

Blok 12

Een blok vol spanning

Blok 12

P1

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. Hetzelfde geknetter hoor je als je een kam een paar maal door droog haar haalt. Je kunt met die kam ook je haren overeind laten staan. Blijkbaar gebeurt er bij het kam-

men iets met de kam of met je haar.

Je gaat een aantal proeven uitvoeren om uit te zoeken of zo'n verschijnsel zich vaker voordoet. We proberen er zo 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 laat er wat wattenplukjes langs dwarrelen. Noteer wat je waarneemt.

Je weet nu dat een gewreven PVC-buis wattenplukjes aantrekt. Je kunt je een paar dingen afvragen:

- Kan dat alleen met PVC?
- Moet je per se met een wollen lap wrijven?

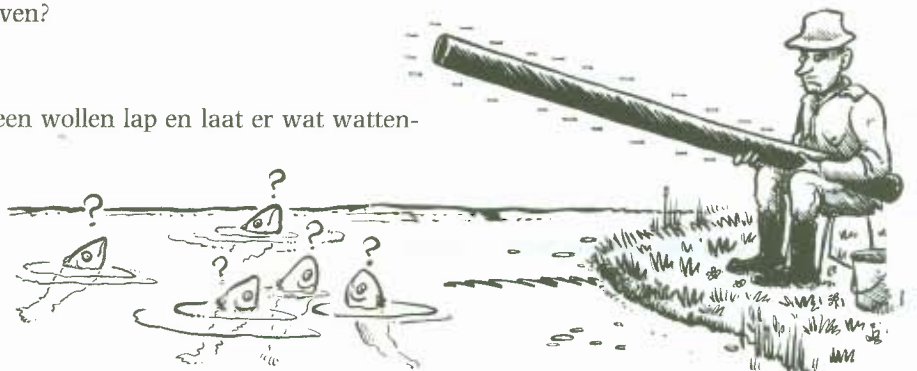
– Worden ook andere materialen dan wattenplukjes aangetrokken?

Je onderzoekt dit met de volgende proeven.

- 2a Kan dat alleen met PVC?

Wrijf een perspex staaf met een wollen lap en laat er wat wattenplukjes langs dwarrelen.

De wattenplukjes worden _____



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

Wrijf de PVC-buis met een papier zakdoekje en laat er wat wattenplukjes langs dwarrelen.

De wattenplukjes worden

- c** Worden ook ander materialen dan wattenplukjes aangetrokken?

Wrijf de PVC-buis met een wollen lap en laat er wat kleine snippers papier langs vallen.

De papiersnippertjes worden

Sommige voorwerpen trekken andere voorwerpen aan als ze zijn gewreven. Kennelijk is er door het wrijven iets aan het voorwerp veranderd.

We zeggen dan, dat het voorwerp een lading heeft gekregen of dat het voorwerp geladen is.

In proef 1 en 2 heb je gezien dat een staaf perspex of

een PVC-buis een kracht uitoefent als ze op de juiste manier gewreven worden. Beide voorwerpen oefenen een kracht uit op ongeladen (dus niet gewreven) voorwerpen zoals wattenplukjes en papiersnippers.

In proef 3 onderzoeken we de krachtwerking tussen twee geladen voorwerpen.

- 3** Wrijf de PVC-buis aan één kant goed met een wollen lap. Hang de staaf 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?

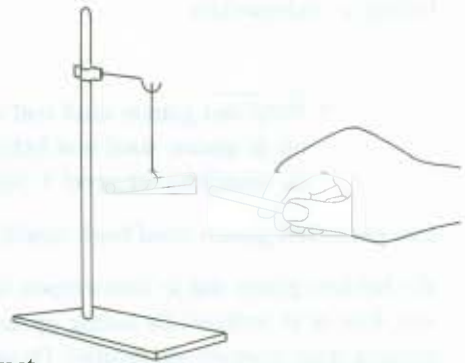
.....

.....

.....

fig. 1

De krachtwerking tussen de uiteinden van twee geladen 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 PVC-buis die met bont is gewreven.

.....

Controleer je voorspelling.

- e** Verzamel de resultaten van deze proef in de tabel.

soort materiaal	aantrekking of afstoting	soort materiaal	aantrekking of afstoting
a PVC en PVC	c perspex en perspex
b PVC en perspex	d perspex en PVC

Het is logisch dat de twee PVC-buizen dezelfde soort lading hebben.
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

Vul de juiste woorden in:

Er bestaan minstens _____ soorten lading.

Gelijksoortige ladingen _____ elkaar _____

Ongelijksoortige ladingen _____ elkaar _____

Je gaat nu deze conclusie gebruiken om een onbekende lading te onderzoeken.

- 4 Wrijf een glazen staaf met een papieren zakdoekje. Bepaal de lading op de glazen staaf met behulp van een gewreven PVC-buis. Gebruik de opstelling uit proef 3 (figuur 1).

Een gewreven glazen staaf heeft dezelfde lading als _____

We hebben 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.

Maar waar komt deze lading vandaan? We onderzoeken dit met een elektriseermachine. Het meest gebruikt worden de elektriseermachine van Wimshurst en de bandgenerator, ook wel vandegraaffgenerator 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 zetten we een pluim van papierstroken.

- 5 Hang een geladen PVC-buis in het midden aan een nylondraad op en houd de buis vlak bij de kap.

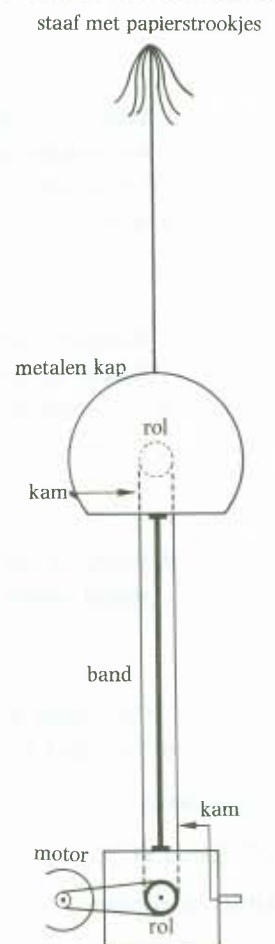
- a Wat gebeurt er met de buis?

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

We laten de band van de generator draaien.

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

fig. 2
De vandegraaffgenerator.



Houd de geladen PVC-buis weer op dezelfde manier vlak bij de kap.
d Wat gebeurt er met de buis?

e Welk 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?

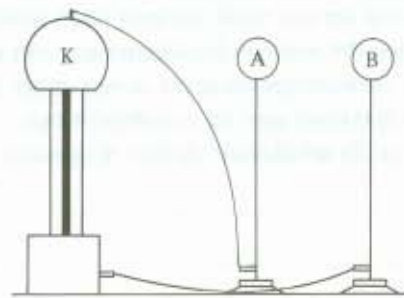
h Welk soort lading zit er aan de voet?

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 gaan we dit verder onderzoeken.

- 6 We verbinden de kap van de bandgenerator met een metalen bolletje en de voet met een ander metalen bolletje. We plaatsen de geïsoleerd opgestelde bolletjes op enige afstand van elkaar (figuur 3). We laten nu de bandgenerator draaien zodat de kap wordt geladen.

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



a Wat gebeurt er als we de bolletjes naar elkaar toe schuiven?

b Wat gebeurt er met de papieren pluim?

c Wat gebeurt er met de lading op de kap?

- 7 We zetten een leerling met losse haren op een geïsoleerd bankje. De leerling legt een vlakke hand op de kap van de bandgenerator en we laten de generator draaien.
- a Wat zie je aan de haren van de leerling?

- b Waar blijft de lading van de kap?

We zetten de bandgenerator af en verbinden 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?

Blok 12

P2

Spanningsbronnen

In het voorgaande onderdeel van dit blok heb je gezien dat je voorwerpen kunt opladen en dat lading kan bewegen. Maar wat heeft dat nu met elektrische stroom te maken?

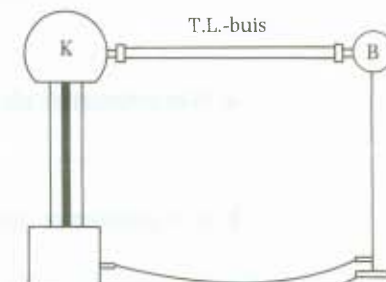
Heel eenvoudig: elektrische stroom is niets anders dan bewegende lading. We kunnen dit nagaan door de effecten van bewegende lading en die van elektrische stroom met elkaar te vergelijken.

- 1 Je hebt gezien dat we een vonk kunnen laten overspringen tussen twee voorwerpen die met een bandgenerator zijn opgeladen. We sluiten nu een verwarmingselement of een ander elektrisch apparaat via een open schakelaar aan op een stopcontact.
- a Wat zie je als we de schakelaar sluiten of openen?

Je kunt een fietslampje laten branden op een batterij. Als de stroomkring gesloten is, loopt er een elektrische stroom door het lampje en geeft het lampje licht.

Maar kun je ook een lamp laten branden op bewegende lading? We verbinden de voet van een bandgenerator met een metalen bol B en houden een T.L.-buis tussen de kap en de bol (figuur 4).

fig. 4
Een T.L.-buis tussen de kap van een bandgenerator en een metalen bol.

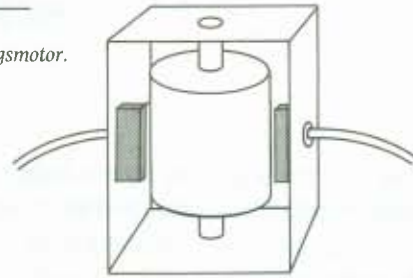


- b Wat zie je als we de bandgenerator laten draaien?

Een ander effect van elektrische stroom is beweging. Denk maar aan een mixer, een boormachine en een wasmachine. We gebruiken nu een perspex cilinder die draaibaar is opgehangen tussen twee meta-

len plaatjes (figuur 5). De cilinder is door wrijven op twee tegenover elkaar liggende plaatsen geladen. We sluiten de plaatjes aan op de kap en de voet van een bandgenerator.

fig. 5
Een ladingsmotor.



c Wat zie je als we de bandgenerator laten draaien?

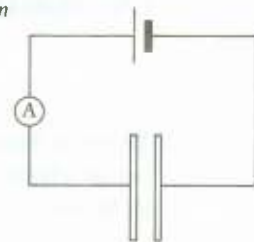
d Welke conclusie kun je uit de voorgaande proeven trekken als we de effecten van elektrische stroom en bewegende lading met elkaar vergelijken?

2 Met een bandgenerator kunnen we lading scheiden en ophopen. Als de kap een negatieve lading krijgt, wordt de voet positief geladen. Verbinden we de kap geleidend met de voet dan gaat de lading bewegen. Waarom zal de lading gaan bewegen?

Als elektrische stroom en bewegende lading hetzelfde zijn, moet er in de stroomkring ook een apparaat zitten

dat lading ophoopt. Dat apparaat is de spanningsbron. We kunnen dit controleren met de volgende proef.

fig. 6
Een condensator aangesloten op een spanningsbron.



3 We sluiten een condensator via een stroommeter aan op een spanningsbron. Een condensator bestaat uit twee metalen platen die zijn gescheiden door een isolator (figuur 6). De stroommeter meet de stroom door de draad naar één van de platen van de condensator.

a Wat gebeurt er met de uitslag van de stroommeter als we de spanningsbron aanzetten?

Blijkbaar stroomt er lading van de spanningsbron naar de platen van de condensator. Daarbij wordt één van de platen positief geladen en de andere plaat negatief.

We verbreken nu de verbinding met de spanningsbron en verbinden de aansluitpunten van de condensatorplaten met elkaar.

b Wat zie je?

c Waarom moeten we voor de verbinding een geïsoleerde draad gebruiken?

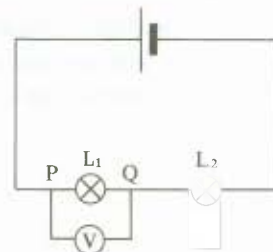
d Hoe blijkt uit deze proef dat een spanningsbron lading ophoopt?

Spanning in schakelingen meten

In dit practicum ga je de eigenschappen van serie- en parallelschakelingen onderzoeken. Daarvoor gebruik je schakelingen met een spanningsbron en twee (verschillende) lampjes, L_1 en L_2 . Je gaat de spanning meten in verschillende schakelingen en je onderzoekt hoe het zit met de spanning over elk onderdeel.

De spanning tussen twee punten meet je met een spanningsmeter. De spanningsmeter (ook wel voltmeter genoemd) lijkt veel op een stroommeter, maar je plaatst hem op een andere manier in een schakeling (zie figuur 7).

fig. 7
Een spanningsmeter in een schakeling.
Je meet nu de spanning tussen de punten P en Q en daarmee de spanning over lamp L_1 .



Je verbindt de + kant van de spanningsmeter met het punt van de schakeling dat het dichtst bij de + pool van de bron zit. De - kant verbind je met het punt van de schakeling dat het dichtst bij de - pool van de bron zit.

Als de spanningsmeter meerdere aansluitmogelijk-

heden heeft, neem je eerst de ongevoeligste stand (dat is de stand met het grootste schaalbereik, waarmee je de grootste spanning kunt meten). Daarna kun je alsnog besluiten om een andere stand te gebruiken. Let goed op welke schaal je moet aflezen!

De spanning in een schakeling

- 1 Teken in figuur 8 en 9 het deel van de schakeling waar de lading ver uit elkaar zit rood. Teken het deel waar de lading dicht op elkaar zit blauw.

fig. 8
Schakelaar S is open.

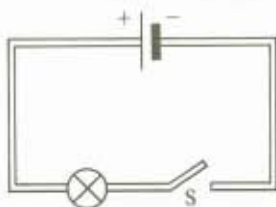
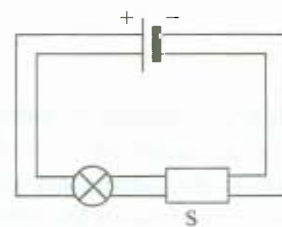


fig. 9
Schakelaar S is gesloten.



- 2 Bouw de schakeling van figuur 10.
 - a Meet de spanning over de batterij.

Spanning = _____ volt.

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

Spanning = _____ volt.

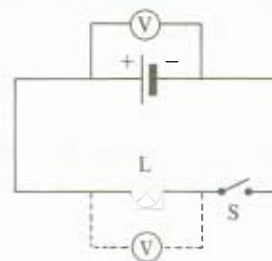
- c Meet de spanning over S als S open is.

Spanning = _____ volt.

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

Spanning = _____ volt.

fig. 10



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

Spanning = _____ volt.

f Wat valt je op?

g Geef een verklaring voor het resultaat van de meting aan de hand van de tekeningen in figuur 8 en 9.

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

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

Spanning = _____ volt.

Waarom denk je dat?

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

Spanning = _____ volt.

Controleer je antwoorden door deze spanningen te meten.

Spanning in een parallelschakeling

3 Teken in figuur 11 het deel van de schakeling waar de lading ver uit elkaar zit rood. Teken het deel waar de lading dicht op elkaar zit blauw.

4 Bouw de schakeling van figuur 11.
a Meet de spanning over de bron.

Spanning = _____ volt.

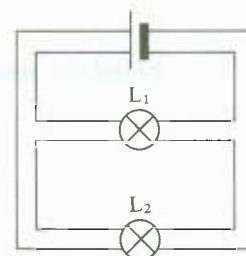
b Meet de spanning over L_1 .

Spanning = _____ volt.

c Meet de spanning over L_2 .

Spanning = _____ volt.

fig. 11
Een parallelschakeling.



d Wat valt je op?

e Geef een verklaring voor je meting.

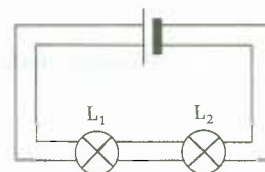
f Wat weet je nu over de spanning in een parallelschakeling?

Spanning in een serieschakeling

5a Teken in figuur 12 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?

fig. 12
Een serieschakeling.



6 Bouw de schakeling van figuur 12.

a Meet de spanning over de bron.

Spanning = _____ volt

b Meet de spanning over L_1 .

Spanning = _____ volt

c Meet de spanning over L_2 .

Spanning = _____ volt

d Meet de spanning over L_1 en L_2 samen.

Spanning = _____ volt

e Wat valt je op?

f Geef een verklaring voor je metingen.

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

Blok 12

P4

Het verband tussen spanning en stroomsterkte

Als je een apparaat aansluit op een spanningsbron, dan zit de lading aan de ene kant van het apparaat ver uit elkaar en aan de andere kant van het apparaat dicht op elkaar. Hierdoor zal er door het apparaat lading gaan stromen. Er gaat dus een elektrische stroom door het apparaat.

Sommige apparaten die je op het lichtnet aansluit,

gebruiken veel elektrisch vermogen. De elektrische stroom is dan groot. Andere apparaten gebruiken weinig elektrisch vermogen en dan is de stroomsterkte klein.

Blijkbaar laat niet elk apparaat de elektrische stroom even gemakkelijk door.

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 13 is het symbool van een regelbare spanningsbron getekend.

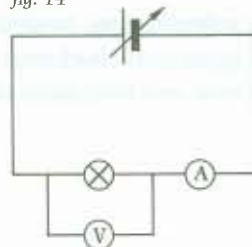
fig. 13
Symbool regelbare spanningsbron.



1 Bouw de schakeling van figuur 14.

- 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 tabel.

fig. 14



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

- b Maak in figuur 15 een diagram van je metingen. Zet de spanning verticaal en de stroomsterkte horizontaal uit. We noemen dit een (V,I) -diagram.

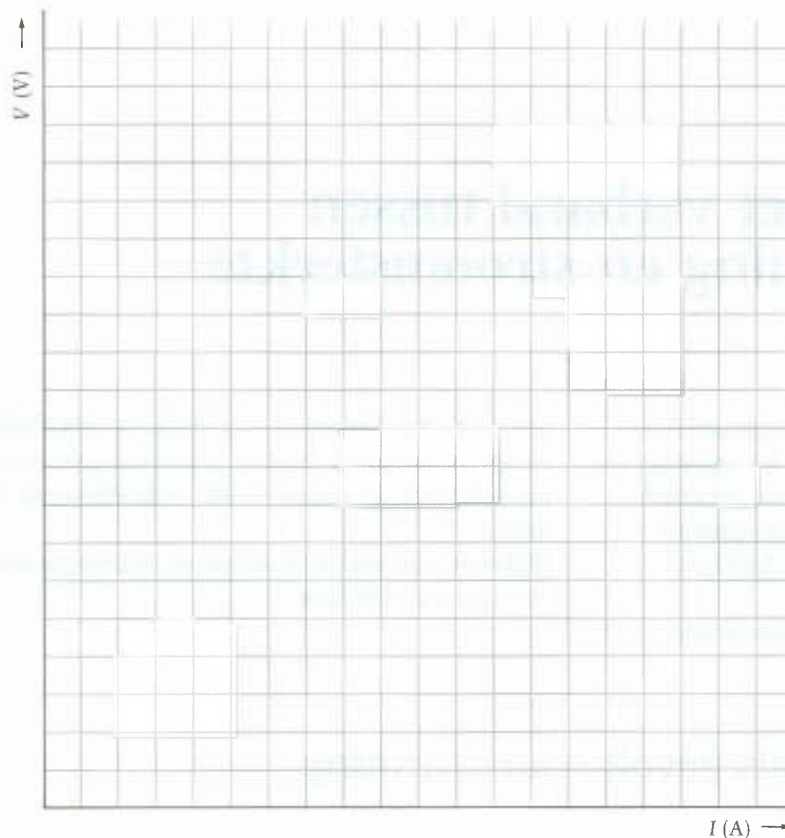


fig. 15
(V,I)-diagram van een lampje.

- c Vul aan:
Als de spanning over een lampje groter wordt, dan wordt de stroomsterkte door dat lampje

De weerstand van een apparaat

We willen 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 gebruiken we 'weerstand', zoals deze in elektrische apparaten voorkomen (zie figuur 16). Het symbool voor een weerstand is gete-

kend in figuur 17.

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 deze grootheid is de hoofdletter R.

fig. 16
Een weerstand.

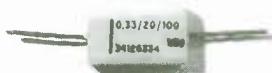
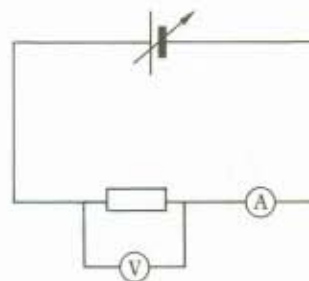


fig. 17
Symbool voor een weerstand.



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.

fig. 18



2 Bouw de schakeling van figuur 18.

a Varieer de spanning van de spanningsbron en meet telkens de spanning over R_1 en de stroomsterkte. Noteer je metingen in de tabel.

Weerstand 1:

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

b Vervang R_1 door R_2 . Herhaal de metingen van a. Noteer je metingen in de 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 hetzelfde (V, I)-diagram (figuur 19). Kies de getallen langs de assen zo, 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.

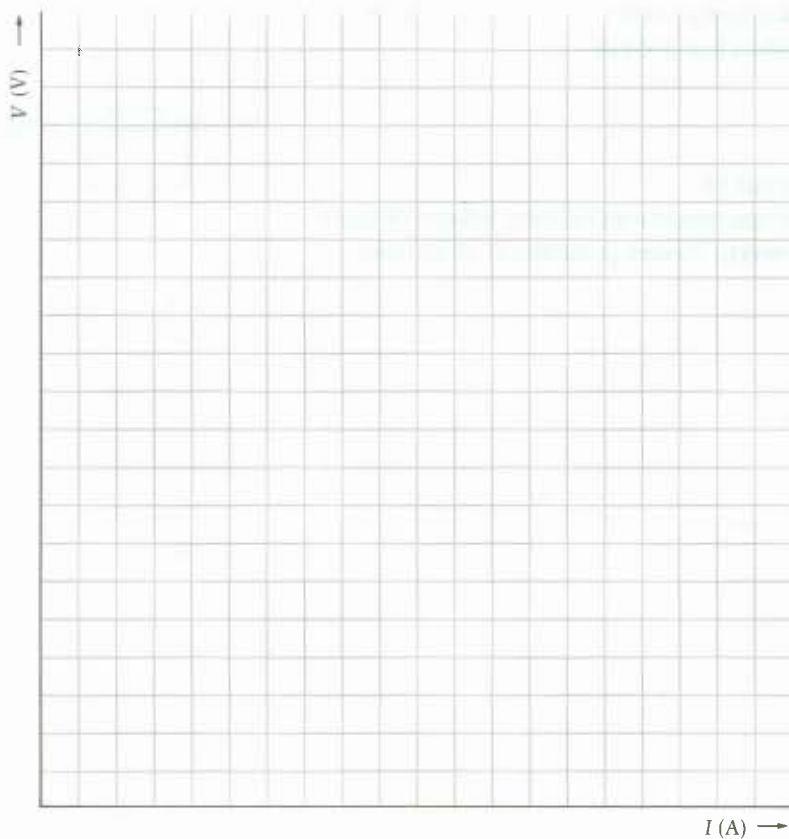


fig. 19
(V,I)-diagram voor twee
weerstand.

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

3 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.

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

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

In formulevorm: $R = \frac{V}{I}$

De eenheid van weerstand is ohm (symbool Ω).

- b Gebruik de metingen van de proeven 1 en 2 en vul de tabel in.

meting	lampje	weerstand 1	weerstand 2
	$\frac{V}{I}$	$\frac{V}{I}$	$\frac{V}{I}$
2	_____	_____	_____
3	_____	_____	_____
4	_____	_____	_____
5	_____	_____	_____
6	_____	_____	_____
7	_____	_____	_____

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.