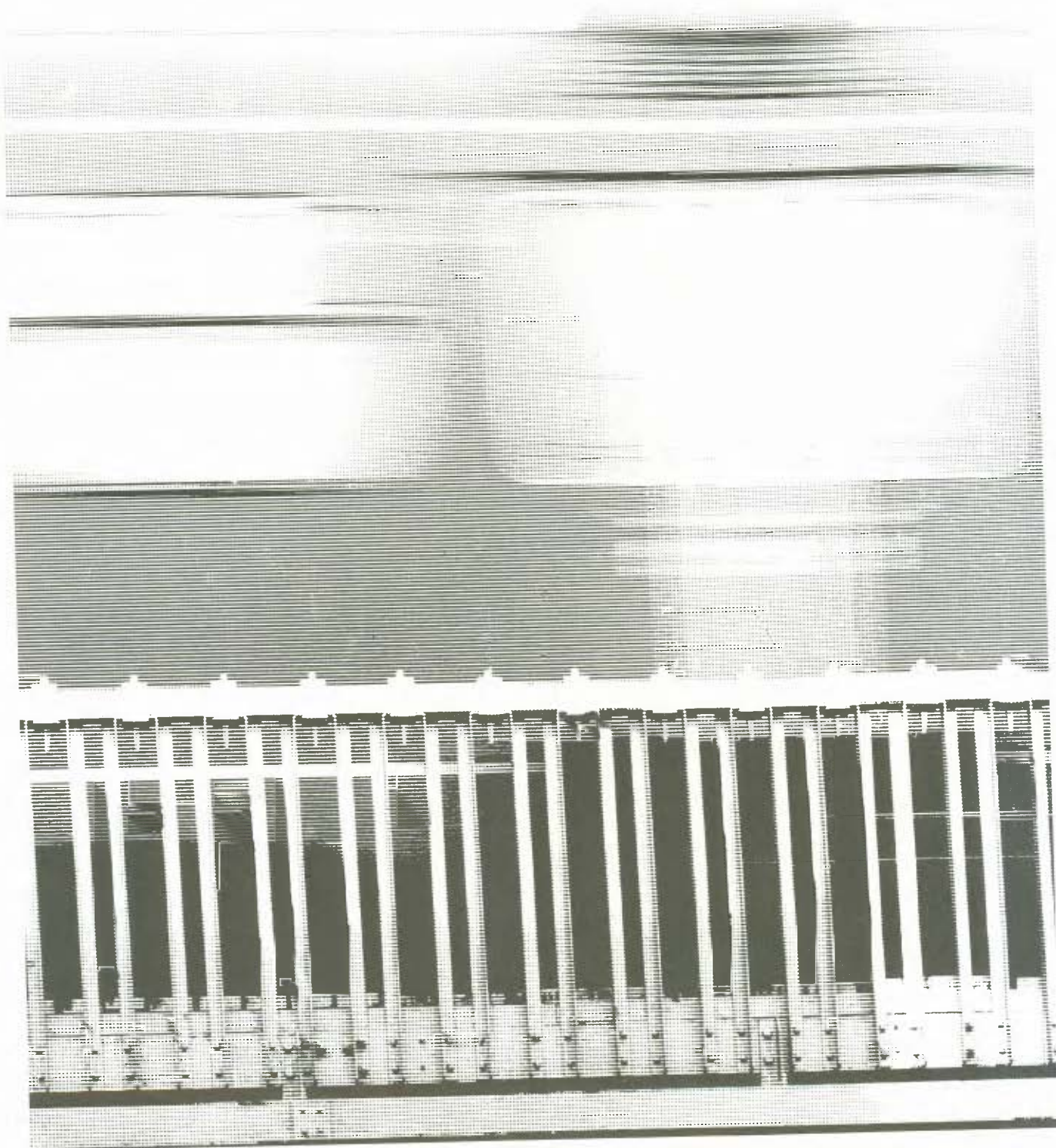


## Blok 6 | Energie (1)



# Blok 6 Energie

## Inhoudsopgave basisstof

	<b>bladzijde</b>
P 1. Energiesoorten uit het dagelijks leven	5
P 2. Er zijn nog meer energiesoorten	6
P 3. Energie gaat nooit verloren	8
T 1. Energiesoorten uit het dagelijks leven	11
T 2. Je ontdekt nieuwe energiesoorten	11
T 3. Energie gaat nooit verloren	13
W 1. Energiesoorten uit het dagelijks leven	15
W 2. Nieuwe energiesoorten	16
W 3. Energie gaat nooit verloren	17

De volgorde waarin je de paragrafen het beste kunt doorwerken is:

P 1, T 1, W 1, P 2, T 2, W 2, P 3, T 3, W 3.

## Overzicht differentiële stof

<b>Herhaalstof</b>	<b>bladzijde</b>
H 1. Energiesoorten en energieomzettingen	18
H 2. Wet van behoud van energie	21
H 1. Antwoordblad	22
H 2. Antwoordblad	22

Hieronder staan de extra stof bladen, die je kunt doen na dit blok.

Wil je meer weten over de inhoud van deze bladen, lees dan de catalogus voor de extra stof.

### **Extra stof bij je eigen lesmateriaal**

74. De elektriciteitscentrale	23
76. We maken een zonnemotor	25
113. Vermogen	28
Antwoordblad bij blad 113	31

### **Extra stof die in de klas aanwezig is**

77. Windmolens	
78. Het gebruik van 'natuurlijke' energiebronnen	
80. Wat kost een avond huiswerk maken, elektrisch gezien	

## Blok 6 Leerdoelen

### Wat moet je kunnen aan het eind van blok 6

**1**

Je moet weten dat energie kan worden omgezet.

**Te vinden in:**

**T 1, T 2**

**2**

Je moet van een voorwerp dat energie bezit kunnen zeggen van welke soort deze energie is.

**P 1, P 2**

**3**

Je moet van de proeven van P 1 en P 2 kunnen zeggen welke energie-soorten aan het begin en aan het einde van de proef voorkomen.

**P 1, P 2**

**4**

Bij een proef vinden soms verschillende energieomzettingen achter elkaar plaats. Van zo'n proef moet je kunnen zeggen welke energiesoorten achter elkaar voorkomen.

**P 2, W 2**

**5**

Je moet weten dat bij een energieomzetting de totale hoeveelheid energie voor en na de omzetting hetzelfde is.

**T 3**

**6**

Het lijkt vaak dat 'energie gaat nooit verloren' niet waar is. Je moet weten wat hiervan de oorzaak is.

**T 3, P 3**

**7**

Je moet weten hoe de eenheid van energie heet.

**T 3**

**8**

Je moet de wet van behoud van energie kunnen toepassen, dat betekent dat je de vragen van W 3 moet kunnen beantwoorden.

**W 3**

**9**

Je moet minstens drie voorbeelden kunnen geven waarbij elektrische energie wordt omgezet in een andere energiesoort.

**P 3**

**10**

Je moet weten wat een voedingsmiddelentabel is.

**T 3**

**11**

Je moet met behulp van een voedingsmiddelentabel het aantal joule van een eenvoudige maaltijd kunnen berekenen.

**W 3**





## Blok 6 Praktikum

### P 1 Energiesoorten uit het dagelijks leven

Je raakt al aardig vertrouwd met deze kreten . . .

Ze hebben te maken met energie. Energie, die we nodig hebben om te kunnen leven, om ons huis te verwarmen of om machines te laten draaien. Maar weet je ook wat energie is?

Bekijk een gasvlam. Bij verbranding van het gas ontstaat er warmte. warmte is een soort energie. Vóór de verbranding zat die energie dus in het gas. Het gas noemt men daarom een **energiebron**.

Een ander voorbeeld is een watermolen. Deze bezit een waterrad dat door stromend water gaat draaien. Je kunt zeggen dat stromend water een energiebron is, alhoewel je de energie niet kunt zien. Je weet echter dat stromend water energie bezit, omdat het draaiende rad aangesloten op een dynamo elektriciteit levert. En elektriciteit is ook een soort energie.

Bij de volgende proefjes wordt steeds energie gebruikt. Noteer wat de energiebron is en wat voor soort energie er ontstaat.

1.\*

Laat een motortje op een batterij draaien.

Wat is de energiebron? .....

Wat ontstaat er? .....

2.\*

Sprint hard weg op de fiets.

Wat is de energiebron? .....

Wat ontstaat er? .....

3.\*

Blaas tegen een windmolentje.

Wat is de energiebron? .....

Wat ontstaat er? .....

4.\*

Laat een bromfiets rijden.

Wat is de energiebron? .....

Wat ontstaat er? .....

5.\*

Rem de band van een sneldraaiend fietswiel met je hand af.

Wat is de energiebron? .....

Wat ontstaat er? .....

6.\*

Laat een kaars branden.

Wat is de energiebron? .....

Wat ontstaat er? .....

\*) Een sterretje bij een proef betekent dat je die proef ook thuis kunt doen.



Is het je opgevallen dat wat er ontstaat weer energie bezit?  
Dit zien we bij een rijdende fiets.  
De dynamo van een rijdende fiets levert elektriciteit. Een rijdende fiets bezit dus energie.

In de proefjes tot nu toe ben je de volgende **energiesoorten** tegengekomen: **bewegingsenergie**, **warmte**, **chemische energie** en **elektrische energie**.

In elk proefje wordt de ene energiesoort omgezet in de andere. Ga voor de proeven 1 t/m 6 na welke energiesoorten er worden omgezet in elkaar.

Bij proef 1 wordt elektrische energie omgezet in bewegingsenergie.

Bij proef 2 wordt ..... omgezet in .....

Bij proef 3 wordt ..... omgezet in .....

Bij proef 4 wordt ..... omgezet in .....

Bij proef 5 wordt ..... omgezet in .....

Bij proef 6 wordt ..... omgezet in .....

Ga ook in de volgende drie proefjes na, welke energiesoorten er in elkaar worden omgezet.

7\*

Maak een spiraal van papier en hang deze aan een speld boven een brandende kaars. Denk eraan dat het papier geen vlam vat!  
De chemische energie van de kaars wordt eerst omgezet in .....

Daarna wordt deze energiesoort omgezet in .....  
van de lucht.

Tenslotte wordt deze energie omgezet in .....  
van de spiraal.

8

Zet een fiets op zijn kop, zoals in de tekening.  
Zet de dynamo tegen de band aan en draai aan het voorwiel.

In de dynamo wordt deze energie omgezet in .....

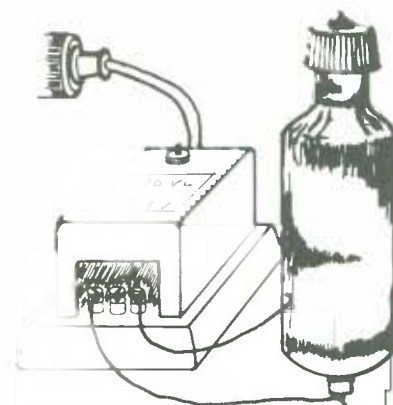
In het lampje wordt deze energie omgezet in .....  
en in **stralingsenergie**.

9

Sluit de dynamo aan op een transformator van 6 Volt. Als je het dynamowieltje een zetje geeft zal het gaan draaien.  
Welke energiesoorten worden er in elkaar omgezet bij deze proef?



proef 7



proef 9

## P 2 Er zijn nog meer energiesoorten

We hebben opgemerkt dat energie steeds in een andere vorm voorkwam.  
Vaak veranderde de soort energie ook. Door naar energieomzettingen te kijken kunnen we misschien nieuwe energiesoorten ontdekken.  
Daarom gaan we verder met het doen van proeven.

1

Laat een speelgoedauto met een veermotor rijden.

Als de auto rijdt, bezit deze .....

Deze energie zat eerst in .....

Daarom noemen we deze energiesoort .....

2\*

Schiet een propje weg met een elastiekje.

Als het propje door de lucht vliegt, bezit het .....

Deze energie zat eerst in .....

Deze energiesoort is te vergelijken met die uit proef 1, omdat .....

3

Hang een slappe veer op aan een statief.

Hang aan de veer een voorwerp met een massa van 100 g.

Draai het voorwerp een hele slag om en laat het los (zorg ervoor dat het voorwerp niet op en neer beweegt).

De energie zit eerst in .....

Als je het voorwerp loslaat, gaat deze energie over in .....

Ook bij de volgende proeven heb je steeds te maken met omzettingen van energie. Je ontdekt een nieuwe energiesoort.

4\*

Laat een steen boven de grond los.

Tijdens de val bezit de steen .....

Deze energie was al aanwezig in de steen.

De kracht die de steen doet bewegen, is de .....

Dankzij deze kracht wordt de energie, die de steen al had, omgezet in .....

**We noemen de energie die de steen eerst had daarom zwaarte-energie.**

5\*

Gooi een bal omhoog en laat iemand anders hem op het hoogste punt opvangen.

De bal verliest steeds meer .....

Deze energie wordt omgezet in .....

Op het hoogste punt is de bewegingsenergie maximaal/minimaal.

Op het hoogste punt is de zwaarte-energie maximaal/minimaal.

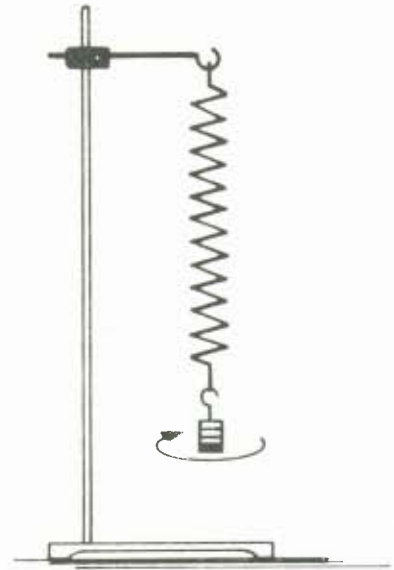
6\*

Laat een karretje van een helling rijden.

Tijdens het rijden bezit het karretje .....

De kracht, die het karretje doet rijden is .....

Het karretje bezat aan het begin dus .....



proef 3

7\*

Geef een autootje een duw tegen een helling op en pak hem vast op zijn hoogste punt.

Het autootje gaat steeds langzamer rijden.

Blijkbaar wordt ..... omgezet in .....

Een hele wonderlijke energieomzetting kom je tegen in de volgende proef.

8

Plaats een radiometer in het licht.

..... wordt omgezet in .....

### OMZETTINGEN VAN ELEKTRISCHE ENERGIE

Een van de meest gebruikte energiesoorten is elektrische energie. In de volgende proeven ga je deze energiesoort wat nader onderzoeken.

9

Sluit een gloeilamp aan op het stopkontakt.

Er ontstaat ....., want je ziet de lamp branden.

Er ontstaat ....., want de lamp wordt heet.

Deze twee energiesoorten zijn ontstaan uit .....

Je gaat nu proberen of het mogelijk is om de energie van een elektrische stroom (de elektrische energie) om te zetten in nog andere vormen van energie, die je al kent.

10

Bouw de hiernaast getekende opstelling en druk de schakelaar in. De elektrische energie wordt bij deze proef omgezet in .....

11

Sluit een elektromotor aan op een stopkontakt. De elektrische energie wordt in de motor omgezet in .....

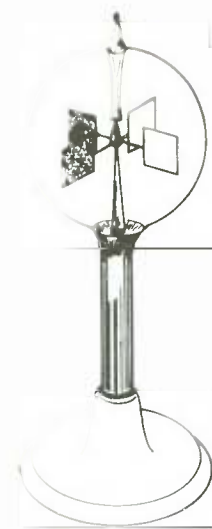
12

Plaats twee metalen plaatjes, die aangesloten zijn op een batterij in een bekglas, dat gevuld is met verdund zoutzuur. Je brengt dan een chemisch proces op gang. De elektrische energie wordt omgezet in .....

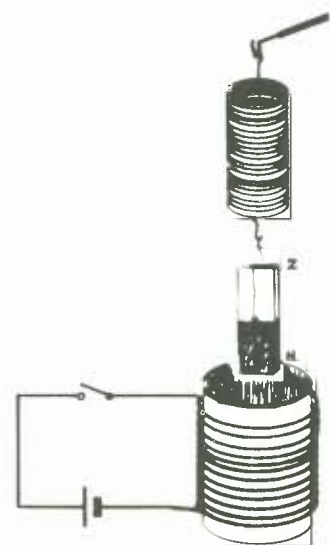
13

Geef een voorbeeld uit het dagelijks leven, waarbij elektrische energie wordt omgezet in:

- a. bewegingsenergie .....
- b. warmte .....
- c. zwaarte-energie .....
- d. lichtenergie .....
- e. magnetische energie .....



radiometer  
proef 8



proef 10

## P 3 Energie gaat nooit verloren

Je hebt vele proeven gedaan, waarin te zien was dat de ene energiesoort omgezet kan worden in de andere energiesoort.

De vraag is nu of de hoeveelheid energie vóór de omzetting gelijk is aan de hoeveelheid ná de omzetting.

Bij de volgende proeven gaan we onderzoeken of de hoeveelheid energie gelijk blijft.



1

Bevestig een lange draad aan het plafond. Hang aan de draad een zwaar voorwerp en laat dat slingeren. Let op de volgende drie standen van het voorwerp:

- Het voorwerp is uiterst links.
- Het voorwerp is in zijn laagste stand.
- Het voorwerp is uiterst rechts. Beantwoord nu de volgende vragen:

Welke energie-omzettingen vinden er plaats?

Van a naar b .....

Van b naar c .....

In welke stand is de bewegingsenergie het grootst?

In welke stand is de bewegingsenergie het kleinst?

In welke stand is de zwaarte-energie het grootst?

In welke stand is de zwaarte-energie het kleinst?

Laat het voorwerp eenmaal een volledige slingering uitvoeren (dus van a naar c en weer naar a.)

Het voorwerp komt weer in a terug. Het bezit dan evenveel zwaarte-energie als in het begin.

**Er gaat bij energieomzettingen géén energie verloren.**

Laat het voorwerp nu een aantal slingeringen uitvoeren.

Wat valt je op? .....

Het lijkt of er energie verloren gaat.

Toch is dit niet het geval, want we hebben een energieomzetting over het hoofd gezien.

Het draad schuurt voortdurend langs het ophangpunt.

Ook botst het voorwerp steeds tegen de lucht en wordt daardoor afgeremd.

In beide gevallen is sprake van wrijving, waarbij warmte ontstaat.

Ook hier geldt dus: de totale hoeveelheid energie blijft gelijk.

**Er gaat géén energie verloren.**

2.

Hang een ijzerdraad aan het plafond of aan een statief.

Klem onderaan de draad een ijzeren staaf in het midden vast.

Geef de staaf in een horizontaal vlak een kleine uitwijking, en laat hem slingeren (zie tekening).

We onderscheiden drie standen:

- uiterste stand achter
- evenwichts-stand (midden tussen a en c)
- uiterste stand voor.

Welke energieomzettingen vinden er plaats?

Van a naar b .....

Van b naar c .....

In welke stand is de bewegingsenergie het grootst/het kleinst?

In welke stand is de bewegingsenergie het grootst/het kleinst?

Laat de staaf eenmaal een volledige slingering uitvoeren (dus van a naar c en weer naar a).

Gaat er energie verloren? (Denk aan je resultaten bij proef 1).

Laat de staaf nu een aantal slingeringen uitvoeren.

Wat valt je op? .....

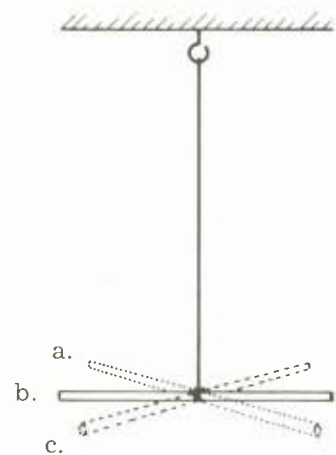
Het lijkt of er energie verloren gaat. Toch is dit niet waar want er is

energie omgezet in .....

Deze energieomzetting vindt plaats bij .....



proef 1



Proef 2

3\*

Sla een aantal malen stevig je handen op elkaar.

Hoe voelen je handen aan na afloop?

Waar is de bewegingsenergie van je handen in omgezet?

4\*

Duw een balletje klei van de tafel af.

Welke soort energie bezit het balletje als het op tafel ligt?

Wat kun je zeggen over de hoeveelheid bewegingsenergie die het balletje bezit net voordat het de grond raakt?

Als het balletje op de grond ligt is de bewegingsenergie verdwenen.

Maar **energie** kan **niet** zomaar **verdwijnen**.

In welke soort(en) energie is de bewegingsenergie dan omgezet?

5

Van een gordijnrail van ongeveer 2,5 meter lengte is een cirkelvormige baan gemaakt (zie tekening).

Laat de kogel op plaats a los en vergelijk steeds de hoogte van de kogel ten opzichte van de tafel als hij bij a. terugkomt.

Welke energieomzettingen vinden er plaats?

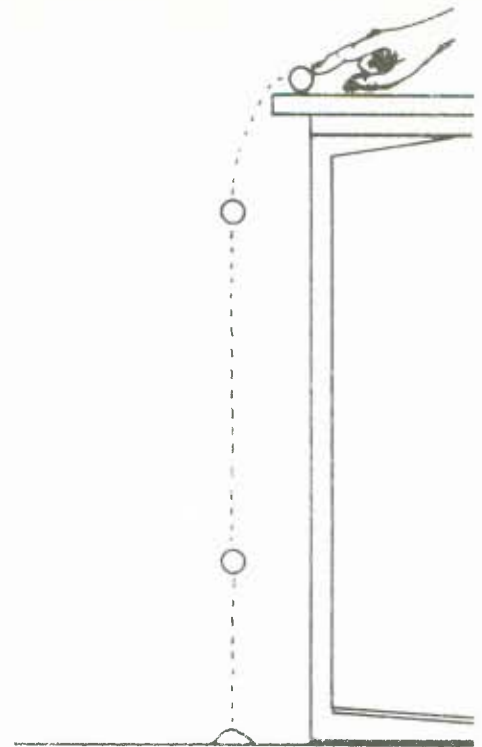
Geef in de figuur aan waar de bewegingsenergie het grootst/het kleinst is.

Geef in de figuur aan waar de zwaarte-energie het grootst/het kleinst is.

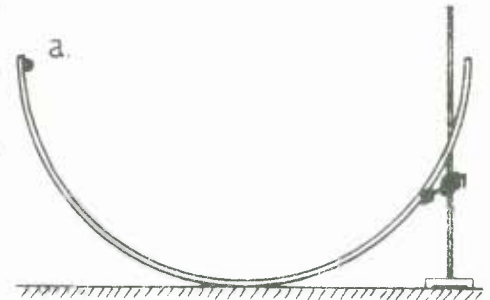
Heeft de kogel zwaarte-energie verloren als hij weer bij a. terugkomt?

Waarom zie je dat?

Waar is volgens jou de energie gebleven?



Proef 4



Proef 5

## Blok 6 Theorie

### T 1 Energiesoorten uit het dagelijks leven

#### Energiesoorten.

Om je huis te verwarmen kun je **verschillende energiebronnen** gebruiken: gas of olie in de centrale verwarmingsketel, hout in de open haard en kolen in de kachel. Het **gemeenschappelijke** van gas, olie, kolen en hout is, dat je deze stoffen moet verbranden om warmte te krijgen. Verbranden is een chemisch proces. We zeggen dan ook dat deze stoffen chemische energie bezitten.

Chemische energie is een **energiesoort**.

Het voedsel dat je elke dag eet, bezit ook chemische energie.

Het verbrandt in je lichaam en geeft energie.

Ook warmte noemen we een energiesoort. Warmte kan op verschillende manieren ontstaan. Bijvoorbeeld door verbranding en door wrijving.

De energiesoort die bewegende voorwerpen bezitten noemen we bewegingsenergie. De wind (= bewegende lucht), die de molenwieken laat ronddraaien, bezit bewegingsenergie. Maar ook de draaiende wieken bezitten bewegingsenergie.

De energiesoorten die we nu moeten kennen, zijn:

1. bewegingsenergie,
2. warmte,
3. chemische energie,
4. elektrische energie,
5. stralingsenergie.

#### Energieomzettingen

In P 1 hebben we vele proeven gedaan waarbij energie werd omgezet. De bewegingsenergie van het draaiende fietswiel werd door wrijving met je hand omgezet in warmte.

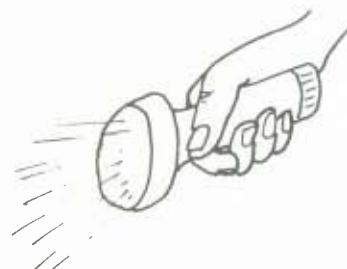
Bij een draaiende dynamo wordt bewegingsenergie omgezet in elektrische energie. Zo vinden er in het dagelijks leven heel veel energieomzettingen plaats.

Meestal gaat de energie bij een omzetting over van de ene soort in een andere soort. Dat dit niet altijd zo is zien we bij een windmolen. Daar wordt de bewegingsenergie van de wind omgezet in de bewegingsenergie van de wieken.

#### Samenvatting.

Er zijn veel soorten energie.

De ene soort energie kan worden omgezet in de andere soort.



### T 2 Je ontdekt nieuwe energiesoorten

In P 1 en T 1 hebben we kennis gemaakt met verschillende energiebronnen en verschillende energiesoorten.

Er zijn nog een paar energiebronnen, waarmee we echter niet zo gemakkelijk een proefje kunnen doen.

In kerncentrales zet men kernenergie uit sommige atoomkernen (uranium bijvoorbeeld) om in warmte en dit weer in elektrische energie. Enkele andere energiebronnen die men probeert te benutten zijn: eb en vloed, de zon en de wind.

#### Nieuwe energiesoorten

Uit de proeven van P 2 blijkt dat bezit van energie vaak moeilijk te herkennen is. Doordat er herkenbare energie ontstaat neem je aan dat er oorspronkelijk ook energie was. Als je een kogeltje op een helling loslaat gaat het steeds harder rollen: er ontstaat bewegingsenergie.

Waarom gaat het kogeltje steeds harder rollen? Doordat de zwaartekracht het naar de aarde toetrekt. Zolang de zwaartekracht vrij spel heeft zal er bewegingsenergie ontstaan. De energiesoort die het kogeltje aan het begin heeft noemen we zwaarte-energie.



De opgewonden veer van het motortje uit P 2 bezit energie. Deze energiesoort noemen we veerenergie. Ook de energie in een gespannen boog noemen we veerenergie. Dit zijn weer twee vormen van één energiesoort.

Een magneet oefent kracht uit op een stukje ijzer. Hij kan aan het ijzer bewegingsenergie geven. We zeggen dat een stukje ijzer in de buurt van een magneet magnetische energie heeft.

Een lampje dat brandt geeft behalve licht ook warmte. Licht en warmte zijn twee verschillende energiesoorten. Een T.L.-buis geeft veel licht en maar weinig warmte. Een verwarmingsbuis kan erg warm zijn maar geeft toch echt geen licht! In de natuurkunde zeggen we dat licht stralingsenergie bezit.

De energiesoorten die we nu moeten kennen, zijn:

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. bewegingsenergie,    | 6. zwaarte-energie,     |
| 2. warmte,              | 7. veerenergie,         |
| 3. chemische energie,   | 8. kernenergie,         |
| 4. elektrische energie, | 9. magnetische energie. |
| 5. stralingsenergie,    |                         |



### Energieomzettingen

In P 1 en P 2 hebben we vele proeven gedaan waarbij energie werd omgezet. De bewegingsenergie van het draaiende fietswiel werd door wrijving met je hand omgezet in warmte.

Bij een draaiende dynamo wordt bewegingsenergie omgezet in elektrische energie. Zo vinden er in het dagelijks leven heel veel energieomzettingen plaats.

Meestal gaat de energie bij een omzetting over van de ene soort in een andere soort.



### Voorwerpen en hun energie

Een voorwerp dat beweegt, bezit bewegingsenergie.

Maar een bewegende, brandende lucifer bezit niet alleen bewegingsenergie. De lucifer bezit ook warmte, chemische energie en stralingsenergie. Je ziet dat één voorwerp verschillende energiesoorten kan bezitten.

Natuurlijk kunnen verschillende voorwerpen (bijvoorbeeld een fiets en een auto) dezelfde energiesoort bezitten.

### Samenvatting

Energie kan worden omgezet van de ene energiesoort in de andere energiesoort.

Verskillende voorwerpen kunnen energie van dezelfde energiesoort bezitten.

Eén voorwerp kan energie van verschillende soorten tegelijk hebben.



# T 3 Energie gaat nooit verloren

Zoals je weet is het mogelijk om energie van de ene soort in energie van de andere soort om te zetten. Waar we ons nu mee bezig houden is de vraag of de hoeveelheid energie vóór de omzetting gelijk is aan de hoeveelheid ná de omzetting. Om die vraag te kunnen beantwoorden zullen we de hoeveelheid energie vóór en ná de omzetting moeten meten. Dit meten geeft echter problemen, want hoe kun je de bewegingsenergie vergelijken met warmte of hoe kun je veerenergie vergelijken met bewegingsenergie?

Om dit probleem te ondervangen bekijken we omkeerbare energie-omzettingen. Denk bijvoorbeeld aan de slinger. Hier wordt zwaarte-energie omgezet in bewegingsenergie en dan wordt de bewegingsenergie weer omgezet in zwaarte-energie.

Wat we nu kunnen vergelijken is de hoeveelheid zwaarte-energie aan het begin en aan het eind van een slingering.

Door het doen van dergelijke proeven krijgen we het vermoeden dat bij alle energie omzettingen de hoeveelheid vóór en ná de omzetting hetzelfde is. Dit is een belangrijke wet in de natuurkunde.

**Bij iedere energie omzetting is de hoeveelheid energie voor en na de omzetting even groot.**

Dit noemen we: **de wet van behoud van energie.**

We zullen deze wet aannemen, totdat iemand aantoon dat hij niet waar is.

Toch **lijkt** het of er tijdens de proeven energie verdwijnt.

Verdwijnt er werkelijk energie?

Bij nauwkeurige bestudering blijkt:

Bij veel energieomzettingen ontstaan er ook energiesoorten die we niet altijd verwachten. Daarom merken we deze ook niet altijd op.

Als we bij de energieomzettingen rekening houden met het ontstaan van deze hoeveelheid energie dan kunnen we de wet van behoud van energie handhaven.

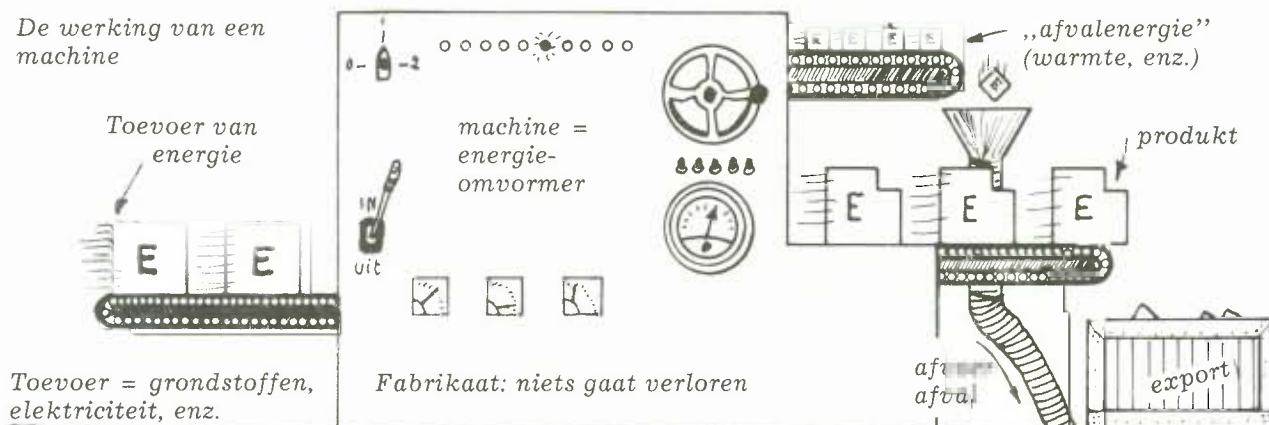
Eén van de energiesoorten die we niet altijd verwachten is warmte. Toch komt deze energiesoort bij veel omzettingen voor. Zo ontstaat er warmte bij elke energieomzetting, waarbij sprake is van wrijving.

Wanneer de warmte zich verspreidt over de omgeving, is deze onbruikbaar geworden.

Het is een soort „afval-energie” geworden.



De werking van een machine



Toevoer = grondstoffen, elektriciteit, enz.

Fabriek: niets gaat verloren

afval  
afval

export

## De eenheid van energie

Alle grootheden die we in de natuurkunde zijn tegengekomen, hebben hun eigen eenheid. Zie voor een overzicht de tabel hiernaast.

Om de grootheid energie te kunnen meten, moet er ook een maat zijn, waarmee we kunnen meten.

Als maat of eenheid van energie kiezen we de **joule**.

Als afkorting voor deze eenheid gebruiken we de letter J.

grootheid	eenheid
lengte	meter
volume	kubieke meter
massa	kilogram
tijd	seconde
dichtheid	gram per kubieke centimeter
kracht	newton

Om een indruk te geven van hoeveel energie 1 J is, een paar voorbeelden.

- a. Om een voorwerp met een gewicht van 1N tot een hoogte van 1 m op te tillen is 1 J energie nodig.
- b. Een lamp van 100 watt, die 10 sekonde brandt, zet 1000 J aan elektrische energie om in warmte en stralingsenergie (ongeveer 900 J warmte en 100 J stralingsenergie).
- c. Als een liter benzine verbrandt, komt er 33.000.000 J vrij.
- d. Als een kg steenkool verbrandt, komt er 29.000.000 J vrij.
- e. 1 kg uranium kan in een kernreaktor 79.800.000.000.000 J energie leveren.
- f. In het voedsel dat we eten zit ook energie.  
Hieronder volgt een lijst van willekeurig gekozen voedingsstoffen. Er achter staat hoeveel joule er in 1 gram zit van het eetbare gedeelte van die voedingsstoffen.

naam	aantal joule in 1 gram	naam	aantal joule in 1 gram
aardbeien	960	karnemelk	1.250
asperges	750	kwark	3.430
banaan	3.840	macaroni	14.470
boerenkool	1.670	olie	37.650
boter	31.420	patates	10.040
chips	3.550	pinda's	25.140
cola	1.840	roomijs	8.530
erwtensoup	4.260	slagroom	15.850
gevulde koek	17.960	spinazie	540
goudse kaas	15.260	tomaten	750

Een tabel, zoals hierboven opgeschreven, noemen we een **voedingsmiddelentabel**.

In meer uitgebreide voedingsmiddelentabellen vind je niet alleen het aantal joule per gram, maar ook wat voor andere bouwstoffen er in het voedsel zitten.

## Blok 6 Werkblad

### W 1 Energie uit het dagelijks leven

1

Hieronder staan een aantal voorwerpen en stoffen. Deze bezitten een **bepaalde energie**. Plaats ze in de kolom onder de juiste energiesoort.  
Kaars, papier, vallende steen, batterij, benzine, voedsel, een vliegtuig in de lucht, een boek op je tafel, een draaiende vliegtuigpropellor, de zon, een akker, een dynamietstaaf, de bliksem.

chemische energie	warmte	bewegings-energie	elektrische energie	stralings-energie

2

Hieronder staan een aantal voorwerpen en stoffen. Deze kunnen een bepaalde energiesoort leveren. Plaats ze in de kolom onder de juiste energiesoort.  
Een brandende kaars, papier, vallende steen, batterij, benzine, voedsel, een ingeschakelde elektrische kookplaat, een boek op je tafel, een draaiende vliegtuigpropellor, een akku, een dynamietstaaf, de bliksem.

chemische energie	warmte	bewegings-energie	elektrische energie	stralings-energie

Wat valt je op, als je de kolom warmte in vraag 1 en 2 vergelijkt?

Welke energiesoorten worden in de volgende apparaten in elkaar omgezet?

3

centrifuge

4

bromfiets

## W 2 Nieuwe energiesoorten

1

Bedenk zelf een apparaat of proefje waarin de volgende energieomzettingen plaatsvinden.

Voorbeeld: zwaarte-energie  $\longrightarrow$  bewegingsenergie

Antwoord: een vallende bal.

- a. veerenergie  $\longrightarrow$  bewegingsenergie
- b. chemische energie  $\longrightarrow$  stralingsenergie
- c. bewegingsenergie  $\longrightarrow$  zwaarte-energie

2

Een energieomzetting kan weer gevolgd worden door een volgende energieomzetting. Soms ontstaan er bij een energieomzetting twee energiesoorten tegelijk. Bij een gloeilamp bijvoorbeeld wordt elektrische energie omgezet in warmte en stralingsenergie.

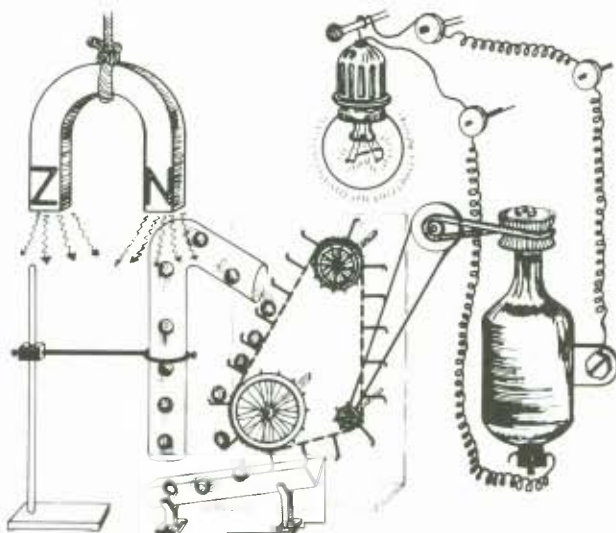
Geef bij de onderstaande proeven de energieomzettingen aan.

- a. Sluit een elektrische straalkachel aan op een stopkontakt. Welke energieomzettingen neem je waar?
- b. Houd een elektromagneet boven wat ijzervijlsel. (je kunt een elektromagneet zelf maken door 1 meter koperdraad om een spijker te winden. De draad moet wel geïsoleerd zijn. De uiteinden van de draad kun je verbinden met de polen van een platte batterij). Welke energieomzettingen zie je?

3

Bekijk het volgende apparaat eens. Daarmee kun je toch wel op erg goedkope wijze elektrische energie maken! Schrijf de energieomzettingen eens op die je kunt ontdekken.

Ben je benieuwd of het apparaat ook werkt? Je kunt het misschien zelf wel bouwen!





## W 3 Energie gaat nooit verloren

In de volgende opgaven zullen we de **wet van behoud van energie** gaan toepassen.

1

Een elektrisch kacheltje verbruikt in 1 s 1000 joule elektrische energie. Hoeveel joule warmte komen er dan in 1 s in de kamer bij?

2

Een gummibal ligt op de tafel en heeft een hoeveelheid zwaarte-energie. Je laat de bal van de tafel vallen.

Wat kun je zeggen over de hoeveelheid bewegingsenergie die het balletje net boven de grond heeft?

3

Een sterke lamp neemt in 1 s 60 J elektrische energie op.

- Is de hoeveelheid licht die de lamp in 1 s afgeeft groter, kleiner of gelijk aan 60 joule?
- Wat kun je zeggen over de hoeveelheid licht en warmte samen die de lamp in 1 s afgeeft?

4

Een fabrikant maakt reclame voor een balletje dat, als het van een tafel valt, steeds hoger terug stuit.

Verklaar waarom de fabrikant dit balletje niet kan maken.

5

Je monteert op je fiets een grote dynamo en een elektromotor. Je sluit beide aan op elkaar. Dan ga je naar een overdekte wielervedbaan en brengt je fiets één keer op gang. De dynamo levert elektriciteit aan de elektromotor. Kan deze fiets altijd blijven doorrijden?

Verklaar je antwoord.

6

Als het licht van je fiets aan is, moet je harder trappen. Leg uit waarom.

7

Je rijdt op de fiets en bezit op een bepaald moment bijvoorbeeld 1250 J bewegingsenergie.

Je trapt niet meer door en staat na 100 meter stil. Hoeveel warmte is er dan ontstaan?

8

Bij een klok met een slinger moeten we regelmatig de gewichten ophijzen. Leg uit waarom.

9

Bekijk de voedingsmiddelentabel in T 3.

Iemand die veel zittend werk verricht, heeft voldoende aan zo'n 8.500.000 J per dag.

Bereken hoeveel joule iemand tot zich neemt, als hij/zij de volgende maaltijd gebruikt:

200 g erwtensoep; 250 g patates; 400 g spinazie; 150 g asperges; 250 g cola; 100 g kwark.

Hij/zij neemt .....J tot zich.

Is dit energetisch gezien een gezonde maaltijd?



## H 1 Energiesoorten en energieomzettingen

### Energiesoorten

In T 1 en T 2 heb je gezien dat je energie kunt indelen in verschillende soorten. De naam van zo'n energiesoort is meestal afgeleid van de bron of het voorwerp dat de energie bezit.

1

Zoek in T 1 en T 2 de energiesoorten op, die daar genoemd zijn en schrijf ze hieronder neer.

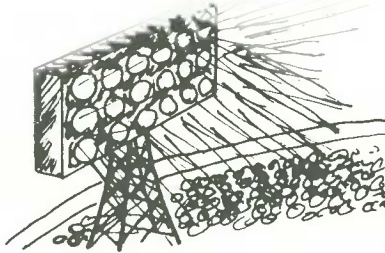
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

2

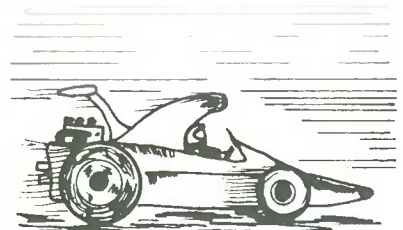
In de onderstaande tekeningen is iedere energiesoort één keer in beeld gebracht. Vul die energiesoort in in de bijbehorende zin.



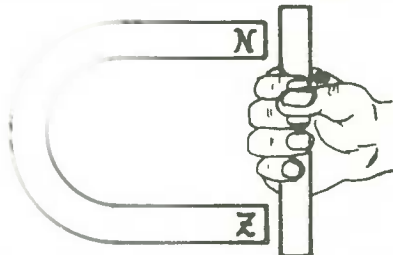
Deze springplank bezit veel .....



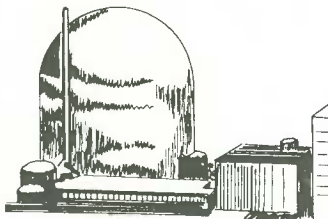
Deze stadionlamp geeft veel .....



Deze race-auto bezit veel .....



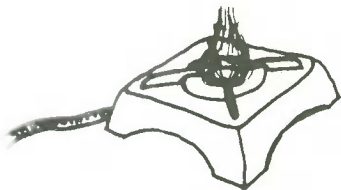
Het ijzeren staafje voor de magneet bezit .....



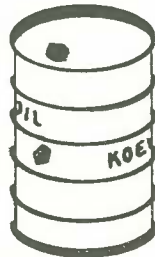
In deze kerncentrale gebruikt men plutonium. Plutonium bezit .....



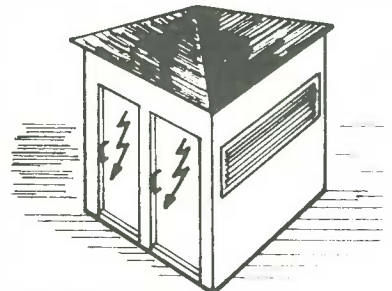
Het water in dit stuwmeer wordt gebruikt als energiebron. Het bezit .....



De energiesoort die de vlam van deze gasbrander voornamelijk bezit is .....



De olie in dit vat bezit .....



Uit dit huisje komt .....

## Energieomzettingen

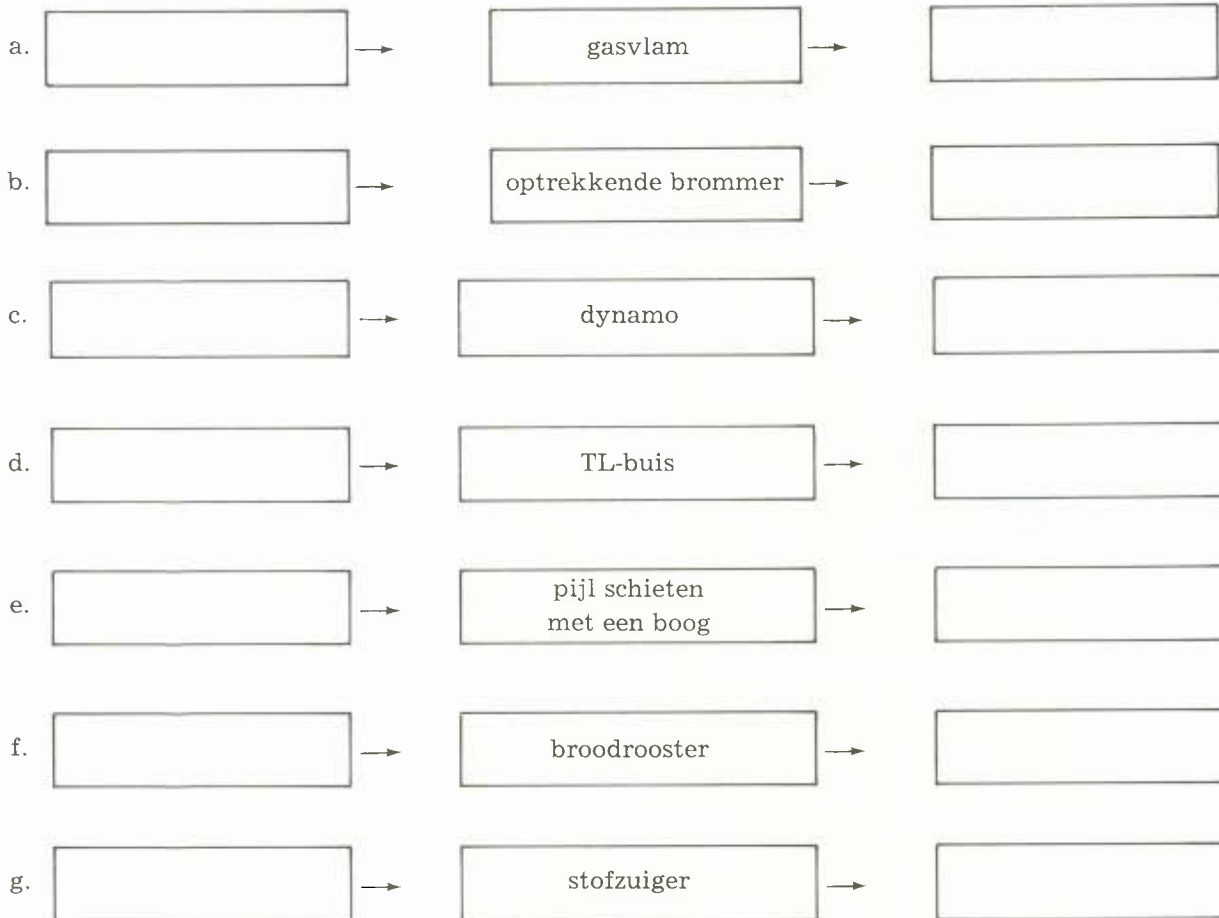
We hebben dus kennis gemaakt met 9 verschillende energiesoorten. Je gaat in dit herhaalblad ook bekijken hoe energie kan worden omgezet van de ene soort in de andere.

3

We gaan daartoe bij apparaten, machines, gebeurtenissen en proeven onderzoeken welke energiesoort er aan 't begin is en welke aan 't eind. Bijvoorbeeld:

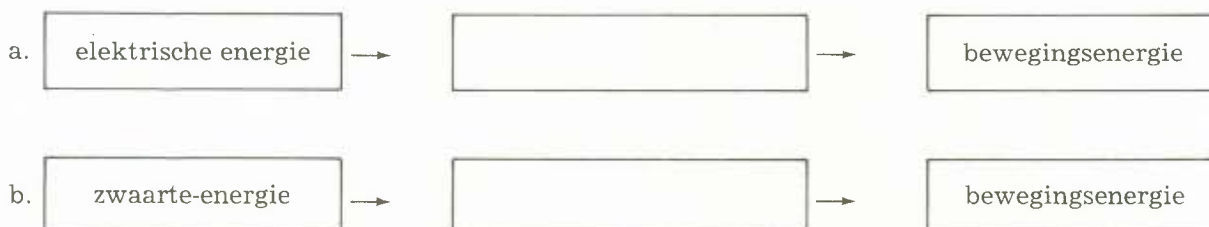


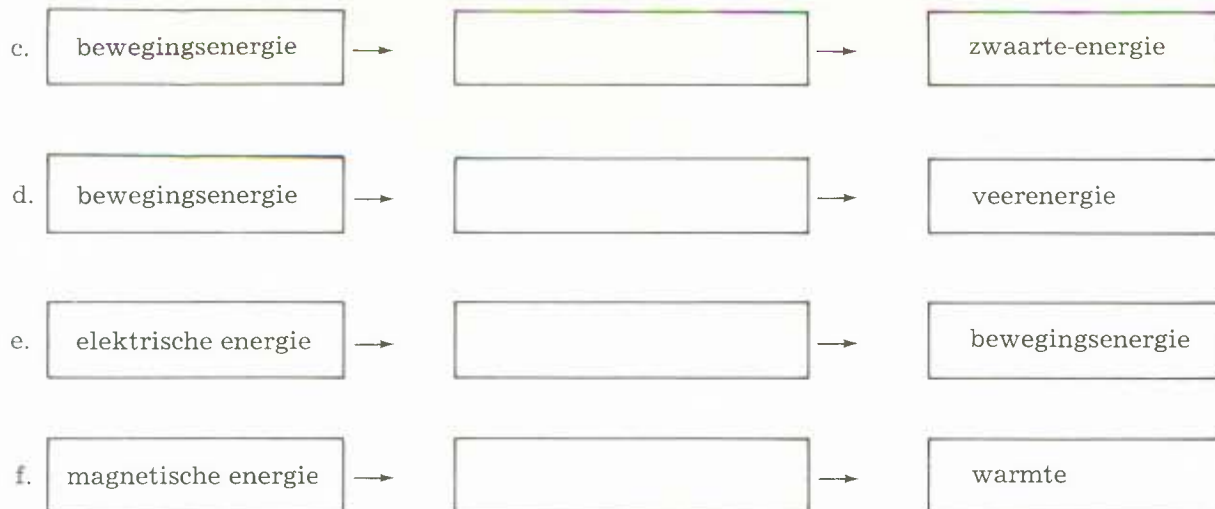
Vul zo zelf de ontbrekende energiesoorten in bij de volgende opdrachten:



4

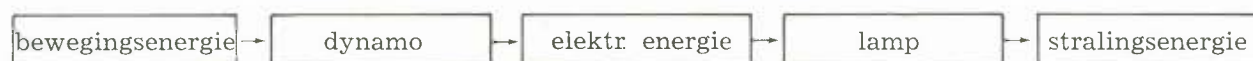
We gaan nu de apparaten, machines, gebeurtenissen of proeven zelf zoeken, terwijl de energiesoorten aan het begin en het eind bekend zijn. Je kunt daarvoor kiezen uit:  
Boiler - vlieger die stijgt - trein die tegen een buffer stoot - elektromotor - instortende brug - spijkertje dat naar een magneet beweegt.



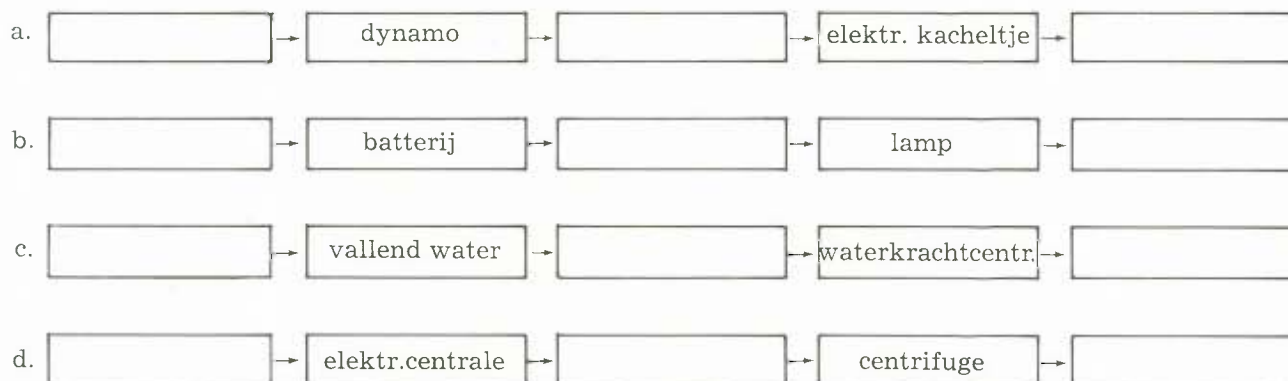


5

Je kunt de energiesoort die bij een omzetting ontstaat heel vaak weer omzetten in een derde soort. Bijvoorbeeld:



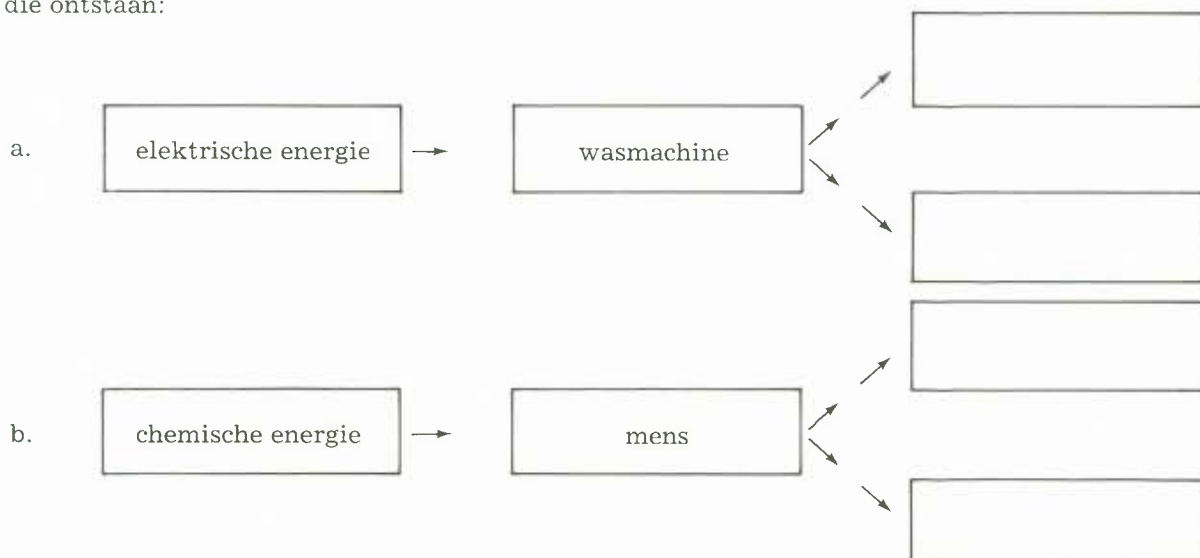
Vul nu zelf in onderstaande opdrachten de ontbrekende energiesoorten in.



6

Je hebt misschien gemerkt dat bij sommige omzettingen meer dan één nieuwe energiesoort ontstaat; bij voorbeeld bij de gasvlam ontstaat niet alleen warmte, maar ook stralingsenergie, want de vlam straalt ook licht uit. Verder ontstaat er bewegingsenergie want de warme lucht boven de gasvlam stijgt op.

Bedenk nu bij de volgende omzettingen de verschillende energiesoorten die ontstaan:





## H 2 Wet van behoud van energie

In dit herhaalblad gaan we nog eens kijken naar de belangrijkste wet in de Natuurkunde: de Wet van Behoud van Energie.

Wat betekent deze wet nu precies?

Het antwoord is in twee delen op te splitsen.

### A.

Bij een energieomzetting kun je na afloop nooit méér energie hebben dan ervoor, want dan zou er energie geschapen worden.

Voorbeeld 1: Een gummibal stuitert van een hoogte van 1 meter op de grond en komt daarna tot een hoogte van 2 meter terug. De bal heeft na 1 x stuiteren meer zwaarte-energie dan ervoor. Dit kan natuurlijk niet.

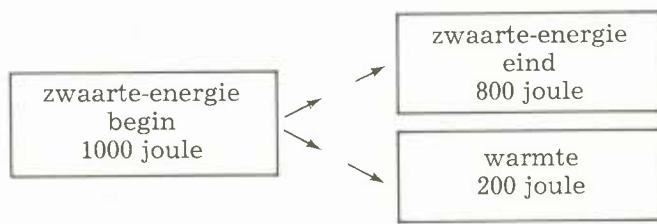
Voorbeeld 2: Een elektromotor drijft een dynamo aan. Je voert elektrische energie aan de motor toe en . . . de dynamo levert méér elektrische energie dan aan de motor is toegevoerd. Ook dit kan natuurlijk niet.

### B.

Bij een energieomzetting heb je na afloop **nooit minder** energie dan ervoor, want dan zou er energie verdwijnen.

Dit is veel moeilijker aan te tonen, want als een gummibal op de grond stuitert dan zie je dat hij nooit meer zo hoog komt. Er gaat hier schijnbaar zwaarte-energie verloren.

Dit verschil is omgezet in warmte. Schematisch krijg je dan:



Je moet bij bijna alle energie omzettingen rekening houden met het ontstaan van méér dan één energie-soort. Daarbij zijn sommige energiesoorten heel moeilijk waar te nemen.

### 1

Een bal valt van een tafel. Vlak boven de grond heeft hij 2 joule bewegingsenergie.

Hoeveel zwaarte-energie moet de bal hebben gehad toen hij nog op tafel lag?

### 2

Een straalkachel geeft in 1 uur 7.200.000 joule warmte aan de kamer. Hoeveel elektrische energie heeft het kachel in 1 uur daarvoor nodig?

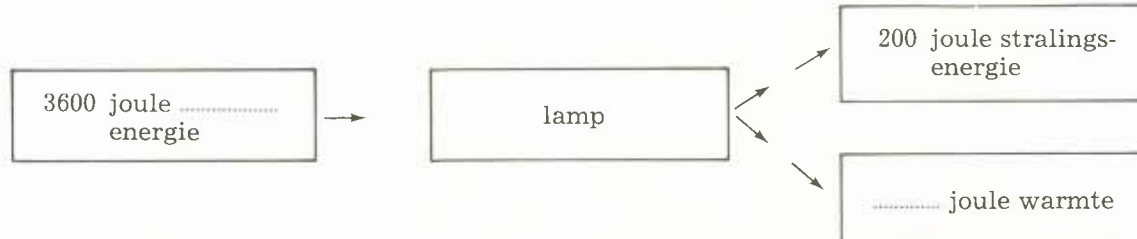
### 3

Vul het ontbrekende in:



### 4

Vul het ontbrekende in:



## Blok 6 Antwoordblad

### H 1 Energiesoorten en energie omzettingen

1

bewegingsenergie	zwaarte-energie
warmte	veerenergie
chemische energie	stralingsenergie
kernenergie	magnetische energie
elektrische energie	

2

veerenergie	stralingsenergie	bewegingsenergie
magnetische energie	kernenergie	zwaarte-energie
warmte	chemische energie	elektrische energie

3

a. Chemische energie	→	warmte
b. Chemische energie	→	bewegingsenergie
c. Bewegingsenergie	→	elektrische energie
d. Elektrische energie	→	stralingsenergie
e. Veerenergie	→	bewegingsenergie
f. Elektrische energie	→	warmte
g. Elektrische energie	→	bewegingsenergie

4

a. Elektromotor  
b. Instortende brug  
c. Vlieger die stijgt  
d. Trein die tegen buffer stoot  
e. Spijkertje dat naar een magneet beweegt  
f. Boiler

5

a. Bewegingsenergie	elektrische energie	warmte
b. Chemische energie	elektrische energie	stralingsenergie
c. Zwaarte-energie	bewegingsenergie	elektrische energie
d. Chemische energie	elektrische energie	bewegingsenergie

6

a. Warmte en bewegingsenergie  
b. Warmte en bewegingsenergie

### H 2 Wet van behoud van energie

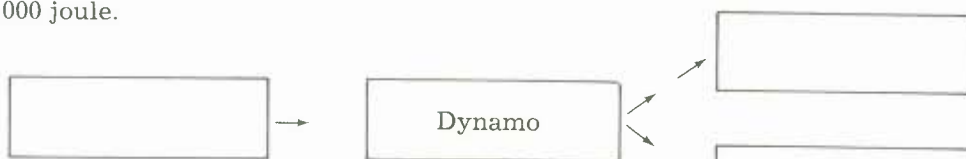
1

Minstens twee joule.

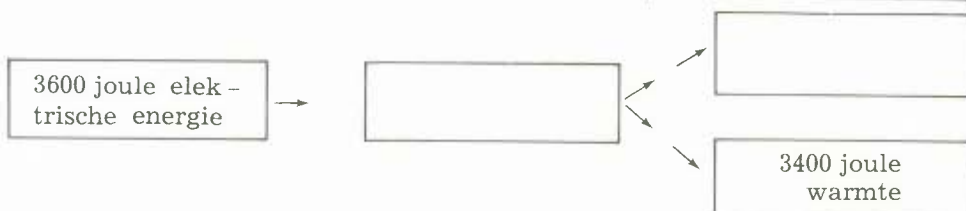
2

7.200.000 joule.

3



4



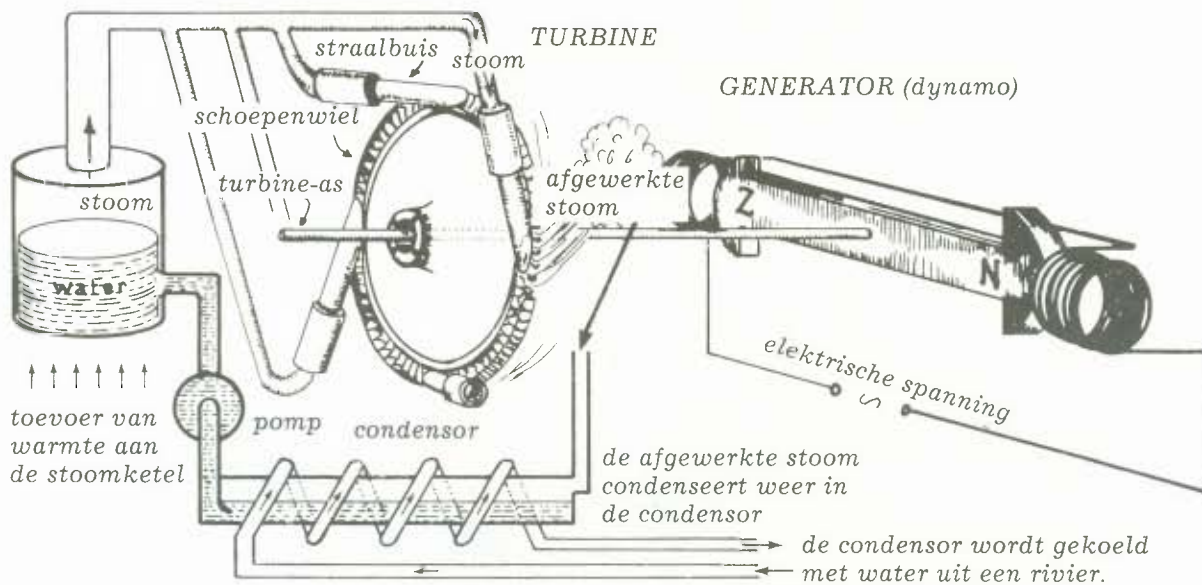
### 74 De elektriciteitscentrale

#### Inleiding

In een elektriciteitscentrale wordt elektrische energie „opgewekt”. Dit gebeurt met behulp van stoomturbines, die grote generatoren aandrijven. We gaan dit proces eerst wat nader bekijken. Daarna zullen we zelf een sterk vereenvoudigde centrale bouwen en hieraan enkele metingen verrichten.

#### Wat gebeurt er in een elektriciteitscentrale?

De opwekking van elektrische energie in een centrale gebeurt met behulp van warmte. Deze warmte kan verkregen worden door bijvoorbeeld olie, gas of steenkool te laten verbranden. Dit gebeurt in grote **stoomketels**; dat zijn afgesloten ketels waarin water tot stoom verhit wordt. In plaats van de genoemde brandstoffen kan ook kernenergie worden toegepast. Hierbij komt ook een grote hoeveelheid warmte vrij, die eveneens gebruikt kan worden om stoom te produceren.



De in de ketel gevormde stoom wordt onder hoge druk naar de **stoomturbine** geleid. De turbine bezit wielen waarop schoepen bevestigd zijn. Wordt stoom tegen deze schoepen geblazen dan gaat de as draaien. Bij een grote, in een centrale opgestelde, turbine zitten een hele serie van deze schoepenwielen op een as (zie tekening). De as met deze schoepenwielen wordt de rotor genoemd.

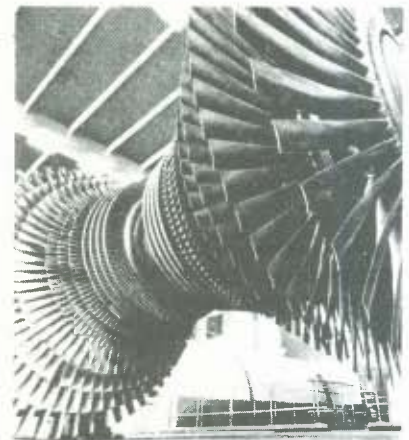
De rotor van een in een centrale opgestelde turbine maakt meestal 3000 omwentelingen per minuut.

De stoom heeft bij het binnengaan van de turbine een temperatuur van ongeveer  $500^{\circ}\text{C}$ . Bij het verlaten van de turbine is de temperatuur van de stoom gedaald tot ongeveer  $130^{\circ}\text{C}$ . Dan wordt hij vervolgens door de **condensor** geleid, waarin de stoom condenseert tot water.

De condensor is een groot vat waarin de stoom langs een buizenstelsel geleid wordt. Door de buizen zelf stroomt koelwater dat uit een rivier, meer of zee gehaald wordt. De stoom condenseert op de buizen tot water dat weer terug gaat naar de stoomketel en zijn kringloop opnieuw begint.

De door de stoom aan het draaien gebrachte turbine drijft een grote **generator** aan, waarin de elektriciteit wordt opgewekt.

In principe kan deze generator met een fietsdynamo worden vergeleken. Hierin draait een magneet rond tussen spoeltjes van koperdraad. Tussen de uiteinden van het koperdraad ontstaat hierdoor een elektrische spanning.



De combinatie van stoomketel, stoomturbine, condensor en generator vormt een **opwekeenheid**. Elke centrale beschikt over een aantal van dergelijke eenheden.

## We bouwen nu zelf een opwekeenheid

### Benodigheden:

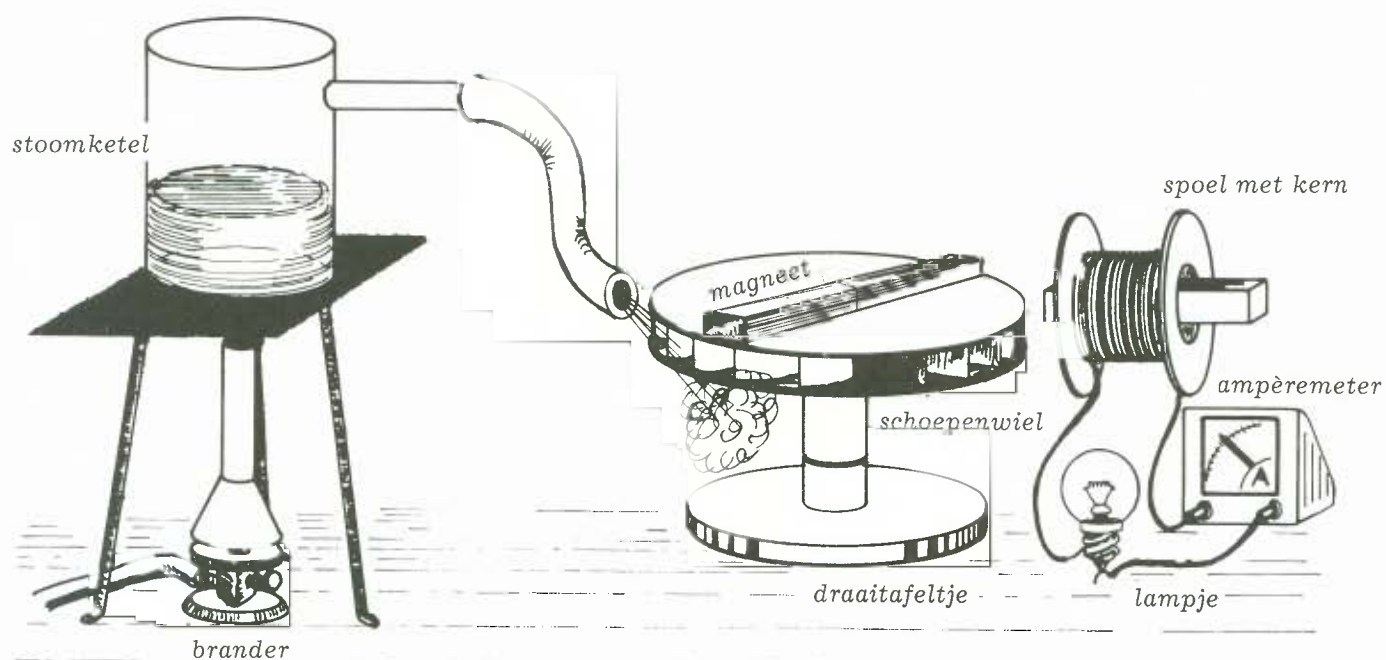
1. bunsenbrander, driepoot, gaasje
2. stoomketeltje. Dit kan ook zelf gemaakt worden van een bus, waaraan een slangetje bevestigd kan worden: géén glazen kolf gebruiken in verband met stukspringen!
3. Je kunt in plaats van 1 en 2 ook een stofzuiger (blaaskant), een luchtpomp of een straal water gebruiken.
4. schoepenrad (bijvoorbeeld uit een oude stofzuiger). Je kunt dit rad ook zelf maken (vraag aan je leraar).
5. magneet.
6. spoel (ongeveer 3000 windingen) met weekijzeren kern.
7. lampje (bijvoorbeeld een LED, 0,7 V, 4 mA) in plaats van het lampje kun je ook een gevoelige voltmeter gebruiken.
8. ampèremeter.

Bouw onderstaande opstelling als volgt:

Vul de bus halfvol met water en zet hem op de driepoot zodanig dat de stoom in de beste richting op het schoepenrad blaast.

Leg het schoepenrad op een draaitafeltje en daarop de magneet en bevestig deze bijvoorbeeld met elastiekjes.

Zet de spoel zo dicht mogelijk bij de magneet en sluit het lampje en de stroommeter aan.



### Opdrachten en vragen.

1

Regel de snelheid waarmee de stoom, lucht of water tegen het schoepenrad blaast door b.v. blaaspijpjes van verschillende dikte te gebruiken.

2

Maak een grafiek van de uitslag van de ampèremeter als functie van de dikte van het blaaspijpje.



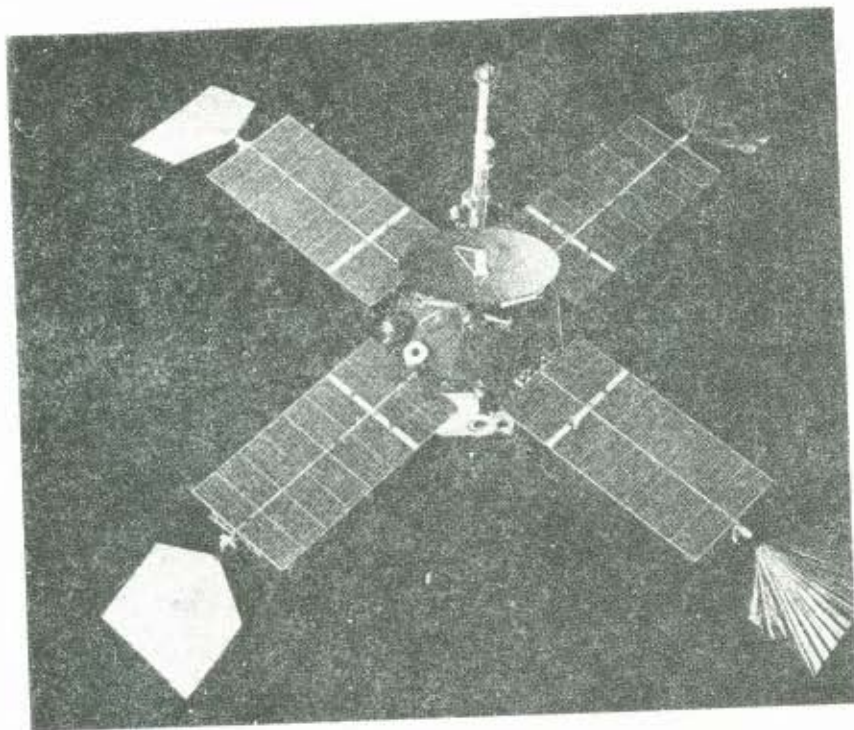
## 76 We maken een zonnemotor

Van de vele soorten energieomzettingen die je kent is er één die in de toekomst wel eens heel erg belangrijk kan worden - het omzetten van lichtenergie in elektrische energie. Dat gebeurt met behulp van zonnecellen.

Voor een aantal instrumenten, bijvoorbeeld ruimtevaartuigen of verafgelegen telefooncentrales, zijn deze zonnecellen tegenwoordig al bijna onmisbaar.

Op alle foto's die je van ruimtevaartuigen ziet, zijn wel ergens aan het apparaat panelen te zien die vol zitten met glimmende vierkantjes. Vaak worden die panelen in de ruimte uitgeklaapt, nadat de satelliet daar door een raket is gebracht.

Door ze steeds op de zon te richten - dat gebeurt automatisch - zorgen ze zo voor de energievoorziening van alle instrumenten aan boord.



### Hoe werken zonnecellen?

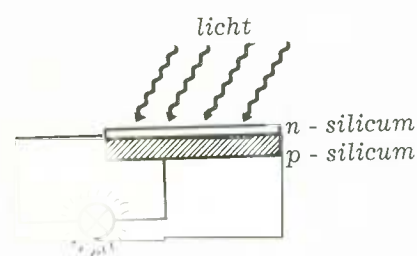
Zonnecellen zijn gemaakt van zgn. halfgeleiders.

Daarvoor wordt op dit ogenblik silicium gebruikt.

Door twee heel dunne lagen silicium op elkaar te leggen, elk op een andere manier bewerkt, ontstaat een soort batterij.

De lading die door die batterij gaat stromen krijgt z'n energie van het licht dat er op valt en dat een heel klein beetje in het silicium doordringt.

Het beste is dat je nu zelf eens gaat kijken en meten.



### Kun je met zonnecellen veel energie krijgen?

Neem een zonnecel die jij (of je leraar) hebt gekocht.

Meestal zal die niet zo groot zijn - de afmetingen van zonnecellen die je in de winkel kunt kopen variëren van  $2 \times 2$  cm tot cirkelvormig met een straal van 2 à 3 cm. De prijzen lopen van f 4,- tot f 40,-. Het makkelijkst om straks voor het motortje te gebruiken is een vierkant type van  $2 \times 2$  cm.

Je zult er eerst twee aansluitdraden aan moeten solderen. Het beste is dun koperdraad te gebruiken van 0,25 mm dik. De draadjes moet je solderen aan

1. de glimmende strip aan de voorkant, die verder donkerblauw is.
2. de achterkant, die helemaal metaalkleurig is.

Je moet daarbij **kort** solderen, anders verniel je de zonnecel door te veel warmte. Heb je nooit of weinig gesoldeerd, vraag dan of je leraar of amanuensis kan helpen.



Het dingetje dat je nu hebt liggen, kan dus via de twee aansluitdraden elektrische energie leveren - als er licht genoeg op valt.

Om na te gaan hoeveel stroom een zonnecel kan leveren kun je de volgende proef doen:

### Proef

Maak de schakeling hiernaast door de uiteinden van de zonnecel te verbinden met een ampèremeter.

Laat nu het licht van een lamp op de zonnecel vallen en kijk wat de meter aanwijst.

Ga na wat het effect is van verschillende afstanden en richtingen van de lamp. Schrijf op wat je doet en wat je waarneemt. Noteer ook de **maximale** stroomsterkte die de zonnecel volgens jou kan leveren.

In blad 113 kun je leren wat je nog meer moet doen om het **vermogen** van de zonnecel te kunnen berekenen.

Het blijkt ongeveer 50 mW te zijn. Dit is niet erg veel, zoals zal blijken als je blad 113 doet. Hoeveel van deze cellen heb je nodig om een 60 watt lamp te laten branden? Je snapt direct waarom deze zonnecellen nog niet op grote schaal gebruikt worden om huizen te verlichten als je even uitrekent wat dat zou kosten aan zonnecellen.

### Hoe maak je een zonnemotortje?

Het principe is dat je een spoeltje maakt, dat aangesloten wordt op de zonnecel.

Het licht dat erop valt, laat stroom ontstaan. Daardoor wordt het spoeltje magnetisch, en omdat het tussen twee permanente magneten staat, wordt het aangetrokken of afgestoten, m.a.w. het gaat bewegen. De spoel moet je wikkelen rond een stukje perspex van 2,5 cm doorsnede, waarin eerst een gat is geboord van 1 mm doorsnede en 2 cm lang. Daarin komt het uiteinde van een paperclip, zodat de spoel om die as kan draaien.

Voordat je de spoel erop wikkelt, moet je twee cirkeltjes van karton op het perspex plakken, met een doorsnee van 3,0 cm. Je krijgt dan een geultje, waarin het koperdraad komt te lopen.

Steek nu in het perspex eerst een stukje ijzerdraad van 1 mm dik, en ga dan het koperdraad erop wikkelen - dan blijft het gat waarin de paperclip straks moet tenminste vrij.

Gebruik een stuk geïsoleerd koperdraad van  $\pm 3,5$  meter lang en 0,25 mm dik, en laat aan begin en eind ongeveer 5 cm uitsteken.

Makkelijk is om aan begin en eind een snee in het karton te maken waarin je de einden klemt. Eventueel kun je er nog een druppel lijm op laten vallen, zodat de wikkelingen niet meer los kunnen raken.

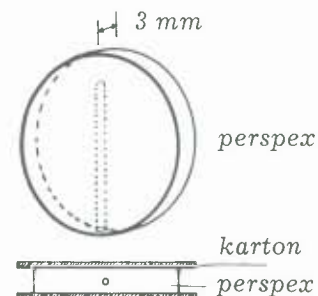
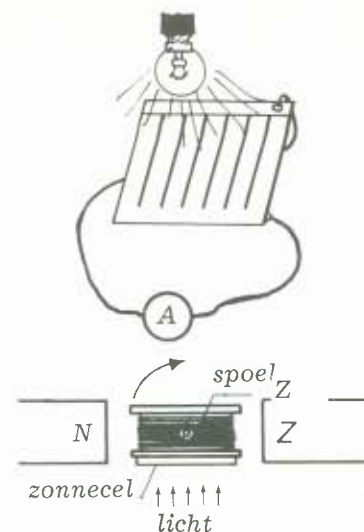
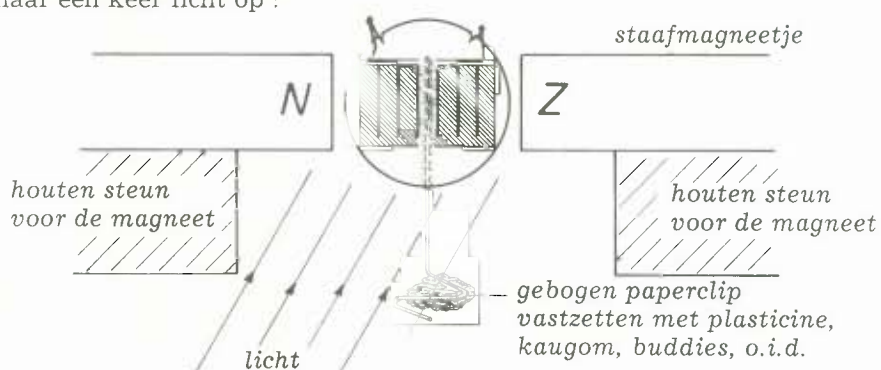
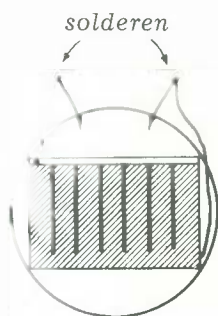
Aan de onderkant moet je voorzichtig steeds om het ijzerdraad heen wikkelen. Ook daar kun je op het koperdraad een druppel lijm laten vallen, zodat het koperdraad in de juiste vorm blijft zitten, als je het ijzerdraad eruit trekt. Wel voorzichtig zijn dat je het ijzerdraad niet aan de spoel vast lijmt - dan trek je alles uit elkaar.

Nu de stroombron erop bevestigen. Plak de zonnecel, b.v. met plakband tegen het karton aan, aan 1 kant van de spoel. Je kunt dat doen door het plakband te vouwen zoals op de tekening.

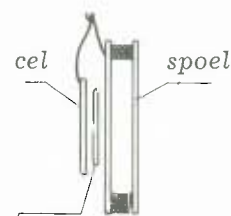
Soldeer nu heel voorzichtig de twee aansluitingen van de zonnecel aan de twee uiteinden van de spoel.

Stel nu de spoel op tussen twee magneten, zoals op de tekening, richt er een felle lamp op en . . . nu maar hopen dat er iets gebeurt.

Onderzoek zelf maar eens hoe je de motor het snelst kunt laten draaien. Denk je dat het helpt als je het licht van twee kanten laat komen? Nu valt er bij één keer ronddraaien maar één keer licht op!



uiteinden wikkeldraad vastzetten met een druppel lijm



dubbelgevouwen plakband of stukje tweezijdig klevend plakband



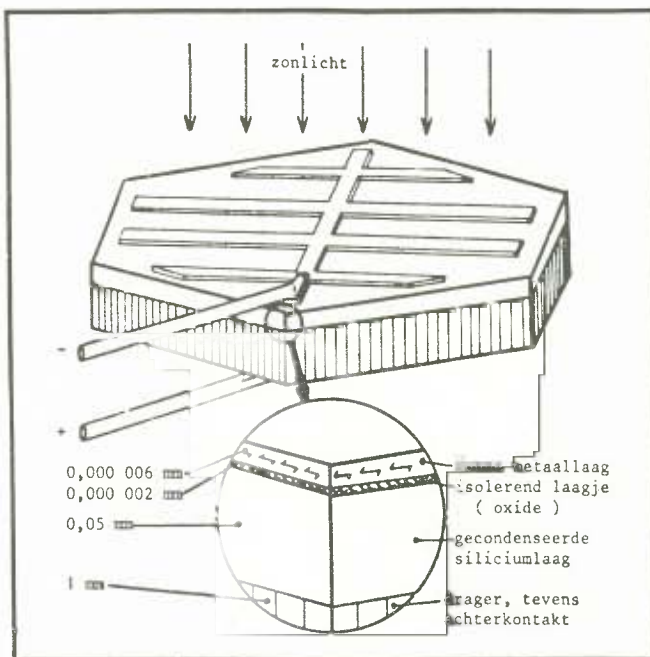
Je vraagt je misschien af waarom de huizen in tropische landen niet allemaal zonnecellen op het dak hebben. Dat levert immers gratis elektriciteit? Ook in Nederland schijnt de zon wel eens. De reden lees je in het krantenartikel hieronder - ook lees je dat er hard gezocht wordt naar methoden om het gebruik van zonne-energie mogelijk te maken.

de Volkskrant van WOENSDAG 8 MAART 1978 • ★

# TH-Eindhoven op spoor van goedkope zonnecel

Zonnecellen kunnen in de toekomst een belangrijke rol gaan spelen in de wereldenergievoorziening, omdat ze zonlicht rechtstreeks omzetten in elektriciteit. De huidige zonnecellen zijn echter nog veel te duur voor massale toepassing op aarde. Vandaar dat op het ogenblik over de hele wereld wordt gezocht naar goedkopere manieren om zonnecellen te maken. Een van die projecten wordt uitgevoerd aan de Technische Hogeschool Eindhoven en heeft inmiddels veelbelovende resultaten opgeleverd, die vorige week bekend zijn gemaakt.

Tot dusver worden zonnecellen voor „aardse” toepassingen op dezelfde manier gemaakt als die voor de ruimtevaart, wat inhoudt dat ze aan zeer hoge kwaliteitseisen voldoen. Bij het Eindhovense *Silicium MIS-Zonnecelproject* wordt er echter van uit gegaan dat zonnecellen bij massaal gebruik op aarde andere kwaliteiten moeten hebben, waaraan in veel gevallen ook lagere eisen kunnen worden gesteld. Ze hoeven bijvoorbeeld niet bestand te zijn tegen de stralingen van de ruimte, maar wel tegen regen en stof; ze mogen veel zwaarder zijn en de betrouwbaarheid hoeft niet zo groot te zijn, want als ze kapot gaan kunnen ze worden vervangen.



De toekomstige Eindhovense zonnecel

Bovendien moeten zonnecellen op aarde kunnen concurreren met andere mogelijkheden en energievoorziening ter plaatse. De mogelijkheden liggen totaal anders voor de schooltelevisie in een dorpje in Niger (Afrika) dan voor de schooltelevisie in Amstelveen die aangesloten is op het elektriciteitsnet. De kosten van een uur schooltelevisie in Niger bedragen met de huidige dure zonnecellen 50 cent per uur, wat nog altijd de helft is van de stroomopwekkingskosten met een dieselagregaat en een kwart van die met batterijen. Diezelfde schooltelevisie kost via het stopcontact in Amstelveen echter maar één cent per uur. Er moet dus nog heel wat gebeuren om zonnecellen overal in de wereld op grote schaal economisch bruikbaar te maken.

Zonnecellen worden tot dusver gemaakt van plakjes silicium, een element dat bijzondere elektrische eigenschappen bezit. Als er zonlicht op valt ontstaat er tussen de bovenkant en de onderkant van het plakje een spanningsverschil van ongeveer 0,5 Volt. Een hogere spanning, bijvoorbeeld 13 Volt om een accu op te laden, wordt verkregen door 26 cellen via de

aansluitingsdraden in serie met elkaar te verbinden. In standaard zonlicht geeft een zonnecel van 76 millimeter doorsnede een elektrisch vermogen van ongeveer 0,5 Watt.

De plakjes silicium in de huidige zonnecellen worden verkregen uit ronde staven van zuivere siliciumkristallen. Het maken van deze staven is een zeer tijdrovend en dus kostbaar werk, en bij het in plakjes zagen van het harde, brosse materiaal gaat 50 procent als onbruikbaar „zaagsel” verloren. Bovendien moeten de plakjes nog tot 1000 graden Celcius worden „voorgebakken” om er voor te zorgen dat de door het zonlicht in het materiaal vrijgemaakte elektronen naar de „min-pool” van de zonnecel worden gestuurd.

De Eindhovense zonnecel-groep, die geleid wordt door dr. ir. A. Kipperman, is er nu in geslaagd de drie dure stappen van het maken van siliciumstaven, het zagen en het verhitten te omzeilen, waardoor in feite een heel nieuw type zonnecel is gemaakt. Daar het zonlicht in de bovenste 0,1 millimeter van de huidige siliciumplakjes wordt geabsorbeerd, hebben de Eindhovense onderzoek-

kers de plak vervangen door een heel dun laagje silicium dat uit hete siliciumdamp condenseert op een goedkope onderlaag van onzuiver, in plakken gebakken silicumpoeder. Hiermee wordt het maken van zuivere siliciumstaven en het in plakjes zagen daarvan vermeden. Als alternatief voor het verhitten wordt op het opgedampte siliciumlaagje een uiterst dun isolerend laagje van twee millioenste millimeter aangebracht, waar overheen dan een laagje metaal wordt gedampt dat er voor zorgt dat de vrijgemaakte elektronen naar de min-pool stromen.

De uit drie laagjes opgebouwde cel wordt een MIS-zonnecel genoemd naar de Engelse benaming *Metal-Insulator-Semiconductor* (metaal-isolator-halfgeleider). In Eindhoven zijn de technieken voor het maken van de afzonderlijke onderdelen nu met succes beproefd. Het sinteren (bakken) van een dragende onderlaag uit geperste plakken silicumpoeder was nog niet eerder toegestaan, maar bleek door toevoeging van een „versneller” gemakkelijk uitvoerbaar. Ook het opdampen van laagjes silicium blijkt zeer goed te gaan, hoewel nog moet worden vastgesteld of ze precies de goede eigenschappen hebben of kunnen verkrijgen.

Voor het aanbrengen van het vliedunne isolerende tussenlaagje is aan de Eindhovense TH een heel simpel proces ontwikkeld, waarbij het silicium wordt ondergedompeld in een vloeistof. Dit kan zonder speciale voorzieningen bij kamertemperatuur gebeuren en is in een paar minuten klaar. Bij wijze van proef is deze behandeling toegepast op gezaagde plakken silicium, met als resultaat dat de spanning die de cel in zonlicht levert 20 tot 100 keer groter is dan zonder dit tussenlaagje.

De verdere ontwikkeling van de Eindhovense zonnecel zal verlopen langs de drie hoofdlijnen van het sinteren van goedkoop silicumpoeder, het zeer snel opdampen van siliciumlaagjes en het simpele proces voor het maken van de dunne isolerende laag van de MIS-zonnecel. Pas als deze drie lijnen samenkomen kunnen alle voordelen van een alternatieve zonnecel worden verkregen. Dr. Kipperman denkt hiervoor nog één à twee jaar nodig te hebben. Wat de kansen voor verdere industriële ontwikkeling zijn is op dit moment nog niet te zeggen, maar de Eindhovense onderzoeker vertrouwt er op dat de MIS-zonnecel honderd keer goedkoper zal kunnen worden gemaakt dan de zonnecellen uit de ruimtevaart.

## EXACT

**Rubriek over wetenschap  
en technologie  
onder redactie van  
Hans Friedeman**

# 113 Vermogen

## Inleiding

In dit blad ga je onderzoeken, wat we in de natuurkunde verstaan onder het begrip vermogen.

Het blad is onderverdeeld in drie stukken. Je begint met praktikum, daarna lees je de theorie door en je besluit met het maken van een aantal vragen.

## A Praktikum

Als een gewichtheffer een massa van 125 kg in één ruk boven zijn hoofd moet brengen, doe hij dit in ongeveer 5 seconde. Hij heeft hiervoor 2500 J aan energie nodig. Als een verhuizer dezelfde massa even hoog wil tillen, gebruikt hij daarvoor een takel. Ook hij heeft dan 2500 J aan energie nodig, maar hij doet er 3 minuten over. Het werk van de verhuizer kan bijna door iedereen gedaan worden. De prestatie van de gewichtheffer is voor velen onmogelijk na te doen.

## Vragen

1

Het verschil zit niet in de benodigde energie, want beiden hebben ..... J nodig.

2

Het verschil zit in ....., die ze ervoor nodig hebben.

3

De gewichtheffer kan 2500 J opbrengen in .....

De verhuizer kan 2500 J opbrengen in .....

Definitie: de hoeveelheid energie die per seconde wordt afgeleverd of verbruikt noemen we het vermogen.

4

Het vermogen van de gewichtheffer is  $\frac{\text{.....}}{\text{.....}} \frac{\text{J}}{\text{s}} = \frac{\text{.....}}{\text{.....}} \frac{\text{J}}{\text{s}}$

Het vermogen van de verhuizer is  $\frac{\text{.....}}{\text{.....}} \frac{\text{J}}{\text{s}} = \frac{\text{.....}}{\text{.....}} \frac{\text{J}}{\text{s}}$

De eenheid joule per seconde wordt de watt genoemd.

Het vermogen van de gewichtheffer is ..... watt

Het vermogen van de verhuizer is ..... watt

## Proeven

1

In deze proef ga je je eigen vermogen bepalen.

Je gaat dit doen door te meten hoeveel tijd je nodig hebt, om een trap op te lopen.

Per trede heb je ongeveer 100 J nodig.

Je hebt ..... treden gelopen in ..... sekonde.

De energie die hiervoor nodig is, bedraagt .....

Je vermogen is dus  $\frac{\text{.....}}{\text{.....}} \frac{\text{J}}{\text{s}} = \text{..... watt}$



2

In deze proef ga je het vermogen van een batterij onderzoeken in verschillende situaties.

Bouw de schakeling, waarvan hiernaast het schema is getekend.

- De lampjes zijn in serie/parallel geschakeld.
- Het vermogen van elk lampje is ..... watt  
(vraag dit aan je leraar, als het niet op het lampje zelf staat).
- Elk lampje zet dus ..... J aan energie om in 1 seconde.
- Laat 1 lampje branden.

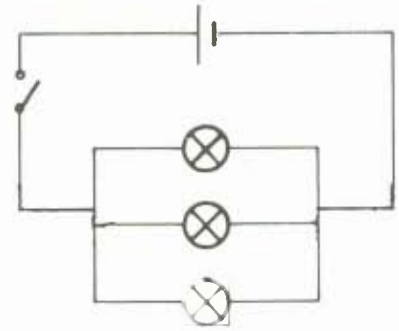
Het vermogen van de batterij is in dit geval ..... watt.

- Laat 2 lampjes branden.

Het vermogen van de batterij is in dit geval ..... watt.

- Laat nu 3 lampjes branden.

Het vermogen van de batterij is nu ..... watt.

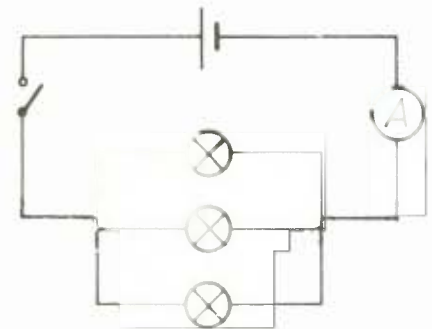


3

Bouw in de schakeling uit proef 2 nog een ampèremeter (zie schema hiernaast).

Ook nu ga je steeds meer lampjes laten branden en je meet daarbij de stroomsterkte.

Vul de gegevens in in onderstaande tabel.



aantal lampjes dat brandt	energieverbruik van de lampjes in 1 s.	vermogen batterij	stroomsterkte
0	J	watt	mA
1	J	watt	mA
2	J	watt	mA
3	J	watt	mA

Konklusie: als het vermogen van de batterij toeneemt, wordt de stroomsterkte in de schakeling .....

## B. THEORIE

De hoeveelheid energie die een batterij in 1 seconde levert, noemen we **het vermogen** van de batterij.

De hoeveelheid energie die een lamp in één seconde omzet, noemen we **het vermogen** van een lamp.

De eenheid van vermogen is **joule per seconde** (afgekort  $\frac{J}{s}$ ), die meestal **watt** wordt genoemd (afgekort W).

Een lamp met een vermogen van 60 watt zet dus in 1 seconde 60 joule aan energie om. Na een uur is er in deze lamp dan  $60 \times 3600 = 216.000$  joule aan energie omgezet in stralingsenergie en warmte.

## C. VRAGEN EN PROBLEMEN

1

Wat geeft de grootheid vermogen aan?

2

Wat is de eenheid van vermogen?

3

Een elektrisch apparaat verbruikt in 10 seconden 30 joule aan energie. Bereken het vermogen van dit apparaat.

4

Een lamp zet in 2 uur tijd 720.000 J om in warmte en stralingsenergie. Bereken het vermogen van de lamp.



5

Een lamp heeft een vermogen van 100 watt.  
Bereken hoeveel energie deze lamp omzet, als hij brandt van 20.00 uur tot 22.45 uur.

6

Een strijkijzer van 1200 watt wordt per dag een half uur gebruikt en een gloeilamp van 40 watt brandt per dag 6 uur.  
Wat zet per dag meer energie om, het strijkijzer of de gloeilamp?

7

Het vermogen van twee auto's, een Jaguar en een Mini, wordt met elkaar vergeleken.  
Beide auto's rijden met een konstante snelheid van 100 km/h.  
1 liter benzine levert 33.0000.000 J aan energie.  
Vul de gegevens in onderstaande tabel aan.

auto	snelheid	benzine verbruik	benzine verbruik per uur	energieverbruik per uur	vermogen
Jaguar	100 km/h	1 l op 5 km	..... l.	..... J	..... W
Mini	100 km/h	1 l op 12,5 km	..... l.	..... J	..... W

8

Bij het opkrikken van een 'lelijke eend' verbruikt je 750 J in 1 minuut.  
Wat is je vermogen?

9

Een strijkijzer van 1000 watt heeft na verloop van een bepaalde tijd 900.000 J aan energie omgezet. Hoeveel minuten heeft het strijkijzer aan gestaan?

Op de volgende bladzijde vind je het antwoordblad dat hoort bij de vragen van onderdeel C.

Probeer alle vragen eerst zelf op te lossen en kijk dan in één keer alles na.

**Pas als je het antwoord ook niet begrijpt, moet je vragen om hulp van je leraar.**

# Blok 6 Antwoordblad

## Extra blad 113

1

Het vermogen (van een apparaat) geeft aan hoeveel energie er (in dat apparaat) wordt omgezet of geleverd per seconde.

2

De eenheid van vermogen is joule per seconde. Dit noem je ook wel watt.

3

In 10 seconden, 30 joule aan energie.

In 1 seconde,  $\frac{30}{10} = 3$  J.

Het vermogen is dus 3 watt.

4

In 2 uur = (2 × 60 minuten = 2 × 60 × 60 seconden =) 7200 seconden wordt er 720.000 J omgezet.

In 1 seconde wordt dus  $\frac{720.000}{7200} = 100$  J omgezet.

Het vermogen van de lamp is 100 watt.

5

Het vermogen is 100 watt, dit is 100 J in één seconde.

De lamp brandt  $2\frac{3}{4}$  uur = 165 minuten = 9900 seconden.

Dan zet de lamp  $100 \times 9900 = 990.000$  J om.

6

Het strijkijzer zet 1200 J om in één seconde.

Het wordt 1800 seconden gebruikt en zet dus  $1200 \times 1800 = 2.160.000$  J om.

De gloeilamp zet 40 J om in één seconde.

De lamp wordt 21.600 seconden gebruikt en zet dus  $40 \times 21.600 = 864.000$  J om.

Het strijkijzer zet meer energie om per dag.

7

De Jaguar rijdt in 1 uur 100 km en verbruikt daarbij  $\frac{100}{5} = 20$  l benzine.

De Mini rijdt in 1 uur 100 km en verbruikt daarbij  $\frac{100}{12,5} = 8$  l benzine.

De Jaguar verbruikt per uur  $20 \times 33.000.000 = 660.000.000$  J.

De Mini verbruikt per uur  $8 \times 33.000.000 = 264.000.000$  J.

De Jaguar verbruikt per seconde dan  $\frac{660.000.000}{3600} = 183.333$  J.

De Mini verbruikt per seconde dan  $\frac{264.000.000}{3600} = 73.333$  J.

Het vermogen van de Jaguar is 183.333 W.

Het vermogen van de Mini is 73.333 W.

8

750 J in 1 minuut, dat is  $\frac{750}{60} = 12,5$  J in 1 seconde.

Je vermogen is dus 12,5 watt.

9

Een strijkijzer zet 1000 J om in één seconde.

900.000 J zet hij om in  $\frac{900.000}{1000} = 900$  seconden = 15 minuten.