



Blok 3

INHOUD

BASISSTOF

T1	Stroom in een schakeling	74
W1		76
T2	Bijzondere weerstanden	76
W2		78
T3	De transistor als schakelaar	79
W3		80
T4	De condensator	81
W4		82
T5	Elektrische energie en vermogen	83
W5		84
T6	De prijs van elektrische energie	85
W6		86

HERHAALSTOF

H1	Nieuwe begrippen	87
H2	Onderdelen van een schakeling	88
H3	Apparaten gebruiken	89

EXTRASTOF

E1	Zelf spanningsbronnen maken	91
E2	Onweer	93
E3	Oefenvragen en opgaven	96

LEERDOELEN

- 1 Je moet weten dat een batterij, een stopcontact en een accu spanningsbronnen zijn. [T1, W1]
- 2 Je moet weten dat de spanningsbron zorgt voor elektrische energie. Op deze elektrische energie werken elektrische apparaten. [P1, T1, W1]
- 3 Je moet weten wat een serieschakeling is. [P1, T1, W1]
- 4 Je moet weten wat een parallelschakeling is. [P1, T1, W1]
- 5 Je moet weten waar een weerstand in een schakeling voor zorgt. [P1, T1, W1]
- 6 Je moet het symbool van een weerstand kennen. [P1, T1, W1]
- 7 Je moet enkele bijzondere weerstanden kennen: NTC, LDR, diode en LED. [P2, T2, W2]
- 8 Je moet de symbolen voor een NTC, LDR, diode en LED kennen. [P2, T2, W2]
- 9 Je moet weten wat een NTC, een LDR, een diode en een LED in een schakeling doen. [P2, T2, W2]
- 10 Je moet weten dat je een transistor als elektronische schakelaar kunt gebruiken. [P3, T3, W3]
- 11 Je moet weten dat je in een condensator elektrische energie kunt opslaan. [P4, T4, W4]

Elektriciteit gebruiken

12 Je moet het symbool van een condensator kennen.

[P1, T4, W4]

13 Je moet weten wat met het vermogen van een apparaat bedoeld wordt. [P5, T5, W5]

14 Je moet het vermogen kunnen uitrekenen als energie en tijd gegeven zijn. [P5, T5, W5]

15 Je moet de energie uit kunnen rekenen als vermogen en tijd gegeven zijn. [P6, T6, W6]

16 Je moet weten dat kWh een eenheid van energie is. [P6, T6, W6]

17 Je moet het energiegebruik in kWh uit kunnen rekenen. [P6, T6, W6]

18 Je moet de kosten van elektrische energie uit kunnen rekenen. [P5, T6, W6]



T1 Stroom in een schakeling

Je weet al veel over elektriciteit. Dit blok gaat nog een stapje verder. Eerst leer je iets over het verschijnsel weerstand en over bijzondere weerstanden. Daarna komt de elektrische energie aan bod. Je leert ook hoe je kunt uitrekenen wat elektrische energie kost.

Gesloten kring

Als je een lampje wilt laten branden, heb je nodig: een batterij, snoertjes en een lampje. Je moet een *gesloten kring* maken (figuur 1). Anders kan de stroom niet rondgaan.

De batterij levert *energie*. De snoertjes zijn *geleiders*. Daar kan de stroom doorheen gaan.

De gloeidraad in het lampje wordt gloeiend heet als er stroom doorheen gaat. Het lampje zet elektrische energie om in licht en warmte.

FIG. 1 Het lampje brandt alleen als de kring gesloten is.

a kring niet gesloten, lampje brandt niet



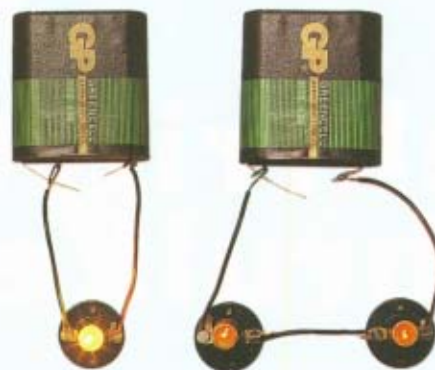
b kring gesloten, lampje brandt



Spanning, stroom en weerstand

Een batterij is een *spanningsbron*. Ook een accu, een fietsdynamo en het stopcontact zijn spanningsbronnen. Een spanningsbron zorgt voor de energie waar een apparaat op werkt.

FIG. 2 Een of twee lampjes in serie.



De *stroom* in een schakeling met lampjes is niet altijd hetzelfde. Er zijn verschillende soorten lampjes. Het ene lampje brandt feller dan het andere. Twee dezelfde lampjes in serie branden minder fel dan één enkel lampje (figuur 2).

We zeggen dat de stroom in een schakeling afhangt van de '*weerstand*' die de stroom ondervindt. Hoe meer weerstand (ander lampje, twee lampjes) hoe minder stroom.



FIETSLAMPJES

Fietslampjes voor voorlicht en achterlicht zijn verschillend.

Het lampje in het voorlicht heeft minder weerstand. Door het lampje vóór gaat meer stroom. Het voorlicht brandt feller.

In elektrische schakelingen komen vaak *weerstand*en voor (figuur 3). Een weerstand is een soort geleider. Door een weerstand gaat de stroom moeilijker dan door een snoetje. Met een weerstand kun je de grootte van de stroom in een schakeling regelen.

FIG. 3 Verschillende weerstanden met symbool.





KLEURCODES OP WEERSTANDEN

Je hebt weerstanden in allerlei maten en soorten. Op de weerstand staat aangegeven hoe groot zijn weerstand is. Meestal wordt dat met kleurcodes gedaan (figuur 4).

FIG. 4 De kleurcodes op een weerstand.

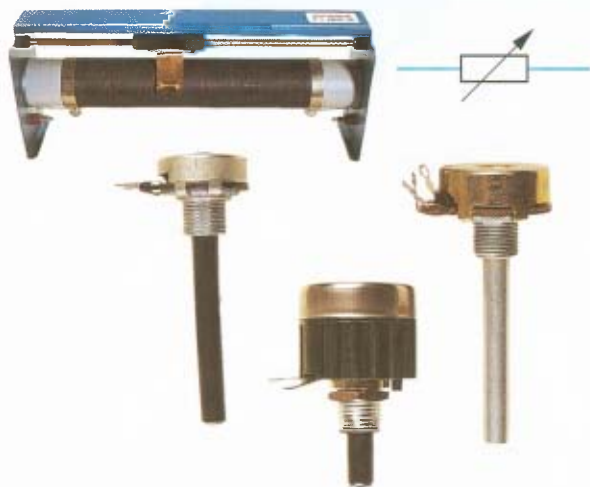


Loopt er stroom door de weerstand, dan wordt de weerstand warm. Een weerstand zet *elektrische energie* om in *warmte*.

Er zijn ook *regelbare* weerstanden (figuur 5). Bij een regelbare weerstand kun je instellen hoeveel weerstand de stroom ondervindt.

Een regelbare schuifweerstand bestaat uit een lange draad gewikkeld op een koker. Door de schuif te verplaatsen moet de stroom door een langer stuk draad. De weerstand is dan groter.

FIG. 5 Verschillende regelbare (schuif)weerstanden met symbool.



Schakelingen

Je moet twee soorten schakelingen kennen: de *serieschakeling* en de *parallelschakeling*.

Bij een serieschakeling gaat de stroom eerst door het ene lampje en daarna door het andere lampje (zie figuur 6).

Als je een lampje losdraait gaat het andere lampje ook uit. Er is dan geen gesloten stroomkring meer. De lampjes van de kerstverlichting staan meestal in serie.

Bij een parallelschakeling heeft iedere lamp een *eigen aansluiting* op de spanningsbron (figuur 7).

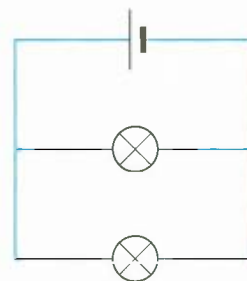
Als één lampje kapot gaat, blijft het andere lampje branden.

De lampjes van de fietsverlichting staan parallel. Ook de lampen thuis staan parallel. Je kunt iedere lamp apart aan- en uitschakelen.

FIG. 6 Een serieschakeling van twee lampjes.



FIG. 7 Een parallelschakeling van twee lampjes.



Samenvatting

In een schakeling loopt *stroom* als er een *spanningsbron* aanwezig is en als de stroomkring *gesloten* is.

De *grootte* van de stroom in de schakeling hangt af van de *weerstand* die de stroom ondervindt.

De spanningsbron levert *elektrische energie*.

Met een weerstand kun je de *stroom* in een schakeling *regelen*.

Een *regelbare* weerstand is een weerstand die je in kunt stellen.

Er zijn twee soorten schakelingen: serieschakelingen en parallelschakelingen.



FIG. 8 Een lampje aangesloten op een batterij.

- 1 Een lampje is aangesloten op een batterij (figuur 8).
 - a Waarvoor dient de batterij?
 - b Waarvoor dienen de snoertjes?
 - c Wat doet het lampje?
- 2
 - a Wat voor energie zit er in een batterij?
 - b Wat maakt een batterij van deze energie?
 - c Welke energie-omzetting vindt plaats in een lamp?
 - d Welke energie-omzetting vindt plaats in een weerstand?
- 3
 - a Wat is het verschil tussen een geleider en een isolator?
 - b Noem drie goede geleiders.
 - c Is een 'weerstand' een geleider? Licht je antwoord toe.
 - d Waar hangt de stroom in een schakeling vanaf?
- 4
 - a Teken de symbolen van een gewone en een regelbare weerstand.
 - b Wat is het verschil tussen een gewone en een regelbare weerstand?
- 5 Het voorlicht van je fiets doet het niet. Het achterlicht brandt wel.
 - a Hoe zijn voor- en achterlicht geschakeld? Je wilt het voorlicht repareren.
 - b Wat weet je van de dynamo?
 - c Waar ga je het eerst naar kijken?
 - d Wat onderzoek je daarna?

T2 Bijzondere weerstanden

Een weerstand laat stroom door. De weerstand wordt daar warm van. Hoe meer weerstand hoe kleiner de stroom door de weerstand.

We bespreken een paar bijzondere weerstanden.

NTC (Negatieve Temperatuur Coëfficiënt)

De weerstand van een NTC hangt af van de temperatuur (figuur 9). Als een NTC warmer wordt, kan de stroom er gemakkelijker door. De weerstand is dan kleiner. Is de NTC koud, dan is de weerstand groot. Je kunt een NTC als thermometer gebruiken. Wordt de NTC warm, dan gaat er een grotere stroom lopen (figuur 10).

FIG. 9 Verschillende NTC's met symbool.

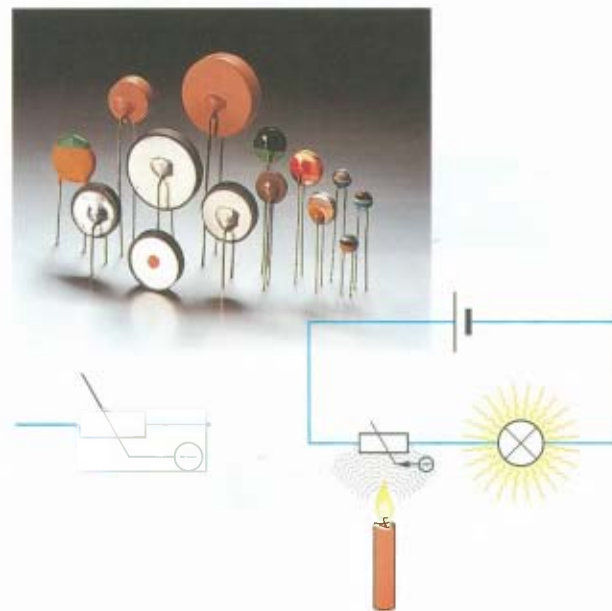


FIG. 10 De NTC wordt warm. De lamp gaat feller branden.

FIG. 11 Een LDR met symbool.

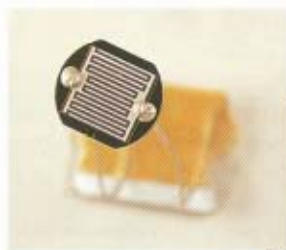
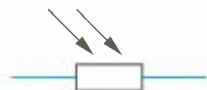


FIG. 12 Verschillende diodes met symbool.



LDR (Light Dependent Resistance)

De weerstand van een LDR hangt af van het licht dat erop valt (figuur 11). Als de LDR verlicht wordt, is de weerstand klein. In het donker heeft een LDR meer weerstand.

Met een LDR kun je meten hoeveel licht ergens op valt. In een fototoestel zit een LDR.

Diode

De diode is een *heel bijzondere* weerstand (figuur 12). Een diode laat maar in één richting stroom door. In figuur 13a zie je de diode in een schakeling. Er loopt een stroom. De lamp brandt. In deze richting is de weerstand van de diode klein.

FIG. 14 Verschillende LED's met symbool.

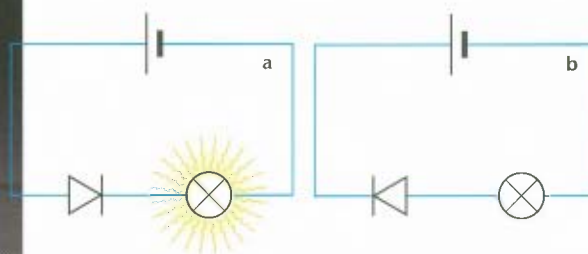


FIG. 13 a De diode laat de stroom door; b de diode laat geen stroom door.

In figuur 13b is de diode omgedraaid. Er loopt nu geen stroom meer. De lamp brandt niet. In deze richting is de weerstand van de diode heel groot.

LED (Light Emitting Diode)

Een LED is een speciale diode (figuur 14). Als er stroom doorheen loopt, geeft de LED licht. Draai je de LED om, dan geeft hij geen licht meer.

Samenvatting

Er zijn een aantal *bijzondere* weerstanden. Bij een *NTC* hangt de weerstand af van de temperatuur: hogere temperatuur, minder weerstand. Bij een *LDR* hangt de weerstand af van het licht dat erop valt: meer licht, minder weerstand. Een *diode* laat maar in één richting stroom door. Een *LED* is een diode die licht geeft als er stroom door gaat.

FIG. 15 Overzichtstabel weerstanden.

component	symbool	bijzonderheid
weerstand	De elektrische stroom gaat moeilijker door een weerstand dan door een snoer.
NTC	Als de NTC warm wordt, gaat de stroom makkelijker/moeilijker door de NTC.
LDR	Een LDR laat de stroom makkelijker/moeilijker door als erop valt.
diode	Een diode laat de stroomdoor.
LED	Een LED is een, Een LED geeftals er stroom door gaat.

1 Neem het overzicht van figuur 15 over en maak het af.

2 a Wat doet een LED?

b Neem de schakeling van figuur 16 over in je schrift.

Teken op de lege plaats een LED die licht geeft.

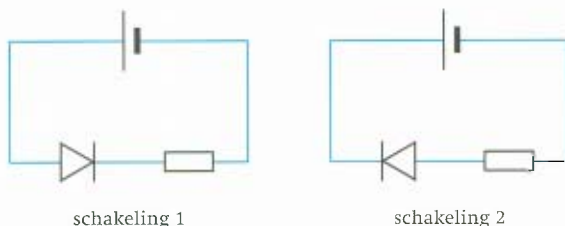
FIG. 16 Een LED die licht geeft.



3 In figuur 17 zijn twee schakelingen met een diode getekend.

In welke schakeling loopt er stroom door de diode?

FIG. 17 Twee schakelingen met diodes.



4 Als een lamp koud is, gaat de stroom er gemakkelijk door.

a Waarom gaat er door een lamp een grote stroom als je de lamp aandoet?

Na een tijdje is de stroom door de lamp kleiner.

b Leg uit hoe dat komt.

Een lamp kan kapotgaan. Meestal gebeurt dat als je de lamp aandoet.

c Hoe komt dat?

Jan heeft een manier bedacht om een kleinere stroom door de lamp te laten gaan. Hij bouwt de schakeling van figuur 18.

d Staan de lamp en de NTC in serie of parallel?

Als je de lamp aandoet is de NTC koud.

e Waarom loopt er dan geen grote stroom door de lamp?

Als de lamp brandt is de NTC warm.

f Waarom loopt er dan ook geen grote stroom door de lamp?

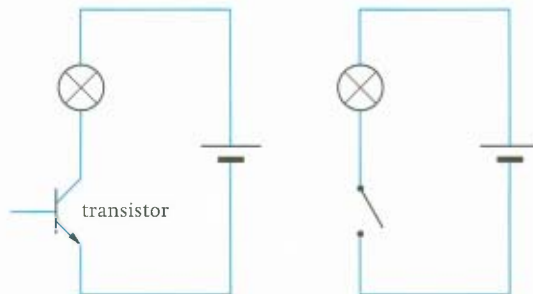
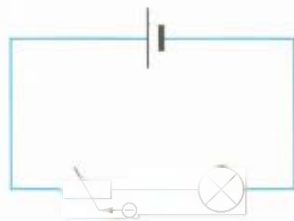
Slim van Jan!

FIG. 18 De schakeling van Jan.

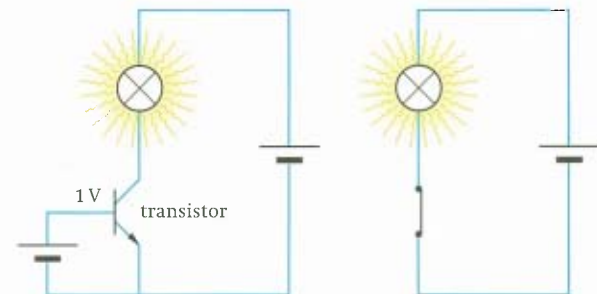


- 5 Jet wil de temperatuur meten met een NTC. In figuur 19 zie je de schakeling die ze gemaakt heeft. Jet zet de NTC in koud water. Het water is 10 °C. Het lampje brandt zwak.
- Jet doet de NTC in warmer water.
- a** Zal het lampje nu nog zwakker of juist feller gaan branden? Licht je antwoord toe.
- Jet pakt weer ander water. Het lampje brandt nu heel zwak.
- b** Is dat water warmer dan 10 °C of kouder? Leg uit waarom je dat denkt.
- Jet maakt nu een schakeling van de batterij, de NTC en een LED in serie.
- c** Teken het schema van deze schakeling.
- Jet hangt de NTC in heet water (80 °C). De LED geeft licht. Na een tijdje gaat de LED uit.
- d** Leg uit hoe dat komt.

FIG. 19 De schakeling van Jet.



a 'Schakelaar' open; de lamp is uit.



b 'Schakelaar' gesloten; de lamp is aan.

BLOK 3 BASISSTOF

T3 De transistor als schakelaar

Veel apparaten hebben tiptoetsen. Je raakt de toets aan en het apparaat werkt. Een tiptoets bestaat uit een drukschakelaar en een transistor.

Een transistor is een (heel kleine) *schakelaar*.

Een transistor heeft *drie aansluitingen* (figuur 20). De transistor schakelt door een kleine spanning op de *middelste* aansluiting. In figuur 21 zie je de twee mogelijkheden.

Met een transistor kun je *automatische schakelingen* maken zoals een licht-donkerschakeling en een automatische koeling.

FIG. 20 Verschillende transistoren met symbool.

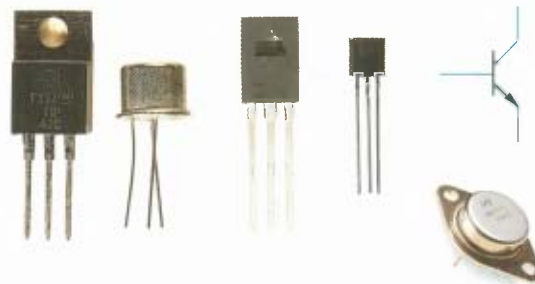


FIG. 21

Bij een licht-donkerschakeling gaat het licht aan als het donker wordt (figuur 22).

FIG. 22 Een licht-donkerschakeling.

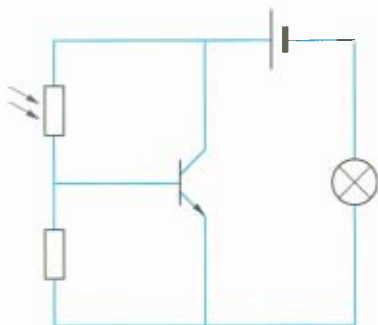
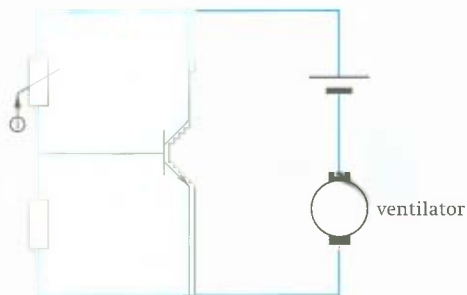


FIG. 23 Een automatische koeling.



In figuur 23 zie je het schema van een automatische koeling. Als het warm wordt, neemt de weerstand van de NTC af. De spanning op de middelste aansluiting van de transistor wordt dan groter. De transistor schakelt en de ventilator gaat koelen. Daardoor daalt de temperatuur. De NTC krijgt meer weerstand. De spanning op de middelste aansluiting daalt. Op een gegeven moment schakelt de transistor de ventilator weer uit.

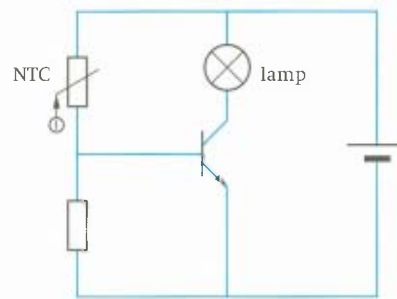
Samenvatting

Een *transistor* is een soort *schakelaar*.

De transistor is *gesloten* als er een spanning op de middelste aansluiting staat.

- 1 Met welk onderdeel in een schakeling kun je een transistor vergelijken?
- 2 **a** Wanneer laat een schakelaar stroom door?
b Wanneer laat een transistor stroom door?
- 3 Teken een schakeling met een transistor waarmee je een LED aan en uit kunt doen.

FIG. 24 Licht schakelen met een NTC.



- 4 In figuur 24 zie je een schakeling met een NTC.
 - a** Wat weet je van de weerstand van een NTC? De lamp is uit. Het wordt warmer. Plotseling gaat het licht aan.
 - b** Wat weet je van de weerstand van de NTC als het warmer wordt?
 - c** Wat weet je van de spanning op de middelste aansluiting van de transistor als het warmer wordt?
Els gebruikt deze schakeling voor haar aquarium. De NTC hangt in het water. Als de lamp gaat branden is er iets mis.
 - d** Beredeneer of het water dan te warm of te koud is.

T4 De condensator

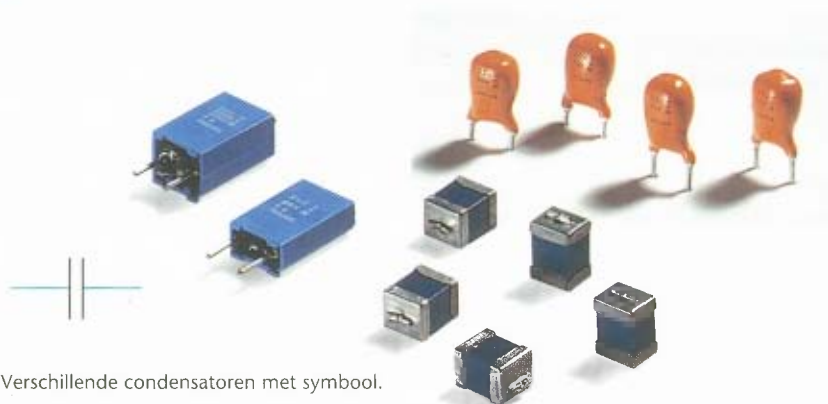
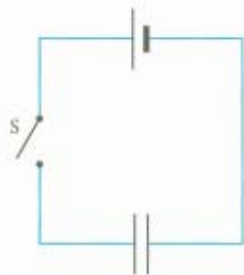


FIG. 25 Verschillende condensatoren met symbol.

In figuur 25 zie je verschillende soorten condensatoren. In een condensator kun je elektrische energie opslaan.

Als je een condensator aansluit op een batterij loopt er stroom van de spanningsbron naar de condensator (figuur 26). Is de condensator leeg, dan loopt er een grote stroom. Na een tijdje loopt er geen stroom meer. De condensator is dan vol. De condensator heeft dezelfde spanning gekregen als de batterij. Er is *elektrische energie* van de batterij naar de condensator gegaan.

FIG. 26 Een condensator aangesloten op een batterij.



De elektrische energie in een condensator is meestal erg klein. Als je er een lampje op aansluit, brandt dat maar even.

Een condensator kan ook heel snel leeglopen. Er loopt dan even een grote stroom.

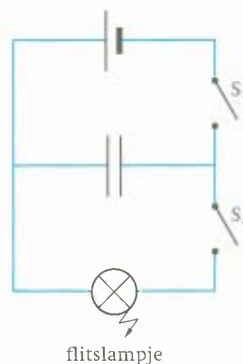


FIG. 27 Schema van een elektronenflitser.

In figuur 27 zie je het schema van een elektronenflitser.

Als S_1 gesloten is, loopt de condensator vol. Druk je daarna op S_2 , dan loopt de condensator door het lampje leeg. Er loopt korte tijd een grote stroom. Het lampje flitst.

Samenvatting

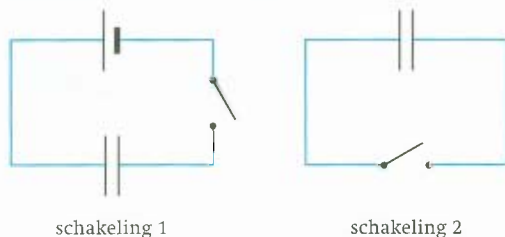
In een condensator kun je *elektrische energie* opslaan. Die elektrische energie kun je weer gebruiken. Een condensator kan *opgeladen* en *ontladen* worden. Een condensator kan een *korte tijd* een *grote stroom* leveren.

In een *elektronenflitser* zit een condensator.



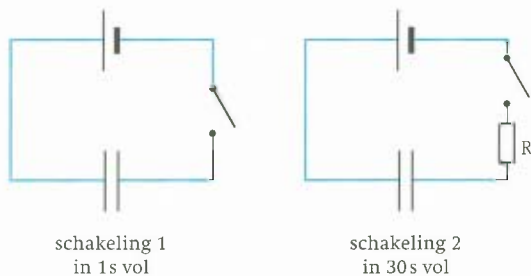
- 1 **a** Wat gebeurt er als een condensator volloopt?
b Wat kan een condensator in een schakeling doen?
- 2 In figuur 28 zie je twee schakelingen.
a In welke schakeling kun je de condensator vol laten lopen?
b In welke schakeling kun je de condensator leeg laten lopen?

FIG. 28 Twee schakelingen met een condensator.



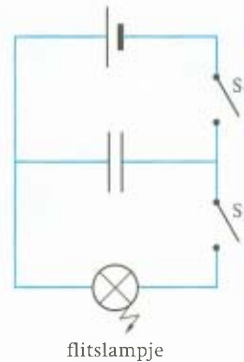
- 3 **a** Wat is de overeenkomst tussen een condensator en een oplaadbare batterij?
b Wat is het verschil?
- 4 In schakeling 1 van figuur 29 is de condensator in 1 seconde vol. In schakeling 2 duurt dat 30 s. Waarom loop de condensator in schakeling 2 langzamer vol?

FIG. 29 Twee verschillende schakelingen met een condensator.



- 5 Een apparaat is kapot. Je wilt het maken. Je trekt de stekker uit het stopcontact en maakt het apparaat open. In het apparaat zitten condensatoren. Leg uit dat je dan toch nog een flinke schok kunt krijgen.

FIG. 30 Een elektronenflitser.



- 6 In figuur 30 zie je de schakeling van een elektronenflitser.
a Wat gebeurt er als S_1 gesloten is?
b Wat gebeurt er als na een tijdje S_2 gesloten wordt?
c Waarom moet je als je een foto gemaakt hebt, altijd even wachten voordat je weer kunt flitsen?

T5 Elektrische energie en vermogen

Wat je al weet

In blok 7 van deel 1vm heb je veel over energie geleerd.

Een batterij zet *chemische energie* om in *elektrische energie*.

Een elektrisch apparaat werkt op *elektrische energie*.

Energie geef je aan met de letter *E*.

De *eenheid* van energie is joule (J).

Het *vermogen* is de energie die gebruikt wordt in één seconde.

Het vermogen geef je aan met de letter *P*.

De eenheid van vermogen is de watt (W).

watt is hetzelfde als joule per seconde.

Je gebruikt ook de kilowatt (kW). 1 kW = 1000 W

Energie berekenen

Je kunt het energiegebruik van een apparaat berekenen:

- als je weet hoeveel energie het apparaat per seconde gebruikt;

- als je weet hoeveel seconden het apparaat gewerkt heeft.

Je moet dus het *vermogen* en de *tijd* weten.

$$\text{vermogen} \times \text{tijd} = \text{gebruikte energie}$$

Het vermogen in watt en de tijd in seconden geeft de energie in joule (J).

VOORBEELD 1: Het vermogen van een lamp is 75 W (figuur 31). De lamp brandt 100 seconden.

GEVRAAGD: Hoeveel energie heeft de lamp gebruikt?

OPLOSSING: Het vermogen is 75 W, dus de lamp gebruikt 75 J per s.

Als de lamp 1 s brandt, gebruikt hij 75 J.

De lamp is 100 seconden aan.

De lamp gebruikt dus $100 \times 75 = 7500$ J.



FIG. 31 Lampen met verschillend vermogen.



FIG. 32 Het informatieplaatje op een elektrisch apparaat.

VOORBEELD 2: Een andere lamp heeft een vermogen van 40 W. De lamp brandt 5 minuten.

GEVRAAGD: Bereken de energie die de lamp gebruikt.

OPLOSSING: $40 \text{ W} = 40 \text{ J per s}$

De lamp brandt 5 minuten = $5 \times 60 = 300$ s

De lamp gebruikt $300 \times 40 = 12\,000$ J.

Vermogen

Thuis zijn er veel elektrische apparaten. Het vermogen van deze apparaten is heel verschillend. Op veel apparaten zit een informatieplaatje (figuur 32). Op het plaatje staat of het apparaat op het stopcontact aangesloten moet worden (220 V). Er staat ook op hoe groot het vermogen is (het aantal W).

De tabel van figuur 33 geeft je een overzicht van vermogens van verschillende apparaten. Je kunt zien dat het vermogen van apparaten die warmte leveren hoog is. Het vermogen van apparaten voor beeld en geluid is juist klein.

Vermogen berekenen

Je kunt het vermogen van een apparaat uitrekenen:

- als je weet hoeveel energie een apparaat gebruikt heeft;

- hoe lang het apparaat gewerkt heeft.

Het vermogen is het energiegebruik per seconde.

$$\text{vermogen} = \frac{\text{energie}}{\text{tijd}}$$

De energie in J en de tijd in s geeft het vermogen in W.

VOORBEELD: Een boor werkt 50 s. De boor gebruikt dan 20 000 J.

GEVRAAGD: Bereken het vermogen van deze boor.

OPLOSSING: In 50 s gebruikt de boor 20 000 J

In 1 s gebruikt de boor $20\,000 : 50 = 400$ J

Het vermogen van deze boor is $400 \text{ J/s} = 400 \text{ W}$

FIG. 33 Een overzicht van vermogens van elektrische apparaten.

apparaat	vermogen
SL-lamp	8 W - 20 W
cassetdeck	10 W - 20 W
versterker	10 W - 80 W
gloeilampen	15 W - 100 W
televisie	60 W - 100 W
mixer	150 W
boor	550 W
koffiezetapparaat	800 W
broodrooster	900 W
stofzuiger	1 kW
magnetronoven	1,2 kW
elektrisch kacheltje	2 kW
wasmachine	3,5 kW

Samenvatting

Je kunt de *elektrische energie* die een apparaat gebruikt, uitrekenen.

Je moet dan het *vermogen* en de *tijd* weten.

$$\text{energie} = \text{vermogen} \times \text{tijd}$$

De *eenheid* van energie is joule (J).

Het vermogen is de *energie* die een apparaat *per seconde* gebruikt.

Je kunt het *vermogen* uitrekenen.

Je moet dan de gebruikte *energie* en de *tijd* weten.

$$\text{vermogen} = \frac{\text{energie}}{\text{tijd}}$$

De *eenheid* van vermogen is watt (W).

Het *vermogen* van elektrische apparaten kan heel verschillend zijn.

- 1 Leg uit wat vermogen is.
- 2 Een stofzuiger heeft een vermogen van 900 W. Wat wil dat zeggen?
- 3 Op het informatieplaatje van een magnetronoven staat 220 V, 750 W.
 - a Wat is het vermogen van deze magnetronoven?
 - b Wat betekent '220 V'?
- 4 Een lamp heeft een vermogen van 60 W.
 - a Wat wil dat zeggen?

De lamp brandt 200 seconden.

 - b Bereken hoeveel energie de lamp gebruikt in 200 s.
 - c Bereken hoeveel energie de lamp gebruikt in 6 minuten.
- 5 Je mixt met een staafmixer. In 200 s heb je mooie puree. Dat kost 20 000 J aan energie.
 - a Bereken het vermogen van de staafmixer.
 - b Hoeveel energie kost 5 minuten mixen?
- 6
 - a Noem een apparaat met een klein vermogen.
 - b Noem een apparaat met een groot vermogen.
- 7 Op een lamp staat 25 W. De lamp brandt 1 uur (= 3600 s).
 - a Bereken de energie die de lamp gebruikt.

Op een boor staat 800 W. Je gebruikt de boor 60 s.

 - b Bereken de energie die dat kost.
 - c Welk apparaat heeft het grootste vermogen?
 - d Welk apparaat heeft de meeste energie gebruikt?

T6 De prijs van elektrische energie

Elektrische energie moet je betalen. In de meterkast zit de kWh-meter. Die meet hoeveel elektrische energie je gebruikt in kWh.
1 kWh kost ongeveer f 0,25.

De eenheid kilowattuur

Eén kilowattuur (kWh) is de energie die een apparaat van 1000 W (= 1 kW) gebruikt als het apparaat één uur werkt.

energie = vermogen \times tijd

Het vermogen in kilowatt (kW) en de tijd in uren (h) geeft de energie in kilowattuur (kWh).

VOORBEELD 1: Een kachel heeft een vermogen van 2000 W (figuur 34). De kachel brandt 5 uur. Eén kWh kost f 0,25.

GEVRAAGD: Wat kost dat?

OPLOSSING: $2000 \text{ W} = 2000 : 1000 = 2 \text{ kW}$
 $\text{energie} = 2 \times 5 = 10 \text{ kWh}$
 Dit kost $10 \times f 0,25 = f 2,50$.

FIG. 34 Een energievreter van formaat.



VOORBEELD 2: Een lamp heeft een vermogen van 60 W. De lamp brandt 12 uur.

GEVRAAGD: Hoeveel kost dat?

OPLOSSING: $60 \text{ W} = 60 : 1000 = 0,060 \text{ kW}$
 $\text{energie} = 0,060 \times 12 = 0,72 \text{ kWh}$
 Dat kost $0,72 \times f 0,25 = f 0,18$

Je kunt de kosten van het energiegebruik dus berekenen:

- als je weet hoeveel kW het apparaat is;
- als je weet hoeveel uur het apparaat gewerkt heeft;
- als je weet wat 1 kWh kost.

Reken eerst het vermogen om in kW:

- P (in W) delen door 1000

Reken zo nodig de tijd om in uur:

- t (in s) delen door 3600

Bereken daarna de energie in kWh:

- $E = \text{aantal kW} \times \text{aantal uur}$

Bereken tenslotte de kosten van het energiegebruik:

- $\text{energiekosten} = \text{aantal kWh} \times \text{prijs van 1 kWh}$

Samenvatting

Een andere eenheid van energie is de *kilowattuur* (kWh).

Elektrische energie wordt meestal uitgerekend in kWh.

$\text{vermogen (in kW)} \times \text{tijd (in uur)} = \text{energie (in kWh)}$

Je kunt de *kosten* van de elektrische energie uitrekenen als je het aantal kWh en de prijs van 1 kWh weet.

- 1 a Wat is een kW?
b Wat is een kWh?
- 2 Op het informatieplaatje van een stofzuiger staat 1300 W
a Hoeveel kW is dat?
Je zuigt 2 uren.
b Hoeveel kWh gebruik je dan?
1 kWh kost f 0,30.
c Hoe duur is 2 uur stofzuigen?
- 3 Een computer met monitor heeft een vermogen van 500 W. Je zit 4 uur aan de computer te spelen.
a Hoeveel kW is de computer?
b Hoeveel elektrische energie heb je gebruikt?
Eén kWh kost f 0,25.
c Hoe duur is 4 uur spelen aan de computer?

FIG. 35 Een energierekening.

Afrekening van	Metertstand eind	Metertstand begin	Verbruik in eenheden	Preis p. eenheid in ct.	Verbruikbedrag	Vaste bedragen	BTW %	BTW-bedrag	Totaalbedrag incl. BTW
ELEK-D	9957	5634	4323	15,38	664,87	70,80	17,50	128,74	864,41
GAS	13041	10438	2603	41,868	1089,82	88,41	17,50	206,19	1384,42
WATER	689	570	119	89,29	106,26	56,55	6,00	9,77	172,58
Overeen									
CENTRALE ANTENNE INRICHTING				OKT 93 T/M SEP 94	129,48	17,50		22,66	152,14
AFVALSTOFFENHEFFING				OKT 93 T/M SEP 94	218,25				218,25
VERONTREINIGINGSHEFFING				OKT 93 T/M SEP 94	189,09				189,09
Totaal in afrekenperiode								367,36	2980,89
In rekening gebrachte voorschotten (betreft niet dat deze alle betaald zijn)									
								117,96-	3168,00-
Saldo afrekenperiode								249,40	187,11-
Nieuw voorschot over de periode				OKT 94	29,69				243,00
BTW toegenomen in deze afrekening								279,09	
									55,89

- 4 Vraag thuis om de energierekening. Heb je die niet, gebruik dan figuur 36.
a Hoeveel elektrische energie gebruiken jullie in één jaar?
b Hoeveel kost dat?
c Hoeveel elektrische energie gebruiken jullie per dag?
d Hoeveel kost dat?
e Vind je dat veel?
Soms staat er op de rekening of je meer of minder energie dan daarvoor hebt gebruikt.
f Waarom doet de elektriciteitsmaatschappij dat?
- 5 We gebruiken te veel elektrische energie. Dat is niet goed voor het milieu. Je kunt energie besparen.
Wat zou je thuis kunnen doen om elektrische energie te besparen?
- 6 Op een avond branden 4 lampen van 60 W. En de radio van 200 W staat aan. Het is een lange winteravond van 6 uur.
a Wat is het vermogen van alle apparaten samen?
b Bereken hoeveel kWh de apparaten samen gebruiken.
1 kWh kost f 0,30.
c Wat kost zo'n avondje aan elektrische energie?

H1 Nieuwe begrippen

Schrijf wat hieronder staat over in je schrift. Soms moet je iets invullen. Neem alleen over wat goed is. Als je iets niet weet, zoek het dan op in de theorie.

1 Weerstand

Met een weerstand kun je de stroom in een schakeling regelen.

a Door een grote weerstand kan de stroom makkelijk/moeilijk.

b Door een kleine weerstand kan de stroom makkelijk/moeilijk

c Teken het symbool van een weerstand.

Van een regelbare weerstand kan de weerstand groter of kleiner gemaakt worden.

d Teken het symbool van een regelbare weerstand.

2 NTC

a De weerstand van een NTC wordt groter/kleiner als de NTC warm wordt.

b De weerstand van een NTC wordt groter/kleiner als de weerstand koud wordt.

c Je kunt een NTC gebruiken om

d Teken het symbool van een NTC.

3 LDR

a De weerstand van een LDR wordt kleiner als er op valt.

b Je kunt een LDR gebruiken om

c Teken het symbool van een LDR.

4 Diode

a Een diode laat de stroom

b Teken het symbool van een diode.

5 LED

a Een LED is een die

b Als een LED geeft loopt er wel/geen stroom door de LED.

c Een LED wordt vaak gebruikt als omdat het

d Teken het symbool van een LED.

6 Transistor

a Een transistor is te vergelijken met een

b Loopt er een stroom door de transistor, dan is de open/dicht.

c Teken het symbool van een transistor.

7 Condensator

a In een condensator kun je opslaan.

b Een condensator kan heel snel leeglopen, zodat er een loopt.

c Teken het symbool van een condensator.

8 **a** Het vermogen van een elektrisch apparaat is

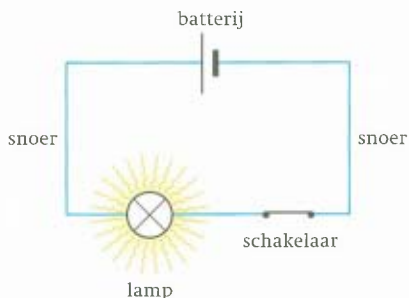
b De eenheid van vermogen is

c De kWh is een eenheid van

d Het aantal kWh is gelijk aan ×

H2 Onderdelen van een schakeling

FIG. 36 Een eenvoudige schakeling.



Het lampje in de schakeling van figuur 36 brandt. In het lampje wordt elektrische energie omgezet in warmte en licht.

- 1
 - a Waar komt die energie vandaan?
 - b Waar zorgen de snoertjes voor?
In een snoertje zit een koperdraad.
 - c Waar is het koperdraad voor?
Een snoertje heeft een plastic mantel.
 - d Is plastic een geleider of een isolator?
- 2 In een schakeling zit vaak een schakelaar.
 - a Waar dient een schakelaar voor?
Een lamp brandt.
 - b Is de schakelaar dan open of dicht? Geef een toelichting.
 - c Wat zou je als schakelaar kunnen gebruiken?
Kies uit weerstand, diode, LDR, transistor, NTC, LED, spanningsbron.
- 3 De schakeling van figuur 36 wordt veranderd. Men zet een weerstand in serie met de lamp.
 - a Teken het nieuwe schema.
 - b Waarom brandt de lamp nu minder fel?
Met een regelbare weerstand kun je zelf bepalen hoe fel de lamp brandt.
 - c Waarom is dat zo?
 - d Wat weet je van de weerstand als de lamp fel brandt?
 - e Wat moet je doen om de lamp minder fel te laten branden?
- 4 Een voorwerp met veel weerstand laat de stroom moeilijk door.

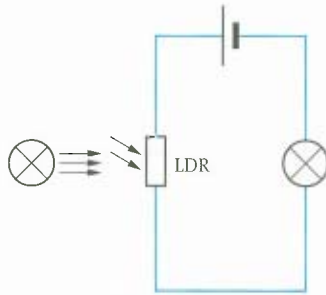
Een snoer heeft een kleine weerstand. De stroom kan er gemakkelijk doorheen.

 - a Door een open schakelaar kan de stroom makkelijk/moeilijk.
 - b Wat weet je van de weerstand van een open schakelaar?
 - c Wat weet je van de weerstand van een diode als er stroom door gaat?
 - d Wat weet je van de weerstand van een diode als er geen stroom door kan?
 - e Wat weet je van de weerstand van een NTC als de NTC koud is?
 - f Wat weet je van de weerstand van een NTC als de NTC warm is?
 - g Wat weet je van de weerstand van een LDR als er licht op valt?
 - h Wat weet je van de weerstand van een LDR als het donker is?
- 5
 - a Wat is het bijzondere van een diode?
 - b Waar kun je een diode voor gebruiken?
 - c Wat is het bijzondere van een LED?
 - d Waar kun je een LED voor gebruiken?

H3 Apparaten gebruiken

- 6 **a** Wat is het bijzondere van een LDR?
b Wanneer zul je een LDR gebruiken?
 Het licht van een lamp valt op een LDR. Een andere lamp staat in serie met de LDR. In figuur 37 zie je de schakeling.
c Wat gebeurt er als iemand door de lichtbundel loopt?

FIG. 37 Een lamp in serie met een LDR.



- 7 Wanneer zul je een NTC gebruiken?
 8 Waar kun je een transistor voor gebruiken?
 9 **a** Teken het schema van een schakeling waarin een condensator wordt opgeladen.
b Wat kun je met een condensator doen?
c Wat is het voordeel van een condensator?

Vermogen

Met het vermogen van een apparaat wordt bedoeld: de energie die het apparaat in één seconde gebruikt. De eenheid van vermogen is watt (W). 1 watt is 1 joule per seconde.

VOORBEELD: Een lamp gebruikt 300 J elektrische energie in 5 s. De lamp gebruikt in één seconde $300 : 5 = 60$ J. Het vermogen van de lamp is 60 W.

Het vermogen van een apparaat kun je als volgt berekenen. Deel de gebruikte energie door de tijd dat het apparaat werkt.

$$\text{vermogen} = \frac{\text{energie}}{\text{tijd}}$$

- 1 Een strijkbout gebruikt in 6 s 1200 J energie. Hoeveel energie gebruikt de strijkbout in één seconde?
- 2 Een koelkast staat 30 s aan. De koelkast gebruikt 6000 J aan elektrische energie. Een lamp brandt één uur (dat is 3600 s). De lamp zet 90 000 J elektrische energie om in licht en warmte.
 - a** Welk apparaat gebruikt de meeste energie?
 - b** Hoeveel is dat?
 - c** Welk apparaat gebruikt de meeste energie in één seconde?
 - d** Bereken het vermogen van beide apparaten.

Een andere eenheid van vermogen is kilowatt (kW).
 1 kW = 1000 W; 1 W = 0,001 kW

- 3 Neem over en vul in:
- | | | | |
|------|------|-------|----|
| 180 | kW = | | W |
| 1250 | W = | | kW |
| 0,5 | kW = | | W |
| 750 | W = | | kW |
| 15 | kW = | | W |
| 60 | W = | | kW |

Energie

Het vermogen geeft aan hoeveel energie een apparaat in één seconde gebruikt. Als je weet hoeveel seconden het apparaat werkt, kun je uitrekenen hoeveel energie het apparaat gebruikt.

De eenheid van energie is joule (J).

VOORBEELD: Een lamp heeft een vermogen van 75 W.

De lamp brandt 100 s.

De lamp gebruikt 75 J in 1 s.

In 100 s dus $75 \times 100 = 7500$ J.

De energie kun je als volgt berekenen.

Vermenigvuldig de energie die in één seconde gebruikt wordt met het aantal seconden.

energie = vermogen \times tijd

- 4 Het vermogen van een televisie is 100 W. De televisie staat 1 uur aan.
Bereken hoeveel energie de televisie heeft gebruikt.
- 5 Een lamp met een vermogen van 60 W brandt 20 s.
Bereken hoeveel energie de lamp gebruikt.
- 6 Een boor heeft een vermogen van 600 W. Je boort 1 minuut.
Bereken hoeveel energie de boor gebruikt.
- 7 Een apparaat gebruikt in 30 s 1500 J energie.
a Bereken het vermogen van het apparaat.
b Bereken hoeveel energie dit apparaat gebruikt in 1 uur.
- 8 Een cassette recorder gebruikt in 60 s 1500 J aan energie.
a Bereken het vermogen van de cassette recorder. Deze cassette recorder staat een hele avond aan. Dat is 5 uur.
b Bereken hoeveel energie dat kost.

Elektrische energie in kWh

Als een apparaat lang aanstaat, wordt er veel energie omgezet. Een straalkachel van 2000 W zet in 5 uur 36 miljoen J om in warmte.

Het elektriciteitsbedrijf werkt met een andere eenheid van energie: de kilowattuur (kWh).

Tot nu heb je de energie berekend door het vermogen (in watt) te vermenigvuldigen met de tijd (in seconde). Je krijgt dan de energie in joule.

Neem je het vermogen in kilowatt (kW) en de tijd in uur (h), dan krijg je de energie in kilowattuur. Dus: vermogen (in kW) \times tijd (in h) = energie (in kWh)

VOORBEELD: Een straalkachel heeft een vermogen van 2000 W. Dat is 2 kW. De straalkachel staat 5 uur aan. De straalkachel gebruikt $2 \text{ kW} \times 5 \text{ h} = 10 \text{ kWh}$.

- 9 Een klopper heeft een vermogen van 2 kW. Je boort 3 uur.
Bereken hoeveel energie je gebruikt in kWh.
- 10 Een bakoven heeft een vermogen van 1500 W. Je bakt in 2 uur een taart.
a Bereken hoeveel energie dat kost in J.
b Bereken hoeveel energie dat kost in kWh.
- 11 Een fornuis heeft een vermogen van 2000 W. Het fornuis staat 3 uur aan.
a Bereken hoeveel energie in J het fornuis gebruikt.
b Bereken hoeveel energie in kWh het fornuis gebruikt.
- 12 Neem de tabel van figuur 38 over in je schrift. Vul de ontbrekende getallen in. Je mag zelf bepalen of je kWh of J gebruikt.

FIG. 38 Vul de ontbrekende getallen in.

apparaat	P	E	t
1	10 W	****	1 min
2	****	1000 J	8 s
3	3 W	600 J	****
4	45 W	****	6 uur

- 13 Maak een samenvatting van dit herhaalblad.

E1 Zelf spanningsbronnen maken

Als we een lampje aansluiten op een batterij, gaat dat lampje branden. De spanning tussen de polen of aansluitklemmen van de batterij zorgen voor een *stroom* door het lampje.

Waar komt de *spanning* tussen de aansluitklemmen vandaan?

In een batterij vindt een chemische reactie plaats. Bij deze reactie loopt er stroom in de batterij. De energie die hiervoor nodig is, ontstaat uit *chemische energie*. De chemische energie wordt in de batterij omgezet in *elektrische energie*.

In deze extrastof ga je zelf een spanningsbron maken. Je onderzoekt eerst welke materialen je daarvoor het best kunt gebruiken. Aan het eind van de extrastof kijken we naar een gewone batterij.

1 Een citroen als spanningsbron (figuur 39).

BENODIGDHEDEN:

- een citroen;
- twee stukjes ijzerdraad;
- twee stukjes koperdraad;
- een spanningsmeter.

Neem twee stukjes ijzerdraad.

Steek beide draden in een citroen. De draden mogen elkaar niet raken.

Sluit de spanningsmeter aan op beide draden.

a Meet de spanning tussen beide draden.

Noteer de gemeten waarde.

Steek nu twee stukjes koperdraad in de citroen.

b Meet opnieuw de spanning en noteer deze.

c Doe hetzelfde voor een stukje koperdraad en een stukje ijzerdraad.

d Wanneer ontstaat er een spanning?



FIG. 39 Een 'spannende' citroen.

De draden in de citroen reageren met het citroensap. Verschillende draden reageren blijkbaar verschillend met het citroensap.

2 Onderzoek naar de beste materialen.

We onderzoeken nu welke materialen je het best kunt gebruiken om een spanningsbron te maken. Voor dit onderzoek heb je het volgende nodig:

- metalen plaatjes van koper, zink, ijzer, aluminium;
- een koolstofstaafje;
- een bekersglas;
- kraanwater;
- pekel (oplossing van keukenzout in water);
- verdund zuur;
- een spanningsmeter;
- schuurpapier.

OPSTELLING: Je vult eerst het bekersglas met een van de vloeistoffen.

Plaats dan twee elektroden in de vloeistof: de metalen plaatjes of een metalen plaatje en het koolstofstaafje. De elektroden vormen de polen van de spanningsbron. Meet daarna de spanning tussen de elektroden (figuur 40).

Neem telkens andere elektroden. Gebruik ook verschillende vloeistoffen.

Zo kun je onderzoeken welke combinatie het meest geschikt is als spanningsbron.

UITVOERING: Schuur de (metalen) elektroden goed schoon met schuurpapier.
 Spoel ze daarna af onder de kraan.
 Vul het bekglas met kraanwater.

- a** Meet voor verschillende paren elektroden de spanning tussen de elektroden.
 Neem de tabel van figuur 41 over. Noteer in de tabel alle gemeten waarden.
 Schuur de elektroden weer en spoel ze af onder de kraan.
 - b** Herhaal de metingen met pekels.
 - c** Maak de elektroden weer schoon. Herhaal de metingen met verdund zuur.
- LET OP: verdund zuur is agressief; spoel de elektroden na het meten goed af onder de kraan.

FIG. 40 Opstelling.

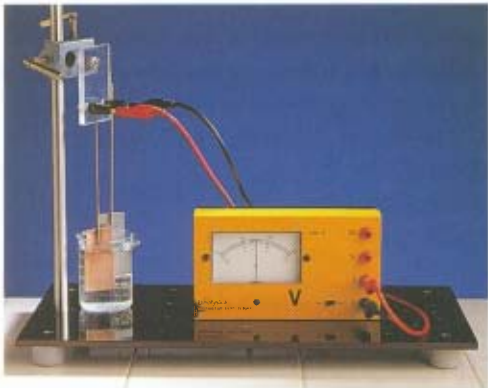


FIG. 41 Tabel voor de gemeten waarden. Vul steeds de gemeten spanning in V in.

elektroden	water	pekels	verdund zuur
koper en ijzer	++++	++++	++++
koper en aluminium	++++	++++	++++
koper en koolstof	++++	++++	++++
koper en zink	++++	++++	++++
ijzer en aluminium	++++	++++	++++
ijzer en koolstof	++++	++++	++++
ijzer en zink	++++	++++	++++
zink en koolstof	++++	++++	++++
zink en aluminium	++++	++++	++++
aluminium en koolstof	++++	++++	++++

- 3** De zelfgemaakte spanningsbron
 Kies de beste combinatie van vloeistof en elektroden. Onderzoek nu of je zelf een goede spanningsbron gemaakt hebt.
 Daarvoor moet je meten hoe lang een lampje op jouw bron kan branden.
 Voor deze meting heb je extra nodig:
 - een schakelaar;
 - een lampje;
 - een stopwatch.
 Schuur de elektroden goed schoon. Spoel ze af onder de kraan.
 Sluit het lampje in serie met een schakelaar aan op de spanningsbron.
 - a** Meet hoe lang het lampje brandt.
 Noteer de gemeten waarde.
 - b** Zou je deze zelfgemaakte spanningsbron in de praktijk kunnen gebruiken?
 Licht je antwoord toe.
- 4** Een 4,5 V-batterij en een accu (6 V of 12 V) zitten op dezelfde manier in elkaar.
 Probeer de volgende vragen te beantwoorden.
 Gebruik zo nodig boeken uit de bibliotheek.
 - a** Welke vloeistof zit in een accu?
 - b** Waar zijn de elektroden van een accu van gemaakt?
 - c** Hoeveel elektroden heeft een 6 V-accu?
 - d** Hoe zijn de elektroden in een 6 V-accu geschakeld?
 - e** Hoe groot is de spanning tussen de eerste en de tweede elektrode van een accu?
 - f** Welke (vloeistof)stoffen gebruikt men in een 4,5 V-batterij?
 - g** Waar zijn de elektroden van een 4,5 V-batterij van gemaakt?
 - h** Maak een tekening van een 4,5 V-batterij.
 - i** Welk voordeel heeft een 4,5 V-batterij boven een accu?
 - j** Welk voordeel heeft een accu boven een 4,5 V-batterij?

E2 Onweer

Onweer is een indrukwekkend natuurverschijnsel. Iedereen heeft wel eens onweer gezien en gehoord. Onweer heeft met elektriciteit te maken.

- 1 Wrijf een plastic balpen met je trui.
Houd de pen daarna vlak boven kleine snippers papier.
a Wat gebeurt er?
Houd de gewreven balpen vlak bij een dun waterstraaltje.
b Wat gebeurt er?
c Wat weet je nu?

De vorige proefjes hebben te maken met *statische* elektriciteit. Als je met je trui over een plastic staafje wrijft, wordt het staafje elektrisch geladen. Het staafje kan dan een kleine kracht op andere voorwerpen uitoefenen.



FIG. 42 Opgeladen door een vandegraaffgenerator.

Je hebt wel eens eerder iets van statische elektriciteit gemerkt. Als je in de winter je trui uittrekt, kun je geknetter horen. Doe je dat in het donker, dan kun je kleine vonkjes zien. Ook worden je haren statisch geladen.

Er zijn apparaten die dat beter doen dan een trui. Met een vandegraaffgenerator kun je iemands haren recht overeind laten staan (figuur 42). Je kunt ook vonken maken met zo'n apparaat (figuur 43).

- 2 **a** Bij welke proef uit dit blok heb je ook vonken gezien?
b Wat gebeurt er blijkbaar bij dat proefje?

Onweer en bliksem

De grootste vonken op de wereld zie je bij een onweer. In een onweerswolk kan een *elektrische stroom* gaan lopen. De onweerswolk werkt dan als *spanningbron*. Als de spanning groot genoeg is, springt er een vonk over naar een andere wolk. De vonk kan ook overspringen naar de aarde. Dat is de *bliksem*.

Een onweerswolk ontstaat bij *warm weer*. Warme, vochtige lucht stijgt op. Zo kan er een grote, hoge wolk ontstaan. Soms is die wel 15 km hoog. In de opstijgende lucht zitten kleine waterdruppels. Hoog in de lucht is het erg koud. Daar bevriest dat water. De opstijgende lucht wrijft langs de ijskristalletjes. Daardoor worden ze elektrisch geladen.

Als de spanning groot genoeg is, kan er een vonk overspringen. Door de lucht!

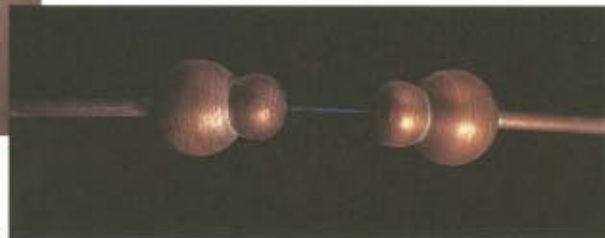


FIG. 43 Vonken trekken met een vandegraaffgenerator.

FIG. 44 De gevaren van onweer.

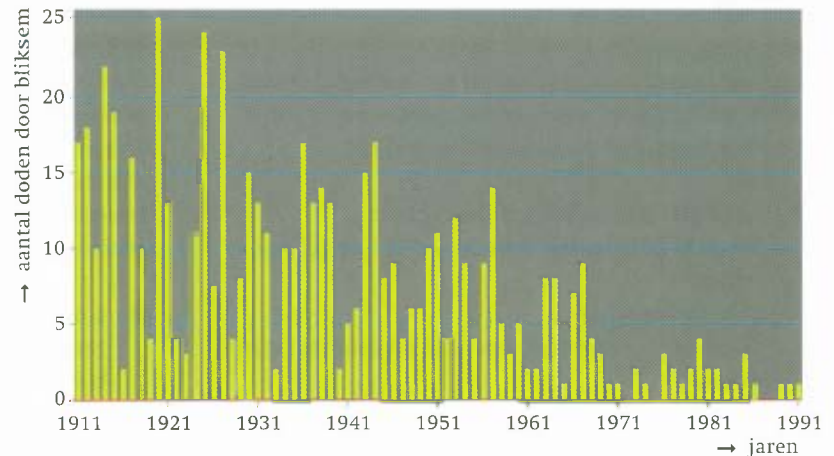
Aantal doden door bliksem in Nederland sedert 1911

Het aantal jaarlijkse onweerdoden is sinds het begin van deze eeuw sterk afgenomen. Er zijn ongeveer vijf maal zoveel gewonden als doden. De afname komt waarschijnlijk grotendeels door het toegenomen auto-gebruik, door meer hoge gebouwen en andere bliksemafleiders en doordat men beter de gevaarlijke situaties weet te vermijden. Boeren hooien minder (dus ook bij dreigend onweer), maar kuilen het gras in. Ze zitten bovendien in tractoren met kooiconstructies die net zoveel bescherming bieden als auto's. Huizen worden veiliger gebouwd en meer gebouwen zijn door bliksemafleiders beschermd. Sporters, recreanten en badgasten vormen een kleine, maar nieuwe risicogroep (bron CBS).

- 3 Voor een vonk van een paar cm door de lucht is een heel grote spanning nodig.
- a Hoe weet je dat die spanning veel groter moet zijn dan de 220 V van het stopcontact?
 - b Wat zouden we in onze huizen moeten veranderen als 220 V genoeg was voor een vonk van 1 cm?

Gevaarlijk onweer

Als je geraakt wordt door de bliksem is dat *gevaarlijk*. Er loopt dan een stroom door je heen. Die zorgt voor *brandwonden*. Veel erger is dat daardoor je *hart* van slag raakt. Je hart staat even stil. Je houdt op met ademen. Meestal gaat je hart vanzelf weer kloppen. De meeste dodelijke slachtoffers van de bliksem vallen doordat ze te lang niet ademen. Door mond-op-mondbeademing (of een andere vorm van beademing) kunnen gelukkig vaak levens gered worden.



Hoe kun je geraakt worden door de bliksem?

Bliksem is een elektrische stroom. De elektrische stroom zoekt een weg naar de *aarde*. Liefst door een *geleider* (bijvoorbeeld een bliksemafleider). Door de lucht gaat de stroom moeilijk. Als er andere stoffen zijn (een natte boom, een mens) neemt de stroom liever die *makkelijke weg*. De bliksem zal gemakkelijker inslaan op een *hoog voorwerp*. Dan is de weg door de lucht *zo kort mogelijk*.

Mensen kunnen op verschillende manieren getroffen worden door de bliksem.

Het kan een *directe* blikseminslag zijn. De stroom gaat zelden door het hoogste punt. Meestal gaat de stroom door de ogen, de oren, de mond of de neus het lichaam binnen. De stroom komt via de huid weer naar buiten. Vaak zijn huid en kleren nat. Hier kan de stroom goed langs. Er ontstaan alleen *brandwonden*. Bij een *indirecte* blikseminslag gaat de stroom eerst door een ander voorwerp (vaak een boom) en pas daarna door de persoon. De stroom gaat makkelijk door de natte bladeren van een boom. De stroom gaat moeilijk door de stam.

4 Wat weet je nu van de weerstand van:

a natte bladeren?

b de stam?

c een mens?

5 Hoe kun je voorkomen dat je door een indirecte inslag getroffen wordt?

Stroom door de grond

Vlak bij het punt van een blikseminslag loopt een *grote stroom* door de grond. Dit is meestal niet gevaarlijk voor een mens. In het ergste geval gaat er een stroom door je voeten. Koeien kunnen er wel dood aan gaan. De stroom kan via de achterpoten naar de voorpoten lopen. Dan loopt de stroom via het hart.

Als je een onweer ziet aankomen, zoek dan snel een *veilige plaats* op. Niet veilig zijn het open veld, op een heuvel, in het water en in een boot.

Als je nergens heen kunt, ga dan zo laag mogelijk gehurkt zitten. Niet op de grond gaan liggen!

In een auto zit je veilig. Zelfs als de auto geraakt wordt door de bliksem.

6 **a** Waarom kun je bij onweer het best gehurkt op de grond gaan zitten, met de benen bij elkaar (zie figuur 45)?

b Waarom moet je niet op de grond gaan liggen?

FIG. 45 De meest veilige houding bij onweer.



7 **a** Waarom moet je bij een onweer al een veilige plaats zoeken voordat het onweer losbarst?

b Wat zijn veilige plaatsen?

c Wat zijn beslist geen veilige plaatsen?

8 Je zit in een auto tijdens een verschrikkelijk onweer. De bliksem slaat in op de auto. Je komt er goed van af.

a Waarom ben je in een auto veilig?

b Wat weet je nu van de weerstand van een auto?

c Waarom kun je na een paar minuten (als het onweer weg is) de auto zonder gevaar verlaten?

9 Als de tijd tussen bliksem en donder 3 tellen is (3 seconden), dan is het onweer ongeveer een kilometer van je vandaan.

a Waarom zie je altijd eerst de bliksem en hoor je even later de donder?

b Bereken de snelheid van het geluid.

Er verloopt 7 tellen tussen de bliksem en de donder.

c Bereken hoe ver het onweer dan van je vandaan is.

10 Maak een samenvatting van deze extrastof. Dat kan in de vorm van een verhaal. Het mag ook een poster zijn.

E3 Oefenvragen en opgaven

1 SL-lampen

Het vermogen van een SL-lamp is niet zo groot. Toch geeft een SL-lamp veel licht. Jan koopt een SL-18 in plaats van een lamp van 75 W. Hij wil weten hoeveel geld hij bespaart.

In een folder vindt hij de volgende gegevens:

Een lamp van 75 W kost gemiddeld f 1,50 en heeft 1000 branduren.

De SL-18 heeft een vermogen van 18 W en heeft 5000 branduren.

Een SL-18 kost f 24,-.

1 kWh kost 30 cent.

a Bereken hoeveel kWh een lamp van 75 W gebruikt als hij 5000 uur brandt.

b Bereken hoeveel kWh een SL-18 lamp gebruikt in 5000 uur.

c Hoeveel kost 5000 uur licht van de lamp van 75 W? Denk eraan dat je dan wel 5 lampen moet kopen.

d Hoeveel kost 5000 uur licht van een SL-18?

e Hoeveel geld bespaart Jan?

f Wat zijn nadelen van een SL-lamp?

2 Een elektronenflitser

In een elektronenflitser zit een condensator. De condensator wordt via een weerstand opgeladen (figuur 46). De spanning van de batterij is 9 V. Als we schakelaar S_1 sluiten, gaat er een stroom lopen door de weerstand. In figuur 47 zie je hoe de stroom verandert na het sluiten van S_1 .

a Verklaar het verloop van de grafiek.

Neem de grafiek over in je schrift.

b Teken met een andere kleur hoe de grafiek zou lopen bij een grotere weerstand R .

c Wat is het nadeel van een grotere weerstand R ?

d Leg uit wat er gebeurt als S_2 wordt gesloten.

FIG. 46 De schakeling van een elektronenflitser.

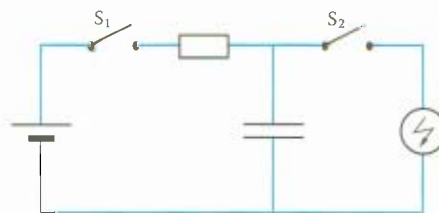
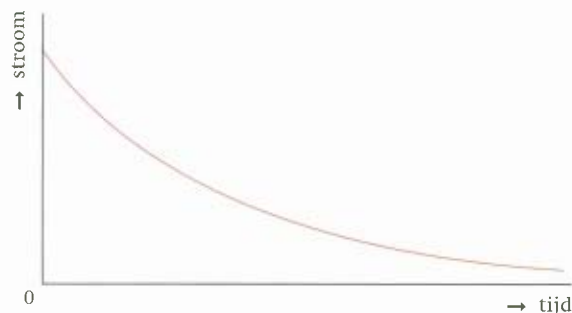


FIG. 47 De stroom tijdens het opladen van de flitser.



3 Schakeling met vertraging

In figuur 48 zie je een schakeling voor een lamp. De lamp gaat pas branden als schakelaar S al enige tijd gesloten is.

a Leg uit hoe de schakeling werkt.

b Waarom duurt het even voordat de lamp aangaat?

c Hoe moet je de schakeling veranderen als je wilt dat de lamp sneller aangaat nadat S gesloten wordt?

FIG. 48 Licht met vertraging.

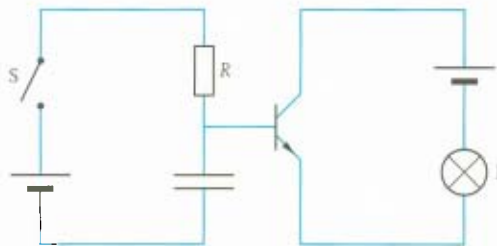
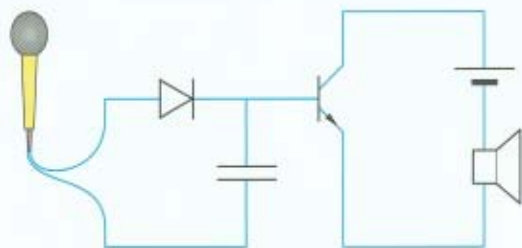


FIG. 49 een schakeling met een microfoon.



4 Een babyfoon

In figuur 49 zie je een schakeling met een microfoon. De microfoon vangt geluid op. Een microfoon werkt als een spanningsbron.

Als de microfoon geluid opvangt, wordt de condensator opgeladen.

Als de condensator ver opgeladen is, gaat de transistor geleiden.

a Wat gebeurt er dan?

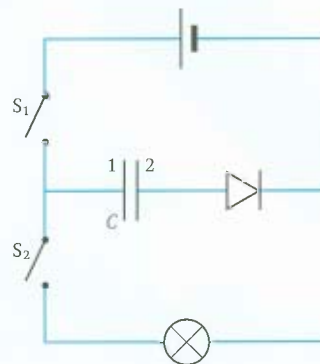
Iemand wil deze schakeling als babyfoon gebruiken. Als de baby enige tijd geluid maakt, moet het alarm afgaan. Huilt de baby een paar keer kort, of komen er geluiden van buiten, dan hoeft er niemand te gaan kijken.

b Waarom is deze schakeling daar niet geschikt voor?

Om de schakeling geschikt te maken moet de condensator langzaam leeg lopen, als er geen geluid is.

c Neem de schakeling over. Teken in de schakeling een weerstand, zodat de condensator leeg kan lopen over die weerstand.

FIG. 50 Een schakeling met diode en condensator.



5 Een schakeling met diode en condensator

Een elektrolytische condensator (kortweg elco) is een speciale condensator. Een elco gaat kapot als je hem verkeerd aansluit. In figuur 50 is een schakeling getekend. De diode zorgt ervoor dat de stroom maar op één manier door de elco kan.

a Wat gebeurt er als je schakelaar S_1 sluit?

b Wat gebeurt er als de batterij andersom zit en je sluit S_1 ?

Je moet een lampje zó in de schakeling opnemen dat de stroom van de condensator door het lampje gaat als S_2 gesloten wordt.

c Neem figuur 50 over in je schrift en maak de schakeling af.

6 Een buitenlamp

Mijn buurman heeft een buitenlamp. Als het donker wordt, gaat de lamp vanzelf aan. Mijn buurman heeft een schakeling gemaakt met een LDR en een transistor. En die doet het.

a Bedenk zelf zo'n schakeling. Teken het schema. De schakeling werkt. Maar mijn buurman is niet handig. Hij heeft de LDR zó geplaatst dat de lamp aan en uit gaat als het donker wordt.

b Leg uit hoe dat mogelijk is.

c Wat moet de buurman veranderen, zodat de lamp aan blijft als het buiten donker is?