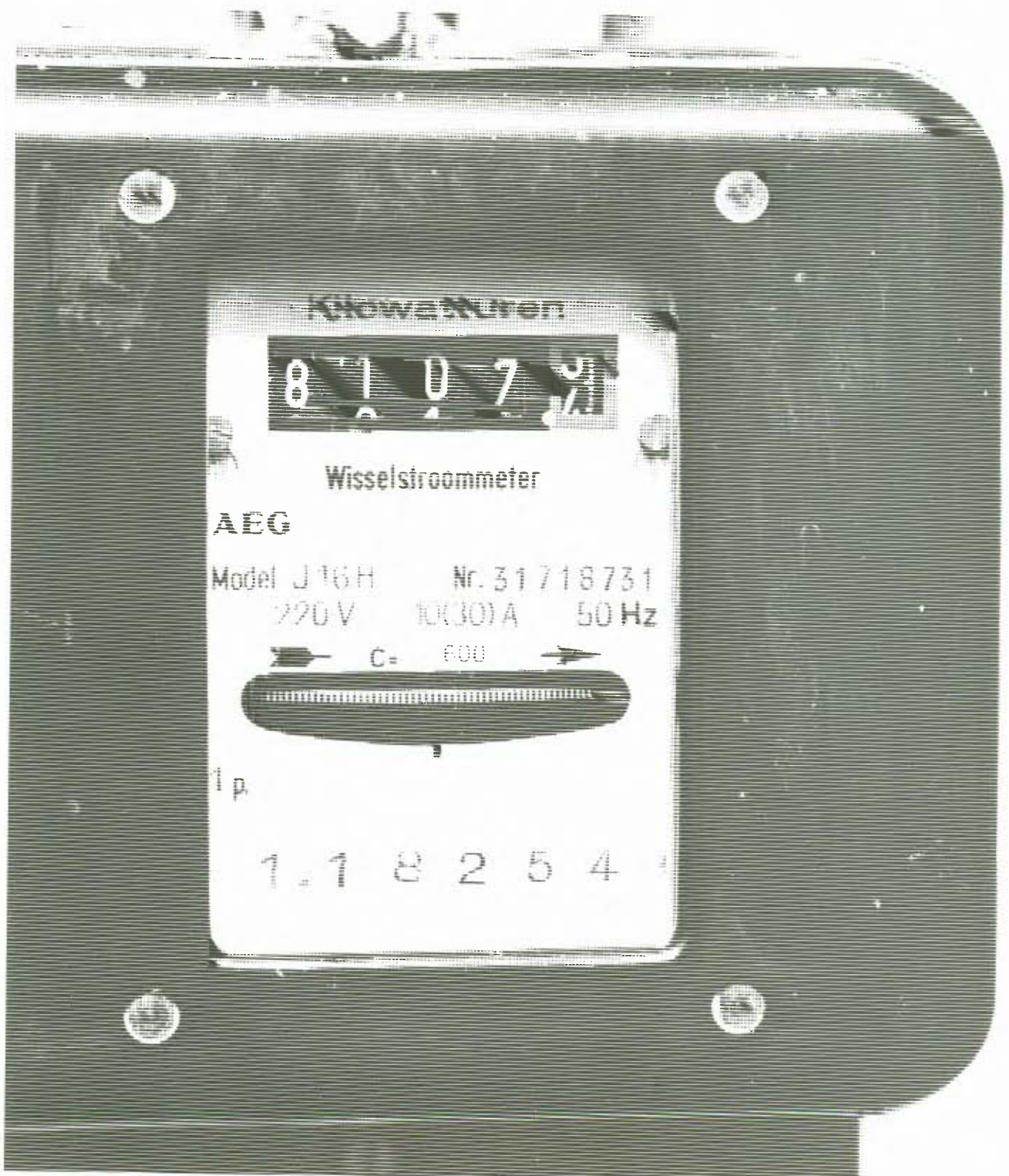


Blok 13 | Energie (2)



---

# Blok 13 Energie (2)

---

## Inhoudsopgave basisstof

	<b>bladzijde</b>
P 1. Vermogen	4
P 2. Het vermogen in elektrische schakelingen	5
P 4. Kortsluiting en overbelasting	7
T 1. Vermogen	8
T 2. Vermogen in elektrische apparaten	10
T 3. Elektrische energie	10
T 4. Kortsluiting en overbelasting	12
W 1. Energie en vermogen	14
W 2. Elektrisch vermogen	14
W 3. Elektrische energie	15
W 4. Kortsluiting en overbelasting	16

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

P 1, T 1, W 1, P 2, T 2, W 2, T 3, W 3, T 4, P 4, W 4.

## Overzicht differentiële stof

<b>Herhaalstof</b>	<b>bladzijde</b>
H 1. Vermogen	17
H 2. Het elektrisch vermogen	19
H 3. Rekenen met vermogen en energie	21
H 1. Antwoordblad	23
H 2. Antwoordblad	24
H 3. Antwoordblad	24

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.

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

146. Experimentele controle van de wet van Joule	26
90. Transformatie van spanning	30

### **Extra stof, die in de klas aanwezig is of in je materiaal zit**

- 86. Veiligheid bij elektriciteit (blok 12).
- 127. Vermogen en paardekracht.

Verder kun je zoeken bij de extra stof van blok 11 en 12 (elektriciteit 2 en 3).

---

## Blok 13 Leerdoelen

---

### Wat moet je weten aan het eind van blok 13

<b>1</b> Je moet weten wat we onder vermogen verstaan.	<b>Te vinden in:</b> <b>P 1, T 1</b>
<b>2</b> Je moet de eenheid van vermogen kennen.	<b>T 1</b>
<b>3</b> Je moet het verband kennen tussen energie en vermogen. a. Je moet de energie kunnen uitrekenen als het vermogen en de tijd bekend zijn. b. Je moet het vermogen kunnen uitrekenen als de energie en de tijd bekend zijn. c. Je moet de tijd kunnen berekenen als de energie en het vermogen gegeven zijn	<b>T 1, W 1</b>
<b>4</b> Je moet het verband kennen tussen vermogen, spanning en stroomsterkte. a. Je moet het vermogen kunnen uitrekenen als de spanning en de stroomsterkte bekend zijn. b. Je moet de stroomsterkte kunnen uitrekenen als het vermogen en de spanning bekend zijn. c. Je moet de spanning kunnen berekenen als het vermogen en de stroomsterkte bekend zijn.	<b>P 2, T 2, W 2</b>
<b>5</b> Je moet weten hoe de elektrische energie afhangt van: a. De tijd b. De stroomsterkte c. De spanning.	<b>P 3, T 3, W 3</b>
<b>6</b> Je moet de eenheid kiloWattuur (kWh) kennen en kunnen gebruiken.	<b>T 1, W 1</b>
<b>7</b> Je moet in een gegeven situatie van een elektrisch apparaat het vermogen kunnen berekenen uit de spanning en de stroom, om daarmee de energie die het apparaat in een bepaalde tijd omzet te kunnen berekenen.	<b>W 3</b>
<b>8</b> Je moet weten wat we onder overbelasting verstaan en je moet kunnen berekenen wanneer er van overbelasting sprake is.	<b>P 4, T 4, W 4</b>
<b>9</b> Je moet weten wat we onder kortsluiting verstaan en je moet kunnen berekenen of er in een schakeling sprake is van een kortsluiting.	<b>P 4, T 4, W 4</b>

## Inleiding

In blok 12 hebben we leren rekenen met de wet van Ohm. Dit bleek een bijzonder bruikbare wet om bijvoorbeeld uit te rekenen hoeveel spanning je op een apparaat moet zetten, wil er een bepaalde stroom door gaan. Of: hoeveel weerstand een apparaat heeft wanneer je de spanning en de stroom weet. We zijn echter ook vaak geïnteresseerd in de energie, die verbruikt wordt door allerlei elektrische apparaten. In blok 13 komen aan de orde: verbruikte energie, geleverde energie, vermogen, kortsluiting en overbelasting. Voortbouwend op blok 12 kunnen we na blok 13 uitrekenen wat de energie zal zijn, die door een apparaat met een bepaalde weerstand opgenomen wordt gedurende de tijd dat het apparaat aanstaat. We kunnen straks uitrekenen of in een bepaalde situatie er sprake is van overbelasting. Ook kunnen we straks kortsluiting herkennen.

## P 1 Vermogen

'Ja jongens, ik kan er maar één gebruiken.' De voorman keek besluiteloos naar de beide sollicitanten.  
'Vandaag heb ik werk voor allebei. Degene die vanavond de meeste bomen gekapt heeft, kan morgen terug komen.'  
Hij wees naar een stapel bomen aan de bosrand. 'Dat is de maat waarop de bomen gekapt moeten worden. De bijlen liggen in die truck. Begin maar bij die open plek daar.'  
Daarna wees hij naar Patrick mc. Furson. 'En jij gaat met me mee, twee kilometer verderop. Daar kun jij aan het werk.'  
De dag was voor een goed deel verstreken toen de truck weer langs het karrespoor kwam aanrijden. Patrick zuchtte van opluchting. Het was zwaar werk geweest. Hij had zich amper de tijd gegund om wat te eten. Vierentwintig bomen lagen netjes op een stapel, ontdaan van de takken en op de afgesproken lengte.  
Acht uur zwoegen! Acht maal zestig maal zestig is 28.800 s. Hij had nauwelijks nog de kracht om de bijl in de laadbak te tillen. De voorman was tevreden: 'Oké, stap maar in. Vierentwintig is niet gek voor de eerste dag. We gaan eens bij je kollega kijken.'  
Ze troffen de ander zittend tegen een boom aan. De grond rondom hem lag bezaaid met puzzelboekjes. Z'n regenpak hing naast hem aan een boomtak. 'Wat is dat nou!?', geïrriteerd smeed de voorman het portier achter zich dicht. 'Dat hebben we niet afgesproken. Het is hier geen vakantieoord. Hoelang heb jij gewerkt?' 'Van negen tot één', was het lakonieke antwoord, 'en toen ben ik aan een puzzeltje begonnen. Ik wist niet dat het al zo laat was.' 'Jou heb ik niet meer nodig makker, ga jij thuis je puzzels maar maken! Hoeveel bomen heb je eigenlijk gekapt?' De puzzelaar stond op. 'Daar liggen ze.' De voorman telde ze: 'Vierentwintig . . .!' In vier uur vierentwintig bomen . . .!' Verbluft staarde hij de kerel aan. 'Jullie hebben precies evenveel bomen gekapt!' 'Mag ik misschien nog iets vragen?', vroeg de puzzelaar verlegen. 'Ik zoek nog een woordje van acht letters: 'Energie die per tijdseenheid geleverd wordt.'  
'Vermogen', mompelde de voorman.

### Vragen

1

Als het kappen van één boom 2500 J kost, hoeveel energie heeft Patrick dan nodig gehad, om die vierentwintig bomen te kappen?

2

En hoeveel energie heeft de puzzelaar nodig gehad, die dag?

.....

.....

3

Patrick heeft de totale energie die hij nodig had kunnen leveren in ..... uur. En de puzzelaar heeft die totale hoeveelheid energie kunnen leveren in ..... uur.

Om twee prestaties met elkaar te kunnen vergelijken, moet je twee dingen weten:

- De hoeveelheid energie die je nodig hebt.
  - De tijd, waarin die energie geleverd wordt.
- Denk maar aan de volgende situatie. Tijdens de wereldkampioenschappen schaatsen verbaast het ons niets dat alle schaatsers energie genoeg hebben om de 10 km uit te rijden, maar we zijn vooral geïnteresseerd in de tijd, waarin de 10 km geschaatst wordt. In de natuurkunde hebben we de grootte vermogen ingevoerd. De hoeveelheid energie die per seconde verbruikt of geleverd wordt, is het vermogen.

4

Wat is het vermogen van Patrick?

.....

5

Wat is het vermogen van de Puzzelaar?

.....

#### Proef:

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. Je loopt zo snel mogelijk de trap op. Iemand neemt de tijd op. Neem aan dat één tree beklimmen 100 J kost aan energie. Je kunt dan berekenen hoeveel energie je nodig hebt. Uit de energie en de tijd kun je het vermogen bepalen.

Tijd nodig .....

Je hebt ..... treden gelopen in ..... s.

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

Je vermogen is dus ..... Joule per seconde.

## P 2 Het vermogen in elektrische schakelingen

In P 1 heb je kennis gemaakt met de grootte vermogen. In deze paragraaf ga je onderzoeken hoe je het vermogen kunt berekenen in elektrische schakelingen.

Voor het praktikum heb je nodig:

- 2 verschillende lampjes
- een voltmeter
- een ampèremeter
- een regelbare spanningsbron of 4 batterijen van 1,5 V.

Een regelbare spanningsbron is een spanningsbron waarbij de spanning ingesteld kan worden door middel van een draaiknop. Het symbool voor een regelbare spanningsbron is:



Symbol regelbare spanningsbron.

Als je geen regelbare spanningsbron hebt, kun je de spanning variëren door meer of minder batterijen te gebruiken.

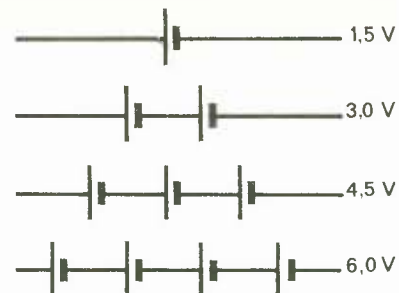
Je weet dat het vermogen de omgezette energie per tijdseenheid is.

Bij een lampje is de felheid waarmee het lampje brandt, een maat voor het vermogen.

In de volgende proeven moet je dan ook in een tabel de felheid waarmee de lamp brandt noteren.

Je hebt daarvoor de volgende mogelijkheden:

- zeer zwak,
- zwak,
- middelmatig,
- helder,
- zeer helder.



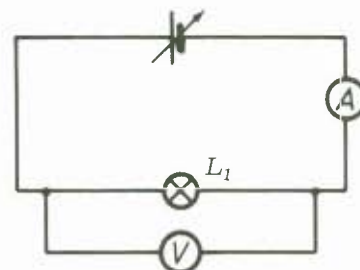
**1**

Bouw de schakeling die hiernaast getekend is. Stel de spanning zo in dat de spanning over het lampje 1,5 V is.

Meet de stroomsterkte door het lampje en vul de tabel in. Noteer de felheid waarmee de lamp brandt.

Herhaal de proef, maar nu bij een spanning van 3,0 V; 4,5 V en 6,0 V.

Wat gebeurt er met de felheid waarmee een lamp brandt, als spanning en stroomsterkte toenemen?



.....  
 .....

V in V	felheid	I in A
1,5		
3,0		
4,5		
6,0		

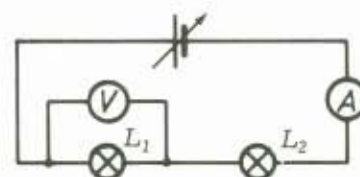
**2**

Maak een schakeling met twee verschillende lampen in serie (zie tekening).

Meet de stroomsterkte door  $L_1$  en  $L_2$ .

Meet de spanning over  $L_1$  en  $L_2$ .

Vul de tabel in en noteer ook de felheid waarmee de lampen branden.



lampje	felheid	I in A	V in V
$L_1$			
$L_2$			

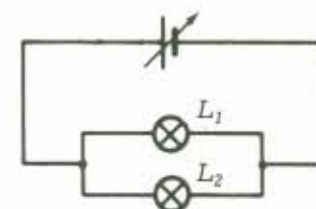
Hoe hangt het vermogen af van de spanning?

.....  
 .....

**3**

Maak een schakeling met 2 lampjes parallel. Stel de spanning zo in, dat beide lampen branden.

Meet de spanning over en de stroomsterkte door de lampjes. Vul de tabel in en noteer ook de felheid waarmee de lampjes branden.



	felheid	V in V	I in A
L <sub>1</sub>			
L <sub>2</sub>			

Hoe hangt het vermogen af van de stroomsterkte?

.....  
 .....

**Konklusie:**

Het vermogen van elektrische apparaten hangt af van .....  
 en van .....

## P 4 Kortsluiting en overbelasting

**1**

Bevestig op een blokje hout twee punaises met daartussen één dun draadje uit een pluk staalwol. Neem het stukje ijzerdraad op in de schakeling zoals hiernaast getekend is.

Neem eerst 1, dan 2, dan 3, enzovoort lampen in de schakeling op. Neem lampen van 6 V; 0,05 A.

Wat gebeurt er op een gegeven moment met het ijzerdraadje?

.....  
 .....

We noemen dit overbelasting.

**2**

Bevestig op het blokje uit proef 1 een nieuw ijzerdraadje en maak dezelfde schakeling, maar nu met één lamp. Verbind met een snoertje de punten A en B met elkaar.

Wat gebeurt er met het ijzerdraadje?

.....  
 .....

We noemen dit kortsluiting.

**3**

Neem een platte batterij en houd een stukje staalwol tussen de polen.

Wat zie je?

.....  
 .....

Doe hetzelfde met een heel smal reepje aluminiumfolie (1,5 mm). Wat zie je nu?

.....  
 .....

**4**

Maak dezelfde opstelling als in proef 2.

Maak nu met het snoer een verbinding over het stukje ijzerdraad tussen de twee punaises. Draai nu de spanning, die door de spanningsbron wordt afgegeven steeds hoger op. Wat gebeurt er?

.....  
 .....

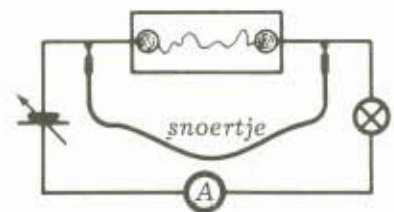
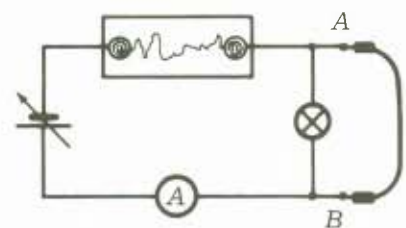
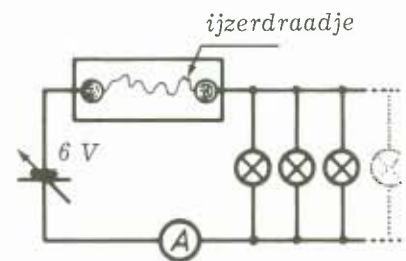
Als je nu het snoertje weer weghaalt, gebeurt er dan hetzelfde?

.....  
 .....

Geef in je eigen woorden weer, wat de functie is van het ijzerdraadje.

.....  
 .....

.....  
 .....



## T 1 Vermogen

In P 1 heb je kennism gemaakt met de grootheid vermogen. Een apparaat met een groot vermogen zet veel energie per tijdseenheid om. Een apparaat met een klein vermogen zet weinig energie per tijdseenheid om.

### Voorbeeld.

De motor van een auto zet chemische energie om in bewegingsenergie (tijdens het optrekken) en warmte (wrijving). Een automotor met een groot vermogen zet (indien nodig) veel energie per seconde om in bijvoorbeeld bewegingsenergie: de auto trekt krachtig op als dat nodig is.

Een automotor met een klein vermogen trekt veel langzamer op.

$$\text{Vermogen} = \frac{\text{geleverde of verbruikte energie}}{\text{tijdsduur}}$$

Symbol voor vermogen: P (van Power).

$$\text{In formule: } P = \frac{E}{t}$$

De eenheid van vermogen is de eenheid van energie (J) gedeeld door de eenheid van tijd (s). Deze eenheid noemen we de **Watt**. Afkorting: W.

$$\text{Dus: } 1 \text{ W} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}}$$

Naast de Watt wordt ook gebruikt de kiloWatt (kW) en de megawatt (MW).

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ W (kilo} = 1000)$$

$$1 \text{ MW} = 1.000.000 \text{ W}$$

Deze laatste eenheid (MW) hoor je vaak in verband met het vermogen van elektriciteitscentrales.

Als je weet hoeveel energie in een bepaalde tijd wordt omgezet kun je het vermogen berekenen.

### Voorbeeld.

Een auto trekt in 10 s op van 0 tot 100 km per uur.

Hij verbruikt in die tijd 400.000 J energie.

Het vermogen van de motor is dan:

$$\frac{400.000 \text{ J}}{10 \text{ s}} = 40.000 \text{ W} = 40 \text{ kW.}$$

Daarna rijdt de auto verder met een snelheid van 108 km per uur. Hij verbruikt dan elke 10 s aan energie 10.000 J. Het vermogen van de automotor is dan:

$$\frac{10.000 \text{ J}}{10 \text{ s}} = 1000 \text{ Watt} = 1 \text{ kW.}$$

Uit dit voorbeeld zie je dat de auto niet altijd het maximale vermogen levert.

Je kunt als het vermogen en de tijd bekend zijn, de verbruikte energie uitrekenen.

Je moet dan wel de formule:  $P = \frac{E}{t}$  herschrijven tot  $E = P \cdot t$ .

### Voorbeeld.

Een lamp heeft een vermogen van 75 W. Hij brandt 100 s. De lamp verbruikt dan aan energie:

$$\left. \begin{array}{l} P = 75 \text{ W} \\ t = 100 \text{ s} \end{array} \right\} \Rightarrow 75 = \frac{E}{100} \Leftrightarrow E = 75 \cdot 100 \text{ J} = 7500 \text{ J}$$

$$P = \frac{E}{t}$$



Uit het voorbeeld hierboven zie je dat om de energie (E) te berekenen je het vermogen (P) vermenigvuldigt met de tijd (t).

Uit  $P = \frac{E}{t}$  volgt dus:

$$E = P \cdot t$$

In woorden: energie is vermogen maal tijd.

Vanaf nu werken we met dit laatste verband tussen E, P en t.

Je kunt nu als er 2 van de grootheden E, P en t gegeven zijn de derde uitrekenen.

$$E = P \cdot t$$

#### Voorbeeld.

Een elektrisch apparaat met een vermogen van 100 W verbruikt 1250 J energie.

Hoe lang heeft het apparaat aangestaan?

Uitwerking:

Je moet dus t berekenen.

$$\left. \begin{array}{l} E = 1250 \text{ J} \\ P = 100 \text{ W} \end{array} \right\} \Rightarrow 1250 = 100 \cdot t \Leftrightarrow t = \frac{1250}{100} = 12,5 \text{ s.}$$

### DE ENERGIE-EENHEID KILOWATTUUR

Uit de formule  $E = P \cdot t$  volgt de energie-eenheid kiloWattuur.

Vul je namelijk P in met als eenheid kiloWatt en vul je t in met als eenheid uur dan krijg je E in de eenheid **kiloWattuur**.

Dus: kiloWattuur is kiloWatt maal uur.

De afkorting voor kiloWattuur is kWh (de h komt van hour).

Deze eenheid wordt veel gebruikt bij elektrische apparaten. Het gaat dan om apparaten die lang (uren) branden. De elektriciteitsbedrijven rekenen altijd in kWh.

#### Voorbeeld:

Hoeveel energie zet een lamp van 75 W om in 6 uur?

Om dit te berekenen kun je gebruik maken van de energie-eenheid kiloWattuur.

$$\left. \begin{array}{l} P = 75 \text{ W} = 0,075 \text{ kW} \\ t = 6 \text{ uur} \end{array} \right\} E = 0,075 \cdot 6 \text{ kWh} = 0,450 \text{ kWh.}$$

Je kunt natuurlijk kWh omrekenen in J en omgekeerd

$$1 \text{ kiloWattuur} = 1 \text{ kiloWatt} \times 1 \text{ uur} = 1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 3.600.000 \text{ J.}$$

Je ziet dat kWh alleen bruikbaar is voor grote energie hoeveelheden.

Wanneer gebruik je kWh en wanneer J?

Wanneer de tijd in uren gegeven of gemeten is, dan reken je in kWh.

Wanneer de tijd in s gegeven is, dan reken je in J.

Is de tijd in minuten opgegeven dan moet je een keuze maken: zie volgende voorbeelden.

#### Voorbeeld 1:

Een lamp van 75 W brandt 30 min.

Hoeveel energie verbruikt de lamp?

$$\left. \begin{array}{l} P = 75 \text{ W} = 0,075 \text{ kW} \\ t = 30 \text{ min} = 0,5 \text{ uur} \end{array} \right\} E = 0,075 \cdot 0,5 \text{ kWh} = 0,038 \text{ kWh (afgerond).}$$

#### Voorbeeld 2:

In 1 minuut verbruikt een lamp van 60 W:

$$\left. \begin{array}{l} P = 60 \text{ W} \\ t = 60 \text{ s} \end{array} \right\} E = 60 \cdot 60 \text{ J} = 3600 \text{ J.}$$

## T 2 Vermogen in elektrische apparaten

In T 1 heb je gezien dat het vermogen de energie per tijdseenheid is. Ook voor elektrische apparaten geldt dat de energie die dat apparaat per seconde afgeeft of opneemt het vermogen van dat apparaat is.

In P 2 heb je onderzocht hoe het vermogen van een lamp afhangt van de spanning en de stroomsterkte.

Uit proef 1 blijkt dat het vermogen (felheid!) waarmee de lamp brandt toeneemt als  $V$  en  $I$  toenemen.

Uit proef 2 blijkt dat het vermogen toeneemt als de spanning toeneemt. Immers, de stroomsterkte door beide lampen is even groot, alleen de spanning verschilt. Uit proef 3 blijkt dat het vermogen toeneemt als de stroomsterkte toeneemt.

$$P = V \cdot I$$

### Konklusie:

Het vermogen van een elektrisch apparaat hangt af van:

1. de stroomsterkte: hoe groter  $I$ , hoe groter  $P$ .
2. de spanning: hoe groter  $V$ , hoe groter  $P$ .

Je kunt aantonen dat:

Vermogen is spanning maal stroomsterkte.

In formule:  $P = V \cdot I$

Bedenk dat we deze formule niet afgeleid hebben. Je kunt ook niet makkelijk begrijpen waarom het zo is.

De proeven uit P 2 maken de formule wel aannemelijk.

### Voorbeeld

Op kachel A staat dat het vermogen 2000 W is. Op kachel B staat vermeld: '220 V, 12 A'. Iemand wil weten welke kachel de meeste warmte geeft.

We weten uit T 1 dat we dan de beide vermogens van de kachels moeten vergelijken.

Het vermogen van kachel A is gegeven: 2000 W.

Het vermogen van kachel B kun je berekenen:

$$\left. \begin{array}{l} V = 220 \text{ V} \\ I = 12 \text{ A} \end{array} \right\} P = V \cdot I = 220 \cdot 12 \text{ W} = 2640 \text{ W}.$$

Kachel B geeft per seconde de meeste warmte.



## T 3 Elektrische energie

In dit blad zetten we de verschillende wetten over elektrische schakelingen op een rijtje. Daarmee lossen we vraagstukken op. Eerst nog even een herhaling van een belangrijke wet uit blok 12.

Alle elektrische apparaten laten stroom door. De één veel, de ander weinig. Een apparaat dat bij een bepaalde spanning veel stroom doorlaat biedt weinig weerstand. Een apparaat dat bij een bepaalde spanning weinig stroom doorlaat biedt veel weerstand.

Dit kunnen we als volgt uitdrukken: Weerstand =  $\frac{\text{spanning}}{\text{stroomsterkte}}$

In formule:  $R = \frac{V}{I}$  of anders geschreven  $V = I \cdot R$

In T 1 hebben we gezien dat:

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

In formule:

$$P = \frac{E}{t} \text{ of anders geschreven: } E = P \cdot t$$

In T 2 hebben we gezien dat we voor het elektrische vermogen kunnen schrijven:

$$\text{Vermogen} = \text{spanning} \times \text{stroomsterkte}$$

$$\text{of } P = V \times I.$$

Je kunt nu  $E = P.t$  met behulp van  $P = V.I$  voor elektrische apparaten anders schrijven.

$$E = V.I.t$$

Door de formules  $V = I.R$ ,  $E = P.t$  en  $P = V.I$  te gebruiken kun je veel berekenen aan elektrische schakelingen.

Het is niet altijd mogelijk om met één formule vraagstukken op te lossen. Soms moet je formules combineren om het probleem op te lossen.

**Voorbeeld:**

Een haardroger heeft een weerstand van  $44 \Omega$ . Hoeveel elektrische energie gebruikt de droger als hij 10 minuten gebruikt wordt bij een spanning van 220 V?

Berekening:

Gevraagd wordt naar de elektrische energie (E).

We hebben dus  $E = P.t$  nodig. We kennen t (10 min) maar P niet. Die kun je berekenen door  $P = V.I$  te gebruiken. Je moet dan wel I berekenen en daarvoor heb je  $V = I.R$  nodig.

$$\left. \begin{array}{l} V = 220 \text{ V} \\ R = 44 \Omega \end{array} \right\} I = \frac{220}{44} \text{ A} = 5 \text{ A}.$$

$$\left. \begin{array}{l} I = 5 \text{ A} \\ V = 220 \text{ V} \end{array} \right\} P = 5.220 \text{ W} = 1100 \text{ W}$$

$$\left. \begin{array}{l} P = 1100 \text{ W} \\ t = 10 \text{ min.} = 600 \text{ s} \end{array} \right\} E = P.t = 1100.600 \text{ J} = 660.000 \text{ J}.$$

Je kent nu een aantal relaties tussen grootheden. Hieronder volgt een samenvatting van deze grootheden en de formules die het verband ertussen aangeven.

Overzicht van de grootheden met hun eenheden

grootheid	symbool	eenheid	symbool
Spanning	V	Volt	V
Stroomsterkte	I	Ampère	A
Weerstand	R	Ohm	$\Omega$
Energie	E	Joule	J
Vermogen	P	Watt	W
tijd	t	seconde	s

Overzicht van de formules:

formule	opmerking
$V = I.R$	
$P = V.I$	
$E = P.t$ (1)	E in J; P in W; t in s.
$E = P.t$ (2)	E in kWh; P in kW; t in uur.

# T 4 Kortsluiting en overbelasting

In P 4 heb je gezien dat een draadje waar te veel stroom doorgaat heet wordt en zelfs kan doorbranden.

Dit kan veroorzaakt worden doordat:

1. er te veel apparaten tegelijk aangesloten zijn.  
(Parallelschakeling van proef 1, P 4),
2. er ergens in de schakeling een fout zit, waardoor de stroom langs een te gemakkelijke weg kan gaan. (Proef 2, P 4.).

## 1

### Overbelasting

Schakel je teveel apparaten aan op een spanningsbron, dan spreek je van overbelasting.

In het volgende voorbeeld kun je zien hoe overbelasting ontstaat.

### Voorbeeld.

Je hebt lampen van 6 V; 0,5 A. Je sluit de lampen aan op een bron van 6 V.

Sluit je één lamp aan, dan is de stroomsterkte 0,5 A.

Schakel je 2 lampen parallel aan elkaar, dan gaat er door elk 0,5 A.

De onvertakte stroomsterkte is dan  $2 \times 0,5 \text{ A} = 1,0 \text{ A}$ . Met 3 lampen is de onvertakte stroomsterkte al  $3 \times 0,5 \text{ A} = 1,5 \text{ A}$ . Je ziet hoe meer lampen parallel zijn aangesloten, hoe groter de onvertakte stroomsterkte.

Door een grote stroomsterkte ontstaat er een grote warmte-ontwikkeling in de draden. Deze warmte-ontwikkeling kan zo groot worden dat de draden smelten waardoor de onvertakte stroom gaat. Er kan brand ontstaan.

Er is nog een ander geval van overbelasting.

Stel dat je het lampje uit het voorbeeld hierboven (6 V; 0,5 A) aansluit op 30 V. Er gaat dan een te grote stroom door het lampje. De gloeidraad erin wordt te heet en smelt. Het lampje is kapot. Je zegt dan dat het lampje overbelast is.

## 2

### Kortsluiting

In een elektrisch snoer lopen altijd tenminste twee koperen draden.

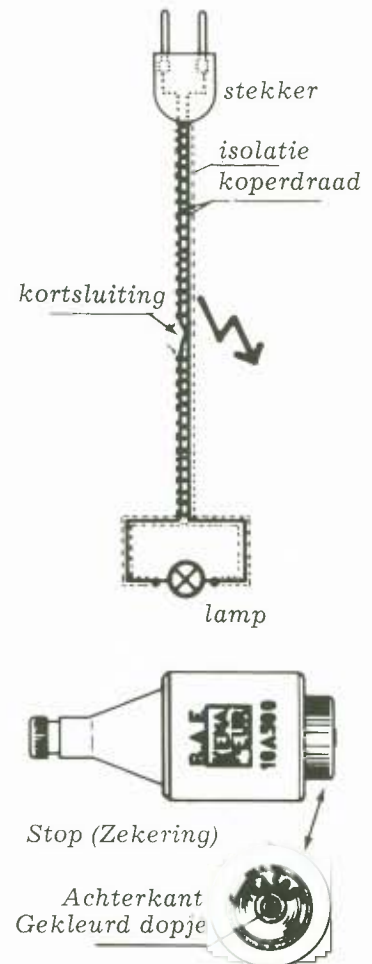
Soms als het snoer oud is raken die twee draden elkaar, doordat de plastic mantel (de isolatie) doorgesleten is. Je spreekt dan van kortsluiting. Als je kijkt naar de weerstand van de draden, dan is die weerstand over het algemeen erg klein.

In het geval van kortsluiting zijn de draden, die van de polen van de spanningsbron komen rechtstreeks met elkaar verbonden. De stroomkring sluit zich dus buiten het apparaat (bijv. een lamp) om, vandaar de naam KORT-sluiting. De weerstand van de totale stroomkring is dan zeer klein. De stroom die zal gaan lopen is daardoor enorm groot! Doordat die grote stroomsterkte z'n energie afstaat, zal er een enorme hoeveelheid warmte ontwikkeld worden in de draad, zodat er brand kan ontstaan.

Omdat kortsluiting en overbelasting in elk huis kunnen optreden heeft men in elk huis met opzet dunne draadjes aangebracht op een centrale plaats in het huis, in speciale brandvrije hulsjes. In geval van kortsluiting of overbelasting brandt dan dat draadje door en niet het draadje vlak onder het rieten dak of een draadje in het fornuis. Die hulsjes bestaan uit kleine witte grof-porseleinen flesjes, die gevuld zijn met fijn zand. Ze heten smeltveiligheid, maar men noemt ze ook wel zekering of stop.

Aan de achterkant van de stop zie je in het midden van het metalen gedeelte een gekleurd dopje. Als de smeltveiligheid nu doorbrandt dan valt dat dopje eruit. Hieraan kun je zien dat de smeltveiligheid 'door' is en dat je hem moet vervangen.

Niet alleen wordt het elektrische net beveiligd, door de stoppen in de stoppenkast. Ook veel grote apparaten worden beveiligd tegen kortsluiting of overbelasting van het apparaat door een eigen smeltveiligheid. Een televisie en een wasmachine hebben eigen zekeringen. Je kunt daar zelf niet bij, want ze zitten ingebouwd. Als zo'n



zekering doorbrandt dan moet een monteur ze vervangen. Dit is zo geregeld, omdat het doorbranden van een zekering een oorzaak heeft. Als de mensen zelf die zekering vervangen dan kunnen ze gemakkelijk vergeten om **eerst** naar de oorzaak van het doorbranden te kijken, waardoor gevaarlijke situaties ontstaan.

De kleuren van die dopjes vertegenwoordigen de maximale stroomsterkte, die zo'n smeltveiligheid doorlaat zonder door te branden.

Rose: 2 A    Grijs: 16 A    Wit: 50 A    Vanaf 35 A heb je speciale  
 Bruin: 4 A    Blauw: 20 A    Goud: 63 A    stoppenkasten nodig.  
 Groen: 6 A    Geel: 25 A  
 Rood: 10 A    Zwart: 35 A

Wanneer je probeert een zekering van 10 A te vervangen door een zekering van 16 A dan zul je merken dat dit niet gaat. De kop van die zekering is namelijk dikker. Dit heeft men met opzet zo gedaan, omdat de elektriciteitsleidingen in je huis erop berekend zijn dat er niet meer dan 10 A door zal lopen. Als je nu een zekering van 16 A gebruikt kan het heel goed zijn dat er op een gegeven moment een stroom gaat lopen van 15 A. De kans op brand elders in het huis is dan groot.

Met de kennis uit blok 12 en dit blok kun je voorspellen of een zekering door zal branden door overbelasting of niet, zoals het volgende rekenvoorbeeld laat zien.

**Voorbeeld:**

In de huiskamer van een huis staan de volgende apparaten aan:  
 Een televisie waarop staat vermeld: '220 V - 1,5 A'.  
 Een schemerlamp met een gloeilamp van 75 W.  
 Drie wandlampjes met elk een gloeilamp van 60 W.  
 Een strijkijzer met een weerstand van 55  
 De smeltveiligheid voor de huiskamer is er één van 16 A.  
 Zal deze doorbranden?

**Berekening:**

In de eerste plaats merken we op dat alle apparaten parallel staan. We kunnen de stroomsterkte van alle apparaten uitrekenen, daarna tellen we de stroomsterkte op.

De televisie  
 De stroomsterkte door de televisie is: 1,5 A

De schemerlamp  

$$\left. \begin{array}{l} P = V \cdot I \\ P = 75 \text{ W} \\ V = 220 \text{ V} \end{array} \right\} \Rightarrow 75 = 220 \cdot I \Rightarrow I = 0,34 \text{ A}$$

Wandlampjes  
 Voor elk lampje geldt:  

$$I = \frac{60 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 0,27 \text{ A. Voor 3 lampen } I = 0,81 \text{ A}$$

Het strijkijzer  

$$V = I \cdot R \Leftrightarrow 220 = I \cdot 55 \Rightarrow I = 4 \text{ A}$$

Totaal    6,65 A

De zekering van 16 A brandt dus niet door.

## W 1 Energie en vermogen

1

Je kunt het verband tussen E, P en t op 3 manieren weergeven:

E = .....

P = .....

t = .....

2

Een auto verbruikt 2000 J energie in 5 s.  
Bereken het vermogen dat de motor levert.

3

Iemand werkt 2 uur met een vermogen van 50 W.  
Hoeveel energie is daar voor nodig?

4

Een elektromotor met een vermogen van 100 W hijst een last in 12 s  
5 meter op.  
Hoelang doet een elektromotor met een vermogen van 200 W over  
dezelfde prestatie?

5

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

6

Een apparaat verbruikt 8 kWh in 4 uur. Bereken het vermogen van het  
apparaat in kW.

7

Een koffiezetapparaat staat 15 minuten aan en heeft een vermogen van  
800 W.  
Hoeveel energie heeft het apparaat verbruikt?

## W 2 Elektrisch vermogen

1

Op een fietslampje staat vermeld: 6V; 0,15 A.

- Wat betekent: 6V; 0,15 A.
- Bereken het vermogen als het lampje op de juiste spanning brandt.

2

Over een radioweerstand staat een spanning van 6 V.  
De stroomsterkte door de weerstand is 3 mA.

- Bereken het vermogen van de weerstand.
- Hoeveel energie wordt er per seconde in de weerstand omgezet?
- Waarin wordt die energie omgezet?

3

Op een apparaat staat: 200 W; 4 A.  
Het wordt aangesloten op de juiste spanning.  
Hoe groot is de spanning waarop het wordt aangesloten?

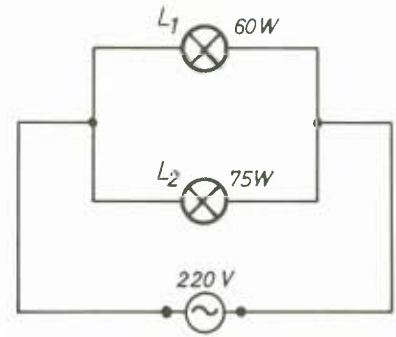
4

Een radio heeft een vermogen van 2 W.  
De spanning over de radio bedraagt 12 V.  
Hoe groot is de stroomsterkte door de radio?

5

In de tekening hiernaast zijn 2 lampen getekend.  
Op L1 staat: 220 V; 60 W.  
Op L2 staat: 220 V; 75 W.

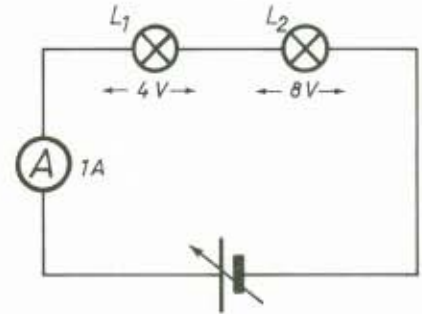
- Bereken de stroomsterkte door L1 en door L2.
- Wat is het totale vermogen van de schakeling?



6

In de schakeling hiernaast zijn 2 lampen in serie geschakeld.  
Over L1 staat 4 V; over L2 staat 8 V.  
De ampèremeter wijst 1 A aan.

- Bereken het vermogen van L1 en van L2.
- Hoeveel energie wordt er in de schakeling per seconde omgezet?



## W 3 Elektrische energie

1

Over een lamp staat een spanning van 12 V.  
De weerstand van de lamp is 24  $\Omega$ .

- Bereken de stroomsterkte door de lamp.
  - Bereken het vermogen van de lamp.
- De lamp brandt 2 uur.
- Bereken de energie die de lamp omzet.

2

Een straalkachel heeft een weerstand van 55  $\Omega$  en is aangesloten op 220 V.

- Bereken de stroom die door de kachel loopt.
- Bereken het vermogen, dat door de kachel wordt opgenomen.
- Bereken hoeveel warmte in één uur geleverd wordt.
- Bereken de kosten van één uur branden als je weet dat 1 kWh 25 cent kost.

3

Op gloeilamp 1 staat vermeld: 110 V; 100 W.  
Op gloeilamp 2 staat vermeld: 220 V; 100 W.

Beide lampen worden op de juiste spanning aangesloten.

- In welke lamp wordt in 1 s de meeste energie omgezet?
- Bereken de stroomsterkte door de lampen.

Je wilt gedurende 2 uur lezen. Je hebt een spanningsbron tot je beschikking waarvan je de spanning kunt variëren.

- Welke lamp is het goedkoopst wat betreft energieverbruik?

4

Twee weerstanden van 25  $\Omega$  en 100  $\Omega$  worden parallel geschakeld.  
Over de weerstanden staat een spanning van 10 V.

- Bereken de stroomsterkte door de takken.
- Bereken het vermogen van de weerstanden.

5

Een wasmachine heeft een weerstand van 60  $\Omega$ .  
De spanning over de wasmachine is 220 V.  
Hoeveel energie zet de wasmachine om in 3 uur?

## W 4 Kortsluiting en overbelasting

1

Omschrijf wat je onder kortsluiting verstaat.

2

Beschrijf een situatie bij jou thuis, waarbij volgens jou overbelasting optreedt.

3

Waarom is in geval van kortsluiting er geen gevaar meer als de zekering is doorgebrand?

4

Op een lamp staat 6 V; 3 W.

Hij wordt aangesloten op een spanningsbron van 6 V.

- Bereken de stroomsterkte door de lamp.
- Hoe kun je de lamp tegen overbelasting beschermen?

5

Bij kortsluiting is er sprake van een te grote/kleine weerstand van de stroomkring.

Haal door wat niet van toepassing is. Motiveer je antwoord.

6

Op een stopkontakt in je kamer sluit je tegelijk aan:

een straalkachel      220 V; 2500 W.

een platenspeler      220 V; 50 W.

5 lampen van          220 V; 60 W elk.

een wasmachine        220 V; 1000 W.

In de stroomkring zit een zekering van 16A.

Toon door berekening aan of de zekering doorbrandt.



# Blok 13 Herhaalblad

## H 1 Vermogen

Prestaties worden vaak met elkaar vergeleken.

In de sport gaat het vrijwel altijd om prestatievergelijking.

Ook de prestaties die machines leveren of kunnen leveren worden naast elkaar gezet.

„Deze auto trekt sneller op dan die”, hoor je dan.

Hoe vergelijk je prestaties?

Dat hangt natuurlijk af van welke prestaties je vergelijkt.

Maar altijd zul je eisen dat het een eerlijke vergelijking is.

In dit blok gaat het erom apparaten te vergelijken.

We willen weten welk apparaat de meeste energie omzet.

### Voorbeeld

Lamp 1 zet 1000 J energie om in lichtenergie en warmte.

Lamp 2 zet 800 J energie om in lichtenergie en warmte.

Uit deze gegevens kun je afleiden dat lamp 1 de meeste energie heeft omgezet.

Je kunt niet zeggen dat lamp 1 de beste prestaties levert.

Je weet immers niet hoe lang lamp 1 en hoe lang lamp 2 gebrand heeft.

Om eerlijk te vergelijken moet je weten hoeveel energie de lampen in elke seconde omzetten.

Om de prestaties van apparaten te kunnen vergelijken, moet je weten hoeveel energie die apparaten per seconde omzetten.

### Voorbeeld

Lamp 1 zet 1000 J om in 5 s.

Lamp 2 zet 800 J om in 2 s.

Lamp 1 zet elke seconde  $\frac{1000}{5}$  J = 200 J om.

Lamp 2 zet elke seconde  $\frac{800}{2}$  J = 400 J om.

### Vraag 1

Apparaat 1 zet 2000 J in 8 s om.

Apparaat 2 zet 1250 J in 6 s om.

Hoeveel zet apparaat 1 per seconde om? .....

Hoeveel zet apparaat 2 per seconde om? .....

De energie die per seconde wordt omgezet noemen we het vermogen.

Om het vermogen van een apparaat te vinden ga je als het volgt te werk:

Bepaal hoeveel energie dat apparaat omzet in een zekere tijd.

Deel die energie door de tijd en je vindt het vermogen.

Dus:

$$\text{Vermogen} = \frac{\text{energie}}{\text{tijdsduur}}$$

Of in formule:

$$P = \frac{E}{t}$$

De eenheid van vermogen: Watt (W).

$$1 \text{ W} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}}$$

Je moet verder weten: 1 kW (kiloWatt) = 1000 W.

### Vraag 2

Uit  $P = \frac{E}{t}$  volgt  $E = \dots \times \dots$

Je kunt met de formule over vermogen eenvoudige berekeningen uitvoeren.

Hieronder volgt een voorbeeld.

#### Voorbeeld:

Een apparaat zet in 30 s, 1400 J energie om.

Wat is het vermogen?

$$\left. \begin{array}{l} P = \frac{E}{t} \\ E = 1400 \text{ J} \\ t = 30 \text{ s} \end{array} \right\} P = \frac{1400}{30} = 43 \text{ W}$$

### Vraag 3

Een strijkbout zet in 6 s, 1300 J energie om.

Wat is het vermogen?

$$\left. \begin{array}{l} P = \frac{E}{t} \\ E = \dots \text{ J} \\ t = \dots \text{ s} \end{array} \right\} P = \frac{\dots}{\dots} \Rightarrow P = \dots \text{ W}$$

### Vraag 4

Een lamp heeft een vermogen van 60 W.

Hij brandt 20 s.

Hoeveel energie zet de lamp om?

$$\left. \begin{array}{l} E = P \cdot t \\ P = \dots \text{ W} \\ t = \dots \text{ s} \end{array} \right\} E = \dots \times \dots \text{ J} = \dots \text{ J}$$

### Vraag 5

Een wasmachine zet in 10 s, 9000 J om.

Bereken het vermogen.

.....  
.....

### Vraag 6

Een t.v.-toestel heeft een vermogen van 200 W.

Hij brandt 2 uur.

Hoeveel energie verbruikt het toestel?

.....  
.....

Als een apparaat lang aanstaat, wordt er veel energie omgezet.

Een lamp van 75 W zet in 5 uur 1.350.000 J om.

Het elektriciteitsbedrijf werkt om die grote getallen te vermijden met een andere eenheid: de kiloWattuur (kWh).

Tot nu heb je de energie berekend door P in Watt en t in sekonde te vermenigvuldigen.

Vul je nu P in **kiloWatt** en t in **uur** in, dan krijgt je E in **kiloWattuur**.

#### Voorbeeld

Een straalkachel van 3000 W brandt 6 uur.

Bereken hoeveel energie de kachel omzet.

$$\left. \begin{array}{l} E = P \cdot t \\ P = 3 \text{ kW} \\ t = 6 \text{ uur} \end{array} \right\} E = 3.6 \text{ kWh} = 18 \text{ kWh.}$$

Dus

P in W en t in s  $\longrightarrow$  E in J.

P in kW en t in uur  $\longrightarrow$  E in kWh.

**Vraag 7**

Een fornuis heeft een vermogen van 1000 W.  
 Het brandt 1 uur.  
 Bereken hoeveel energie er omgezet wordt in J.

$$\begin{array}{l}
 E = P \cdot t \\
 P = \dots\dots\dots \\
 t = \dots\dots\dots
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} E = P \cdot t \\ P = \dots\dots\dots \\ t = \dots\dots\dots \end{array}} \right\} E = \dots\dots\dots$$

Bereken hoeveel energie er omgezet wordt in kWh.

.....

.....

.....

**Vraag 8**

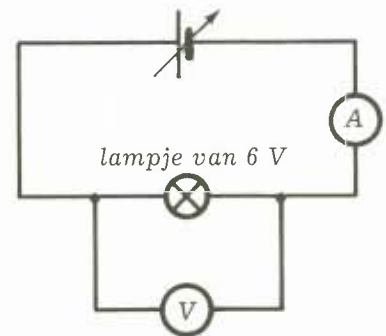
In de tabel hieronder moet je de ontbrekende grootheden invullen. Je mag zelf bepalen of je kWh of J gebruikt.

	E	P	t
Apparaat 1		10 W	1 min.
Apparaat 2	1000 J		8 s
Apparaat 3	900 J	3 W	
Apparaat 4		1500 W	30 min.

## H 2 Het elektrisch vermogen

1

Bouw de schakeling die hiernaast getekend staat.  
 Stel de spanning zo in, dat de spanning over het lampje 1,5 V is. Meet nu de stroomsterkte door het lampje. Bereken het vermogen van het lampje.  
 Vul de resultaten in, in de tabel.  
 Verhoog elke keer de spanning met 1,5 V.  
 Meet telkens de stroomsterkte en bereken het vermogen. Vul de resultaten in, in de tabel.



Tabel:

Spanning in V	Stroomsterkte in A	Vermogen in W	Helderheid
1			
2			
3			
4			
5			
6			

De helderheid varieert weer van zeer zwak naar zwak, middelmatig, helder en zeer helder.  
 Welke konklusie kun je trekken als je de helderheid vergelijkt met het vermogen?

.....

.....

.....

**Vraag**Schrijf  $P = V \cdot I$  op 2 andere manieren:

$$I = \dots\dots\dots V = \dots\dots\dots$$

Met het verband tussen V, I en P kun je een aantal eenvoudige sommen maken.

**Voorbeeld**

Op een gloeilamp staat vermeld: 220 V - 100 W.

Op een elektrische tandenborstel staat vermeld: 220 V- 1,2 A.

Door welk apparaat gaat de grootste stroom?

En welk apparaat heeft het grootste vermogen?

Door de elektrische tandenborstel gaat 1,2 A.

De stroomsterkte door de gloeilamp kun je als volgt berekenen.

$$\left. \begin{array}{l} P = V \cdot I \\ P = 100 \text{ W} \\ V = 220 \text{ V} \end{array} \right\} 100 = 220 \cdot I \Leftrightarrow I = 0,45 \text{ A}$$

Door de tandenborstel gaat dus de grootste stroom.

Het vermogen van de gloeilamp is 100 W.

Het vermogen van de tandenborstel kun je vinden uit:

$$\left. \begin{array}{l} P = V \cdot I \\ V = 220 \text{ V} \\ I = 1,2 \text{ A} \end{array} \right\} P = 220 \cdot 1,2 \text{ W} = 264 \text{ W}$$

Het vermogen van de tandenborstel is het grootst.

**1**

Vul de ontbrekende gegevens in in de tabel die hieronder staat.

Apparaat	Spanning V in V	Stroomsterkte I in A	Vermogen P in Watt
1	6	3	.....
2	3	.....	18
3	.....	0,5	4
4	220	10	.....
5	.....	0,5	110
6	110	.....	110

**2**

Door een transistorradio loopt een stroom van 250 mA.

Hij is aangesloten op 12 V.

Wat is het vermogen van de radio?

$$\left. \begin{array}{l} P = V \cdot I \\ V = \dots\dots\dots \\ I = \dots\dots\dots \end{array} \right\} P = \dots\dots\dots$$

**3**

Een draagbare pick-up heeft een vermogen van 24 W.

Hij is aangesloten op 12 V.

Wat is de stroomsterkte door de pick-up?

$$\left. \begin{array}{l} P = V \cdot I \\ P = \dots\dots\dots \\ V = \dots\dots\dots \end{array} \right\} I = \dots\dots\dots$$

4

Een kassetterekorder is aangesloten op 12 V.  
Er loopt een stroom door van 3 A.  
Wat is het vermogen van de rekorder?

---

5

Een lamp heeft een vermogen van 100 W.  
Hij is aangesloten op 25 V.  
Welke stroom loopt er door de lamp?

---

## H 3 Rekenen met vermogen en energie

Je kent nu een aantal formules over elektrische schakelingen.  
In de volgende sommen moet je die formules gebruiken.

Schrijf de formules op:

In de volgende sommen schrijf je eerst op wat gegeven is. Eenheid en symbool vermelden.

Dan schrijf je het gevraagde op.

Daarna bedenk je hoe je het probleem gaat oplossen.

Daarbij moet je kijken naar formules die zowel het gevraagde als de gegevens bevatten.

Vervolgens los je de som op.

Voorbeeld:

Op een wasmachine staat 220 V; 2200 W.

- Bereken de stroomsterkte als de machine op de juiste spanning is aangesloten.
- Bereken de weerstand van de machine.
- Hoeveel energie verbruikt de machine in 4 uur?

Gegeven:

$V = 220 \text{ V}$ ;  $P = 2200 \text{ W}$ ;  $t = 4 \text{ uur}$ .

Gevraagd:

I (onderdeel a), R (onderdeel b) en t (onderdeel c)

Berekening:

$$\begin{array}{l} \text{a) } P = V \cdot I \\ P = 2200 \text{ W} \\ V = 220 \text{ V} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} P = V \cdot I \\ P = 2200 \text{ W} \\ V = 220 \text{ V} \end{array}} \right\} 2200 = 220 \cdot I \Leftrightarrow I = \frac{2200}{220} \text{ A} = 10 \text{ A}$$

$$\begin{array}{l} \text{b) } V = I \cdot R \\ V = 220 \text{ V} \\ I = 10 \text{ A (onderdeel a)} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} V = I \cdot R \\ V = 220 \text{ V} \\ I = 10 \text{ A (onderdeel a)} \end{array}} \right\} 220 = 10 \cdot R \Leftrightarrow R = \frac{220}{10} \Omega = 22 \Omega$$

$$\begin{array}{l} \text{c) } E = P \cdot t \\ P = 2,2 \text{ kW} \\ t = 4 \text{ uur} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} E = P \cdot t \\ P = 2,2 \text{ kW} \\ t = 4 \text{ uur} \end{array}} \right\} E = 2,2 \cdot 4 \text{ kWh} = 8,8 \text{ kWh}$$

### Opgaven

1

Op een wasmachine staat „220 V - 2200 W”.

Parallel aan de wasmachine staat een straalkachel van „220 V - 3300 W”.

- Bereken de stroomsterkte door de wasmachine en ook de stroomsterkte door de straalkachel.

Gegeven: .....

Gevraagd: .....

Berekeningen: .....

.....

b. In de hoofdleiding zit een smeltveiligheid van 16 A.  
Smelt de zekering door als beide apparaten zijn ingeschakeld?

.....

c. Als de zekering doorsmelt is er dan sprake van overbelasting of kortsluiting? Verklaar weer je antwoord.

.....

## 2

Op een lamp staat vermeld: „110 V - 500 W”.

a. Bereken de stroomsterkte die door de lamp gaat als hij op de juiste spanning wordt aangesloten.

Gegeven: .....

Gevraagd: .....

Berekening: .....

.....

b. Bereken nu de weerstand van de lamp. Verandert deze weerstand als je de lamp op een andere spanning aansluit?

Gegeven: .....

Gevraagd: .....

Berekening: .....

.....

c. Bereken de stroomsterkte door de lamp als je hem aansluit op 55 V.

Gegeven: .....

Gevraagd: .....

Berekening: .....

.....

d. Bereken het vermogen van de lamp, bij deze spanning.

Gegeven: .....

Gevraagd: .....

Berekening: .....

.....

## 3

Een lamp heeft een weerstand van  $24 \Omega$ .

Hij wordt aangesloten op een spanning van 12 V.

Hoeveel energie zet de lamp om in 1 uur? (aanwijzing bereken eerst P).

Gegeven: .....

Gevraagd: .....

Berekening: .....

.....

.....

# Blok 13 Antwoordblad

## H 1 Vermogen

1

Apparaat 1:  $\frac{2000}{8}$  J per seconde. Dus: 250 J per seconde.

Apparaat 2:  $\frac{1250}{6}$  J per seconde. Dus: 208 J per seconde (afgerond).

2

$$E = P \cdot t$$

3

$$\left. \begin{array}{l} E = 1300 \text{ J} \\ t = 60 \text{ s} \end{array} \right\} P = \frac{1300}{6} \text{ W} = 217 \text{ W (afgerond)}$$

4

$$\left. \begin{array}{l} P = 60 \text{ W} \\ t = 20 \text{ s} \end{array} \right\} E = 60 \cdot 20 \text{ J} = 1200 \text{ J.}$$

5

$$\left. \begin{array}{l} E = 9000 \text{ J} \\ t = 10 \text{ s} \end{array} \right\} P = \frac{9000}{10} \text{ W} = 900 \text{ W}$$

6

$$\left. \begin{array}{l} P = 200 \text{ W} \\ t = 2.3600 \text{ s} = 7200 \text{ s} \end{array} \right\} E = 200 \cdot 7200 \text{ J} = 1.440.000 \text{ J}$$

7

$$\left. \begin{array}{l} P = 1000 \text{ W} \\ t = 3600 \text{ s} \end{array} \right\} E = 1000 \cdot 3600 \text{ J} = 3.600.000 \text{ J}$$

$$\left. \begin{array}{l} P = 1000 \text{ W} = 1 \text{ kW} \\ t = 1 \text{ uur} \end{array} \right\} E = 1.1 \text{ kWh} = 1 \text{ kWh}$$

apparaat	E	P	t
1	600 J		
2		125 W	
3			300 s
4	0,75 kWh		

## H 2 Het elektrisch vermogen

1

apparaat	spanning V in V	stroomsterkte I in A	vermogen P in W
1			18
2		6	
3	8		
4			2200
5	220		
6		1	

2

$$\left. \begin{array}{l} V = 12 \text{ V} \\ I = 250 \text{ mA} = 0,25 \text{ A} \end{array} \right\} P = 12 \cdot 0,25 \text{ W} = 3 \text{ W}$$

3

$$\left. \begin{array}{l} P = 24 \text{ W} \\ V = 12 \text{ V} \end{array} \right\} I = \frac{24}{12} \text{ A} = 2 \text{ A}$$

4

$$\left. \begin{array}{l} V = 12 \text{ V} \\ I = 3 \text{ A} \end{array} \right\} P = 12 \cdot 3 \text{ W} = 36 \text{ W}$$

5

$$\left. \begin{array}{l} P = 100 \text{ W} \\ V = 25 \text{ V} \end{array} \right\} I = \frac{P}{V} = \frac{100}{25} \text{ A} = 4 \text{ A}$$

## H 3 Rekenen met vermogen en energie

$$E = P \cdot t$$

$$P = V \cdot I$$

$$V = I \cdot R$$

1

Gegeven: wasmachine  $V = 220 \text{ V}$ ;  $P = 2200 \text{ W}$   
 straalkachel  $V = 220 \text{ V}$ ;  $P = 3300 \text{ W}$

Gevraagd: I door wasmachine  
 I door straalkachel.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Berekening: } P = V \cdot I \\ \text{Wasmachine: } P = 2200 \text{ W} \\ V = 220 \text{ V} \end{array} \right\} I = 10 \text{ A}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Straalkachel: } P = V \cdot I \\ P = 3300 \text{ W} \\ V = 220 \text{ V} \end{array} \right\} I = 15 \text{ A}$$

b. Als beide apparaten zijn ingeschakeld, gaat er door de hoofdketen :  
 $10 + 15 \text{ A} = 25 \text{ A}$ .  
 De zekering brandt door.

c. Er is sprake van overbelasting, want er zijn te veel apparaten aangesloten.



2

a. Gegeven:  $V = 110 \text{ V}$ ;  $P = 500 \text{ W}$

Gevraagd:  $I$

Berekening:

$$\left. \begin{array}{l} P = V \cdot I \\ V = 110 \text{ V} \\ P = 500 \text{ W} \end{array} \right\} I = \frac{500}{110} \text{ A} = 4,5 \text{ A (afgerond)}$$

b. Gegeven:  $V = 110 \text{ V}$ ;  $P = 500 \text{ W}$ ;  $I = 4,5 \text{ A}$  (onderdeel a)

Gevraagd:  $R$

Berekening:

$$\left. \begin{array}{l} V = I \cdot R \\ V = 110 \text{ V} \\ I = 4,5 \text{ A} \end{array} \right\} R = \frac{110}{4,5} \Omega = 24,4 \Omega \text{ (afgerond)}$$

c. Gegeven:  $V = 55 \text{ V}$ ;  $R = 24,4 \Omega$

Gevraagd:  $I$

Berekening:

$$\left. \begin{array}{l} V = I \cdot R \\ V = 55 \text{ V} \\ R = 24,4 \Omega \end{array} \right\} I = \frac{55}{24,4} \text{ A} = 2,3 \text{ A (afgerond)}$$

d. Gegeven:  $V = 55 \text{ V}$ ;  $I = 2,3 \text{ A}$

Gevraagd:  $P$

Berekening:

$$\left. \begin{array}{l} P = V \cdot I \\ V = 55 \text{ V} \\ I = 2,3 \text{ A} \end{array} \right\} P = 55 \cdot 2,3 \text{ W} = 126,5 \text{ W}$$

3

Gegeven:  $R = 24 \Omega$ ;  $V = 12 \text{ V}$ ;  $t = 1 \text{ uur}$ .

Gevraagd:  $E$

Berekening:

$$\begin{array}{l} E = P \cdot t \\ P = ? \\ t = 1 \text{ uur} \end{array}$$

We moeten dus eerst  $P$  berekenen:

$$\begin{array}{l} P = V \cdot I \\ V = 12 \text{ V} \\ I = ? \end{array}$$

We moeten dus eerst  $I$  berekenen:

$$\left. \begin{array}{l} V = I \cdot R \\ V = 12 \text{ V} \\ R = 24 \Omega \end{array} \right\} I = \frac{12}{24} \text{ A} = 0,5 \text{ A}$$

$$P = 12 \cdot 0,5 \text{ W} = 6 \text{ W}$$

$$P = 6 \text{ W} = 0,006 \text{ kW}$$

$$E = 0,006 \cdot 1 \text{ kWh} = 0,006 \text{ kWh}$$

## 146. Experimentele controle van de wet van Joule

Je gaat aan de hand van een proef controleren of hetgeen tot nu toe gezegd is over energie en vermogen ook klopt met de waarnemingen in een proef. Je hebt gezien dat: Energie is vermogen maal tijd.

Dus:  $E = P \cdot t$ . (1)

Je hebt ook gezien dat: Vermogen is spanning maal stroomsterkte.

Dus:  $P = V \cdot I$ . (2)

Vul je nu (2) in in (1) dan krijg je:

$E = P \cdot t = (V \cdot I) \cdot t$ .

Deze laatste formule noem je de wet van Joule.

### De proef:

Om de proef te kunnen uitvoeren maken we de volgende veronderstelling:

'De toegevoerde energie is recht evenredig met de temperatuurstijging.'

Dus als je 1000 J nodig hebt om een keteltje water 50° C te verwarmen dan heb je 2000 J nodig, om datzelfde keteltje water 100° C te verwarmen.

### Uitvoering:

In een calorimeter doe je een hoeveelheid water, waarin een thermometer wordt geplaatst. Dit water verwarm je met een dompelaar. Je meet dan om de 2 minuten de temperatuur en vult die in in een tabel.

Je hebt nodig:

Eén calorimeter, van ongeveer een liter.

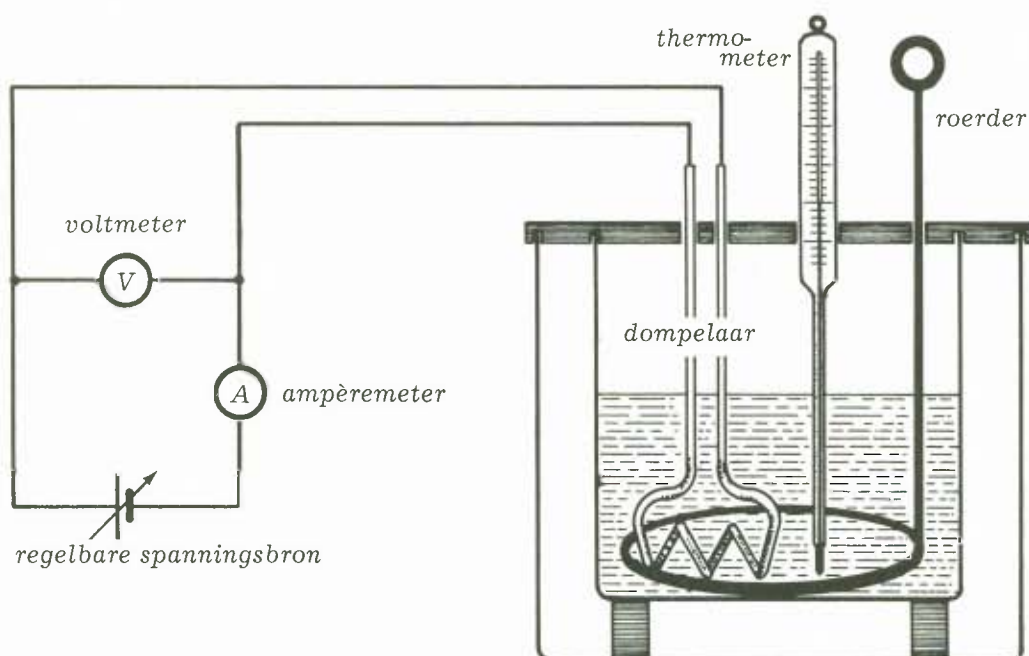
Eén variabele spanningsbron. (Dus een spanningsbron, waarvan je de spanning kunt regelen.)

Een voltmeter en een ampèremeter.

Een stopwatch.

Een thermometer + roerstokje.

Zet de opstelling klaar:



**1**

Vul de calorimeter met 0,7 l water van ongeveer 16° C. (Laat de kraan eerst een tijdje stromen.)

Na het vullen moet de verwarmingsspiraal zich onder water bevinden.

Stel de spanning zodanig in dat de stroomsterkte 1 A is.

Lees de spanning nu af.

Lees tijdens het verwarmen elke twee minuten de temperatuur af en vul onderstaande tabel in.

$I = 1 \text{ A}$ ;  $V = \dots\dots\dots$

tijd in minuten	temperatuur	temperatuurstijging ten opzichte van de begintemperatuur
0		—
2		
4		
6		
8		
10		

Herhaal deze proef, maar nu met de stroomsterkte: 1,5 A, 2,0 A, 2,5 A. Lees ook elke keer weer de spanning af!

$I = 1,5 \text{ A}$ ;  $V = \dots\dots\dots$

tijd in minuten	temperatuur	temperatuurstijging ten opzichte van de begintemperatuur
0		—
2		
4		
6		
8		
10		

$I = 2,0 \text{ A}$ ,  $V = \dots\dots\dots$

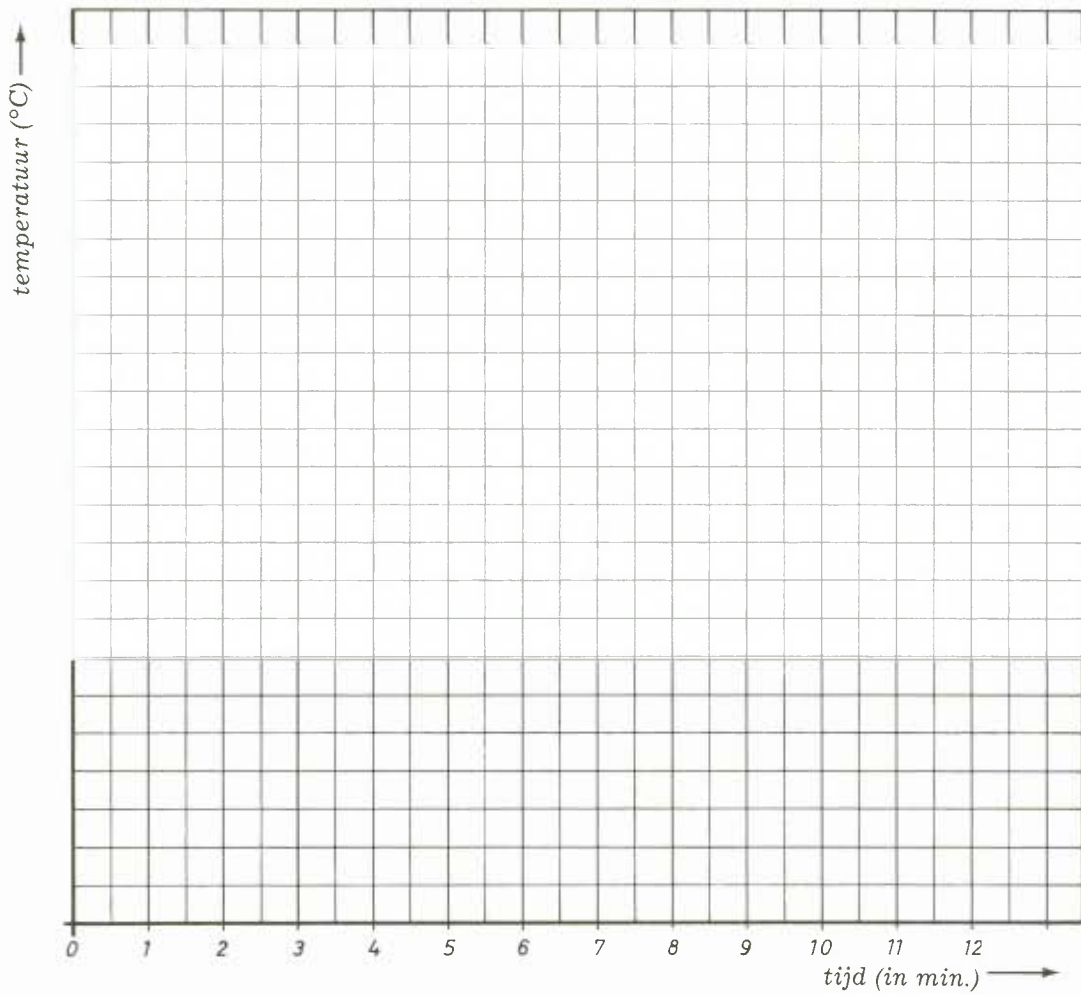
tijd in minuten	temperatuur	temperatuurstijging ten opzichte van de begintemperatuur
0		—
2		
4		
6		
8		
10		

$I = 2,5 \text{ A}$ ,  $V = \dots\dots\dots$

tijd in minuten	temperatuur	temperatuurstijging ten opzichte van de begintemperatuur
0		—
2		
4		
6		
8		
10		

2

Teken in onderstaand diagram de grafieken die horen bij verschillende stroomsterkte en die het verband aangeven tussen temperatuur en tijd. (Gebruik voor elk van de vier grafieken een andere kleur.)  
Maak zelf de schaalverdeling voor de temperatuur-as.



Bereken uit elk van de **diagrammen** de temperatuurstijging per minuut.

$I = 1,0 \text{ A}$ ; temperatuurstijging per minuut: .....

$I = 1,5 \text{ A}$ ;            „            „            „            .....

$I = 2,0 \text{ A}$ ;            „            „            „            .....

$I = 2,0 \text{ A}$ ;            „            „            „            .....

3

Vul onderstaande tabel in:

I in A	V in V	P in W	temperatuurstijging per minuut
1,0			°C
1,5			°C
2,0			°C
2,5			°C

Wat valt je op? .....

4

Kijk naar  $V \times I \times t$  in elk van de vier gevallen, waarbij  $t$  gelijk is aan 10 minuten (600 s). Vergelijk dit produkt elke keer met de totale temperatuurstijging.

Schrijf je konklusie op:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

5

Formuleer nu zelf een konklusie waarmee je aangeeft of dit experiment het verband tussen energie, spanning, stroomsterkte en tijd ( $E = V \times I \times t$ ) bevestigt.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

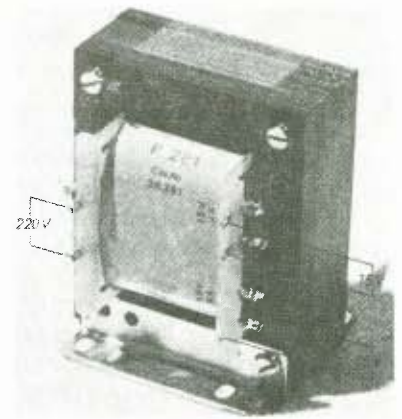
---

# 90 Transformatie van spanning

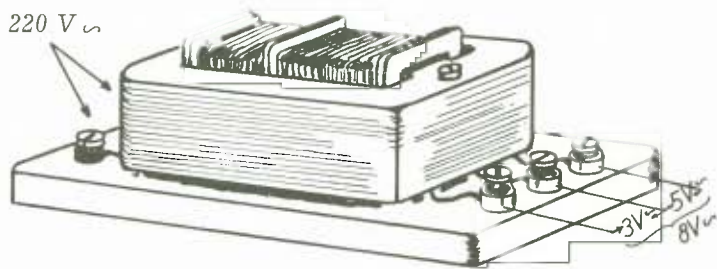
Je hebt ongetwijfeld wel eens van een transformator gehoord. Zo'n apparaat wordt vaak gebruikt om van die gevaarlijke 220 V een lagere spanning te maken van bijvoorbeeld 10 V die ongevaarlijk is. Een bel bij de voordeur is bijvoorbeeld aangesloten op zo'n transformator om het gevaar te vermijden dat iemand die aanbelt een geweldige schok zou krijgen. Een elektrische speelgoedtrein rijdt op rails die eveneens aangesloten zijn op zo'n transformator.

Maar het is ook mogelijk om met zo'n transformator van een lage spanning een hele hoge spanning te maken. Een voorbeeld hiervan is de bobine die in elke bromfiets of auto zit en die de bougie laat vonken. (Ook zijn er fopapparaatjes zoals een namaak aansteker of een doos speelkaarten, die bij gebruik een aardige elektrische schok opleveren).

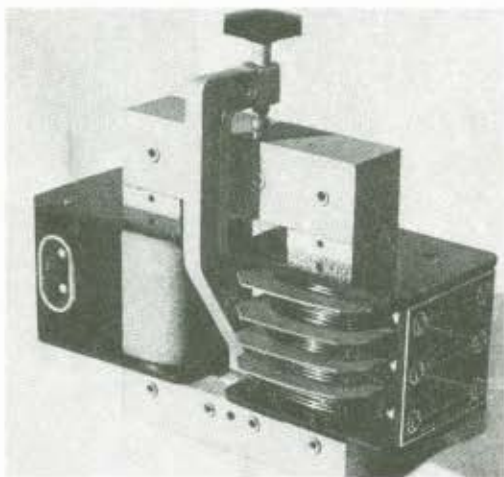
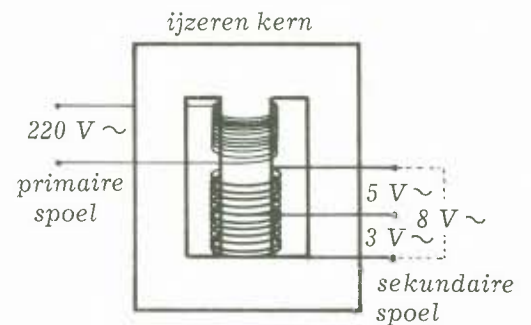
Als je een transformator openmaakt, ziet hij er vaak uit zoals hieronder te zien is.



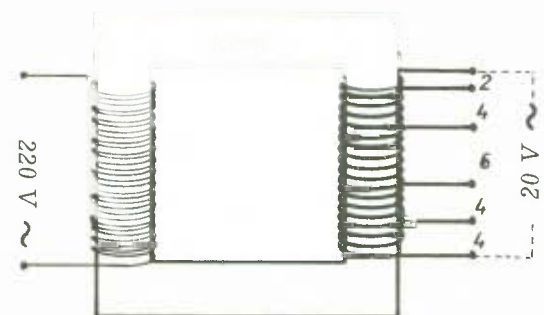
laagspanning transformator



beltransformateur



eksperimenteer transformator



primaire spoel

sekundaire spoel

Hij bestaat eigenlijk uit twee spoelen, een primaire- en een sekundaire spoel waarvan het draad om een ijzerkern is gewikkeld.

Links (de primaire kant van de trafo) zit normaal het snoer, dat met een stekker op het stopcontact is aangesloten. Achter 220 V staat een slangetje (~) dat betekent: wisselspanning. Zou je namelijk een transformator op 220 V gelijkspanning aansluiten dan komt er aan de andere kant (de sekundaire kant) geen spanning uit (waarom dat zo is krijg je later nog).

Vaak wordt de spanning aan de sekundaire kant gelijkgericht (er wordt een gelijkspanning van gemaakt net als bij een batterij) zodat men dit apparaat, wat dan meestal 'adaptor' genoemd wordt, gebruiken kan om een draagbare radio, cassetterecorder of rekenmachine op te laten werken.

Om er achter te komen hoe een transformator werkt, ga je een aantal proeven doen.

Je hebt hiervoor nodig:

onderdelen	symbolen
batterij + schakelaar	
wisselspanningsbron	
een staafmagneet	
een spoel met weinig windingen	SP1
een spoel met veel windingen	SP2
een voltmeter voor gelijkspanning	
een voltmeter voor wisselspanning	
± 3 meter snoer	

In blok 5 heb je ontdekt dat elektrische stroom een magnetische werking veroorzaakt. Geldt nu ook het omgekeerde?

**Proef 1**

Maak de opstelling die je hiernaast ziet getekend.

Hoe beweegt de wijzer van de voltmeter als je

a. de magneet naar rechts beweegt?

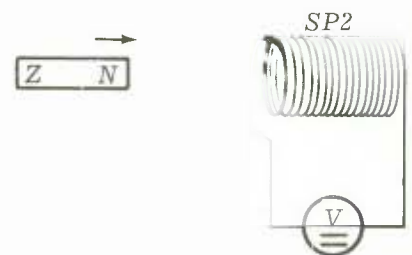
.....

b. de magneet naar links beweegt?

.....

c. de magneet in de spoel stil houdt?

.....



In plaats van een magneet naar rechts te bewegen, kun je op die plaats ook een magneet laten ontstaan, als je ineens een stroom door een spoel laat lopen.

**Proef 2**

Maak de opstelling die je hiernaast ziet getekend.

Noteer weer hoe de voltmeter uitslaat als

a. de schakelaar gesloten wordt.

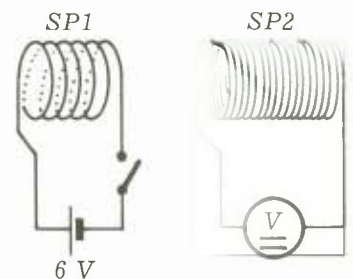
.....

b. de schakelaar geopend wordt.

.....

c. de schakelaar gesloten blijft.

.....



Om het magnetisme dat je in spoel 1 opwekt zo goed mogelijk door spoel 2 te laten gaan, ga je een ijzern kern gebruiken.

**Proef 3**

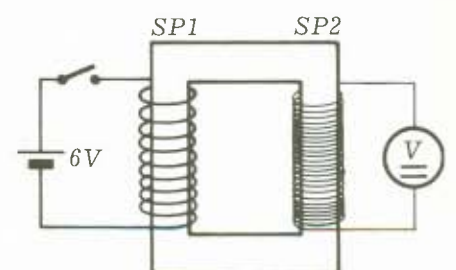
Maak de opstelling die je hiernaast getekend ziet.

Wat is het belangrijkste verschil met proef 2, als je de schakelaar sluit?

.....

De voltmeter wijst alleen een spanning aan, als

.....



Blijkbaar moet het magnetisme dat we opwekken in spoel 1 veranderen, om in de tweede spoel een spanning te laten ontstaan.

In plaats van een batterij met een schakelaar nemen we daarom een wisselspanningsbron. Deze wisselspanning sluiten we aan op spoel 1. Het magnetisme dat we opwekken in spoel 1 verandert nu voortdurend.

#### Proef 4

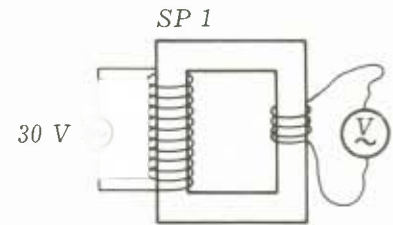
Je gaat nu als spoel 2 een flinke lange draad gebruiken (ca 3 m) waarvan de uiteinden op een gevoelige wisselspannings-voltmeter zijn aangesloten (zie tekening).

De primaire spanning zet je op 30 volt.

Meet nu de sekundaire spanning met de voltmeter.

Maak het aantal windingen van de sekundaire spoel steeds groter.

Maak een grafiek van je resultaten.



#### Uitleg zonder bewijs

Tot slot van dit blad een uitleg zonder bewijs.

Je vraagt je natuurlijk af hoe het mogelijk is om van een kleine spanning een hele grote spanning te maken.

Uit blok 9 weet je nog wel dat niets voor niets gaat. Je kunt niet zomaar energie maken. Energie komt altijd ergens vandaan.

Zo kunnen we hier niet zomaar de spanning verhogen, waarmee we meer zouden kunnen doen. Het verhogen van de spanning gaat ten koste van iets anders.

Wat is er dan aan de hand?

Als je niet alleen de spanningen (primair en sekundair) zou meten maar ook de stromen (primair en sekundair), dan zou je het volgende resultaat kunnen krijgen:

primaire spanning 1,5 volt; sekundaire spanning 150 V.

primaire stroomsterkte 10 A; sekundaire stroomsterkte 0,01 A.

(als we tenminste geen rekening houden met verliezen).

Blijkbaar geldt het volgende:  $V_p \times I_p = V_s \times I_s$ .

Het produkt van spanning en stroomsterkte is konstant!

Dus als je de spanning omhoog transformeert, gaat dit ten koste van de stroomsterkte, die omlaag transformeert.

Het omgekeerde wordt ook toegepast o.a. bij een lastransformator.

Als de verhouding tussen het aantal primaire en sekundaire wikkelingen 200 : 1 is, betekent dit dat een primaire spanning van 220 volt

getransformeerd wordt tot een sekundaire spanning van ..... volt.

Loopt er dan een primaire stroom van 3 A dan zal deze getransformeerd worden tot een sekundaire stroom van 600 A. De temperaturen die kunnen optreden bij deze stroomsterkte zijn zo hoog dat laswerkzaamheden kunnen worden verricht.

