telkens R.

Tabel:

Lengte l (m)	U (V)	I (A)	$R = U/I$ ( $\Omega$ )
0,25			
2,0			

#### 3.2 R in functie van de oppervlakte

We meten nu met de schroefmaat de diameter van de draden en uit de formule  $A = \pi d^2 / 4$  vinden we de oppervlakte A. We meten weer U en I en berekenen R voor  $d = 1,0$  mm en  $d = 0,50$  mm; voor  $d = 0,70$  mm en  $d = 0,35$  mm.

Tabel:

diameter d (mm)	U (V)	I (A)	R = U/I ( $\Omega$ )
1,0			
0,50			
0,70			
0,35			

Bereken hieruit ook de resistiviteit van constantaan in de vier gevallen. Je maakt gebruik van de formule  $R = \rho \times l / A$

### 3.3 R in functie van de aard van de draad

We meten nu ook voor een draad uit messing en voor een draad uit constantaan met zelfde lengte  $l = 1,0$  m en zelfde diameter  $d = 0,50$  mm. We vergelijken R en de resistiviteit van de draad voor messing en constantaan.

Soort draad	U (V)	I (A)	R = U/I ( $\Omega$ )	$\rho = R \times A / l$ ( $\Omega\text{m}$ )
Constantaan				
Messing				

### 4 Opdracht

Trek je besluiten uit deze proeven.

## DE BRUG VAN WHEATSTONE

### 1 Theoretische achtergrond

De brug van Wheatstone is een verfijnde methode om heel nauwkeurig de weerstand te meten. Het is een nulmethode.

### 2 Benodigdheden

- een viertal weerstanden
- een opstelling met de brug van Wheatstone
- verbindingsdraden

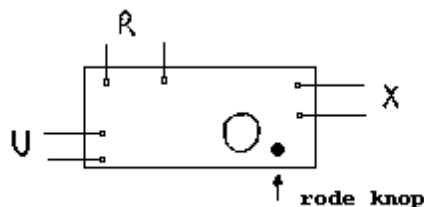
### 3 Werkwijze

De brug van Wheatstone is een opstelling die gebruikt wordt om de waarde van een onbekende weerstand te meten. Het is een zeer nauwkeurige methode daar we de brug stroomloos maken, we spreken over de zogenaamde nulmethode. De draadbrug is een verbeterde versie, daar we slechts 1 bekende weerstand nodig hebben.

We maken gebruik van het toestel dat in het lab aanwezig is.

We sluiten de voeding van de batterij aan op de klemmen, de bekende weerstand op de R - klemmen en de onbekende weerstand op de X - klemmen.

De micro-ampèremeter sluiten we aan op de voorziene plaats. We nemen liefst een exemplaar met nulpunt in het midden.



Het is duidelijk dat we eerst een voormeting doen om te zien in welke omgeving de waarde gelegen is. De schakelaar staat in de off - stand. We kunnen nu kortstondig de rode knop indrukken en kijken of de waarde in de schaal blijft. Regel nu met de draaiknop (hou de rode knop kort ingedrukt) tot de  $\mu\text{A}$  - meter op nul komt. Zet nu de schakelaar in de 'on' stand en regel opnieuw bij. De onbekende weerstand wordt nu gevonden door de schaalwaarde met de waarde van de regelknop te vermenigvuldigen.

bv.  $100 \times 0,35 = 35 \Omega$

### 4 Opdracht

We bepalen op die manier de weerstand R van enkele onbekende blokweerstanden. Bereken eveneens de P.A. indien je de waarde kent. Neem een weerstand van  $100 \Omega$

als bekende weerstand. Het is dan mogelijk met deze opstelling weerstanden van 0,1 tot 1000  $\Omega$  te meten.



## SCHAKELEN VAN WEERSTANDEN

### 1 Theoretische achtergrond

Weerstanden kun je in serie en in parallel plaatsen. We onderzoeken beide.

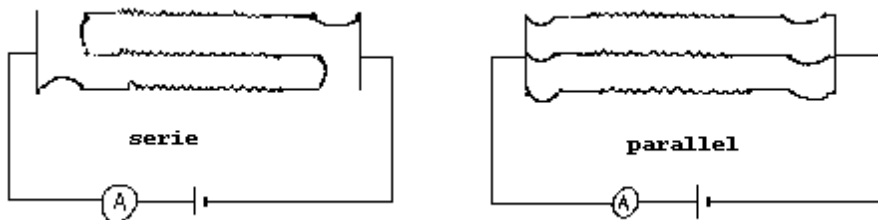
### 2 Benodigheden

- enkele weerstanden
- enkele multimeters

### 3 Werkwijze

#### 3.1 Klassieke werkwijze

We maken de volgende opstelling



Op de weerstandsplank staan drie constantaandraden van gelijke lengte en gelijke diameter. We kunnen de verbinding maken met lampjes of met verbindingsklemmen. We bepalen eerst de stroomsterkte  $I$  en de spanning  $U$  van een draad en het lampje, daarna van twee draden in serie daarna van drie draden in serie. We plaatsen dan ook de drie draden in parallel en meten weer  $I$  en  $U$ .

Serie	$I$ (A)	$U$ (V)	$R$ ( $\Omega$ ) gemeten	$R$ ( $\Omega$ ) berekend
Één draad				
Twee draden				
Drie draden				

Parallel	$I$ (A)	$U$ (V)	$R$ ( $\Omega$ ) gemeten	$R$ ( $\Omega$ ) berekend
Één draad				
Twee draden				
Drie draden				

#### 3.2 Werkwijze met de computer

We starten het programma FYSICA WEERSTAND. We volgen de instructies en klikken het onderdeel GELEIDERS aan.

3.2.1 We klikken het onderdeel serieschakeling aan. De schakeling staat getekend. We maken de schakeling. De blauwe doosjes zijn de ampèremeters, ze hebben een weerstand van  $100 \Omega$ . We meten nu rechtstreeks op kanaal 1 en 2 en maken de aansluitingen voor spanning en stroomsterkte.

3.2.2 We klikken dan het onderdeel parallelschakeling aan. De schakeling staat getekend. We maken de schakeling. De blauwe doosjes zijn de ampèremeters, ze hebben een weerstand van  $100 \Omega$ . We meten nu rechtstreeks op kanaal 1 en 2 en maken de aansluitingen voor spanning en stroomsterkte.

#### 4 Opdracht

Leid hieruit de besluiten af die we voor serie en parallelschakelingen geformuleerd hebben.

Vergelijk de gemeten waarde voor R met de berekende waarde en bepaal de P.A. zowel voor serie als voor parallel.

We bepalen de waarde van twee weerstanden zowel in serie als in parallel. We printen telkens de tabel en de I(U)-grafiek. Welke besluiten kun je hieruit afleiden?

## WARMTECAPACITEIT VAN WATER

### 1 Theoretische achtergrond

In de theorie hebben we gezien dat  $Q = C \times \Delta t + m \times c_w \times \Delta T$

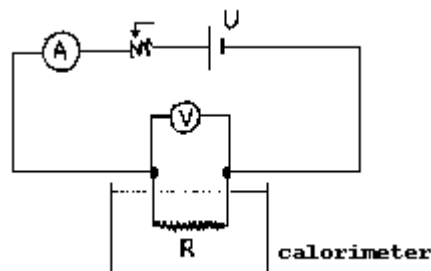
Anderzijds weten we dat  $E_{el} = U \times I \times \Delta t$

Metten van U en I gedurende een bepaalde tijd levert ons de elektrische energie. We stellen die gelijk aan Q en halen daaruit de waarde voor  $c_w$ .

### 2 Benodigdheden

- calorimeter
- twee multimeters
- schuifweerstand
- adapter
- 2 rode en 4 groene verbindingsdraden

### 3 Werkwijze



Vermits warmte een vorm van energie is, zal elektrische energie zich in warmte omzetten.

In de calorimeter met waterwaarde 75 g brengen we 200 g water op begintemperatuur  $t_b$  en regelen de stroomsterkte op bv. 1 A. We lezen U en I af en laten de stroom 15 min doorgaan, dan lezen we ook de eindtemperatuur  $t_e$  af na roeren.

De warmte-energie Q wordt gegeven door de formule

$$Q = (m + u) \times c_w \times \Delta t$$

Hierin is  $\Delta t = t_e - t_b$  in  $^{\circ}\text{C}$  en Q in J.

Anderzijds is de elektrische energie E gegeven door:

$$E(\text{elektrisch}) = U \times I \times \Delta t$$

Hierin is  $\Delta t$  de tijd in s en E in J.

Gelijkstellen van beide leden levert  $c_w$ . Deze experimentele waarde kunnen we met de theoretische waarde nl.  $c_w = 4186 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$  vergelijken en hieruit de procentuele afwijking halen.

Die wordt gevonden door:

$$\text{P.A.} = \left( \frac{\text{experimentele waarde}}{\text{theoretische waarde}} \times 100 \right) - 100$$

4 Opdracht

We voeren de proef uit voor  $t = 15$  min en  $t = 20$  min. We berekenen telkens  $c_w$  en de procentuele afwijking.

## WARMTE-EFFECT VAN DE ELEKTRISCHE STROOM

### 1 Theoretische achtergrond

In de theorie hebben we gezien dat  $Q = C \cdot \Delta t + m \times c_w \times \Delta T$

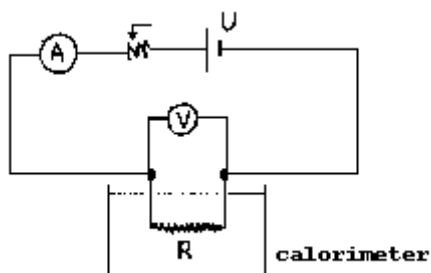
Anderzijds weten we dat  $E_{el} = U \times I \times \Delta t$

Metten van  $U$  en  $I$  gedurende een bepaalde tijd levert ons de elektrische energie. We stellen die gelijk aan  $Q$  en halen daaruit de waarde voor  $c_w$ .

### 2 Benodigdheden

- calorimeter
- twee multimeters
- schuifweerstand
- adapter
- 2 rode en 4 groene verbindingsdraden

### 3 Werkwijze



Maak eerst de opstelling en probeer met een willekeurige hoeveelheid water of je de stroomsterkte met schuifweerstand op 1,0 A; 2,0 A en 3,0 A kunt krijgen. Regel dan eerst op 1,0 A.

Meet dan om de minuut de temperatuur van de calorimeter met een thermometer tot op 0,1 °C gedurende vijf minuten.

Tabel

I (A)	Tijd t (min)	Temperatuur T (°C)
	0	$t_b$
	1	
	.	
	.	
	5	$t_e$

Merk op dat de temperatuur stijgt als we de stroom langer laten doorgaan. Doe hetzelfde voor 2,0 A en 3,0 A. Neem telkens vers water, maar regel eerst de stroomsterkte met het oude warme water.

Breng telkens een massa  $m$  water in de calorimeter niet te veel maar toch voldoende dat de weerstand juist onder water zit, bv. 150 g.

De warmtehoeveelheid  $Q$  wordt gegeven door de formule:

$$Q = C \cdot \Delta t + m \times c_w \times \Delta T$$

met  $C = 70 \text{ J/}^\circ\text{C}$  de warmtecapaciteit van de calorimeter en  $c_w = 4186 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$  en  $dT = t_e - t_b$ .

Uit de formule van Joule nl.  $Q = R \times I^2 \times \Delta t$  kunnen we hieruit de waarde van  $R$  berekenen. Hierin is  $\Delta t$  de tijd van 5 min. Doe dit voor de drie gevallen. Je moet dezelfde waarde krijgen, vermits de weerstand  $R$  niet verandert.

#### 4 Opdracht

Bereken nu ook de verhouding  $Q_1/Q_2$ ;  $Q_1/Q_3$ ;  $Q_2/Q_3$ .

De theoretische waarden zijn resp. 0,25; 0,11 en 0,44.

Bereken de procentuele afwijking. De temperaturen moeten zeer correct afgelezen worden, om de minuut voor het aflezen even roeren, maar niet te geweldig.

## KENMERKEN VAN EEN GLOEILAMP

### 1 Theoretische achtergrond

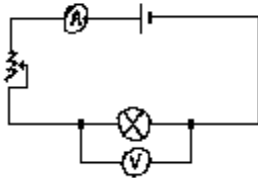
Een gloeilamp wordt bepaald door het vermogen, de spanning, de stroomsterkte en de weerstand. We onderzoeken het verband tussen die grootheden.

### 2 Benodigdheden

- een gloeilamp 6V/2W
- twee multimeters
- verbindingsdraden
- voeding

### 3 Werkwijze

We maken de onderstaande opstelling



Lees eerst de waarden af die op de lamp vermeld staan. Schakel de schuifweerstand in zodat een maximale uitwijking verkregen wordt. Bepaal nu telkens voor  $U = 0.5 \text{ V}$ ,  $1 \text{ V}$ ... telkens  $U$ ,  $I$  en  $P$ . Ga door tot de maximumwaarde van  $U$  van de lamp bereikt wordt. (op de huls van de lamp aflezen)

Maak een tabel:

$U \text{ (V)}$	$I \text{ (A)}$	$R = U/I \text{ (}\Omega\text{)}$	$P = U \cdot I \text{ (W)}$

### 4 Opdracht

Teken een  $I(U)$ -grafiek en een  $P(R)$ -grafiek op millimeterpapier.

## INWENDIGE WEERSTANDEN

### 1 Theoretische achtergrond

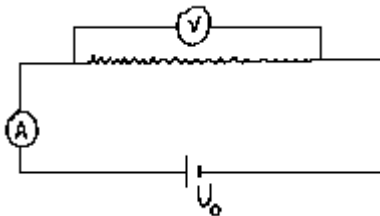
Ook voedingen hebben weerstand. Daar ze in serie staan kunnen we de veralgemeende wet van Ohm toepassen.

$$U = U_0 - (R + R_i) \times I$$

### 2 Benodigdheden

- weerstandsplank
- krokodilleklem
- 2 multimeters
- een batterij van bv. 1.5 V
- 2 rode en 4 groene verbindingsdraden

### 3 Werkwijze



We noemen  $U_0$  de elektromotorische spanning E.M.S van de stroombron, dit is de waarde die we op batterij aflezen. Dit is de spanning in een open keten, er wordt geen stroom geleverd. We noemen  $U$  de klemspanning, dit is de spanning aan de klemmen in een gesloten keten.

We meten voor een draad telkens  $U$  en  $I$  en bepalen daaruit  $R$  voor 10 cm, 20 cm,... tot 100 cm.

We maken de volgende tabel:

$l$ (cm)	$U$ (V)	$I$ (A)	$U_0 - U$ (V)	$R$ ( $\Omega$ )	$R_i$ ( $\Omega$ )

Hierin is  $R = U/I$  en  $R_i = (U_0 - U)/I$



#### 4 Opdracht

We voeren dit uit voor minimum twee draden! en maken een  $I(U)$ -grafiek en een  $I(U_0-U)$ -grafiek op millimeterpapier.  
Wat stel je vast voor  $R$  en voor  $R_i$ ?

## DE ZWARTE DOOS

### Theoretische achtergrond

Een schakeling van weerstanden is altijd een combinatie van serie- en parallelschakelingen.

De substitutieweerstand van de volledige schakeling kan je vinden, ofwel door deze rechtstreeks te meten met een ohmmeter, ofwel door deze te berekenen d.m.v. de formules voor parallel- en serieschakeling.

### Benodigheden

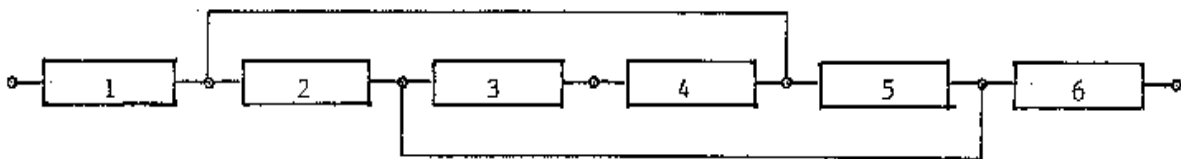
Een doos met 6 gelijke weerstanden van  $1,0\text{ k}\Omega$ , in serie verbonden, voorzien van 7 stekerbussen.

Ohmmeter

Enkele snoeren.

### Werkwijze

Verbind de stekerbussen met snoeren volgens het schema. Meet de substitutieweerstand door de ohmmeter aan te sluiten over de bussen a en b.



Door het aanbrengen van de snoeren zijn de weerstanden 1 tot 6 verbonden tot een combinatie van serie- en parallelschakelingen. Teken deze combinatie. Bereken de substitutieweerstand door toepassing van de formules over serie- en parallelschakeling en vergelijk met de gemeten 1 waarde.

Herhaal de procedure voor elk van onderstaande schakelingen.

### Opdracht

Bouw de opgegeven schakeling en voer de meting uit.

Teken de gevraagde schakeling en bereken de substitutieweerstand.

Voer dit uit voor elk van de 4 figuren.

### Noot

Technici die een elektrisch toestel moeten onderzoeken of herstellen krijgen dikwijls met het “zwarte doos – probleem” te maken. Dwz dat zij in feite niet exact weten welke schakelingen er binnenin zitten. Zij moeten dan aan de hand van allerlei metingen die ze aan de in- en uitgangen van het toestel kunnen uitvoeren, proberen te gissen hoe de schakeling er inwendig uitziet.

## EEN CONDENSATOR LADEN EN ONTLADEN

### 1 Theoretische achtergrond

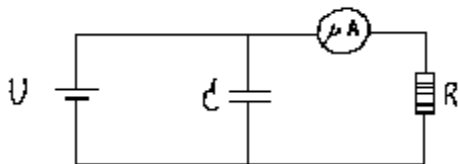
Een condensator ontladst zich volgens een exponentieel dalende kromme. We onderzoeken dit.

### 2 Benodigdheden

- microampèremeter
- staafweerstand
- condensator van  $125 \mu\text{F}$
- groene verbindingsdraden
- batterij van 1.5 V

### 3 Werkwijze

#### 3.1 Klassieke werkwijze



We schakelen de microampèremeter in op bv.  $30 \mu\text{A}$ . We laden de condensator kortstondig op met de batterij van 1.5 V. We meten nu telkens de tijd (met de chronometer) die de condensator nodig heeft om van  $12 \mu\text{A}$  naar  $11 \mu\text{A}$ ,  $10 \mu\text{A}$ ,... tot  $1 \mu\text{A}$  te ontladen.

Merk op dat het niet nodig is de condensator volledig te ontladen. Je mag telkens opnieuw laden voor een nieuwe meting.

Meet minstens twee keer de tijd en neem het gemiddelde. Maak een  $I(t)$ -grafiek op millimeterpapier.

Welk soort kromme bekom je?

#### Kleurcode weerstanden

- 0 zwart
- 1 bruin
- 2 rood
- 3 oranje
- 4 geel
- 5 groen
- 6 blauw
- 7 violet
- 8 grijs
- 9 wit

Een blokweerstand bevat 4 gekleurde streepjes.

Het eerste en tweede streepje geven de waarde aan en het derde streepje het aantal nullen!! Het vierde streepje is zilver ( 10% fout) of goud ( 5% fout)  
vb. oranje - wit - oranje goud

3 9 000 5% dus 39000  $\Omega$  of 39 k $\Omega$

### 3.2 Werkwijze met de computer

We starten het programma FYSICA CONDENSATOR. We volgen de instructies. De schakeling staat getekend. We maken de schakeling. De blauwe doosjes zijn de ampèremeters. Ze hebben een weerstand van 100  $\Omega$ . We meten nu rechtstreeks op kanaal 1 en 2, maak de aansluitingen spanning en stroomsterkte.

### 4 Opdracht

We bepalen de ontladkromme van de condensator en printen de I(t)- grafiek.

## SCHAKELEN MET CONDENSATOREN

### 1 Theoretische achtergrond

We maken gebruik van een capaciteitsbank en meten telkens U en I bij condensatoren in serie en in parallel. We maken hier gebruik van wisselstroom.

### 2 Benodigdheden

- een capaciteitsbank met 6 condensatoren van 10  $\mu\text{F}$
- 2 multimeters
- 3 groene en 2 rode verbindingsdraden
- de voeding (van het schakelbord)

### 3 Werkwijze



#### 3.1 Capaciteiten in parallel

$$C = C_1 + C_2$$

Stel de capaciteitsbank in op 10  $\mu\text{F}$ , 20  $\mu\text{F}$ , ...  
 Meet U en I en maak de volgende tabel:

U(V)	I(A)	R( $\Omega$ )	C(exp) = $1/R\omega$ (F)	C(th)(F)	P.A.

De waarde voor  $\omega = 314 \text{ rad/s}$  en C(th) moet telkens berekend worden uit de formule.

#### 3.2 Capaciteiten in serie

$$1/C = 1/C_1 + 1/C_2$$

Stel de capaciteitsbank in op 10  $\mu\text{F}$ , 20  $\mu\text{F}$ , ...  
 Meet telkens U en I. Maak de volgende tabel:

U(V)	I(A)	R( $\Omega$ )	C(exp) = $1/R\omega$ (F)	C(th)(F)	P.A.

De waarde voor  $\omega = 314$  rad/s en  $C(\text{th})$  moet telkens berekend worden uit de formule.

4 Opdracht

Controleer de betrekkingen

## MAGNETISCHE INDUCTIE IN EEN HOMOGEEN VELD

### 1 Theoretische achtergrond

In en om een stroomvoerende spoel is een magnetisch veld aanwezig.

De magnetische inductie (B) van het veld neemt toe naarmate:

- het aantal windingen (N) groter is
- de stroomsterkte (I) toeneemt
- de lengte (l) van de spoel afneemt

De grootte van de magnetische inductie in het midden van een lange rechte spoel (= een solenoïde) berekenen we met de formule:

$$B = \mu \times N \times I / l$$

Hierin is  $\mu = \mu_0 \times \mu_r$ ;  $\mu_0 = 1,257 \cdot 10^{-6} \text{ Tm/A}$ ;  $\mu_r = 1$  voor lucht

Meestal is de afmeting (d) van een spoel niet te verwaarlozen t.o.v. de lengte. Dan gebruikt men beter de formule:

$$B = \mu \times N \times I / \sqrt{l^2 + d^2}$$

### 2 Benodigheden

Spoelen met gelijke afmetingen maar verschillend aantal windingen (bv. 300 w - 600 w - 1200 w - 1800 w)

Teslameter met hallsonde op steel.

Ampèremeter

Regelbare spanningsbron

De nodige verbindingsdraden

### 3 Werkwijze

Stel spoel, ampèremeter, veranderlijke stroombron, hallsonde en teslameter op zoals de figuur toont. Zorg ervoor dat het hallelement zich in het midden van de spoel bevindt en meet de magnetische inductie.

Voer deze meting uit voor 3 verschillende waarden van het aantal windingen en voor 3 verschillende stroomwaarden. Bereken bij elke gemeten waarde ( $B_{gem}$ ) de overeenstemmende theoretische waarde van de magnetische inductie d.m.v. de formule ( $B_{bar}$ ).

Breng alle waarden samen in een tabel:

d(m)	l(m)	N	I(A)	$B_g(T)$	$B_b(T)$

Maak vervolgens een langere spoel van bv. 600 windingen door 2 gelijke spoelen van 300 windingen in serie te schakelen. Meet de magnetische inductie in het midden van deze 'spoel' en vergelijk de waarde met deze welke je bekomt door de magnetische inductie binnen één spoel van 600 windingen te meten bij gelijke stroomsterkte. Schrijf ook deze waarden in een tabel zoals de vorige.

#### 4 Opdracht

Voer de metingen uit.

Stel de twee tabellen op.

Bereken telkens de procentuele afwijking tussen  $B_{gem}$  en  $B_{ber}$



## DE TRANSFORMATOR

### 1 Theoretische achtergrond

Een transformator bestaat uit een primaire en een secundaire spoel, over een stuk ijzer geschoven.

Als de primaire spoel wordt verbonden met een wisselspanningsbron, dan ontstaat over de secundaire eveneens een wisselspanning. Is het aantal secundaire windingen groter dan het aantal primaire, dan is de secundaire spanning hoger dan de primaire. Is het aantal secundaire windingen kleiner dan het aantal primaire, dan is de secundaire spanning lager dan de primaire. Dit verband geven we weer met de formule

$$U_s / U_p = N_s / N_p = k$$

We noemen  $k$  de transformatieverhouding.

### 2 Benodigdheden

Een transformator (bv. opbouwtransformator uit het labo, beltransformator, transformator voor halogeenlamp, enz)

Veranderlijke wisselspanningsbron (bv. 0-15 V)

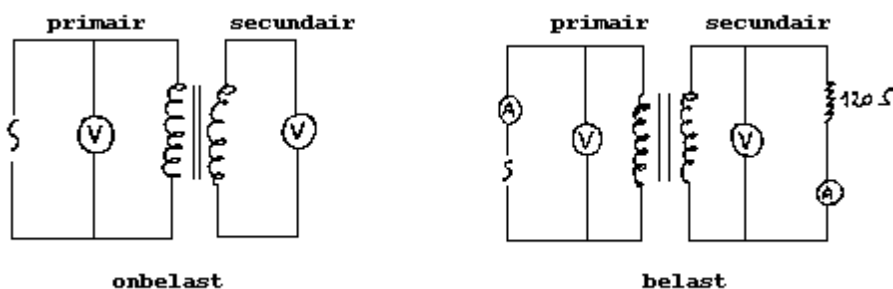
Stevige weerstand van  $500 \Omega$  (bv. 5 W)

Multimeters

De nodige verbindingsdraden

### 3 Werkwijze

Kies een van de twee spoelen als primaire en verbind deze met de wisselspanningsbron. Stel de bron in op een lage spanning maar schakel ze nog niet in! Sluit de weerstand aan op de secundaire spoel.



Kies een hoog wisselspannings meetbereik op de multimeter, verbind deze met de secundaire en schakel de bron in. Is de afgelezen waarde veel te klein voor het meetbereik, schakel dan weer uit, pas het meetbereik aan en schakel opnieuw in. Meet ook de primaire spanning met de multimeter (let op: bron uit - en inschakelen!)

Daarna wordt de rol van primaire en secundaire spoel omgewisseld en de metingen worden opnieuw uitgevoerd.

#### 4 Opdracht

Kies 6 verschillende instellingen voor de wisselspanningsbron, meet telkens primaire en secundaire spanning, noteer de waarden in de tabel en bereken telkens de transformatieverhouding  $k$ . Voer dit zowel uit voor de éne keuze van primaire als voor de andere.

$U_p$  (V)

$U_s$  (V)

Een transformator verandert de spanning van hoog naar laag of omgekeerd.