

Wat je moet kennen en kunnen aan het *begin* van blok 10

1 Je moet verschillende spanningsbronnen (stopcontact, batterij, accu) kennen en ze kunnen gebruiken. [Blok 5, T2]

2 Je moet weten wat een serie- en wat een parallelschakeling is. [Blok 5, T4]

3 Je moet weten wat we onder vermogen verstaan. [Blok 8, P3, T3]

4 Je moet weten dat het verband tussen energie, vermogen en tijd gegeven wordt door de formule $E = P \cdot t$ en je moet deze formule kunnen gebruiken. [Blok 8, T3, W3]

Wat je moet kennen en kunnen aan het *eind* van blok 10

5 Je moet weten dat het verband tussen vermogen, spanning en stroomsterkte wordt gegeven door de formule: $P = V \cdot I$ en je moet deze formule kunnen gebruiken. [P2, T2, W2]

6 Je moet weten hoe de elektrische energie afhangt van:

- a de tijd;
- b de stroomsterkte;
- c de spanning. [P3, T3, W3]

7 Je moet weten dat de kilowattuur (kWh) een eenheid van energie is en je moet kWh kunnen omrekenen in joule. [T1, W1]

8 Je moet de belangrijkste onderdelen van de huisinstallatie op kunnen noemen en kunnen uitleggen waar deze voor dienen. [P1, T1, W1, T4, W4]

9 Je moet weten dat de spanning van de huisinstallatie 220 V is. [T1, W1]

10 Je moet serie- en parallelschakelingen in huis aan kunnen geven. [T1, W1, T4, W4]

11 Je moet weten wat we onder overbelasting verstaan en je moet kunnen berekenen wanneer er van overbelasting sprake is. [P4, T4, W4]

12 Je moet weten wat we onder kortsluiting verstaan. [P4, T4, W4]

13 Je moet weten welke gevaren elektriciteit met zich mee brengt. [P4, T4, W4]

14 Je moet een aantal beveiligingen (zoals elektrische isolatie, smeltveiligheid en randaarde) kunnen noemen en kunnen uitleggen waar ze voor dienen. [P4, T4, W4]

Blok 10

Elektriciteit thuis

Basisstof

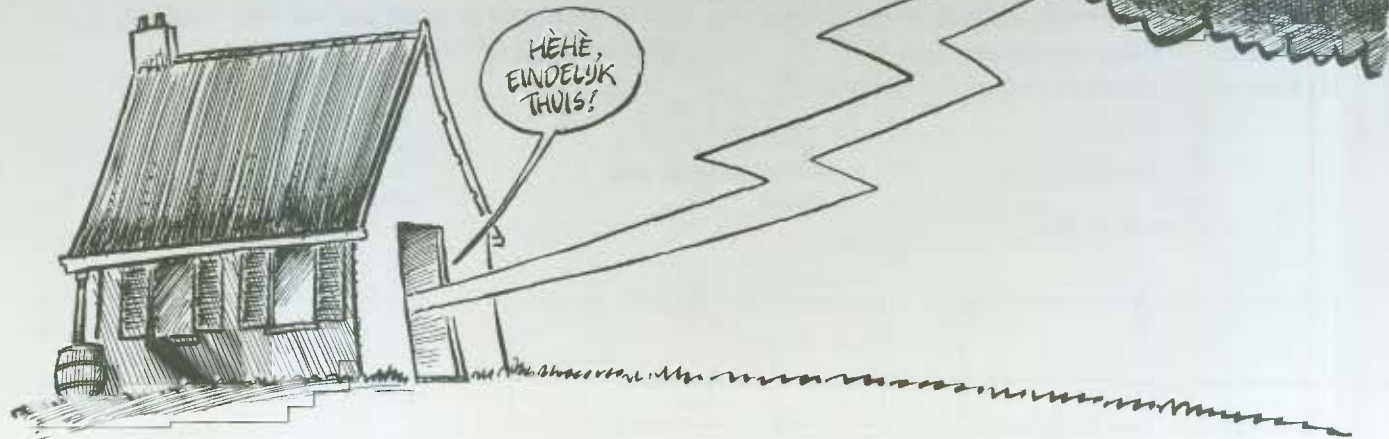
- T0 Elektriciteit en energie 28
- T1 Elektriciteit thuis 29
 - W1 30
- T2 Het vermogen van elektrische apparaten 31
 - W2 31
- T3 Elektrische energie 32
 - W3 33
- T4 Beveiliging 35
 - W4 36

Herhaalsstof

- H1 Elektriciteit thuis: de huisinstallatie 37
- H2 Vermogen en energie 39
- H3 Begrippen en oefenopgaven 41

Extrastof

- E1 Beveiligingsautomaten 43
- E2 Schakelingen in huis onderzocht 46
- E3 Oefenopgaven 47



In blok 5 heb je al het een en ander over elektriciteit geleerd:

Elektriciteit kun je gebruiken voor:

- warmte en licht (warmte-effect);
- beweging (magnetisch effect);
- het doorgeven van signalen.

Een spanningsbron (batterij, accu of stopcontact) zorgt ervoor dat er een elektrische stroom gaat lopen als er een gesloten stroomkring is. De eenheid van spanning (symbool V) is de volt (V).

Een batterij met een spanning van 4,5 V geef je als volgt aan: $V = 4,5 \text{ V}$.

De eenheid van stroomsterkte (symbool I) is de ampère (A).

Een afgeleide eenheid van stroomsterkte is de milliampère (mA).
 $1 \text{ mA} = 0,001 \text{ A}$
 $1 \text{ A} = 1000 \text{ mA}$

Je meet de stroomsterkte met een stroommeter. De stroommeter moet je *in* de schakeling opnemen (zie figuur 1).

Er zijn twee soorten schakelingen:

a de serieschakeling: de lampjes (of apparaten) staan in één stroomkring (figuur 2). De elektrische stroom moet eerst door het eerste lampje, dan door het tweede enz. Draai je één lampje los, dan branden ze geen van alle meer.

b de parallelschakeling: de lampjes (of apparaten) zijn in aparte takken geschakeld (figuur 3). Doe je een lampje extra aan, dan heeft dat geen invloed op de andere lampjes.

In blok 8 (Energie) heb je het volgende geleerd: er is energie nodig om een apparaat te laten werken. Een elektrisch apparaat sluit je aan op een spanningsbron. De spanningsbron levert de elektrische energie. Het apparaat zet de elektrische energie om.

De eenheid van energie (symbool E) is de joule (J).

Vaak is het veel belangrijker te weten hoeveel energie een apparaat in één seconde omzet. Dit noemen we het vermogen van het apparaat.

De eenheid van vermogen (symbool P) is de watt (W).

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

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

Dus: $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$ (1 watt is 1 joule per seconde).

Naast de watt worden ook de kilowatt (kW) en de megawatt (MW) gebruikt.

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

$1 \text{ MW} = 1\,000\,000 \text{ W}$

(mega = 1 000 000)

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

Je kunt het vermogen berekenen als je weet hoeveel energie in een bepaalde tijd wordt omgezet.

Voorbeeld 1

Een auto trekt in 10 s op van 0 tot 100 km per uur. Hij verbruikt in die tijd 600 kJ energie.

Het vermogen van de motor is dan:

$$\frac{600\,000 \text{ J}}{10 \text{ s}} = 60\,000 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 60\,000 \text{ W} = 60 \text{ kW}$$

Daarna rijdt de auto verder met een snelheid van 108 km per uur. Hij verbruikt dan elke 10 s 150 kJ aan energie. Het vermogen van de automotor is dan:

$$\frac{150\,000 \text{ J}}{10 \text{ s}} = 15\,000 \text{ W} = 15 \text{ kW}$$

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

fig. 1
Het meten van de stroomsterkte.
B: batterij, L: lamp.

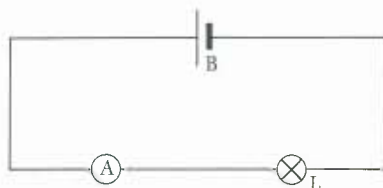


fig. 2
Serieschakeling van twee lampjes.

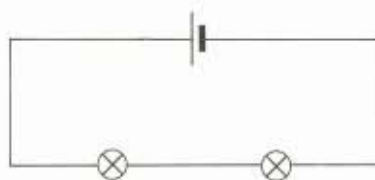
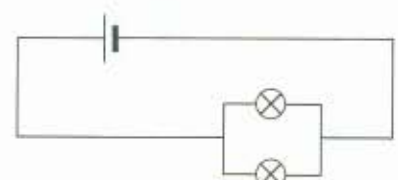


fig. 3
Parallelschakeling van twee lampjes.



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

Voorbeeld 2

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

$$P = 75 \text{ W}, t = 100 \text{ s.}$$

$$75 = \frac{E}{100} \Rightarrow E = 75 \cdot 100 \text{ J} = 7500 \text{ J}$$

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

$$\text{In formulevorm: } E = P \cdot t$$

Hoe meer apparaten je parallel op een spanningsbron aansluit, hoe groter de stroomsterkte wordt en hoe groter het vermogen is dat de spanningsbron levert.

Overzicht van de grootheden met hun eenheden

grootheid	symbool	eenheid	symbool
spanning	V	volt	V
stroomsterkte	I	ampère	A
energie	E	joule	J
vermogen	P	watt	$W (= \frac{J}{s})$
tijd	t	seconde	s

Blok 10 Basisstof

T1 Elektriciteit thuis

Thuis gebruik je elektriciteit voor zeer uiteenlopende dingen: verlichting, radio, t.v., misschien verwarming; noem maar op. Je hoeft maar een stekker in een stopcontact te steken, de knop om te zetten en het apparaat werkt.

Toch is er heel wat voor nodig om het zo makkelijk voor je te maken. Er moeten stopcontacten (wandcontactdozen) zijn en er moet spanning op het stopcontact staan. De hele installatie moet zó veilig zijn dat je geen gevaar loopt. Maar de elektriciteitsmaatschappij wil ook graag weten hoeveel elektrische energie jij gebruikt hebt. Kortom, er is een hele installatie om er voor te zorgen dat wij gebruik kunnen maken van de elektriciteit.

De huisinstallatie (figuur 4) bestaat uit de volgende onderdelen:

- 1 de kabel van de elektriciteitsmaatschappij: de voedingskabel;
- 2 de huisaansluitkast;
- 3 de kWh-meter;
- 4 de aardlekschakelaar;

- 5 de groepenkast met zekeringen;
- 6 de aardleiding;
- 7 de aansluiting naar de rest van het huis.

fig. 4
De huisinstallatie.

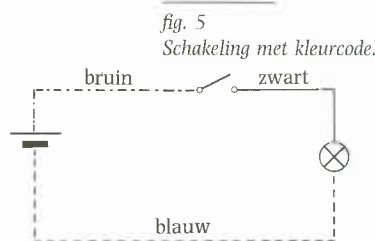


Lopen we deze onderdelen nog eens stuk voor stuk langs:

- 1 De voedingskabel komt in de meterkast het huis binnen. Dit is een dikke kabel met twee aders (te vergelijken met de + en de - van een batterij, maar de spanning is 220 V!).
- 2 De voedingskabel gaat naar de huisaansluitkast.
- 3 Vervolgens komt de kilowattuurmeter. Dit apparaat meet hoeveel elektrische energie in huis gebruikt wordt (zie T3).
- 4 Dan volgen een of meer aardlekschakelaars. Deze zijn er voor de beveiliging (zie T4).
- 5 De kabel gaat daarna naar de groepenkast, waar de aansluiting verdeeld wordt over een aantal groepen die parallel geschakeld zijn. Gaat er in één groep wat mis, dan hebben de andere groepen daar geen last van. Iedere groep heeft zijn eigen zekering (de officiële naam is smeltveiligheid, maar vaak spreekt men over een stop). Deze dient ter beveiliging tegen een te grote elektrische stroom in een groep (zie ook T4).
- 6 In de groepenkast zit ook een verbinding met de

aardleiding (via geel-groene draden). Dit is ook een beveiliging (zie T4).

- 7 De groepsleidingen gaan in PVC-buizen door de muren naar alle kamers in het huis. Maak je een stopcontact, een wandschakelaar, of een aansluitpunt voor de verlichting open (natuurlijk eerst de groep uitschakelen door de zekering los te draaien!), dan zie je de draden terug. Je hebt bij al die aansluitpunten twee of drie draden in verschillende kleuren: bruin of zwart, blauw en soms als derde draad: geel-groen. Deze kleurcode is aangebracht zodat je kunt weten welke draden je zonder gevaar aan kunt raken, maar vooral om te weten hoe je een apparaat op deze draden aan moet sluiten (figuur 5).



Kleurcode:
bruin: spanningvoerende draad
blauw: nuldraad
zwart: schakeldraad
geel-groen: aardendraad.

Blok 10

W1

- 1 Noem drie apparaten of voorzieningen in de huisinstallatie die dienen ter beveiliging.
- 2 Waarvoor dient de kWh-meter?
- 3 Wat kom je allemaal tegen als je de elektriciteit volgt van de voedingskabel tot aan de huiskamerlamp?
- 4 Waarom wordt de huisinstallatie verdeeld in verschillende groepen, ieder met een eigen zekering?
- 5 Teken het schakelschema van een lamp die via een snoer en een schakelaar met het stopcontact verbonden is.
- 6a Houd gedurende één week de stand van de kWh-meter bij ('s morgens en 's avonds, telkens op hetzelfde tijdstip).
- b Maak van jouw metingen een diagram.
- c Tijdens welk deel van de dag wordt de meeste elektriciteit gebruikt?
- d Geef hiervoor een verklaring.

- e Op welke dag van de week werd de meeste elektriciteit gebruikt?
- f Geef hiervoor een verklaring.

fig. 6
Informatieplaatje van een elektrisch apparaat.



Het vermogen van elektrische apparaten

Je gebruikt thuis apparaten van zeer uiteenlopend vermogen. Voor verwarming heb je een apparaat met een groot vermogen nodig (1000 à 2000 W), voor verlichting en het doorgeven van informatie heb je apparaten met weinig vermogen nodig (100 W en minder). Door een apparaat met een groot vermogen loopt een grote stroom. Per seconde wordt dan veel elektrische energie omgezet.

Maar niet alleen de stroomsterkte bepaalt hoe groot het vermogen is. Ook de spanning waar het apparaat op aangesloten moet worden, is van belang. Een lamp van 6 V brandt maar heel zwak als deze op een batterij van 1,5 V aangesloten wordt. De lamp gebruikt aangesloten op 1,5 V minder vermogen dan wanneer de lamp op 6,0 V aangesloten wordt.

Conclusie:

Het vermogen van een elektrisch apparaat hangt af van:

- a De stroomsterkte: hoe groter I , hoe groter P .
- b De spanning: hoe groter V , hoe groter P .

Het elektrisch vermogen is gelijk aan de spanning maal de stroomsterkte.

In formule: $P = V \cdot I$



Voorbeeld

Op kachel A staat dat het vermogen 2000 W is. Op kachel B staat vermeld: '200 V, 12 A'. Je wilt weten welke kachel de meeste warmte geeft.

Je moet dan het vermogen van de beide kachels vergelijken. Het vermogen van kachel A is gegeven: 2000 W. Het vermogen van kachel B kun je berekenen:

$$V = 220 \text{ V}; I = 12 \text{ A.}$$

$$P = V \cdot I = 220 \text{ V} \times 12 \text{ A} = 2640 \text{ W.}$$

Dus kachel B geeft per seconde de meeste warmte.

Op een apparaat staat vermeld op welke spanning het aangesloten dient te worden (zie figuur 6). Er staat ook bij wat dan het vermogen van het apparaat is. Sluit je het apparaat op een lagere spanning aan (bijv. op 110 V in plaats van op 220 V), dan zet het apparaat per seconde minder energie om. Het vermogen is dan minder.

Voorbeeld: Op een t.v. staat vermeld: 220 V; 250 W.

Dat betekent dat deze t.v. goed werkt als hij op 220 V aangesloten wordt. En dat het vermogen dan 250 W is.

Blok 10

W2

1 In blok 5 hebben we de elektrische apparaten verdeeld in apparaten die zorgen voor:

- licht en warmte;
- beweging;
- informatie-overdracht.

a Welke soort apparaten gebruikt het grootste vermogen?

b Welke soort apparaten gebruikt het kleinste vermogen?

c Geef voor iedere soort apparaat aan wat ongeveer het vermogen is.

2 Een lamp zet in 2 uur tijd 720 000 J om in warmte en stralingsenergie.

Bereken het vermogen van de lamp.

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

a Wat betekent dat?

b Bereken het vermogen als het lampje op de juiste spanning brandt.

4 Over een lampje staat een spanning van 6,0 V. De stroomsterkte door het lampje is 30 mA.

a Bereken het vermogen van het lampje.

b Hoeveel energie wordt er per seconde in het lampje omgezet?

c Waarin wordt die energie omgezet?

5 Een apparaat gebruikt 200 W. De stroomsterkte door het apparaat is 4,0 A.

a Bereken de spanning waarop het apparaat moet worden aangesloten.

6 Een radio heeft een vermogen van 2,0 W.

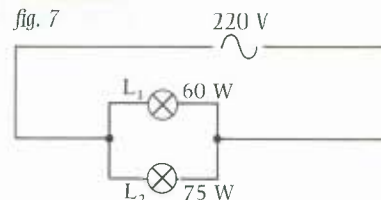
De spanning over de radio bedraagt 12 V.

a Hoe groot is de stroomsterkte door de radio?

7 In figuur 7 zijn twee lampen getekend.

Op L_1 staat: 220 V; 60 W. Op L_2 staat: 220 V; 75 W.

De lampen zijn op de juiste spanning aangesloten.



a Bereken de stroomsterkte door L_1 .

b Bereken de stroomsterkte door L_2 .

c Bereken het totale vermogen dat de spanningsbron levert.

Blok 10

T3

Elektrische energie

In de meterkast zijn we de kWh-meter al tegengekomen. Dit apparaat houdt bij hoeveel elektrische energie wij gebruiken. De eenheid van energie die daarbij wordt gebruikt is niet de joule, maar de kilowattuur (kWh).

De eenheid kilowattuur

Een kilowattuur (kWh) is de hoeveelheid energie die je gebruikt als je een apparaat van 1 kW gedurende één uur laat werken.

Uit de formule $E = P \cdot t$ volgt de waarde van de energie-eenheid kilowattuur.

$$\begin{aligned} 1 \text{ kW} &= 1000 \text{ W;} \\ 1 \text{ W} &= 0,001 \text{ kW.} \end{aligned}$$

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: 1 kilowattuur = 1 kilowatt \times 1 uur.

Met andere woorden: een apparaat van 1 kW (= 1000 W) gebruikt in 1 uur 1 kWh aan elektrische energie.

De afkorting voor kilowattuur is kWh (de h komt van het Engelse hour). De kWh wordt veel gebruikt bij elektrische apparaten. Het gaat dan om apparaten die lang (uren) in bedrijf zijn. 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.

$$P = 75 \text{ W} = 0,075 \text{ kW}; t = 6 \text{ uur}$$

$$E = P \cdot t = 0,075 \text{ kW} \times 6 \text{ h} = 0,450 \text{ kWh.}$$

Je kunt ook eerst in wattuur rekenen (1000 Wh = 1 kWh):

$$P = 75 \text{ W}; t = 6 \text{ uur}$$

$$E = P \cdot t = 75 \text{ W} \times 6 \text{ h} = 450 \text{ Wh} = 0,450 \text{ kWh}$$

Je kunt natuurlijk kWh omrekenen in J en omgekeerd:

$$1 \text{ kilowattuur} = 1 \text{ kilowatt} \times 1 \text{ uur} =$$

$$1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 3\,600\,000 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ.}$$

Wanneer gebruik je kWh en wanneer J?

Als de tijd in uren gegeven of gemeenten is, reken je gemakkelijker in kWh. Als de tijd in s gegeven is, reken je meestal in J.

Is de tijd in minuten opgegeven dan moet je een keuze maken.

Voorbeeld 1

Een lamp van 75 W brandt 30 min.

Hoeveel energie verbruikt de lamp?

$$P = 75 \text{ W} = 0,075 \text{ kW}; t = 30 \text{ min} = 0,5 \text{ uur.}$$

$$E = 0,075 \text{ kW} \times 0,5 \text{ h} = 0,038 \text{ kWh (afgerond).}$$

Voorbeeld 2

In 1 minuut verbruikt een lamp van 60 W:

$$P = 60 \text{ W}; t = 60 \text{ s.}$$

$$E = 60 \times 60 = 3600 \text{ J.}$$

Uitrekenen van de gebruikte energie

De energie die een apparaat omzet, is afhankelijk van het vermogen van het apparaat. Ook is belangrijk hoe lang het apparaat in werking is.

Met de formule $P = V \cdot I$ kun je het vermogen uitrekenen.

Met de formule $E = P \cdot t$ reken je de energie uit die verbruikt is.

Zijn V , I en t gegeven, dan mag je ook in één keer $E = V \cdot I \cdot t$ uitrekenen.

Voorbeeld

Een haardroger werkt op 220 V. Er gaat dan een elektrische stroom doorheen van 5,0 A.

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 $E = P \cdot t$ nodig. We kennen t (10 min) maar P niet. Die kun je berekenen door $P = V \cdot I$ te gebruiken.

$$V = 220 \text{ V}; I = 5 \text{ A.}$$

$$P = 220 \text{ V} \times 5 \text{ A} = 1100 \text{ W.}$$

$$P = 1100 \text{ W}; t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s.}$$

$$E = P \cdot t = 1100 \text{ W} \times 600 \text{ s} = 660\,000 \text{ J} = 660 \text{ kJ.}$$

$$\text{In één keer: } E = V \cdot I \cdot t = 220 \text{ V} \times 5 \text{ A} \times 600 \text{ s} = 660\,000 \text{ J} = 660 \text{ kJ}$$

Met de kostprijs van 1 kWh kun je uitrekenen wat het kost een apparaat een bepaalde tijd te laten werken. Je berekent dan eerst hoeveel energie je gebruikt hebt (in kWh). Daarna vermenigvuldig je het aantal kWh met de kostprijs per kWh.

Voorbeeld

1 kWh kost f0,30. Een lamp brandt van 8 uur tot 11 uur. Het vermogen van de lamp is 60 W. Wat kost dat?

$$\text{Oplossing: gebruikte energie: } E = P \cdot t = 0,060 \times 3 = 0,180 \text{ kWh.}$$

$$\text{Dit kost: } 0,180 \cdot 0,30 = f0,054 (= 5,4 \text{ cent}).$$

Blok 10

W3

1 Vraag thuis om de rekening van de elektriciteitsmaatschappij. (Gebruik eventueel het voorbeeld in figuur 8.)

a Hoeveel elektrische energie gebruiken jullie thuis in één jaar?

b Hoeveel is dat gemiddeld per dag?

c Bepaal uit de rekening van de elektriciteitsmaatschappij (of uit figuur 8) hoeveel de totale kosten voor elektriciteit in één jaar waren.

d Reken uit hoeveel 1 kWh werkelijk kost.

e Hoe duur is het om een lamp van 100 W de hele dag (= 24 uur) te laten branden?

2 Over een lamp staat een spanning van 12 V. De stroomsterkte door de lamp is 0,5 A.

a Bereken het vermogen van de lamp.

De lamp brandt 2 uur.

b Bereken de energie die de lamp omzet.

3 Een straalkachel heeft een vermogen van 880 W en is aangesloten op 220 V.

a Bereken de stroomsterkte door de kachel.

b Bereken hoeveel warmte in één uur geleverd wordt.

1 kWh kost 25 cent.

c Bereken de kosten van één uur branden.

fig. 8

Jaarrekening van een elektriciteitsmaatschappij.

zuidgeldersenutsbedrijven

Afrekening Betaalnummer: **1078771/003** Datum: **16 MRT 1990**

dhf/mw/fa
FASEL WA
MUCHTERSTR 15
6511 TX NIMEGEN

verbruikers-
nummer
1078771

Naam aanvrager en verbruiksadres indien deze gegevens niet gelijk zijn aan nevenstaande gegevens:

tarief code	vorige meteropname			laatste meteropname			verbruik kWh/m3	aantal perceelen water	prijs per kWh/m3	verbruiks- bedrag	vastrecht	TOTAAL	
	dag	mond	jr	stand	dag	mond							jr
E40	03	02	9	8640	15	02	9	9854	1214	14.76	17919	8400	26319
662	03	02	9	5231	15	02	9	6229	993	3668	36637	6900	43507
CB60	10	04	9	T/M	01	12	9	CAI-	ABONN.				6752
CA60	11	12	9	T/M	31	03	0	CAI-	ABONN.				5544

Vastrecht berekend t/m: **MRT 90**

OMZETBELASTING

E 18,5 % VAN 21423
G 18,5 % VAN 43580
C 18,5 % VAN 12206

REST. GAS 1989

Hefing luchtverontreiniging G

Subtotaal

Totaal verbruiksbedrag + vastrecht

Meterhuur E
Meterhuur G
Meterhuur W

Omzetbelasting

Totaal bedrag

AF: in rekening gebrachte voorschotten

17390

Het nieuwe maandelijkse voorschot bedraagt met ingang van: **APR 90** 105,00

VRAGEN OVER DEZE NOTA?
(NIET OVER DE BETALING)

BEL RECHTS TREKKS: 080-777323

zuidgelderse nutsbedrijven n.v. postbus 120 6500 ac nijmegen telefoon 080-71 91 11
telefax 080-78 31 65 ingeschreven bij de kamer van koophandel nijmegen nr. 33215

HET SALDO WORDT OMSTREEKS 03-04-90 OP UW GIREKENING BYGESCHREVEN

10 SA 053

TERUG TE ONTVANGEN

4 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.

a In welke lamp wordt in 1 s de meeste energie omgezet? Licht je antwoord toe.

b Bereken de stroomsterkte door de lampen.

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

c Welke lamp is het goedkoopst wat betreft het energiegebruik? Licht je antwoord toe.

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

6 Op een avond zijn in huis de volgende apparaten aan:

- 5 lampen van ieder 60 W (van 7 uur tot 11 uur);
- een lamp van 40 W (van 6 uur tot 12 uur);
- de t.v. van 250 W (van 7.30 tot 9.00 uur);
- een koelkast van 200 W (ieder uur gedurende een kwartier);
- een föhn van 600 W gedurende 20 min.

a Bereken het geleverde vermogen als alle apparaten tegelijk in gebruik zijn.

b Bereken de stroomsterkte in de voedingskabel.

c Bereken hoeveel energie (in kWh) ieder apparaat op die avond (tussen 6 en 12 uur) gebruikt. 1 kWh kost 25 cent.

d Bereken hoeveel deze avond aan elektrische energie kost.

Het gebruik van elektrische energie brengt een aantal gevaren met zich mee:

- Er kan per ongeluk een elektrische stroom door je lichaam lopen. Spieren (bijv. de hartspier) reageren op

elektrische prikkels.

- Er kan een te grote stroom door de draden lopen. De draden worden dan te warm. De isolatie om de draad kan smelten en er kan zelfs brand ontstaan.

Elektrische stroom door je lichaam

Een elektrische schok krijgen betekent meestal dat je via je lichaam een verbinding maakt tussen de spanningvoerende draad (220 V) en een schakeldraad of de nuldraad (0 V).

Een elektrische stroom door je lichaam kan gevaarlijk zijn (zie figuur 9).

De stroom door je lichaam hangt onder andere af van de spanning. Een batterij zal weinig kwaad kunnen.

Een stopcontact meestal wel!

Ben je goed nat (bijvoorbeeld in bad), dan kan de stroom vrij makkelijk door je heen. De stroomsterkte door een nat lichaam is tien tot honderd maal zo groot als de stroomsterkte door een droog lichaam. Voor vochtige ruimtes (badkamer, keuken) zijn daarom extra veiligheidsvoorschriften opgesteld.

fig. 9

De gevaren van elektrische stroom.

stroomsterkte	lichamelijke verschijnselen
0,01 - 1 mA	net waarneembaar, vergelijkbaar met het kriebelen van mieren op je hand
1 - 5 mA	het lijkt of je hand slaapt, zwakke stijfheid in hand en arm
5 - 15 mA	loslaten kan nog net, krampgevoel, stijgende bloeddruk
15 - 25 mA	loslaten kan niet meer
25 - 80 mA	kramp, bloeddruk stijgt, onregelmatigheden in de hartslag, bewusteloosheid boven 50 mA
80 mA - 8 A	ongecoördineerd trillen hart, bij grotere stroomsterktes hartstilstand

Beveiliging

Snoeren en stopcontacten zijn voorzien van een isolerende buitenkant. Je kunt dus niet zomaar het koperdraad aanraken waar de elektrische stroom doorheen gaat. Ook de aardlekschakelaar en de aardleiding zijn beveiligingen.

De aardlekschakelaar

De aardlekschakelaar vergelijkt de stroomsterkte die het huis binnen komt met de stroomsterkte die het huis via het net weer verlaat. Is er een verschil (bijvoorbeeld omdat er stroom via jouw lichaam en de metalen buizen van de waterleiding het huis verlaat), dan schakelt de aardlekschakelaar de elektrische stroom uit.

Beveiliging via de aardleiding

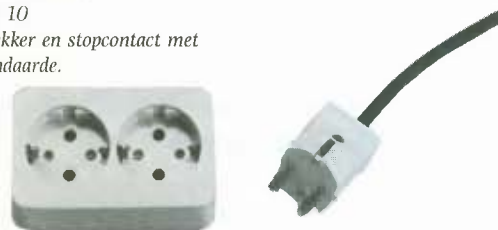
Een apparaat met een metalen omhulsel heeft een geaarde stekker voor een geaard stopcontact. Via een extra (geel-groene) draad is de buitenkant van het apparaat verbonden met de aarde. Komt er spanning op de buitenkant van het apparaat te staan (bijv. doordat de isolatie van de draden in het apparaat kapot is gegaan), dan loopt er een stroom via de aardleiding. De

aardlekschakelaar zorgt er voor dat de elektrische stroom wordt uitgeschakeld.

Is er geen aardlekschakelaar, dan gaat de zekering kapot omdat er een te grote stroomsterkte is. Sluit je een apparaat met randaarde aan op een niet geaard stopcontact, dan is het apparaat niet beveiligd. Je loopt dan kans een schok te krijgen als je de buitenkant van het apparaat aanraakt.

fig. 10

Stekker en stopcontact met randaarde.



In de keuken worden veel apparaten met metalen buitenkant gebruikt. Dit kan gevaar opleveren, vooral ook omdat in de keuken met water gewerkt wordt. Daarom zijn in de keuken stopcontacten met randaarde verplicht.

Een ander gevaar van elektrische stroom: een te grote stroomsterkte

De elektrische stroom is te groot als:

- a er te veel apparaten tegelijk aangesloten zijn (overbelasting);
- b er ergens in de schakeling een fout zit, waardoor de stroom langs een te gemakkelijke weg kan gaan (kortsluiting).

Twée veel voorkomende voorbeelden van kortsluiting

- a Een snoer bestaat meestal uit twee koperen draden. Als het snoer oud is en de isolatie doorgesleten is, raken die twee draden elkaar.
 - b Kortsluiting kan ook in een apparaat ontstaan door een defect of door een los draadje.
- 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 KORTsluiting. De elektrische stroom hoeft niet meer door het apparaat. De stroom wordt daardoor enorm groot!

Beveiliging tegen te grote stroomsterkte

Omdat kortsluiting en overbelasting kunnen optreden heeft men zekeringen aangebracht. In geval van kortsluiting of overbelasting smelt de zekering. In een zekering zit een dun draadje. Als er een te grote elektrische stroom doorheen gaat, wordt het draadje heet en kan het doorsmelten. Er kan dan geen stroom meer gaan lopen omdat er geen gesloten kring meer is. De officiële naam voor een zekering is smeltveiligheid, maar vaak worden ze ook stop genoemd.

Blok 10

W4

1 Omschrijf wat onder kortsluiting verstaan wordt.

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

3 Waarom is er bij kortsluiting geen gevaar meer als de zekering is doorgebrand?

4a Noem een situatie waarbij de zekering beveiliging biedt.

b Noem een situatie waarbij de aardlekschakelaar beveiliging biedt.

c Noem een situatie waarbij randaarde beveiliging biedt.

d Noem een situatie waarbij de beveiligingen in huis geen veiligheid bieden.

5 Als plotseling het licht uitvalt moet je eerst nadenken voordat je als een gek de stoppen gaat vervangen.

a Zet de stappen die je moet nemen in de juiste volgorde:

- 1 een nieuwe zekering erin draaien;
- 2 kijken of de aardlekschakelaar gesprongen is;
- 3 kijken of de burens nog spanning hebben;
- 4 het elektriciteitsbedrijf opbellen;

5 het apparaat dat je het laatste aandeed, uitzetten (stekker uit het stopcontact trekken!)

b Geef een korte toelichting.

6 Rob merkt op: 'De aardlekschakelaar bewijst wel dat je eigenlijk niets voor de elektriciteit hoeft te betalen. Er gaat evenveel stroom het huis uit als erin gaat.'
Waarom heeft Rob geen gelijk?

7 Op een stopcontact in je kamer sluit je tegelijk aan:
een straalkachel 220 V; 2500 W,
een platenspeler 220 V; 50 W,
vijf lampen van 220 V; 60 W elk,
een wasmachine 220 V; 1000 W.

In de stroomkring zit een zekering van 16 A.

a Bereken de stroomsterkte door elk van de apparaten.

b Zal de zekering smelten? Licht je antwoord toe.

8 Een spanning van 22 V is ongevaarlijk. Een stroomsterkte van 5 mA kan ook niet veel kwaad.

a Waarom maken we de huisinstallatie niet geschikt voor 22 V?

b Waarom gebruiken we geen zekeringen van maximaal 5 mA?

Elektriciteit thuis: de huisinstallatie

De elektriciteit die je thuis gebruikt, komt het huis binnen via de leidingen van de elektriciteitsmaatschappij. Deze leidingen komen in de meterkast het huis binnen. In figuur 11 zie je de inhoud van de meterkast nog eens afgebeeld.

1 In figuur 11 is een aantal apparaten afgebeeld. Schrijf van elk apparaat op waar het voor dient.

Het is niet erg als je nu nog geen antwoord weet op alle onderdelen van vraag 1. We gaan in deze herhaalstof stap voor stap de huisinstallatie langs. Een deel van de apparaten in de meterkast dient voor de beveiliging van de huisinstallatie.

2a Tegen welke gevaren moet in huis beveiligd worden?

b Welke apparaten beveiligen hiertegen?

Een gevaar waar je je niet tegen kunt beveiligen, is het tegelijkertijd aanraken van de twee polen van het stopcontact. Je kunt je wel beveiligen tegen een stroom die via jou naar de aarde (0 V) wegløopt. Daarvoor aarden we een apparaat. We gebruiken dan een extra draad in het snoer, die in verbinding staat met de aarde.

3a Neem figuur 12 over in je schrift.

b Geef met blauw aan hoe de elektrische stroom loopt als het apparaat in orde is.

c Geef met rood aan hoe de elektrische stroom loopt als in punt P de isolatie kapot is gegaan.

d Wat kan er gebeuren als er geen aarddraad is?

Een *smeltveiligheid* (andere namen zijn: zekering en stop), smelt door als de stroomsterkte door de smeltveiligheid te groot wordt.

4 We plaatsen in de schakeling van figuur 13 nog een lamp (gestippeld) zodat de totale stroom te groot wordt.

a Wat zal er in iedere schakeling gebeuren?

b In welke schakeling is de zekering op de juiste plaats getekend?

fig. 11
De huisinstallatie.

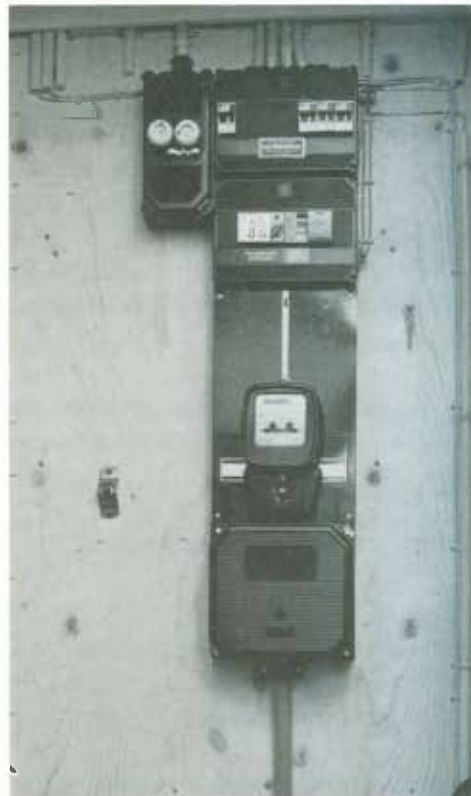


fig. 12

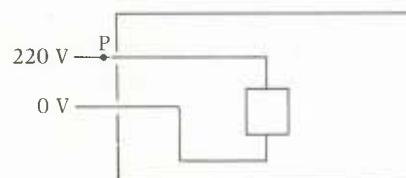
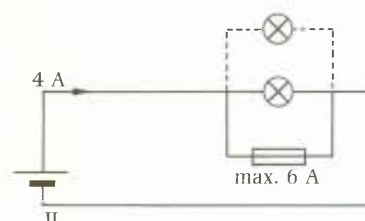
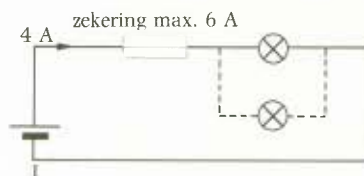


fig. 13



5a Waarom zal de zekering smelten in de schakeling van figuur 14?

b Waarvoor dient het plastic omhulsel van een snoer?

6 We spreken van overbelasting als er te veel apparaten op een spanningsbron worden aangesloten.

a In welke schakeling van opgave 4 en 5 was er sprake van overbelasting?

Bij kortsluiting gaat de elektrische stroom meteen van de ene pool naar de andere, dus niet via een apparaat.

b In welke schakeling van opgave 4 en 5 was er sprake van kortsluiting?

c Welk apparaat beveiligt tegen kortsluiting?

d Welk apparaat beveiligt tegen overbelasting?

Daar was de beveiliging. Maar er wordt niet alleen beveiligd. Een van de apparaten in de meterkast is de kWh-meter.

7 Wat meet een kilowattuurmeter?

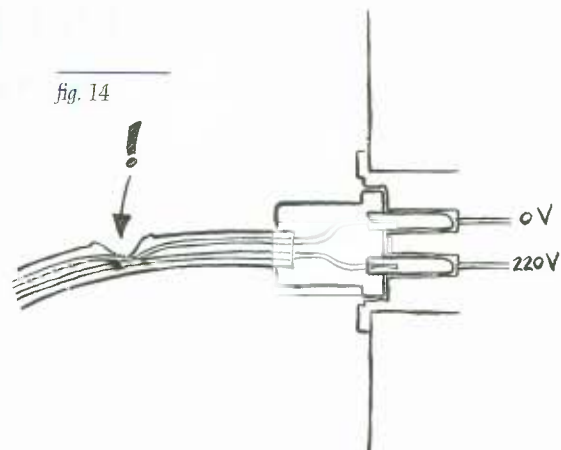
8 Een kWh-meter geeft op 11 jan. 2456 kWh aan. Op 21 jan. staat de kWh-meter op 2492 kWh.

a Hoeveel energie is er in die periode gebruikt?

b Hoeveel kost dat als 1 kWh 30 cent kost?

Vanaf de meterkast gaan de draden via de PVC-buizen verder door het huis. Dat is moeilijk te volgen. Daarom zijn er kleuren voor de bedrading afgesproken. Zo weet je bijvoorbeeld dat op een blauwe draad altijd 0 V hoort te staan. De geel-groene draad is verbonden met aarde en de bruine draad is verbonden met 220 V.

fig. 14



9 Welke kleuren hebben de draden waartussen je een apparaat schakelt?

In blok 5 heb je verschillende schakelingen geleerd: de *serieschakeling* en de *parallelschakeling*.

10a Hoe is de zekering geschakeld ten opzichte van de rest van het huis?

b Waarom is dat zo?

11a Hoe zijn de verschillende apparaten geschakeld?

b Waarom is dat zo?

12 Geef nog eens antwoord op vraag 1.

Vermogen

Het vermogen van een apparaat geeft aan hoeveel energie het apparaat in één seconde gebruikt.

Voorbeeld

Een lamp gebruikt 800 J elektrische energie in 5 s.
De lamp gebruikt elke seconde $\frac{800}{5} = 160$ J.

1 Een strijkbout gebruikt in 6 s 1300 J energie. Bereken hoeveel energie de strijkbout in één seconde gebruikt.

2 Een koelkast staat 30 s aan en gebruikt 6000 J aan elektrische energie.

Een lamp brandt gedurende een uur en zet 90 000 J elektrische energie om in licht en warmte.

- Welk apparaat gebruikte de meeste energie?
- Hoeveel was dat?
- Welk apparaat gebruikt de meeste energie in één seconde?
- Bereken het vermogen van beide apparaten.

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

Bepaal hoeveel energie dat apparaat in een zekere tijdsduur gebruikt.

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

Dus:

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

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 en

$$1 \text{ W} = 0,001 \text{ kW}.$$

3 Neem over en vul in:

$$180 \text{ kW} = \dots \text{ W}$$

$$0,5 \text{ kW} = \dots \text{ W}$$

$$15 \text{ kW} = \dots \text{ W}$$

$$1250 \text{ W} = \dots \text{ kW}$$

$$750 \text{ W} = \dots \text{ kW}$$

$$60 \text{ W} = \dots \text{ kW}$$

Het vermogen van elektrische apparaten

Van elektrische apparaten kun je het vermogen ook op een andere manier berekenen. Je moet dan weten op welke spanning (V) het apparaat aangesloten is en hoe groot de stroomsterkte (I) is die door het apparaat gaat. Er geldt namelijk: $P = V \cdot I$

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?

Antwoorden:

a Door de elektrische tandenborstel gaat 1,2 A.

De stroomsterkte door de gloeilamp kun je als volgt berekenen.

$$P = 100 \text{ W}; V = 220 \text{ V}.$$

$$P = V \cdot I \Rightarrow 100 \text{ W} = 220 \text{ V} \times I; I = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 0,45 \text{ A}$$

Door de tandenborstel gaat dus de grootste stroom.

b Het vermogen van de gloeilamp is 100 W.

Het vermogen van de tandenborstel kun je vinden met:

$$V = 220 \text{ V}; I = 1,2 \text{ A}.$$

$$P = V \cdot I \Rightarrow 220 \text{ V} \times 1,2 \text{ A} = 264 \text{ W}.$$

Het vermogen van de tandenborstel is dus het grootst.

4 Door een transistorradio loopt een stroom van 0,25 A. De radio is aangesloten op 12 V.

Bereken het vermogen van de radio.

5 Een draagbare pick-up heeft een vermogen van

24 W. Hij is aangesloten op 12 V.

Bereken de stroomsterkte door de pick-up.

6 Een cassette recorder heeft een vermogen van 1,8 W. De stroomsterkte is 0,3 A. Bereken de spanning.

Energie

Het vermogen van een apparaat geeft aan hoeveel energie het apparaat in één seconde gebruikt. Weet je ook hoeveel seconden het apparaat werkt, dan kun je de energie uitrekenen die er totaal wordt gebruikt.

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

Je kunt dit als volgt begrijpen: de energie die een apparaat gebruikt is gelijk aan de energie die in één seconde wordt gebruikt \times het aantal seconde dat het apparaat aan staat.

7 Een lamp met een vermogen van 60 W brandt 20 s. Hoeveel energie gebruikt de lamp?

Voorbeeld

Een apparaat zet in 30 s, 1500 J energie om.

a Bereken het vermogen.

b Hoeveel energie gebruikt dit apparaat in 1 uur?

Antwoorden:

a $E = 1500 \text{ J}; t = 30 \text{ s}$.

$$P = \frac{1500 \text{ J}}{30 \text{ s}} = 50 \text{ W}$$

b $P = 50 \text{ W}; t = 1 \text{ uur} = 3600 \text{ s}$.

$$E = P \cdot t \Rightarrow 50 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 180\,000 \text{ J}$$

8 Een apparaat wordt aangesloten op een spanning van 12 V. De stroomsterkte is 0,50 A.

a Bereken het vermogen van het apparaat.

b Bereken hoeveel energie het apparaat in 5 minuten gebruikt.

Elektrische energie in kWh

Als een apparaat lang aanstaat, wordt er veel energie omgezet. Een straalkachel van 2000 W zet in 5 uur 36 miljoen J om in warmte. Het elektriciteitsbedrijf werkt met een andere eenheid: de kilowattuur (kWh).

Tot nu heb je de energie berekend door P (in watt) te vermenigvuldigen met t (in seconde).

$$1 \text{ W} \times 1 \text{ s} = 1 \text{ J}.$$

Vul je nu P in kilowatt (kW) in en t in uur (h), dan krijg je E in kilowattuur.

$$\text{Dus: } 1 \text{ kW} \times 1 \text{ h} = 1 \text{ kWh}.$$

Voorbeeld

De straalkachel van 2000 W (= 2 kW) gebruikt dus in 5 uur: $2 \text{ kW} \times 5 \text{ h} = 10 \text{ kWh}$.

9 Een fornuis heeft een vermogen van 2500 W. Het is anderhalf uur in bedrijf.

a Bereken hoeveel energie in J het fornuis gebruikt.

b Bereken hoeveel energie in kWh het fornuis gebruikt.

10 Neem de tabel van figuur 15 over in je schrift en vul de ontbrekende gegevens in. Je mag zelf bepalen of je kWh of J gebruikt.

fig. 15
Tabel bij opgave 10.

apparaat	V	I	P	E	t
1	25 V	...	10 W	...	1 min
2	...	5 A	...	1000 J	8 s
3	12 V	...	3 W	600 J	...
4	200 V	7,5 A	30 min

H3 Begrippen en oefenopgaven

Je moet nu zelf een overzicht maken van de belangrijke begrippen uit dit blok. Gebruik een nieuwe pagina, werk netjes en overzichtelijk. Op die manier kun je jouw overzicht gebruiken als je gaat leren voor de S-toets.

Overzicht

1 Neem de tabel van figuur 16 over en vul de lege plaatsen in.

fig. 16
Overzicht van de grootheden
en eenheden.

grootheid	symbool	eenheid	symbool
spanning	V	volt	V
stroomsterkte
vermogen	$W = J/s$
energie	J
energie	kWh

Formules

2 Het vermogen geeft aan hoeveel energie een apparaat in één seconde gebruikt.

a Schrijf dit op in de vorm van een formule.

Het vermogen heeft ook iets te maken met de spanning over het apparaat en de stroomsterkte door het apparaat.

b Schrijf de formule op die het verband aangeeft tussen vermogen, spanning en stroomsterkte.

De energie die een apparaat gebruikt, reken je uit met het vermogen van het apparaat en de tijd dat het apparaat in werking is.

c Schrijf de formule op waarmee je de gebruikte energie berekent als je het vermogen en de tijd kent.

Beveiliging

3 'Neem over in je schrift en vul aan:

a De smeltveiligheid (zekering) beveiligt tegen ...

b De randaarde verbindt de buitenkant van een apparaat met ...

c De aardlekschakelaar schakelt de stroom uit als ...

Schakelingen in huis

4 Neem over wat goed is en vul aan:

a De zekering staat *in serie met/parallel* aan de rest van

de groep. Smelt de zekering, dan ...

b De apparaten in huis zijn *in serie/parallel* geschakeld. Als je een apparaat aanzet, heeft dat *wel/geen* invloed op de andere apparaten.

Deze kennis moet je proberen toe te passen op de elektrische installatie van een auto.

Een auto heeft ook een elektrisch circuit.

Om te beginnen heb je de accu. Dit is de spanningsbron.

5 Wat wordt er bedoeld als men praat over een 12 volts accu?

Er zijn belangrijke verschillen tussen een accu en een stopcontact. Onder andere:

- een accu zorgt voor gelijkspanning,

- de spanning van een accu is slechts 12 V.

6a Wat weet je van de spanning van het stopcontact?

b Waarom is een accu van 12 V veel veiliger dan een stopcontact?

Toch heeft zo'n lage spanning ook nadelen. De stroomsterkte die nodig is voor een redelijk vermogen is al gauw erg groot.

7 Een koplamp heeft een vermogen van 60 W.

a Controleer met een berekening (de formule óók opschrijven) dat de stroomsterkte dan 5,0 A moet zijn.

b Bereken de stroomsterkte door een lamp van 60 W als deze aangesloten wordt op een spanning van 220 V.

Een auto heeft ook elektrische beveiligingen. Zo zijn er zekeringen aangebracht. Een auto heeft meer zekeringen dan een gewoon huis. Al gauw een stuk of zeven. De zekeringen in een auto zijn zwaarder (er kan een grotere maximale stroomsterkte doorheen). Ze variëren van 5 A (voor het mistachterlicht) tot 30 A voor het ventilatiesysteem.

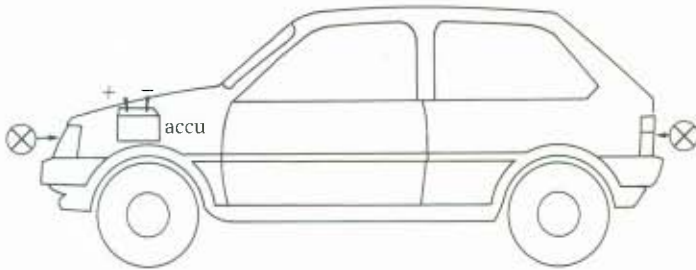
8 Bereken hoe groot het vermogen van het ventilatiesysteem maximaal kan zijn.

De apparaten in een auto zijn parallel geschakeld. Dat merk je als er een lamp kapot gaat; de rest van de apparaten blijft het gewoon doen.

9 In figuur 17 is een (vereenvoudigde) auto getekend.

fig. 17

Auto met accu en lampen.



Neem de tekening in je schrift over en geef aan hoe de draden van de lampen naar de accu lopen.

Een (te) simpele manier om een controlelampje te maken, is een lampje in serie te plaatsen met het apparaat dat het controleert.

10a Teken een schakeling met lamp en controlelampje in serie.

b Hoe kun je aan het controlelampje zien dat de lamp kapot is?

c Wat is het nadeel van deze methode?

11 Leg uit dat een controlelampje ook een beveiliging is.

De elektriciteit in de auto is niet gratis. De accu moet steeds bijgeladen worden. De motor drijft ook een dynamo (een paar maatjes groter dan die op je fiets) aan, die daarvoor zorgt. Een geheel bijgeladen accu kan 36 uur lang voor een stroomsterkte van 1,0 A zorgen voordat hij leeg is.

12 Bereken hoeveel energie er in die accu zit, als de spanning over de accu 12 V is.

13 Bereken hoe lang het duurt voordat de accu leeg is als je per ongeluk de koplampen ($2 \times 60 \text{ W}$) laat branden, terwijl de motor niet draait.

E1 Beveiligingsautomaten

Elektriciteit is een erg bruikbare vorm van energie. Maar er zijn ook gevaren aan verbonden. In deze extrastof worden enkele gevaren van het lichtnet nog eens nader bekeken en wordt bekeken wat er aan be-

veiliging mogelijk is. Deze extrastof heeft als titel *beveiligingsautomaten* omdat een goede beveiliging automatisch in werking moet komen als dat nodig is.

Warmteontwikkeling

Een van de effecten van elektriciteit is warmteontwikkeling. Soms kan hiervan nuttig gebruik gemaakt worden. Denk bijvoorbeeld aan een koffiezetapparaat, elektrische boiler en straalkachel.

1 De elektrische leidingen worden zelf warm als de stroom door een leiding te groot wordt. Leg uit hoe dit gevaar kan opleveren.

De beveiliging hiertegen is de zekering. Aan de voorkant van de zekering zie je in het midden van het metalen gedeelte een gekleurd dopje. Het dopje valt eruit als de zekering smelt. Daaraan kun je zien dat de zekering 'door' is en dat je hem moet vervangen. De kleur van de dopjes geeft de maximaal toelaatbare stroomsterkte aan (figuur 18).

Vanaf 35 A heb je een speciale zekeringenkast nodig. Als je probeert een zekering van 16 A te vervangen door een zekering van 25 A, zul je merken dat dit niet gaat. De kop van die zekering is namelijk dikker.

fig. 18
Kleurentabel voor zekeringen.

roze:	2 A
bruin:	4 A
groen:	6 A
rood:	10 A
grijs:	16 A
blauw:	20 A
geel:	25 A
zwart:	35 A
wit:	50 A
goud:	63 A

2a Leg uit dat het gevaarlijk kan zijn als je een zekering van 16 A zou vervangen door een zekering van 25 A.

b Leg uit waarom het niet gevaarlijk is als je een zekering van 16 A vervangt door een zekering van 10 A.

Niet alleen het elektriciteitsnet wordt beveiligd door zekeringen. Ook veel apparaten zelf worden door een eigen zekering beveiligd tegen kortsluiting of overbelasting.

Aanraking van de bedrading

Misschien heb je bij de bovenleiding van een trein of tram, of bij een hoogspanningsmast wel eens de waarschuwing gelezen: AANRAKEN DER DRADEN LEVENSGEVAARLIJK. Hoewel de spanning van het lichtnet heel wat lager is, geldt deze waarschuwing daar ook. Er zijn allerlei maatregelen genomen om te voorkomen dat je met de spanning van het lichtnet in aanraking komt.

Maatregel 1: isolatie

Snoeren zijn voorzien van een isolerend omhulsel. Vaak gaat de isolatie bij de stekker kapot. Daarom zijn er tegenwoordig ook snoeren en verlengsnoeren, waarbij snoer en stekkers te zamen uit één stuk rubber of plastic bestaan.

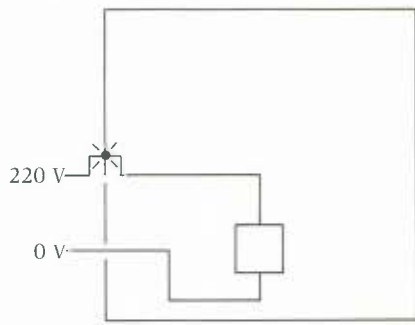
Er zijn ook dubbel geïsoleerde apparaten.

Deze apparaten zijn extra goed geïsoleerd en mogen ook gebruikt worden in ruimtes waar geen geaarde stopcontacten zijn (bijvoorbeeld elektrische boren die buiten worden gebruikt en grasmaaiers).

Maatregel 2: aarden

In vochtige ruimtes, bijvoorbeeld de keukens, zijn alle stopcontacten 'geaard'. Je ziet hier aan de stopcontacten twee metalen strips die geleidend zijn verbonden met de aarde. Vandaar de naam *geaard stopcontact*.

fig. 19



3a Teken figuur 19 na in je schrift en geef de aarddraad aan.

b Geef ook in de tekening aan hoe de elektrische stroom loopt.

c Wat zou er gebeuren als dit apparaat niet geaard was?

Bij het opsporen van defecten is het belangrijk te weten welke afspraak er gemaakt is over de kleuren van de elektriciteitsdraden. Sinds 1 juli 1969 gelden de volgende kleurcodes:

de nuldraad	blauw	(was vroeger rood);
de stroomdraad	bruin	(was vroeger groen);
de aarddraad	groen-geel	(was vroeger grijs);
de schakeldraad	zwart	(was vroeger al zwart).

4a Geef in je tekening (figuur 19) aan wat de kleuren van de draden moeten zijn.

b Bespreek kort per kleur wat de functie van de draad is.

Maatregel 3: een aardlekschakelaar

In veel nieuwbouwwoningen wordt tegenwoordig direct een aardlekschakelaar ingebouwd in de kast waar ook de smeltzekeringen hun plaats hebben.

Maatregel 4: constructie van veilige stekkers en stopcontacten

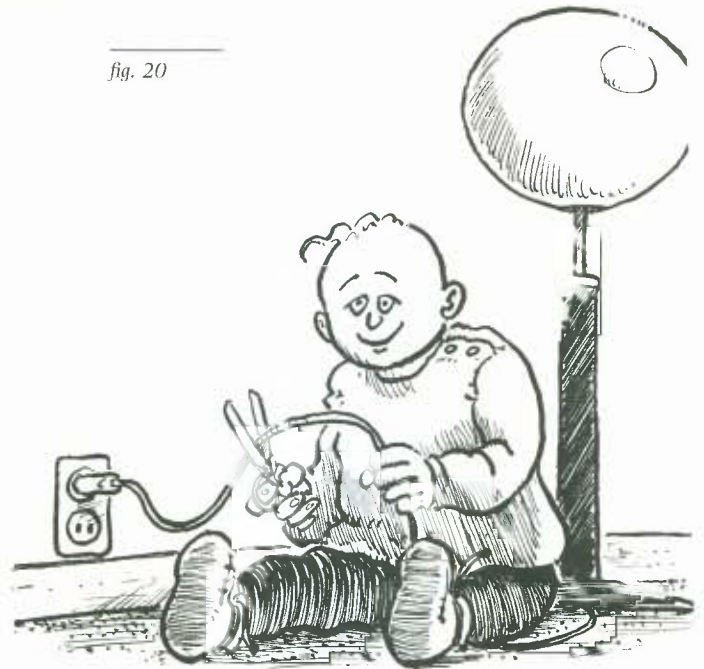
In de vorm van stekkers en stopcontacten zit een bepaald systeem.

Een niet geaarde stekker past alleen maar in een niet geaard stopcontact. Zo kun je nooit het idee hebben dat een apparaat geaard is, alleen maar door een geaard stopcontact te nemen.

Een geaarde stekker past op alle stopcontacten.

5 Leg uit dat dit systeem niet logisch is en dat het beter andersom had kunnen zijn (een geaarde stekker alleen op een geaard stopcontact laten passen en een niet-geaarde stekker op alle stopcontacten).

fig. 20



Tot slot nog wat vragen en opdrachten

6a Ga thuis na welke maatregelen er zijn genomen om het gebruik van elektrische energie veilig te laten verlopen.

b Welke speciale maatregelen zijn er in de badkamer genomen?

c Welke speciale maatregelen zijn er in de keuken genomen?

7 Dubbelgeïsoleerde toestellen hebben een platte stekker die in alle stopcontacten past.

a Waarom is dit niet gevaarlijk?

8 Waarom kunnen de situaties die je in figuur 20 ziet afgebeeld, zeer gevaarlijk zijn?

9 Bekijk thuis de kast waar de smeltzekeringen in zitten. Vaak zijn er twee of meer smeltzekeringen per woning.

a Waarom wordt dit gedaan?

b Hoeveel ampère kan er maximaal door de zekeringen bij jou thuis?

10 Sommige mensen denken dat geaarde stopcontacten niet meer nodig zijn als er een aardlekschakelaar is.

a Waarom is dit niet waar?

Sommige mensen denken ook dat een aardlekschakelaar overbodig is als alle stopcontacten geaard zouden zijn.

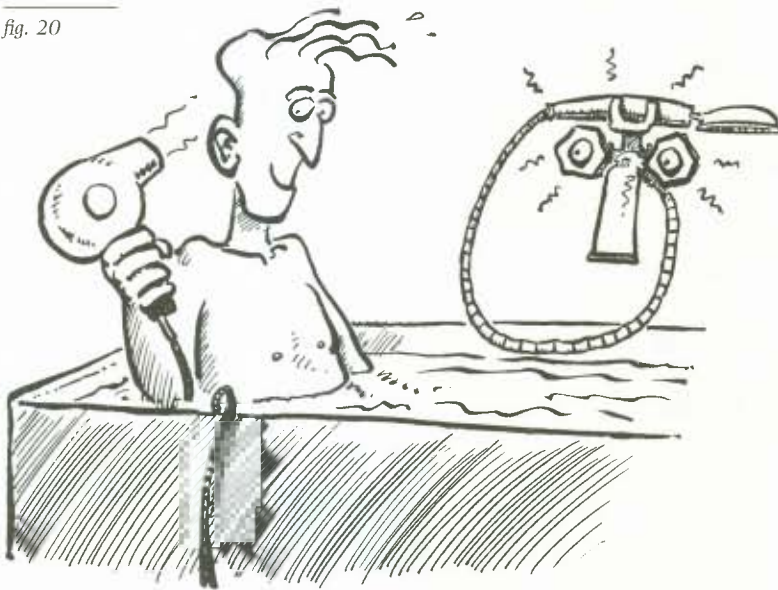
b Leg uit dat dit niet waar is.

Sommige mensen weten niet eens dat ze een aardlekschakelaar in huis hebben. Ze laten iemand van de elektriciteitsmaatschappij komen omdat ze geen 'stroom' hebben, terwijl alleen de aardlekschakelaar uitgeschakeld is. Laat jou dit niet overkomen!

11 Welke maatregelen kun jij bedenken om de elektrische installatie in huis nog veiliger te maken?

Geef ook aan wat eventuele nadelen van jouw maatregelen zijn.

fig. 20



Schakelingen in huis onderzocht

Je weet nu al heel wat over de huisinstallatie. Om je kennis te kunnen toepassen, hebben we een installatie op kleine schaal gemaakt (figuur 21).

1 Steek de stekker in het stopcontact. (Pas op! Je werkt nu met een spanning van 220 V!)

- Beschrijf kort waar de schakelaars S_1 , S_2 en S_3 voor dienen.
- Bedenk een toepassing thuis van de schakeling met schakelaars S_1 en S_2 .

Haal de stekker uit het stopcontact. Het is tijdens de rest van het practicum vanwege de veiligheid **NIET** toegestaan de stekker weer in het stopcontact te steken.

Je moet gaan onderzoeken hoe de schakelingen op het bord in elkaar zitten. Daarvoor mag je de onderdelen openschroeven, maar het is niet de bedoeling dat je de draden los schroeft. Het zou te veel tijd kosten de schakelingen dan weer goed in elkaar te krijgen.

2 Schroef de beschermkap van de centrale verdeelbuis open.

- Geef een korte beschrijving van wat je daarin allemaal tegenkomt.

De draden worden aan elkaar vast gemaakt met een lasdop. Draai de lasdop los.

- Hoe zit een lasdop in elkaar?
- Waarom heeft men een lasdop op deze manier gemaakt?

Je moet nu een drietal schakelingen onderzoeken.

- de schakeling met het geaarde stopcontact W;
- de schakeling met S_3 en L_2 ;
- de schakeling met S_1 , S_2 en L_1 (de hotelschakeling).

3 Haal de beschermkap van het stopcontact W. Let op hoe het stopcontact in elkaar zit.

- Neem figuur 22 over in je schrift en geef in de juiste kleuren de loop van de draden aan.
- Wat is de functie van iedere draad?

4 Haal de beschermkap van S_3 . Draai lamp L_2 los en maak de lampvoet los.

- Neem figuur 23 over in je schrift en geef de loop van de draden aan.
- Teken ook het schakelschema van deze schakeling.

fig. 21

L_1, L_2 : lampen
 S_1, S_2, S_3 : schakelaars
 W: stopcontact
 C: centrale verdeelbuis

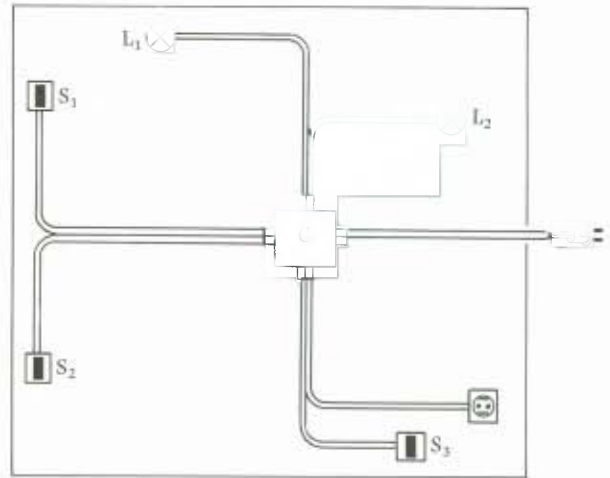


fig. 22

Bedrading stopcontact.

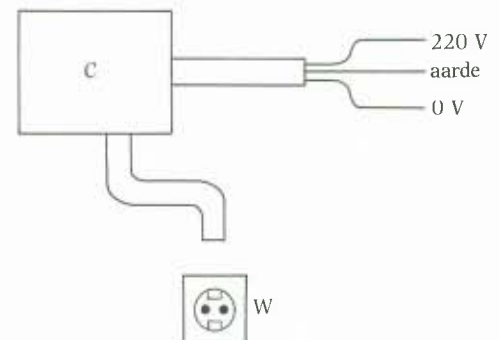


fig. 23

Bedrading lamp met schakelaar.

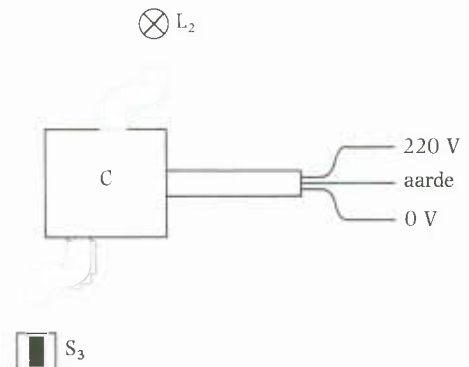


fig. 24
Schema hotelschakeling.

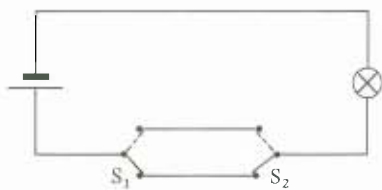
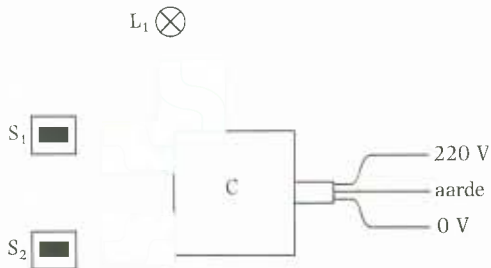


fig. 25
Bedrading hotelschakeling.



- c Waarom is de lamp aangesloten op een zwarte draad en op een blauwe draad?
- d Waarom is een aardleiding naar de lamp overbodig?
- e Wat is de functie van iedere draad?

5 In figuur 24 is de hotelschakeling getekend.

- a Neem figuur 25 over in je schrift en geef de loop van de draden aan die met de hotelschakeling te maken hebben.
- b Leg de werking van de hotelschakeling uit.
- c Waarom moeten de lampen nu aangesloten worden op twee zwarte draden?

Maak alle onderdelen weer op hun plaats vast en laat de leraar (of de amanuensis) controleren of alle schakelingen nog in orde zijn.

Blok 10

E3

Oefenopgaven

1 Wegwerpbatterijen

Wegwerpbatterijen vervuilen het milieu. Bovendien blijkt uit een onderzoek dat het gebruik van batterijen 320 keer zo duur is als het gebruik van het stopcontact. (Beschouw dit als een gegeven.) Een 1,5 V batterij kost f 1,50. 1 kWh uit het stopcontact kost f 0,30; 1 kWh = 3600 kJ.

- a Laat door berekening zien dat zo'n batterij 56 kJ aan elektrische energie kan leveren.

Aanwijzing: Bereken eerst uit de gegevens hoeveel kWh zo'n batterij kan leveren; reken dat dan om in kJ.

Op een lampje staat: 3,0 V; 0,25 A.

- b Bereken het vermogen van het lampje.

Dit lampje zit in een zaklantaarn met twee batterijen van 1,5 V.

- c Bereken met de uitkomst van 1a en 1b hoeveel uur dit lampje op die twee batterijen kan branden.

2 Oplaadbare batterijen

Is het voordeliger om oplaadbare batterijen te gebruiken? Een kleine oplaadbare batterij (penlite; 1,2 V) kan één uur lang voor een stroomsterkte van 500 mA zorgen. Daarna moet je de batterij weer opladen. Dit duurt 14 uur bij een stroomsterkte van 50 mA en een

laadspanning van 1,2 V. 1 kWh uit het stopcontact kost 30 cent.

- a Hoeveel energie zit er in een opgeladen penlite (in joule én in kWh)?
- b Wat kost het om een penlite één keer op te laden?
- c Hoeveel maal duurder ben je uit als je oplaadbare batterijen gebruikt in plaats van het stopcontact? (Vergelijk dus de uitkomst van b met de prijs van de bij a berekende energie, als je die uit het stopcontact zou halen).

3 Je bent er misschien wel van overtuigd dat je beter oplaadbare batterijen kunt gebruiken dan wegwerpbatterijen. Maar er zijn wat nadelen aan oplaadbare batterijen. De spanning is wat lager (1,2 V in plaats van 1,5 V), de oplaadbare batterijen zijn ongeveer drie-maal zo snel leeg en je moet een adapter kopen om de batterijen weer op te laden.

Laten we eens uitrekenen hoeveel geld je met één oplaadbare penlite bespaart.

Kosten

Wegwerppenlite: f 1,50

Oplaadbare batterij + deel van de adapterkosten: f 10,-.

Energie

Wegwerppenlite: 56 kJ

De oplaadbare penlitebatterij kan bij goed gebruik $1000 \times$ worden opgeladen; we gaan ervan uit dat wij de batterij $600 \times$ opladen. Een opgeladen batterij kan gedurende één uur een stroom van 500 mA laten lopen. De spanning van de oplaadbare penlite is 1,2 V.

- a Wat zijn de kosten als je wegwerppenlite's had gebruikt in plaats van 600 keer de oplaadbare penlite?
- b Hoeveel kost 600 keer opladen, als 1 kWh 30 cent kost (zie ook vraag 2b)?
- c Wat zijn de totale kosten als je 600 keer de oplaadbare batterij gebruikt?
- d Hoeveel voordeliger zijn oplaadbare batterijen dan wegwerpbatterijen? (Houd wel rekening met de aanschaf van de batterij en de adapter.)

4 Schrikdraad

De spanning op schrikdraad is 8000 V. De maximale stroomsterkte bedraagt (schrik niet!) 4 A. Maar er mag maar gedurende korte tijd een stroom kunnen lopen. Er mag niet meer dan 5 J aan energie in iedere stroomstoot zitten.

- a Bereken het maximale vermogen van het schrikdraad.
- b Bereken hoe lang een stroomstoot duurt.

5 Een beveiligde schok

De huisinstallatie werkt met een spanning van 220 V. Krijg je een schok, dan zal in veel gevallen (maar niet altijd!) de aardlekschakelaar de stroom uitschakelen. De aardlekschakelaar reageert heel snel op een stroom naar de aarde. Bij een stroomsterkte van meer dan 30 mA schakelt de aardlekschakelaar binnen 0,2 s de stroom uit.

Bereken hoeveel energie je met een schok minstens krijgt.

(Ter vergelijking: als je een klap in je gezicht krijgt is dat ongeveer 2 J!)

6 SL-lampen zijn lampen met een laag vermogen, die toch veel licht geven. Iemand besluit een SL-18 te gebruiken in plaats van een lamp van 75 W.

De volgende gegevens zijn uit een onderzoek: Een lamp van 75 W kost gemiddeld f1,50 en heeft 1000 branduren.

De SL-18 heeft een vermogen van 19,3 W en heeft 5000 branduren. Een SL-18 kost f18,-.

1 kWh kost f0,30.

Vergelijk de kosten van een SL-lamp met die van een gewone gloeilamp. Ga uit van 5000 branduren. Houd

rekening met de aanschafkosten, maar ook met de kosten van de gebruikte elektrische energie.

7 24 uur per dag de lichten aan

Een idee om het verkeer veiliger te maken: ook overdag de lichten aan. Auto's zijn dan beter te zien en er zullen minder ongelukken gebeuren.

Tegenstanders van dit idee zeggen dat de verlichting energie kost en dat daardoor meer benzine verbruikt gaat worden. Dit zou 75 miljoen liter benzine per jaar extra kosten!

We zullen dat eens narekenen.

Per auto zou er per jaar 15 liter benzine extra nodig zijn.

Een auto rijdt 1:15 (dat wil zeggen 15 km op één liter benzine) als de snelheid 90 km/u is.

a Hoe lang doet de auto dan over 15 km?

Een liter benzine levert bij verbranding 33 MJ (33 miljoen J) op.

b Hoeveel energie gebruikt de auto in één seconde als de snelheid 90 km/u is?

De twee lampen die overdag aan moeten, hebben ieder een vermogen van 40 W.

c Met hoeveel % is het energiegebruik dan toegenomen?

De auto rijdt per jaar 18 000 km overdag. Het gemiddelde verbruik is 1:10.

d Bereken hoeveel liter benzine per jaar we extra moeten tanken als overdag met licht aan gereden wordt.

Opm.: Daar maar ca. 25% van de energie die de benzine levert kan worden gebruikt om de auto te laten rijden is de werkelijke uitkomst van deze vraag $4 \times$ zo groot.

e Wat vind jij van het plan?

