

# Blok 4 Een blok vol spanning

## BLOK 4 PRACTICUM

### P1 Een blok vol spanning

Je hebt in blok 4 van deel 1mhv en blok 2 van dit boek al veel over elektriciteit geleerd. Maar je weet nog niet wat elektriciteit eigenlijk is. Wat doet een batterij? Waarom branden lampen in serie minder fel dan dezelfde lampen parallel? In dit blok krijg je antwoord op deze vragen.

#### Lading

Waarschijnlijk heb jij ook wel eens geknetter gehoord als je bij droog weer een nylon trui uittrekt. Als je dit in het donker doet, zie je zelfs vonkjes. Met een kam kun je je haren overeind laten staan. Blijkbaar gebeurt er bij het kammen iets met de kam of met je haar. Je probeert er nu achter te komen welke veranderingen er optreden als je met een lap over een voorwerp wrijft.

- 1 Wrijf een buis van ondoorzichtig plastic (PVC) met een wollen lap en houd de staaf vlak bij wat snippers papier.  
Wat gebeurt er?

Een gewreven PVC-buis trekt blijkbaar stukjes papier aan.

Je kunt je een paar dingen afvragen:

- Kan dat alleen met PVC?
- Moet je per se met een wollen lap wrijven?
- Worden ook andere materialen dan papiersnippers aangetrokken?

- 2 Onderzoek de gestelde vragen.

*Benodigdheden:* snippers papier, plukjes watten, wollen lap, papieren zakdoekje, PVC-buis, perspex staaf.

- a Kan het alleen met PVC ?

....., want .....

- b Moet je per se met een wollen lap wrijven?

....., want .....

- c Worden ook andere materialen aangetrokken?

....., want .....

Door een voorwerp te wrijven is er iets aan dat voorwerp veranderd. We zeggen dan, dat het voorwerp *geladen* is.

Uit de proeven blijkt dat een geladen voorwerp niet-geladen voorwerpen aantrekt.

Hoe zit het echter met de kracht tussen twee geladen voorwerpen?

- 3 Wrijf de PVC-buis aan één kant goed met een wollen lap. Hang de buis in een ophangbeugel aan een statief zonder het gewreven uiteinde aan te raken (figuur 1). Wrijf ook een tweede PVC-buis met de wollen lap. Houd daarna de gewreven uiteinden dicht bij elkaar.

a Wat neem je waar?

---

---

---

---

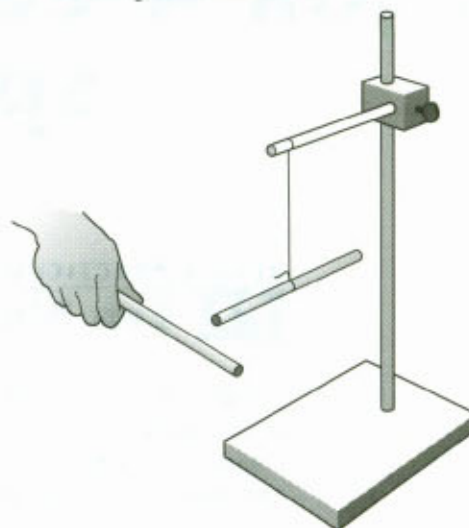
---

---

---

---

FIG. 1 De krachtwerking tussen de uiteinden van twee geladen PVC-buizen.



Wrijf een perspex staaf goed met een papieren zakdoekje. Nader met het gewreven uiteinde het gewreven uiteinde van de PVC-buis aan het statief.

b Noteer je waarneming.

---

Hang een perspex staaf die goed is gewreven met een papieren zakdoekje, op aan het statief.

c Wat neem je waar als je deze staaf nadert met een tweede gewreven perspex staaf?

---

d Voorspel wat je waarneemt als je de gewreven perspex staaf aan het statief nadert met een gewreven PVC-buis.

---

Controleer je voorspelling.

e Verzamel de resultaten van deze proef in de onderstaande tabel. Zet een + als er sprake is van aantrekking en een – als er afstoting is.

	PVC	perspex
PVC	<hr/>	<hr/>
perspex	<hr/>	<hr/>

De twee PVC-buizen hebben dezelfde soort lading. Je doet immers twee keer hetzelfde om zo'n buis op te laden.

f Wat kun je zeggen over de krachtwerking tussen twee gelijksoortige ladingen?

---

De krachtwerking tussen de PVC-buis en de perspex staaf is anders dan de krachtwerking tussen twee PVC-buizen.

**g** Zijn de ladingen op een PVC-buis en een perspex staaf dan gelijksoortig?

**h Conclusie**

Gelijksoortige ladingen ..... elkaar .....

Ongelijksoortige ladingen ..... elkaar .....

**Een derde soort lading?**

Gebruik de opstelling uit figuur 1.

- 4** Wrijf een glazen staaf met een papieren zakdoekje. Houd een gewreven PVC-buis bij de glazen staaf.

**a** Wat gebeurt er?

Houd nu een gewreven perspex staaf bij de glazen staaf.

**b** Wat gebeurt er?

**c Conclusie:**

Je hebt gezien dat je voorwerpen lading kunt geven door ze te wrijven. De lading op een gewreven *perspex* staaf noemen we *positief*. De lading op een gewreven *PVC*-buis noemen we *negatief*.

**BLOK 4 PRACTICUM**

**P2 Spanningsbronnen**

Hoe komt het dat een voorwerp geladen wordt? Je onderzoekt dit verschijnsel met een *elektriseermachine*. Het meest gebruikt worden de *elektriseermachine van Wimshurst* en de *bandgenerator*, ook wel *vandegraaff-generator* genoemd.

De bandgenerator bestaat uit een grote metalen kap, een rubberband die kan draaien om twee rollen, en een aantal op kammen lijkende metalen strippen (figuur 2). Op de kap zet je een pluim van papierstroken.

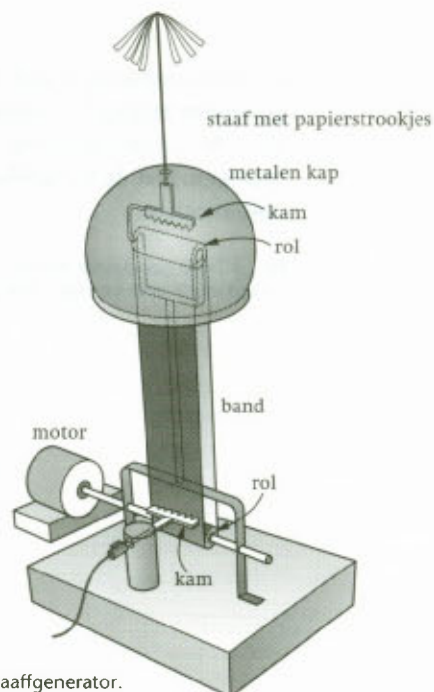


FIG. 2 De vandegraaffgenerator.

- 1** Hang een geladen PVC-buis in het midden aan een nyldraad op en houd de buis vlak bij de kap.

**a** Wat gebeurt er met de buis?

.....

**b** Zit er lading op de kap van de bandgenerator?

.....

Laat de band van de generator draaien.

**c** Wat zie je gebeuren met de papieren pluim op de kap?

.....

Houd de geladen PVC-buis weer op dezelfde manier vlak bij de kap.

**d** Wat gebeurt er met de buis?

.....

**e** Welke soort lading zit er op de kap?

.....

**f** Verklaar wat er gebeurt met de papieren pluim.

.....

.....

Houd de geladen PVC-buis op dezelfde manier bij de voet van de generator.

**g** Wat gebeurt er?

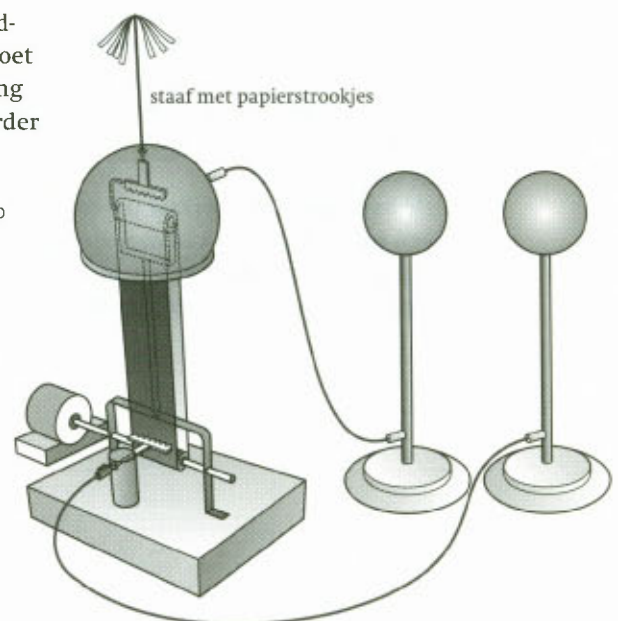
.....

**h** Welk soort lading zit er aan de voet?

.....

Uit de vorige proef blijkt dat je met een bandgenerator lading kunt overbrengen van de voet naar de kap of andersom. Blijkbaar kan lading bewegen. Met de volgende proef ga je dit verder onderzoeken.

**FIG. 3** Twee geïsoleerde metalen bollen, aangesloten op de kap en de voet van een bandgenerator.



- 2** Verbind de kap van de bandgenerator met een metalen bol en de voet met een andere metalen bol. Plaats de geïsoleerd opgestelde bollen op enige afstand van elkaar (figuur 3). Laat nu de bandgenerator draaien zodat de kap wordt geladen.

**a** Wat gebeurt er als je de bolletjes naar elkaar toeschuift?

**b** Wat gebeurt er met de papieren pluim?

**c** Wat gebeurt er met de lading op de kap?

- 3** Een leerling met losse haren gaat op een isolerend stuk tempex staan. De leerling legt een vlakke hand op de kap van de bandgenerator. Laat de generator draaien.

**a** Wat zie je aan de haren van de leerling?

**b** Waar blijft de lading van de kap?

De leerling blijft de kap vasthouden. Zet de bandgenerator af en verbind de kap van de generator met de voet.

**c** Waar blijft de lading die op de kap zat?

**d** Kan de leerling nu zonder problemen de kap loslaten?

In proef **1**, **2** en **3** heb je gezien dat je voorwerpen kunt opladen en dat lading kan bewegen. Maar wat heeft dat nu met elektrische stroom te maken? Heel eenvoudig: *elektrische stroom* is niets anders dan *bewegende lading*. Je gaat kijken of een bandgenerator voor dezelfde effecten kan zorgen als een batterij (of het stop-contact).



## Soorten elektrische apparaten

4 Een straalkachel en een koffiezetapparaat zorgen voor warmte.

a De bandgenerator zorgt voor (zie proef 2)

– Een TL-buis zorgt voor licht.

Verbind de voet van een bandgenerator met een metalen bol B en houd een TL-buis tussen de kap en de bol (figuur 4).

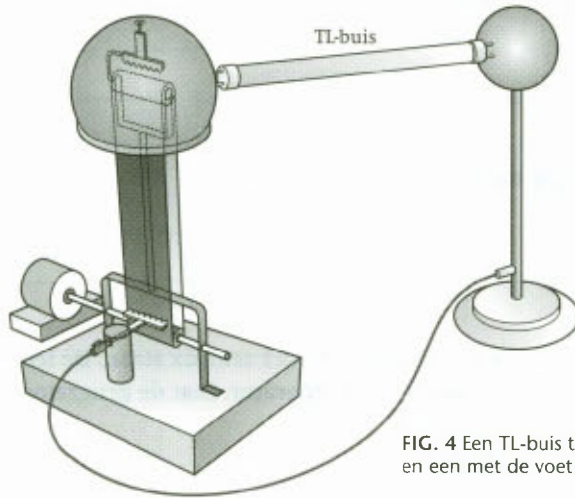


FIG. 4 Een TL-buis tussen de kap van een bandgenerator en een met de voet verbonden metalen bol.

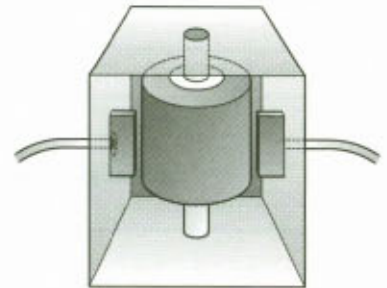


FIG. 5 Een ladingsmotor.

b Wat zie je als je de bandgenerator laat draaien?

– Een boor en een mixer zorgen voor beweging.

Je gebruikt nu een perspex cilinder die draaibaar is opgehangen tussen twee metalen plaatjes (figuur 5). De cilinder is door wrijven op twee tegenover elkaar liggende plaatsen geladen. Sluit de metalen plaatjes aan op de kap en de voet van een bandgenerator.

c Wat zie je als je de bandgenerator laat draaien?

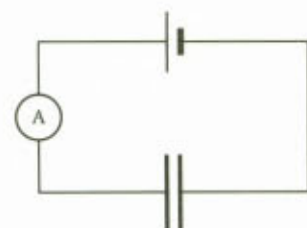
– Er zijn apparaten die signalen doorgeven.

d Bedenk hoe je dat met de bandgenerator kunt doen.

– Een accu kun je 'opladen'.

Sluit een condensator via een stroommeter aan op een spanningsbron. Een *condensator* bestaat uit twee metalen platen die niet met elkaar verbonden zijn (figuur 6). De stroommeter meet de stroom door de draad naar een van de platen van de condensator.

FIG. 6 Een condensator aangesloten op een spanningsbron.



e Hoe blijkt uit deze proef dat er zich lading ophoopt?

## P3 Spanning in elektrische schakelingen

### Spanning aanduiden in een schakeling

In P2 heb je gezien dat een bandgenerator niets anders doet dan zorgen voor een verschil in lading tussen de voet en de kap. In een elektrische schakeling doet een batterij hetzelfde. Aan de min-kant zit de negatieve lading dicht op elkaar.

- 1 Kleur in figuur 7 en 8 de plaatsen waar negatieve lading dicht op elkaar zit blauw. Kleur de plaatsen waar de negatieve lading ver uit elkaar zit rood.

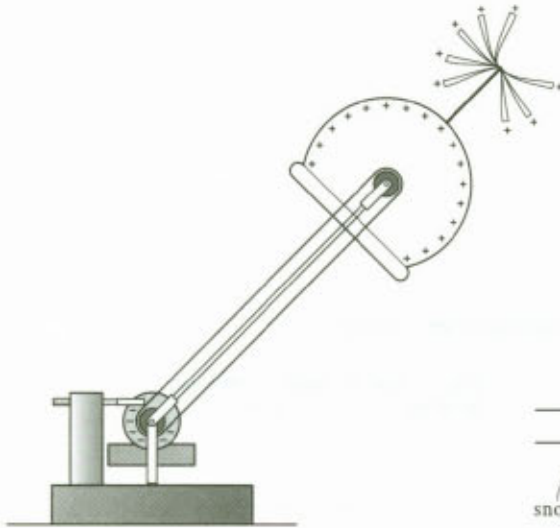


FIG. 7 Een bandgenerator.

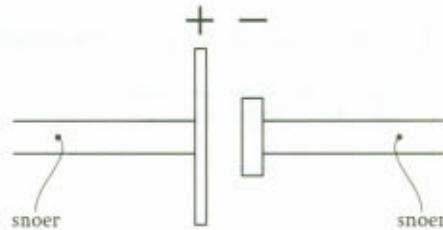


FIG. 8 Een spanningsbron met aansluitsnoer.

Als het goed is heb je in figuur 8 het snoer links en rechts ook gekleurd. De lading verdeelt zich ook over het snoer.

- 2 In figuur 9 is een schakeling met een condensator getekend. De condensator is ongeladen. Dat wil zeggen aan beide kanten van de condensator zit de lading even ver uit elkaar.

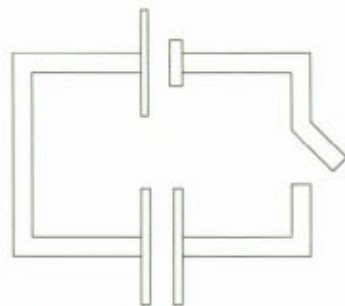


FIG. 9 Een schakeling met condensator en geopende schakelaar.

- a Kleur de plaatsen waar de negatieve lading dicht op elkaar zit blauw en waar de negatieve lading ver uit elkaar zit rood.
- b Waarom loopt er geen stroom?

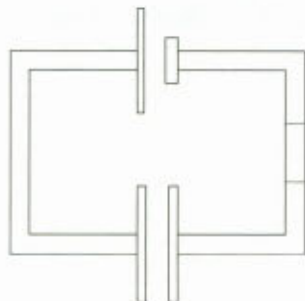
In figuur 10 is de schakelaar al een tijdje gesloten.

**c** Kleur weer de schakeling (negatieve lading dicht op elkaar: blauw; ver uit elkaar: rood).

**d** Waarom loopt en nu wéér geen stroom?

**e** Waarom liep er gedurende korte tijd wél stroom?

FIG. 10 Een schakeling met condensator en gesloten schakelaar.



**3** In figuur 11 en 12 zijn twee schakelingen getekend.

FIG. 11 Spanningsbron in serie met lamp bij geopende schakelaar.

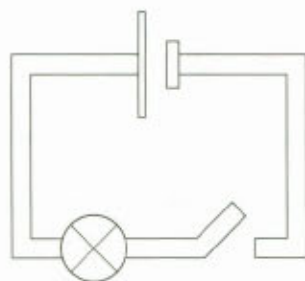
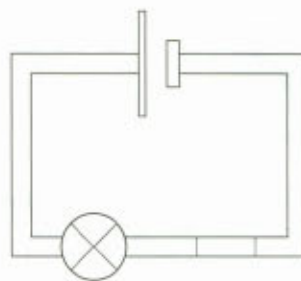


FIG. 12 Spanningsbron in serie met lamp bij gesloten schakelaar.



**a** Kleur de plaatsen waar de negatieve lading dicht op elkaar zit weer blauw en waar de negatieve lading ver uit elkaar zit rood.

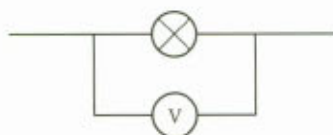
**b** Hoe zie je dat een spanningsbron voor een spanning zorgt?

**c** Wat is spanning eigenlijk?

### Spanning meten in een schakeling

Met een stroommeter meet je de stroomsterkte in een schakeling. Met een spanningsmeter meet je de spanning over een deel van de schakeling. Het werken met een spanningsmeter lijkt veel op het werken met een stroommeter. Een spanningsmeter plaats je echter op een andere manier in de schakeling (figuur 13) dan een stroommeter.

FIG. 13 De spanning over een lampje meten.







### METEN MET EEN SPANNINGSMETER

De spanning tussen twee punten wordt bepaald door het verschil in afstand tussen de negatieve ladingen in die punten.

Zit de lading op de ene plaats dicht op elkaar en op de andere plaats ver uit elkaar, dan meet je een grote spanning. Zit de lading op beide plaatsen even ver uit elkaar, dan is de spanning 0 V.

Je meet de spanning altijd tussen twee punten.

De + van de spanningsmeter verbind je met de kant die het dichtst bij de + van de spanningsbron zit.

Je begint altijd met de schaal waarop je de grootste spanning kunt meten. Is de uitslag klein, dan mag je op een gevoeliger bereik overstappen.

- 4** In figuur 14 is de schakeling van figuur 11 en 12 als schema getekend. Bovendien is op twee plaatsen in de figuur aangegeven hoe je de spanning meet. Bouw de schakeling van figuur 14.
- a** Meet de spanning over de batterij.

spanning = ..... V

- b** Meet de spanning over L als S open is.

spanning = ..... V

- c** Meet de spanning over S als S open is.

spanning = ..... V

- d** Meet de spanning over L als S gesloten is.

spanning = ..... V

- e** Meet de spanning over S als S gesloten is.

spanning = ..... V

- f** Wat valt je op?

.....

.....

- g** Geef een verklaring voor het resultaat van de meting aan de hand van de tekeningen in figuur 11 en 12.

.....

.....

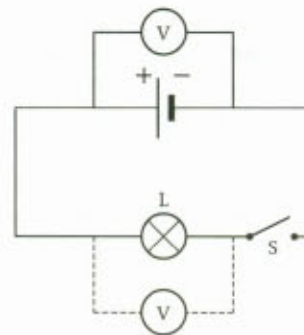
.....

- h** Waarom brandt de lamp niet als de schakelaar open is?

.....

.....

FIG. 14 Het schakelschema van figuur 11 en 12.



**i** Voorspel wat de spanning zal zijn over het snoetje tussen de + van de batterij en L als S gesloten is.

spanning = ..... V

Waarom denk je dat?

**j** Voorspel wat de spanning zal zijn tussen de - van de batterij en L, als S gesloten is.

spanning = ..... V

**k** Controleer je antwoorden door deze spanningen te meten.

### Spanning in een parallelschakeling

**5** Teken in figuur 15 het deel van de schakeling waar de lading ver uit elkaar zit rood. Teken het deel waar de lading dicht op elkaar zit blauw.

**6** Bouw de schakeling van figuur 15.

**a** Meet de spanning over de batterij.

spanning = ..... V

**b** Meet de spanning over  $L_1$ .

spanning = ..... V

**c** Meet de spanning over  $L_2$ .

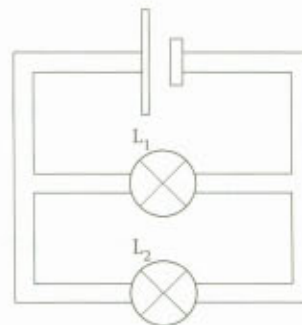
spanning = ..... V

**d** Wat valt je op?

**e** Geef een verklaring voor je metingen.

**f** Wat weet je nu over de spanning in een parallelschakeling?

FIG. 15 Een parallelschakeling.



### Spanning in een serieschakeling

**7 a** Teken in figuur 16 het deel van de schakeling waar de lading ver uit elkaar zit rood. Teken het deel waar de lading dicht op elkaar zit blauw.

**b** Welke kleur moet je het snoer tussen  $L_1$  en  $L_2$  geven?

**8** Bouw de schakeling van figuur 16.

**a** Meet de spanning over de bron.

spanning = ..... V

**b** Meet de spanning over  $L_1$ .

spanning = ..... V

**c** Meet de spanning over  $L_2$ .

spanning = ..... V

**d** Meet de spanning over  $L_1$  en  $L_2$  samen.

spanning = ..... V

**e** Wat valt je op?

.....

.....

**f** Geef een verklaring voor je metingen.

.....

.....

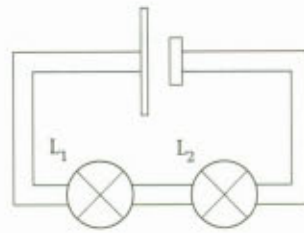
**g** Wat weet je nu over de spanning in een serieschakeling?

.....

.....

.....

FIG. 16 Een serieschakeling.



**BLOK 4 PRACTICUM**

**P4 Elektrische weerstand**

**Het verband tussen spanning en stroomsterkte**

Als je een apparaat aansluit op het stopcontact gaat er een stroom lopen. Bij het ene apparaat een grote stroom, bij een ander apparaat een kleine stroom. Blijkbaar laat niet elk apparaat de elektrische stroom even gemakkelijk door. In dit practicum ga je dat onderzoeken.

**Stroomsterkte als gevolg van spanning**

Met een spanningsmeter meet je de spanning over een apparaat. In proef 1 meet je bovendien de stroomsterkte door het apparaat. Je maakt gebruik van een *regelbare spanningsbron*. In figuur 17 is het symbool van een regelbare spanningsbron getekend.

FIG. 17 Symbool van een regelbare spanningsbron.

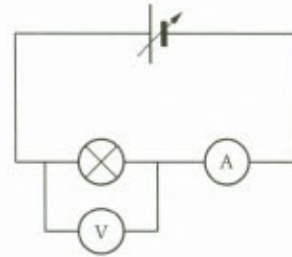


1 Bouw de schakeling van figuur 18.

a Varieer de spanning van de spanningsbron. (Denk aan de maximale spanning die het lampje mag hebben!) Meet telkens de spanning over het lampje en de stroomsterkte. Noteer je waarnemingen in de onderstaande tabel.

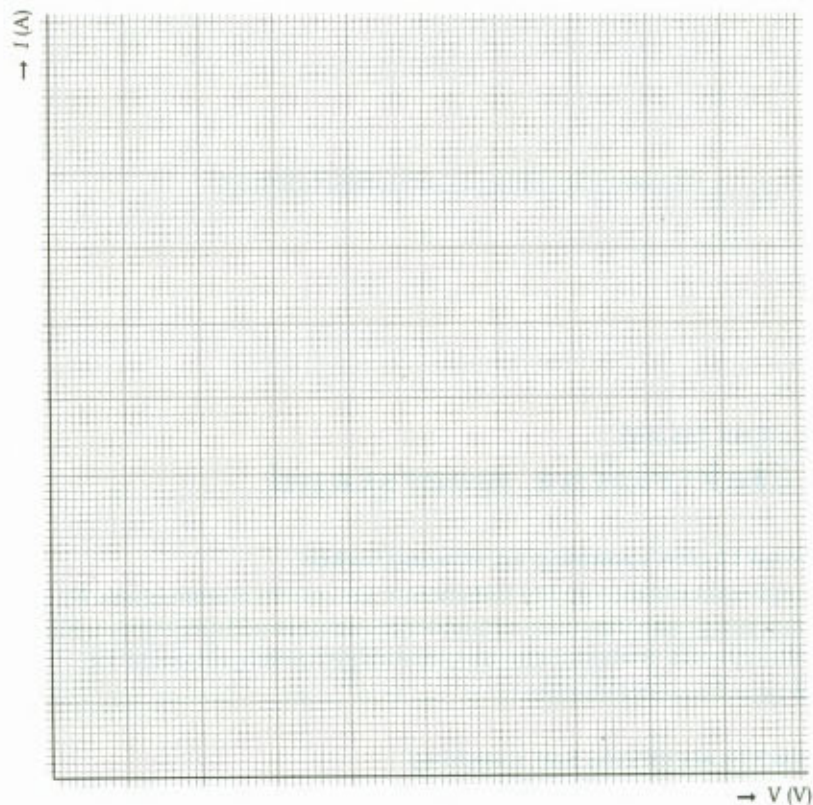
meting	spanning (V)	stroom (A)
1	0,0	0,0
2	.....	.....
3	.....	.....
4	.....	.....
5	.....	.....
6	.....	.....
7	.....	.....

FIG. 18 Het meten van de stroom door en de spanning over een lamp.



b Maak in figuur 19 een diagram van je metingen. Zet de spanning horizontaal en de stroomsterkte verticaal uit. We noemen dit een  $(I, V)$ -diagram.

FIG. 19  $(I, V)$ -diagram van een lampje.



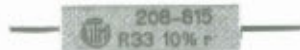
c Vul aan:

Als de spanning over een lampje groter wordt, dan wordt de stroomsterkte door dat lampje .....

## De weerstand van een apparaat

Je wilt ook eens aan andere apparaten meten. Je kunt dan apparaten vergelijken waar de stroom makkelijk doorheen kan (kleine weerstand) en apparaten waar de stroom moeilijk doorheen kan (grote weerstand). In plaats van apparaten gebruik je 'weerstanden', zoals deze in elektrische apparaten voorkomen (figuur 20). Het symbool voor een weerstand is getekend in figuur 21.

FIG. 20 Een weerstand



### BETEKENISSEN VAN 'WEERSTAND'

Het woord weerstand wordt dus in de natuurkunde voor twee verschillende begrippen gebruikt:

- 1 Een onderdeel van een elektrische schakeling dat de stroomsterkte beïnvloedt.
- 2 Een elektrische grootheid voor de hinder die een elektrische stroom door een apparaat ondervindt.

Het symbool voor de grootheid weerstand is de hoofdletter  $R$  (van het Engelse woord 'resistance').

FIG. 21 Symbool voor een weerstand.



Voor deze proef heb je twee weerstanden nodig: weerstand  $R_1$  en weerstand  $R_2$ . Je gaat bekijken hoe goed de weerstanden de stroom doorlaten.

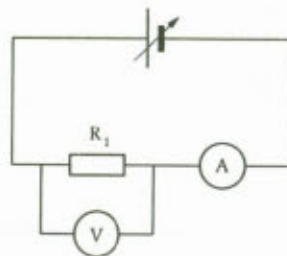
### 2 Bouw de schakeling van figuur 22.

- a** Varieer de spanning van de spanningsbron en meet telkens de spanning over  $R_1$  en de stroomsterkte door  $R_1$ . Noteer je metingen in de onderstaande tabel.

#### WEERSTAND 1:

meting	spanning (V)	stroom (A)
1	0,0	0,0
2	.....	.....
3	.....	.....
4	.....	.....
5	.....	.....
6	.....	.....
7	.....	.....

FIG. 22 Meting van stroom door en spanning over een weerstand.



- b** Vervang  $R_1$  door  $R_2$ . Herhaal de metingen met  $R_2$ . Noteer je metingen in de onderstaande tabel.

#### WEERSTAND 2:

meting	spanning (V)	stroom (A)
1	0,0	0,0
2	.....	.....
3	.....	.....
4	.....	.....
5	.....	.....
6	.....	.....
7	.....	.....

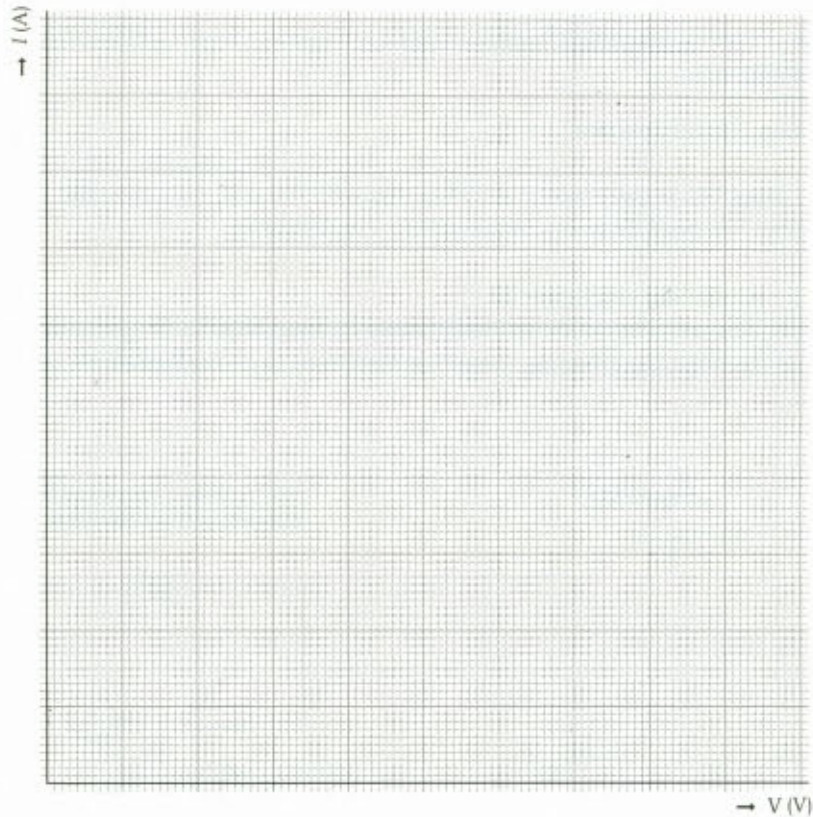


c Welke weerstand laat de stroom het moeilijkst door?

d Hoe zie je dat aan je metingen?

e Maak van je metingen twee grafieken in het  $(I, V)$ -diagram van figuur 23. Kies de getallen langs de assen zó, dat beide grafieken in het assenstelsel passen. Schrijf  $R_1$  bij de grafiek over weerstand 1 en  $R_2$  bij de grafiek over weerstand 2.

FIG. 23  $(I, V)$ -diagram voor twee weerstanden  $R_1$  en  $R_2$ .



Als je nauwkeurig hebt gewerkt, zie je het verband tussen  $I$  en  $V$  in de grafieken. Vergelijk deze grafieken met de grafiek van het lampje.

f Welk verschil zie je?

### Weerstand berekenen

Een apparaat met een grote weerstand laat de elektrische stroom moeilijk door.  
Een apparaat met een kleine weerstand laat de stroom makkelijk door.

3 a Welke weerstand uit proef 2 heeft de grootste weerstandswaarde? Licht je antwoord toe.

Onder de *weerstand van een apparaat* verstaan we de *verhouding tussen de spanning over het apparaat en de stroomsterkte door het apparaat*. In formulevorm:

$$R = \frac{V}{I}$$

De eenheid van weerstand is de ohm (symbool  $\Omega$ ).

**b** Gebruik de metingen van proef **1** en **2** en vul de onderstaande tabel in.

meting	lampje	weerstand 1	weerstand 2
<b>2</b>	.....	.....	.....
<b>3</b>	.....	.....	.....
<b>4</b>	.....	.....	.....
<b>5</b>	.....	.....	.....
<b>6</b>	.....	.....	.....
<b>7</b>	.....	.....	.....

Als het goed is, komen de waarden van  $R_1$  en  $R_2$  overeen met je antwoord op vraag **a**.

**c** Wat is het verschil tussen de waarde van de weerstand van een lampje en die van de weerstanden  $R_1$  en  $R_2$ ?

.....

.....

.....

*Conclusie:*

**d** Streep door wat fout is:

Hoe groter  $R$ , des te makkelijker/moeilijker laat de weerstand de stroom door.

#### BLOK 4 PRACTICUM

### P5 Enkele bijzondere weerstanden

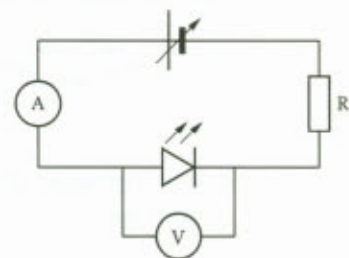
In P4 heb je 'ohmse' weerstanden onderzocht. In dit practicum onderzoek je weerstanden met bijzondere eigenschappen.

#### LED (Light Emitting Diode)

Maak de schakeling van figuur 24. De weerstand ( $R$ ) in de schakeling is voor de beveiliging van de LED.

**1 a** Bepaal de weerstand van de diode (LED) bij drie verschillende spanningen.

FIG. 24 Een schakeling met een LED.



meting	$V$	$I$	$R$
<b>1</b>	.....	.....	.....
<b>2</b>	.....	.....	.....
<b>3</b>	.....	.....	.....

Draai de diode om.

**b** Bepaal weer de weerstand van de diode (LED) bij dezelfde spanningen.

meting	$V$	$I$	$R$
<b>1</b>	.....	.....	.....
<b>2</b>	.....	.....	.....
<b>3</b>	.....	.....	.....

**c** Welke twee bijzonderheden weet je nu van de LED?

- 1** .....
- 2** .....

**d** Teken een LED.

**e** Hoe weet je of een LED de stroom wel of niet doorlaat?

.....

**f** Bedenk minstens twee toepassingen voor een LED.

.....

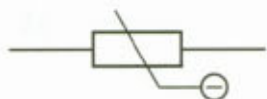
.....

.....

### NTC-weerstand (Negatieve TemperatuursCoefficient)

Van een lamp weet je dat de weerstand toeneemt als de lamp warm wordt. Een NTC (figuur 25) is een speciaal soort weerstand. Bij een NTC hangt de weerstandswaarde óók af van de temperatuur, maar anders dan bij een gewone weerstand.

FIG. 25 Symbool van een NTC.



**Benodigdheden:** NTC, spanningsbron, V-meter, A-meter, snoertjes, koud water, warm water.

**2 a** Onderzoek de weerstand van de NTC als hij gekoeld wordt in koud water.

Methode: .....

Metingen: .....

.....

.....

Conclusie: .....

**b** Doe hetzelfde met de NTC in warm water.

Methode: .....

Metingen: .....

.....

.....

Conclusie: .....

**c** Waarvoor moet je oppassen als je een NTC *niet* koelt?

.....

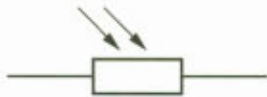
**d** Bedenk toepassingen voor een NTC.

.....

.....

### LDR (Light Dependent Resistor)

FIG. 26 Symbool van een LDR.



- 3 a** Onderzoek de weerstand van een LDR (figuur 26). Doe dit eerst terwijl er licht op de LDR valt. Herhaal dan je metingen terwijl en géén licht op de LDR valt. Maak hieronder een kort meetverslag.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**b** Teken een LDR.

c Waarom is een LDR zo gemaakt?

d Onderzoek of je een LDR goed als lichtmeter kunt gebruiken.

Methode:

Resultaten:

Conclusie:

e Bedenk toepassingen voor een LDR.

#### Een bijzondere schakeling

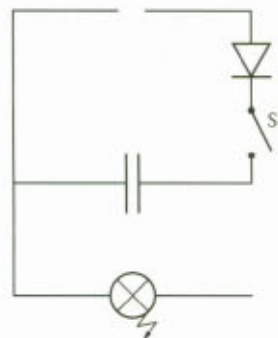
In de schakeling van figuur 27 wordt de condensator door een diode beschermd. Deze condensator gaat namelijk kapot als je de stroom de verkeerde kant op laat lopen.

- 4 a Leg uit dat de condensator op deze manier beschermd wordt.  
b Maak de schakeling af. Teken de batterij in de goede stand. Teken ook nog een schakelaar  $S_2$  waarmee je het flitslampje kunt laten flitsen.  
c Leg uit wat de schakeling doet.

#### Een schakeling ontwerpen

- 5 a Maak een schakeling waarbij een apparaat (een weerstand) gaat werken, als een lichtstraal (van een LED) onderbroken wordt.  
*Aanwijzing:* gebruik een LDR en een relais.  
b Waar zou je deze schakeling voor kunnen gebruiken?

FIG. 27 Een (onvolledige) schakeling met een diode, een condensator en een flitslampje.



diode: de stroom kan wel van A naar B, maar niet van B naar A.



flitslampje

