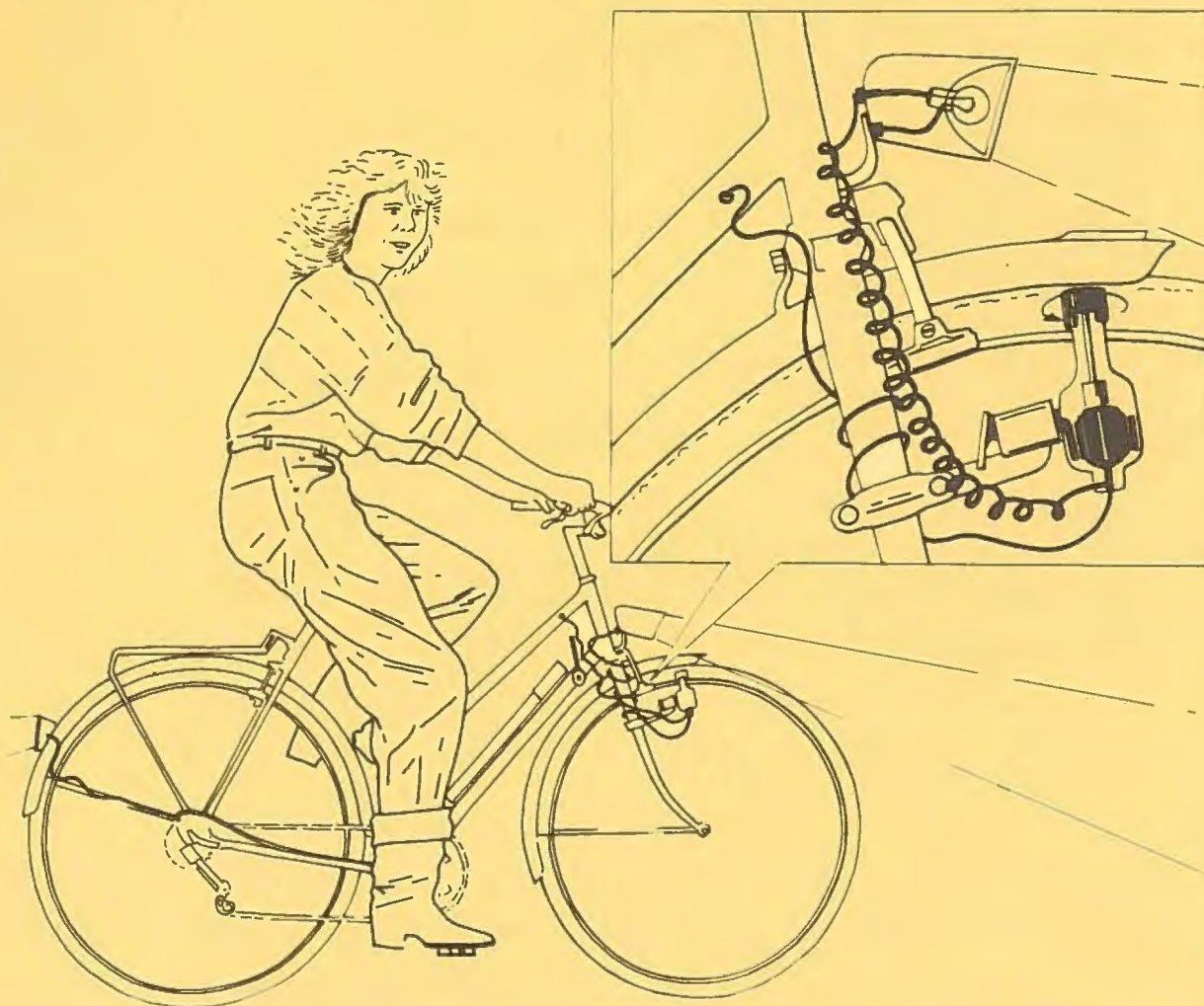


Deel 1 Elektriciteit in en om het huis



NATUURKUNDE VOOR IEDEREEN

ELEKTRICITEIT IN EN OM HET HUIS

Bestemd voor klas 3 havo/vwo

Samenstelling en redactie: Marja Lensink

Dit is een HERDRUK waardoor
met name de kwaliteit van de
foto's sterk verminderd is.

**Dit is een herziene uitgave van de tekst van
Mathieu Dumont**

Tekeningen: Paul van 't Hullenaar

Foto's: Audio-Visueel Centrum THE

Typewerk: Jolanda Dijstelbloem

MENT-project

Vakgroep Didaktiek

Afdeling der Technische Natuurkunde

Technische Hogeschool Eindhoven

MENT 86-10 vijfde druk

INHOUD

A.	ELEKTRISCHE ENERGIE EN ELEKTRISCH VERMOGEN	1
1.	HET BELANG VAN ELEKTRISCHE ENERGIE	2
1.1.	Inleiding	2
1.2.	Wat geschiedenis	4
1.3.	Elektrische energie	4
	Vragen	6
2.	WAAR KOMT ELEKTRISCHE ENERGIE VANDAAN?	7
2.1.	Het opwekken van elektriciteit	7
2.1.1.	Chemische energie → elektrische energie	7
	Proeven	6
2.1.2.	Bewegingsenergie → elektrische energie	10
	Opdracht	10
2.1.3.	Kernenergie → elektrische energie	12
2.1.4.	Zonne-energie → elektrische energie	13
2.1.5.	Waterkracht → elektrische energie	15
2.1.6.	Windenergie → elektrische energie	15
2.1.7.	Wie gebruikt de elektriciteit?	17
2.1.	Het transport van elektriciteit	18
	Vragen	20
3.	ELEKTRISCH VERMOGEN	21
	Proeven	24
	Vragen	28
4.	ELEKTRISCHE ENERGIE	30
	Vragen	31
	WAT JE MOET ONTHOUDEN	34
B.	HOE BESTEDEN WE THUIS ELEKTRICITEIT	36
1.	Hoe meten we ELEKTRISCHE ENERGIE?	37
	Proeven	40
	Opdrachten voor thuis	42
	Vragen	44

2.	HOE GEBRUIKEN WE ELEKTRISCHE ENERGIE?	48
	Opdracht voor thuis	50
	Vragen	50
	WAT JE MOET ONTHOUDEN	51
C.	WAT KOST ELEKTRISCHE ENERGIE?	52
1.	DE KOSTEN VAN ELEKTRICITEIT	53
	Opdrachten voor thuis	55
	Vragen	55
2.	NACHTSTROOM	61
	Vragen	62
	WAT JE MOET ONTHOUDEN	63
D.	BESPAREN OP ELEKTRISCHE ENERGIE	64
1.	WAAROM BESPAREN OP ELEKTRISCHE ENERGIE?	65
2.	HOE BESPAREN WE ZELF THUIS OP HET VERBRUIK VAN ELEKTRISCHE ENERGIE?	67
	Proeven	67
	Zuinig gebruik van elektriciteit	70
	Vragen	72
3.	BESPAREN DOOR DE OVERHEID	74
	Vragen	76
	WAT JE MOET ONTHOUDEN	77
E.	ELEKTRICITEIT EN VEILIGHEID	78
1.	INLEIDING	79
	Vragen	79

2.	IS ELEKTRICITEIT GEVAARLIJK?	81
	Vragen	82
3.	WAAROM KAN ELEKTRICITEIT GEVAARLIJK ZIJN?	83
4.	HOE KUNNEN WE VEILIG MET ELEKTRICITEIT OMGAAN?	84
	4.1. (Extra) isolatie	84
	4.2. Zekeringen	84
	4.3. De aardleiding	86
	4.4. Transformatoren	88
	4.5. Aardlekschakelaar	89
	Vragen	91
	HOE HANG JE VEILIG EEN LAMP OP?	93
	WAT JE MOET ONTHOUDEN	96
F.	PRACTICUMOPDRACHTEN	97
	INLEIDING	98
	PRACTICUMOPDRACHT 1	
	Zet een snoer aan een lamp	99
	PRACTICUMOPDRACHT 2	
	Maak een verlengsnoer met randaarde	100
	PRACTICUMOPDRACHT 3	
	De elektriciteitsmeter	101

A. ELEKTRISCHE ENERGIE EN ELEKTRISCH VERMOGEN

1. HET BELANG VAN ELEKTRISCHE ENERGIE

1.1. INLEIDING

Stel je voor dat je op een avond net je favoriete tv-programma wilt aanzetten en dat dan plotseling de elektriciteit uitvalt. Vermoedelijk zoek je in het donker eerst naar een zaklantaarn. Helaas de batterijen blijken leeg te zijn. Gelukkig er is nog een kaars in huis.

Je gaat kijken of de zekering, de stop, doorgeslagen is. Als dat niet zo is moet je wachten op betere tijden en mis je intussen wel je tv-programma (figuur 1).

Een muziekje ter vervanging kan alleen als je radio of cassette recorder op batterijen werkt en die niet leeg zijn. Een koel glas drinken kan nog net, want de koelkast begint al minder koel te worden. Toevallig woon je op de 11e verdieping van een flat. Je vriend of vriendin zou nog even langskomen. Hijgend en puffend van het traplopen staat deze eindelijk boven en bonst op de deur. De bel doet het ook niet meer. Gelukkig zat er niemand in de lift toen de storing begon.



Figuur 1 En dan valt plotseling de elektriciteit uit.

Het is winter en langzaam krijg je het koud. Want de verwarming doet het ook niet meer.

Jullie flat staat aan een druk verkeersknooppunt. Beneden op straat wordt de chaos steeds groter, doordat de verkeerslichten niet meer werken: een boeiend schouwspel, waardoor je je gemiste tv-programma even vergeet. Onlangs ontstond in het noorden van Nederland een ernstige situatie toen een stroomstoring gedurende enkele uren vier hele provincies in het donker zette (zie figuur 2).

Zo zie je hoe elektriciteit je leven beïnvloedt.



Figuur 2 Uit: Eindhovens Dagblad

1.2. WAT GESCHIEDENIS

Sinds de miljoenen jaren dat mensen bestaan, hebben de mensen vrijwel altijd alleen hun spierkracht gebruikt: voor het veroveren van voedsel en het bouwen van hutten. Pas daarna maakten ze ook gebruik van de spierkracht van dieren en die van andere mensen.

De Egyptische pyramides zijn zeer waarschijnlijk gebouwd door tienduizenden slaven, die daar tientallen jaren lang hun spierkracht aan moesten geven.

Pas sinds 4000 jaar wordt gebruik gemaakt van wind en waterkracht.

Stoommachines en **elektriciteit** bestaan echter pas 1½ eeuw!

1.3. ELEKTRISCHE ENERGIE

Er zijn vele soorten energie. We gaan er een aantal bekijken.

Om iets of iemand in beweging te brengen en/of te houden is energie nodig. Als je hard fietst moet je harder trappen, moet je lichaam meer energie leveren. Een voorwerp dat beweegt heeft **bewegingsenergie**.

Tijdens het fietsen wordt de energie die je lichaam levert omgezet in bewegingsenergie van jou en de fiets.

Een brommer rijdt, als er benzine in de tank zit, doordat de benzine wordt verbrand. De verbranding van de benzine levert **chemische energie** omdat hierbij een chemische (scheikundige) reactie plaatsvindt.

De motor van de brommer zorgt er voor dat deze chemische energie wordt omgezet in bewegingsenergie.

Een mixer of een lift, aangesloten op het elektriciteitsnet, bewegen.

De "ontvangen" energie, de zogenaamde **elektrische energie** wordt omgezet in bewegingsenergie.

Er zijn nog meer soorten energie, zoals **warmte, geluid en licht**. De verschillende soorten energie kunnen in één of meer andere soorten energie overgaan. Door het trillen van je stembanden gaat de lucht in je keel trillen. **Bewegingsenergie** gaat dan over in **geluid**. Houd je een ijzeren naald in een gasvlam dan gaat hij gloeien. Warmte gaat dan over in **licht**.

De eenheid waarin we energie meten is de joule (afgekort J). De Joule is genoemd naar de natuurkundige Joule, zie pagina 103.

Om je enige indruk te geven wat je met 1 joule kunt doen het volgende overzichtje:

een brommer circa 0.005 seconde laten rijden; een quartzhorloge circa 100 000 seconden laten lopen; een strijkbout circa 0,001 seconde laten werken; 0,24 gram water 1 graad in temperatuur laten stijgen; een massa van 1 kilogram 10 centimeter optillen.

Elektrische energie wordt erg veel gebruikt. In Nederland is $\pm$ 17% van alle energie die we samen gebruiken elektrische energie. Deze energiesoort heeft nadelen; het is nogal duur vergeleken met aardgas bijvoorbeeld, maar er zijn ook veel voordelen.

Enkele voordelen van elektrische energie zijn:

1. Het is een "schone" energiesoort.

Op de plaats waar je het gebruikt heb je geen afval, zoals bij kolen.

2. Het laten overgaan van elektrische energie in bijvoorbeeld bewegingsenergie, licht, warmte, geluid gaat vrij gemakkelijk.
3. Het transport van elektriciteit is eenvoudig, via ondergrondse en bovengrondse leidingen.

Elektrische energie kan overgaan in **bewegingsenergie**. (stofzuiger, boormachine). Maar ook in bijvoorbeeld **licht** (gloeilampen), in **geluid** (radio, televisie) en in **warmte** (elektrische kachel).

Vragen

1. Bij sommige belangrijke instellingen of gebouwen in onze maatschappij mag de elektriciteit niet zo maar, door een een storing, wegvallen.
 - a. Welke plaatsen zijn dat?
 - b. Welke voorzieningen zijn daarvoor getroffen?
2. Bedenk een voorbeeld waarbij warmte omgezet wordt in bewegingsenergie.
3. Bedenk enkele voorbeelden waarbij thuis elektrische energie omgezet wordt in:
 - a. warmte,
 - b. geluid,
 - c. bewegingsenergie,
 - d. licht.
4. Levert een bromfietsmotor afvalprodukten?
Zo ja, welke?
5. Eén kg is hetzelfde als 1 000 gram. Zo is ook 1 kJ gelijk aan 1 000 J.
Hoeveel J is 2,3 kJ?

2. WAAR KOMT ELEKTRISCHE ENERGIE VANDAAN?

2.1. HET OPWEKKEN VAN ELEKTRICITEIT

De **primaire** energiebronnen die wij hebben, zijn: **steenkool, hout, aardolie, aardgas, uranium, zon, wind, water.**

Deze bronnen bevatten energie.

Deze energie wordt vaak omgezet in een beter te gebruiken bron: **elektriciteit, kolen, benzine.**

Dat zijn de **secundaire** bronnen van energie.

Verschillende soorten energie kunnen worden omgezet in elektrische energie. We gaan bekijken hoe chemische-, bewegings-, kern- en zonne-energie omgezet worden in elektrische energie.

2.1.1. Chemische energie → elektrische energie

Chemische energie komt vrij bij een chemische reactie. Bij het afsteken van vuurwerk wordt de chemische energie omgezet in bewegingsenergie en licht; je ziet de vuurpijl de lucht inschieten.

Hang je twee loden platen, waarvan één bekleed is met een speciale stof (loodperoxide) in een bak met een oplossing van zwavelzuur dan blijkt er een elektrisch spanningsverschil van 2 Volt (afgekort 2 V) te ontstaan tussen die platen. Dit is een gevolg van een aantal scheikundige processen tussen het lood en het zwavelzuur. Een paar platen noem je een cel. De accu van een auto bestaat uit 3 of 6 van deze cellen achter elkaar.

Je krijgt dan een spanning van 6 V of 12 V. Op de accu zijn de startmotor, de verlichting, de ruitenwissers, de claxon en de radio van de auto aangesloten.

Batterijen zijn "droge cellen", gevuld met verschillende droge stoffen waartussen ook chemische reacties plaatsvinden. Eén zo'n cel geeft een spanning van 1,5 V.

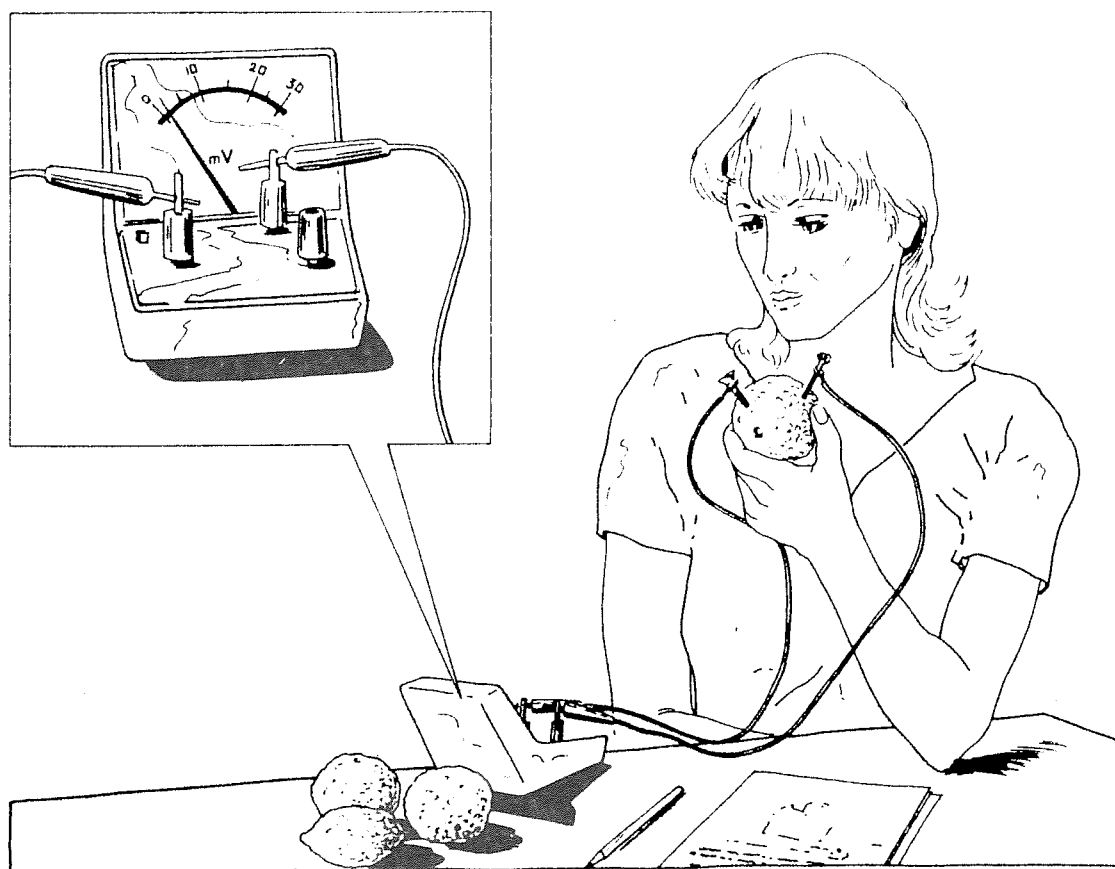
Batterijen kunnen inwendig bestaan uit een serieschakeling van deze cellen, waardoor de spanning van een batterij een veelvoud van 1,5 V (bijvoorbeeld 4,5 V) is.

Een "lekkende" batterij in een zaklantaarn kan die lamp volledig onbruikbaar maken, vanwege de ongewenste scheikundige reacties die dan optreden. Haal daarom altijd batterijen uit apparaten die je lange tijd niet gebruikt.

PROEVEN

1. De spanning van een "citroenbatterij".

- a. Steek een koperen schroef en een ijzeren spijker in een citroen of sinaasappel. Meet de spanning tussen de schroef en de spijker met een voltmeter. (figuur 3).
- b. Schakel 2 sinaasappels of citroenen in serie en meet de spanning over de 2 sinaasappels of citroenen.

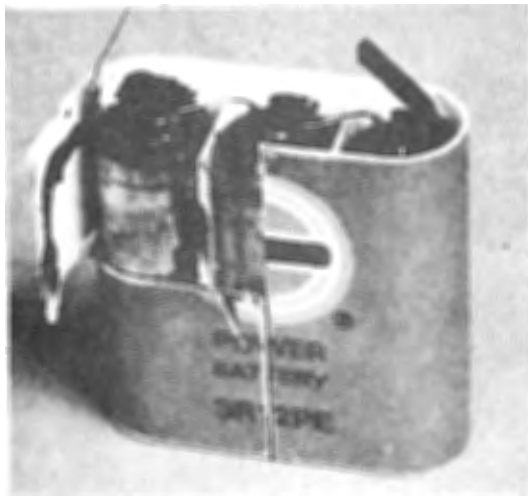


Figuur 3 Hoe groot is de spanning tussen de schroef en de spijker in de citroen?

2. Een batterij van binnen.

Maak een platte batterij van 4,5 V voorzichtig open en bekijk deze van binnen. (Figuur 4)

Zorg dat de tafel niet smerig wordt en was na afloop je handen.



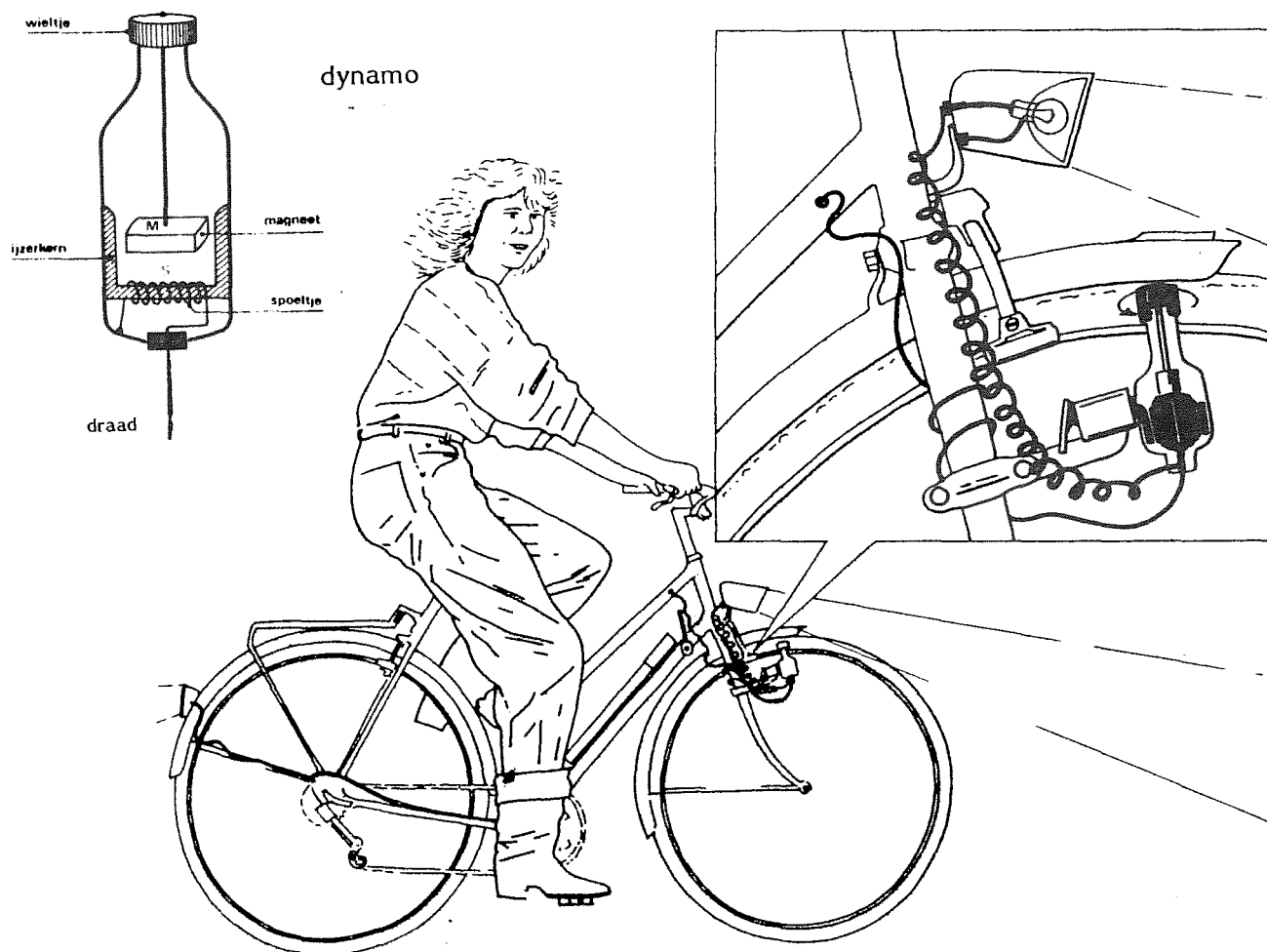
Figuur 4

2.1.2. Bewegingsenergie → elektrische energie

Op je fiets zit een dynamo. Daarin zit een stuk koperdraad dat tot een spoeltje is gewikkeld. Een magneetje draait rond doordat het wieltje van de dynamo draait. Daardoor ontstaat in de draad een elektrisch stroompje. De spanning die je fietsdynamo levert is afhankelijk van je fietssnelheid en is hoogstens 6 V.

OPDRACHT 1

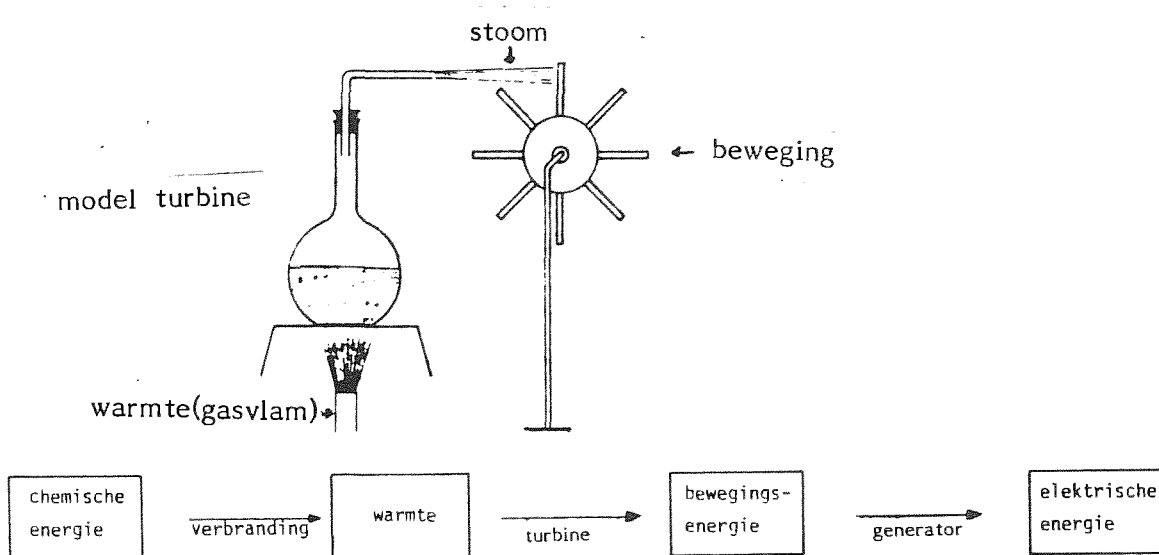
In figuur 5 is te zien hoe de koplamp en de dynamo op een fiets zijn gemonteerd. Ga na hoe bij jouw fiets de verbindingdraden lopen.



Figuur 5 Bij het fietsen kun je met een dynamo elektriciteit opwekken.

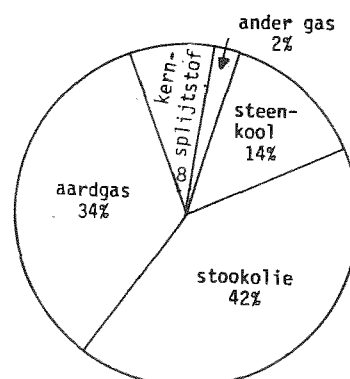
De elektrische energie die wij uit het stopcontact halen is ook opgewekt met een dynamo.

In een elektriciteitscentrale gaat dat opwekken volgens hetzelfde principe als bij een dynamo op je fiets. Alleen wordt de grote dynamo in een centrale, de **generator**, niet rondgedraaid door een fietswiel, maar door een groot schoepenrad, de turbine. Die turbine wordt in beweging gebracht door stoom. En die stoom krijg je door water te verhitten met de warmte die komt uit de verbranding van gas, olie of steenkool (zie figuur 6). Er zijn in Nederland ongeveer 30 elektriciteitscentrales.



Figuur 6 De energie-omzettingen bij het maken van elektrische energie in een elektriciteitscentrale.

Alle Nederlandse centrales samen verbruiken een grote hoeveelheid brandstof. Deze brandstof kan steenkool, stookolie, gas of (voor kerncentrales) kernsplijtstof zijn. In figuur 7 zie je hoeveel van elke soort brandstof er in Nederland wordt gebruikt.



Figuur 7 Brandstoffenverbruik van de Nederlandse centrales.

Zo wordt bijvoorbeeld 14% van onze elektrische energie opgewekt door steenkool te verbranden.

Rendement

De hoeveelheid elektrische energie die een centrale levert is slechts 40% van de energie die er in de vorm van gas, kolen of olie is ingegaan. We zeggen: het **rendement** van de centrale is 40%.

De overige 60% is afvalwarmte en gaat voor 10% als "afvalwarmte" de schoorsteen uit en voor 50% het water van een rivier in.

Doordat slechts 40% van de energie opgeslagen in de brandstof wordt omgezet in elektrische energie is deze vorm van energie duur in vergelijking met bijvoorbeeld "rechtstreeks" gebruik van aardgas.

Andere vormen van energieomzetting, die minder worden toegepast, maar waaraan veel onderzoek wordt verricht, zijn o.a kernenergie, zonnenergie, waterkracht en windenergie. In de volgende paragrafen wordt er iets over verteld.

2.1.3. Kernenergie → elektrische energie

In een kerncentrale wordt op een geheel andere manier warmte verkregen dan in een gewone centrale, waar de brandstof gas, olie of steenkool is.

In een kerncentrale wordt de energie vrijgemaakt die is opgeslagen in de kernen van bijvoorbeeld uraniumatomen. Het grote probleem bij kerncentrales wordt gevormd door de hoge veiligheidseisen:

er mag nimmer radio-actief materiaal uit de centrale ontsnappen.

Daarnaast vormt ook het opslaan voor afvalmateriaal dat radio-actief is een probleem.



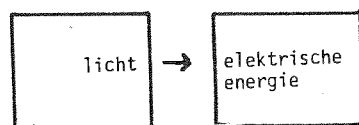
Figuur 8 De energie-omzettingen in een kerncentrale.

Radio-actief materiaal is schadelijk voor mensen en dieren. In tegenstelling tot normale giftige stoffen kan het vele jaren duren voordat de gevolgen van het blootstaan aan radio-actief materiaal voelbaar worden. Bovendien kun je radio-actief materiaal niet echt onschadelijk maken, je kunt hooguit door het te "verpakken" in zoutkoepels of iets dergelijks de inwerking op mens en dier sterk verminderen.

2.1.4. Zonne-energie → elektrische energie

DE ZONNECEL

Als licht op speciaal vervaardigde dunne plaatjes valt, ontstaat een spanningsverschil tussen die plaatjes.



Figuur 9 Ook een omzetting van energie.

Je ziet dat hier slechts één stap nodig is om elektrische energie op te wekken. Er is dus een directe omzetting van licht in elektrische energie (figuur 9).

Problemen waaraan hierbij hard wordt gewerkt zijn:

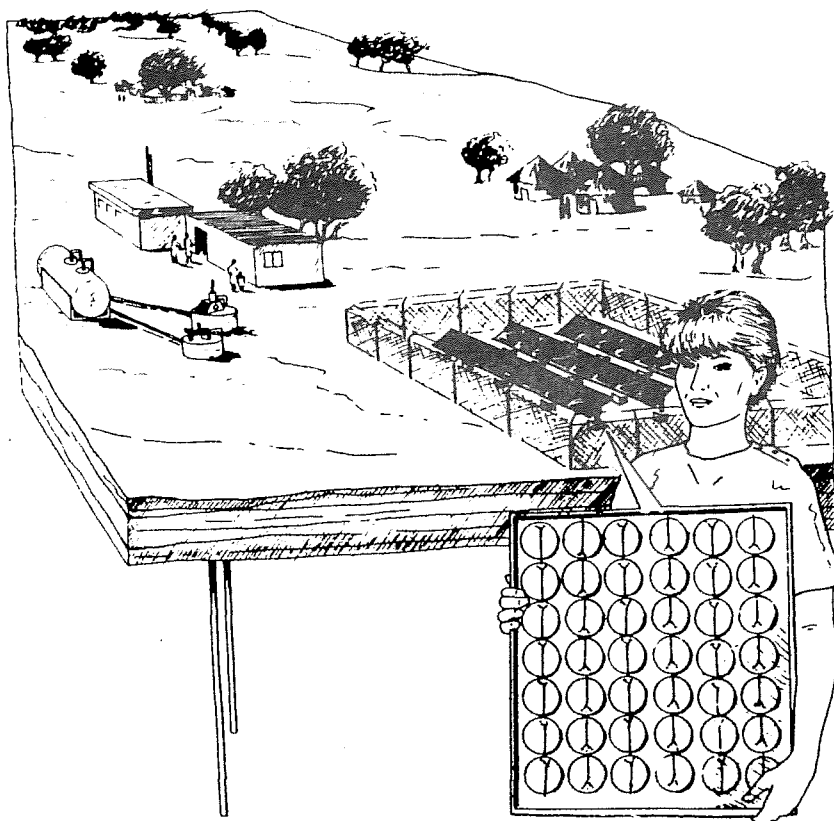
1. de opslag van de zo verkregen energie
2. verdere verhoging van het rendement dat reeds is opgevoerd tot 30%
3. verlaging van de prijs.

VOORBEELDEN

1. Langs de snelweg Utrecht - Den Haag staat ter hoogte van Nootdorp een ANWB-praatpaal die van energie wordt voorzien door een paneel met zonnecellen.

2. In 1978 werd in de West-Afrikaanse nederzetting Tangaye een reeks door NASA ontwikkelde zonnecelpanelen geïnstalleerd. Met behulp van de door de panelen geleverde elektriciteit wordt water opgepompt en graan gemalen (figuur 10).
3. Zonnecellen worden ook toegepast in rekenmachines en horloges.

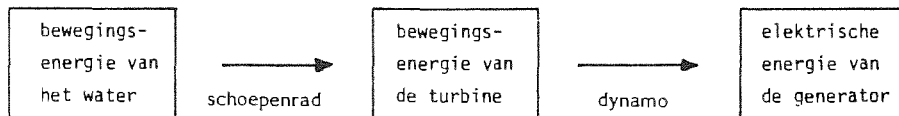
Te verwachten valt dat tegen het einde van deze eeuw zonnecellen gebruikt zullen worden om op grote schaal elektrische energie op te wekken.



Figuur 10 Het gebruik van zonnecel-panelen in de woestijn.

2.1.5. Waterkracht → elektrische energie

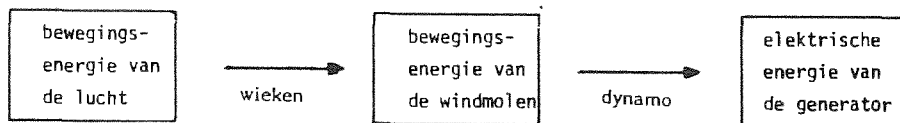
Bij stuwdammen en op plaatsen met grote eb en vloed verschillen kan het met grote kracht stromende water direct de turbine van een centrale aandrijven.



Figuur 11 De omzetting van waterkracht in elektrische energie.

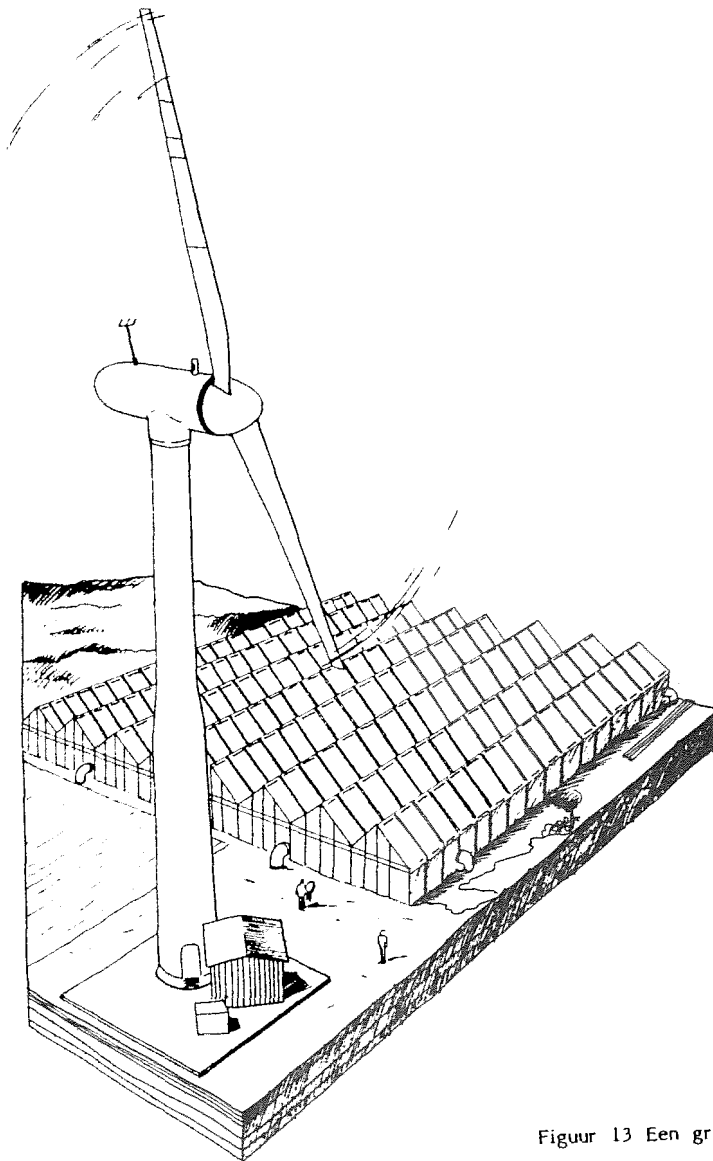
2.1.6. Windenergie → elektrische energie

Een windmolen kan direct worden aangesloten op een dynamo (generator).



Figuur 12 De omzetting van windenergie in elektrische energie.

Op kleine schaal worden windmolens gebruikt, zoals bij de verwarming van tuinbouwkassen (figuur 13).



Figuur 13 Een grote windmolen.

2.1.7. Wie gebruikt de elektriciteit?

Wie gebruiken de geproduceerde elektriciteit?

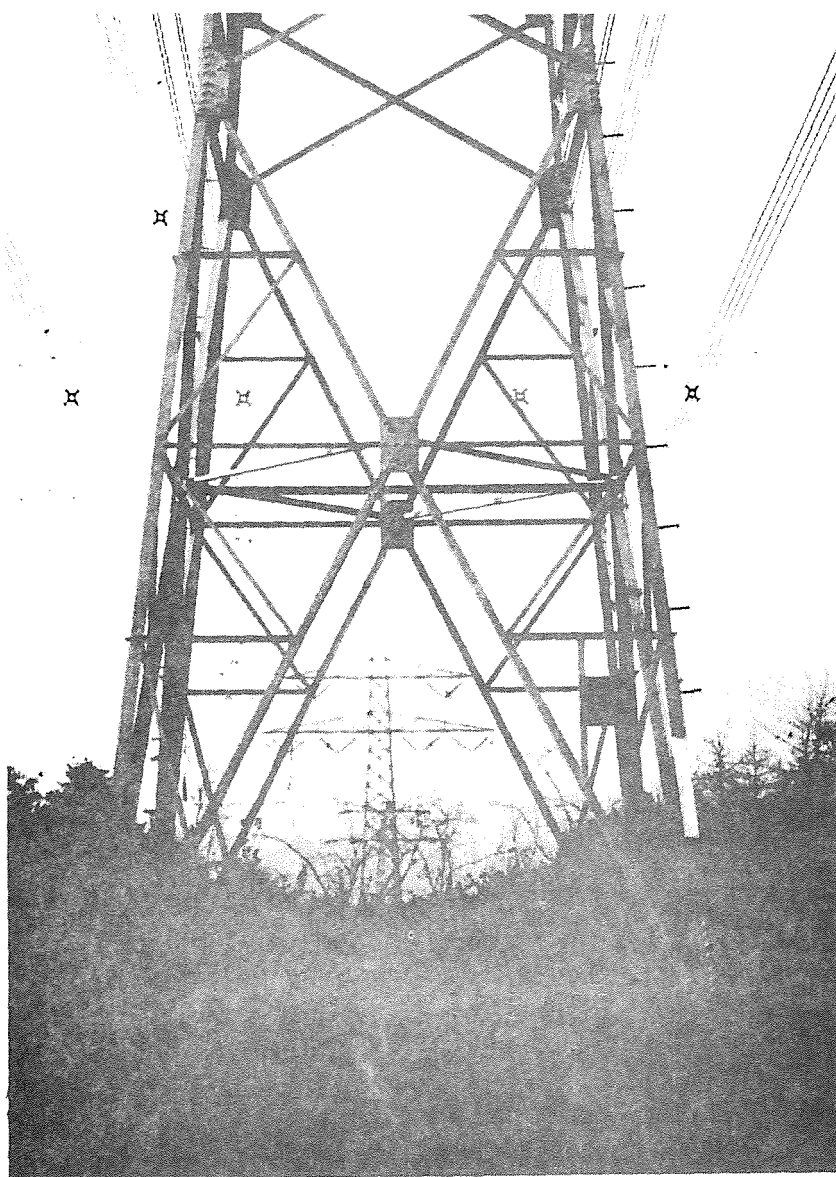
Meer dan de helft (51%) wordt door de industrie (fabrieken) gebruikt.

Ongeveer een kwart (28%) gebruiken alle huisgezinnen samen. De overige getallen vind je in tabel 1.

Tabel 1. Gebruikers van geproduceerde elektriciteit	
industrie	51%
gezinnen	28%
spoor + tramwegen	} 4%
openbare verlichting	
polder + rioolbemaling	
overige (kantoren, ziekenhuizen, glastuinbouw, ...)	17%
Totaal	100%

2.2. HET TRANSPORT VAN ELEKTRICITEIT

Elektrische energie is eenvoudig te vervoeren via kabels, die meestal van aluminium zijn. Vanaf de centrale lopen dikke hoogspanningskabels naar de zogenaamde verdeelstations bij de woonplaatsen (figuur 14).



Figuur 14 Hoogspanningsmasten voor het vervoer van elektrische energie.

Tussen de draden staat een spanningsverschil van hoogstens 380 000 V. De elektriciteit wordt bij deze hoge spanning "getransporteerd" omdat er dan minder energie verloren gaat bij het "transport".

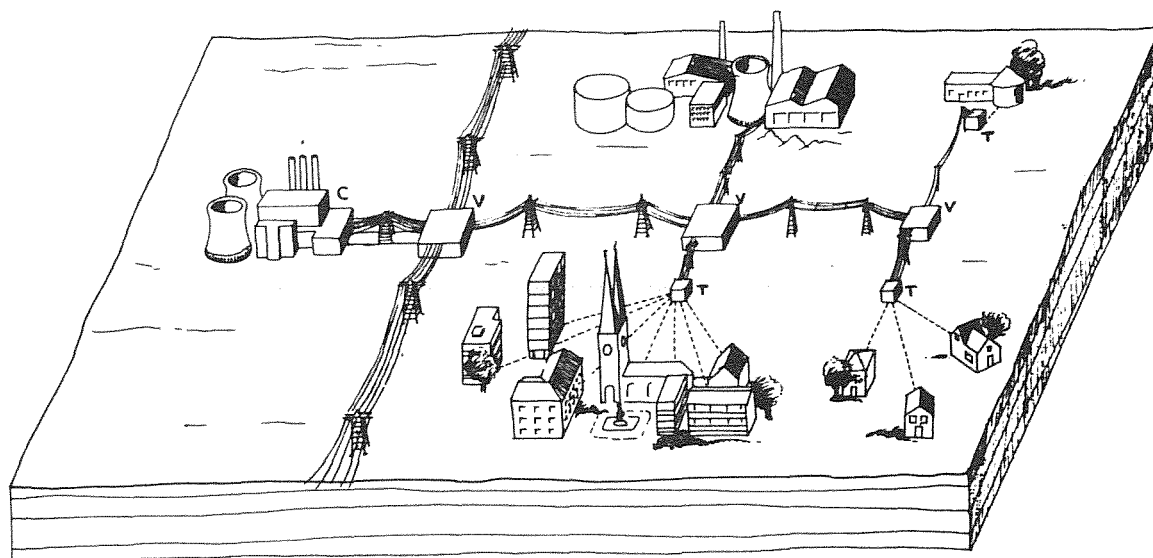
Bij de verdeelstations wordt de spanning teruggebracht tot 10 000 V, met behulp van een zogenaamde transformator.

Een transformator maakt van een hoge spanning een lage of andersom. In een verdeelstation vertakt het leidingennet zich en loopt vandaar naar transformatorhuisjes. Die vind je in iedere woonwijk.

Hier wordt de spanning verder omlaag gebracht tot 220 V en vertakt het leidingennet zich opnieuw. Daar begint de kabel die direct naar je woning loopt (figuur 15). Alle leidingen die de elektriciteit naar huizen en fabrieken brengen hebben samen in Nederland een totale lengte van 200 000 km.

OPMERKING

De elektronen lopen altijd in een gesloten kring rond. Er moet dus ook een leiding terug, van je huis naar de centrale zijn (dit is de zogenaamde nulleiding).



Figuur 15 Een uitgewerkt voorbeeld van een elektriciteitsnet.

De gestippelde lijntjes zijn ondergrondse leidingen.

C: centrale

V: verdeelstation

T: transformatorhuisje

Vragen

6. Noem enkele voor- en nadelen van het gebruik van een batterij.
In welke situatie gebruik je een batterij?
7. Noem enkele voor- en nadelen van een accu. In welke situatie gebruik je een accu?
8. Stroom loopt altijd in een kring rond. Bij de verlichting op je fiets loopt er maar één enkele draad van de dynamo naar de lampjes (figuur 5).
Toch kunnen voor- en achterlicht branden als je fietst. Hoe zit dat bij je fietsverlichting?
9. Het licht van je fiets doet het niet en het lampje vervangen door een lampje, waarvan je gecontroleerd hebt dat het niet stuk is, helpt niet.
Wat zou de oorzaak kunnen zijn?

3. ELEKTRISCH VERMOGEN

Een elektrisch kacheltje op een lage stand geeft minder warmte dan op een hogere stand. Beter gezegd het zet minder elektrische energie om.

We willen echter precies weten hoeveel elektrische energie er omgezet wordt door het kacheltje bij een bepaalde stand.

Daarvoor berekenen we het aantal joules aan elektrische energie dat elke seconde omgezet wordt. Dit aantal joules per seconde noemen we het **vermogen**.

Een voorbeeld:

een elektrisch kacheltje zet in 1 uur 7 200 000 joules aan elektrische energie om.

Het vermogen van het kacheltje is dan:

$$\frac{7\,200\,000 \text{ joules}}{60 \cdot 60 \text{ seconden}} = 2\,000 \text{ J/s}$$

Zoals je uit het voorbeeld ziet berekenen we het vermogen in joules per seconde, afgekort: J/s.

Als je echter op een elektrisch apparaat kijkt zal je geen J/s zien staan maar W. (Zie pagina 28, figuur 22).

Deze W is de afkorting van Watt. (Watt was net als Joule een natuurkundige, zie pagina 104).

1 watt is hetzelfde als 1 joule per seconde; een apparaat met een vermogen van 1 W zet dus elke seconde precies 1 joule aan elektrische energie om.

Samenvattend
vermogen is:

$$\frac{\text{hoeveelheid omgezette elektrische energie}}{\text{tijdsduur}}$$

Als we vermogen afkorten met P (P van het Engelse woord power), energie met E en tijdsduur met t krijgen we:

$$P = \frac{E}{t} \quad (\text{formule 1})$$

Voor de eenheid van vermogen gebruiken we:

1 Watt = 1 joule per seconde afgekort:

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

Het elektrisch vermogen staat altijd op het toestel aangegeven. Zo zal op een stofzuiger bijvoorbeeld staan: 750 W en op een gloeilamp 100 W. Die lamp kan dus per seconde 100 J aan elektrische energie omzetten in licht en warmte.

Een sterke gloeilamp heeft een vermogen van ongeveer 100 W.

Een leeslampje heeft een vermogen van ongeveer 40 W.

OPMERKING

Op een gloeilamp staat niet alleen het vermogen aangegeven. Meestal staat ook nog een spanning vermeld. Dat is de maximale spanning waarop die lamp aangesloten mag worden.

Het opgegeven vermogen, bijvoorbeeld 100 W, geldt bij die opgegeven spanning van bijvoorbeeld 220 V.

De hoeveelheid licht per seconde, hangt af van het vermogen, dus van de hoeveelheid elektrische energie die per seconde wordt omgezet.

Dus:

**Meer energie omgezet per
seconde → groter vermogen →
meer licht per seconde**

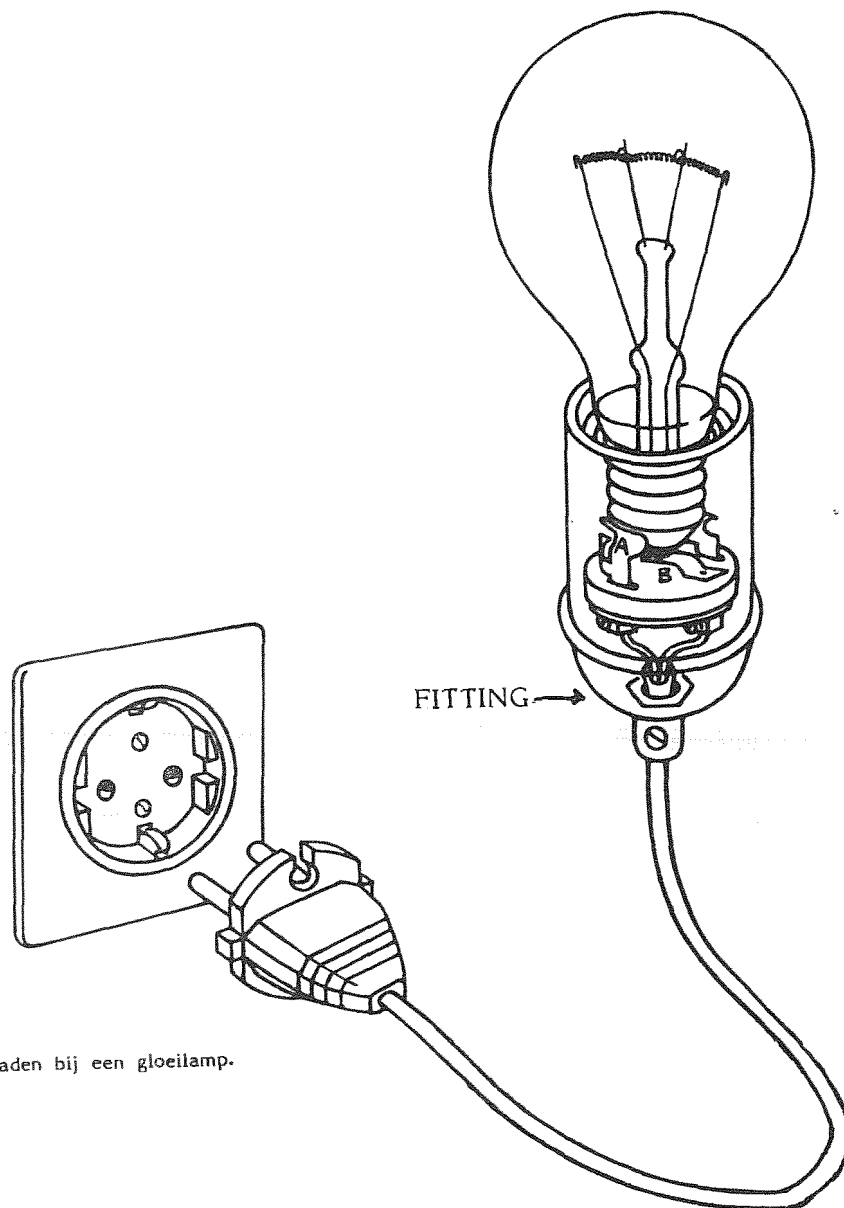
HOE WERKT EEN GLOEILAMP?

In figuur 16 zie je een gloeilamp getekend. Hij werkt zo: tussen de punten A en B van de lamp komt de spanning te staan.

Daardoor gaat een stroom door de gloeidraad lopen.

De temperatuur van de gloeidraad wordt ongeveer $2\ 000^{\circ}\text{C}$. Daarom is de gloeidraad gemaakt van wolfraam, een metaal met een hoog smeltpunt $3\ 377^{\circ}\text{C}$.

Anders zou de draad kunnen smelten.



Figuur 16 Zo lopen de draden bij een gloeilamp.

PROEVEN

3. Vermogen van een lamp en lichtopbrengst

In een fitting draaien we achtereenvolgens lampen waarop staat:
40 W, 60 W, 75 W en 100 W.

Het verschil in vermogen is duidelijk te zien aan het verschil in lichtopbrengst.

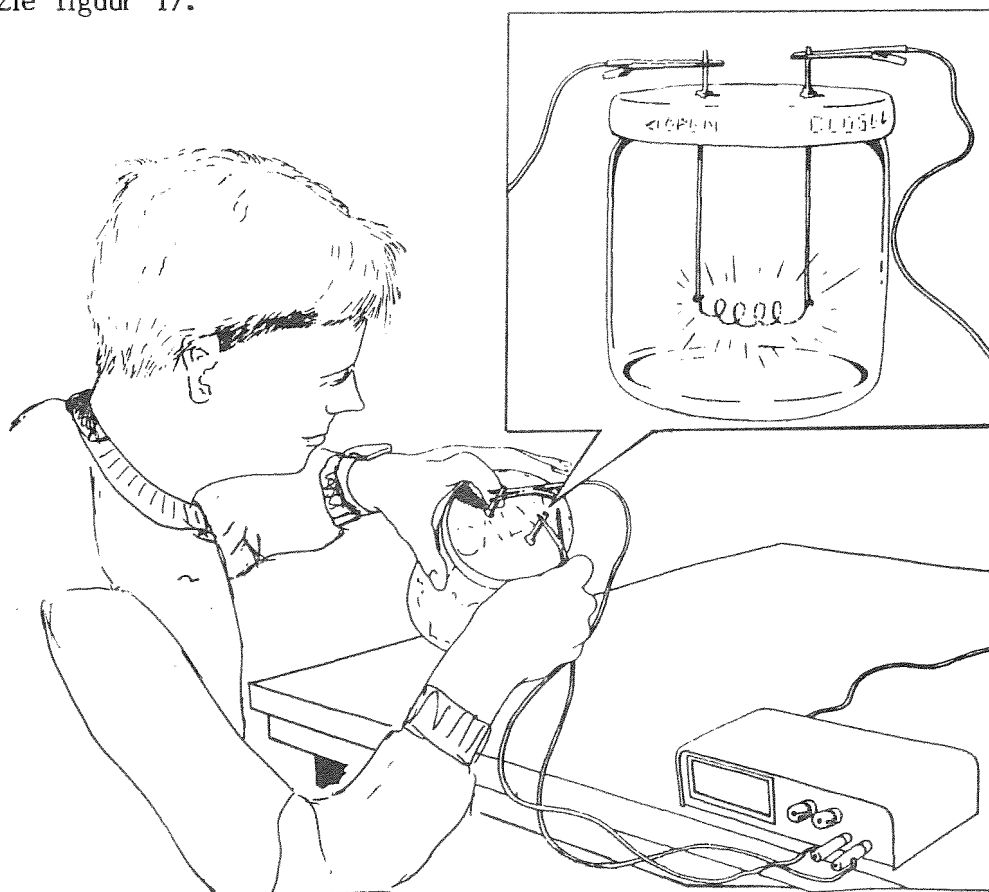
Met een luxmeter kun je meten of de lichtopbrengsten van de lamp (de eenheid van lichtopbrengst is lux) zich verhouden als de aangegeven vermogens.

Als er bij jullie op school een luxmeter is meet dan van de verschillende lampen de lichtopbrengst in lux.

Maak een tabel van het vermogen en de lichtopbrengst.

4. Maak zelf een gloeilamp

Neem een grote glazen pot. Hang een dunne wolfram spiraaldraad in de pot. Sluit je gloeilamp aan op een spanning van 2,5 V zodat de gloeidraad gaat gloeien. Er gaat een stroom lopen van ongeveer 3,5 A. Zie figuur 17.



Figuur 17 Zelf een gloeilamp maken.

Het vermogen van een lamp hangt af van de spanning waarop die lamp is aangesloten en ook van de stroom die door de lamp gaat.
Om dat te laten zien doen we de volgende twee proeven.

5. Stroom en spanning bij twee fietslampjes in serie

We maken de volgende schakeling:

We hebben twee fietslampjes. Op het ene, L1, staat 6 V; 0,1 A. Op het andere, L2, staat 6 V; 0,45 A.

De lampjes worden in serie geschakeld en aangesloten op een spanning van 8 V (figuur 18).

a. Wat geldt voor de stroomsterkte door beide lampjes?

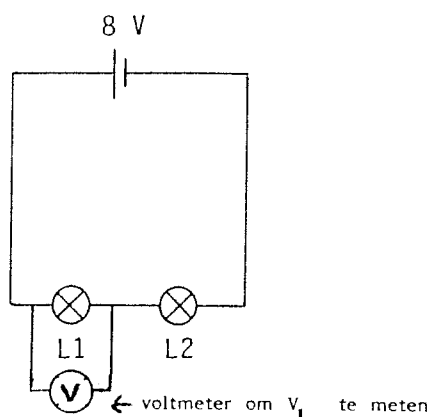
b. Welk lampje geeft het meeste licht?

Als het ene lampje meer licht geeft dan het andere dan is de omgezette hoeveelheid energie, dus het vermogen, groter.

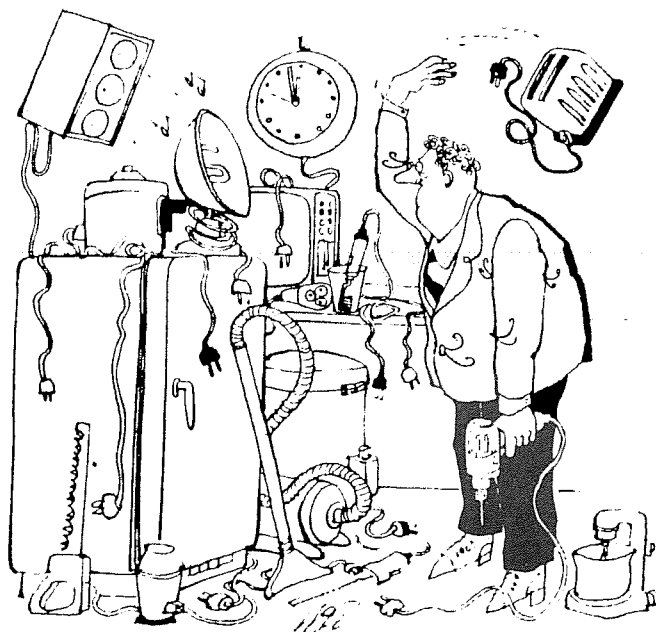
We meten nu met een voltmeter de spanning over ieder lampje.

Vul in:

$V_1 =$ V; $V_2 =$ V.



Figuur 18 Twee lampjes in serie.



Figuur 19

Serie- of parallel geschakeld?

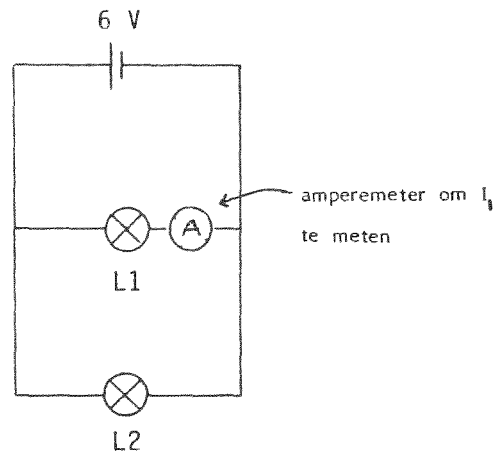
- c. Vergelijk de uitkomst met het antwoord op vraag b.
- d. Wat is je conclusie?

6. Stroom en spanning bij twee fietslampjes parallel

We maken de volgende schakeling:

We hebben twee fietslampjes. Op het ene, L1, staat 6 V; 2 W. Op het andere, L2, staat 6 V; 0,05 A.

De lampjes worden parallel geschakeld en aangesloten op een spanning van 6 V (figuur 20).



Figuur 20 Twee lampjes, die parallel zijn geschakeld.

- a. Wat geldt voor de spanning over beide lampjes?
- b. Welk lampje geeft het meeste licht?
- c. Welk lampje gebruikt de meeste energie?

We meten met een ampèremeter de stroomsterkte I door ieder lampje.

Deze stroomsterkte wordt uitgedrukt in milli-ampère, afgekort mA (= 0,001 ampère).

Vul in:

$I_1 =$ mA

$I_2 =$ mA

d. Vergelijk de uitkomst van c. met het antwoord op vraag b.

Wat is je conclusie?

Als het goed is, heb je als samenvattende conclusies uit de proeven 5 en 6 gevonden:

Bij gelijke stroomsterkte I (proef 5)

hoe groter de spanning $V \rightarrow$ hoe groter vermogen P

en bij gelijke spanning V (proef 6)

hoe groter stroomsterkte $I \rightarrow$ hoe groter vermogen P .

Je kunt dat ook als volgt zeggen:

Het vermogen P is evenredig met de stroomsterkte I en ook evenredig met de spanning V .

We schrijven:

$$P \sim I \quad \text{en} \quad P \sim V$$

OPMERKING

" $\sim$ " betekent: "is evenredig met".

Het juiste verband tussen P , V en I blijkt te zijn:

$$P = V \cdot I \quad (\text{formule 2})$$

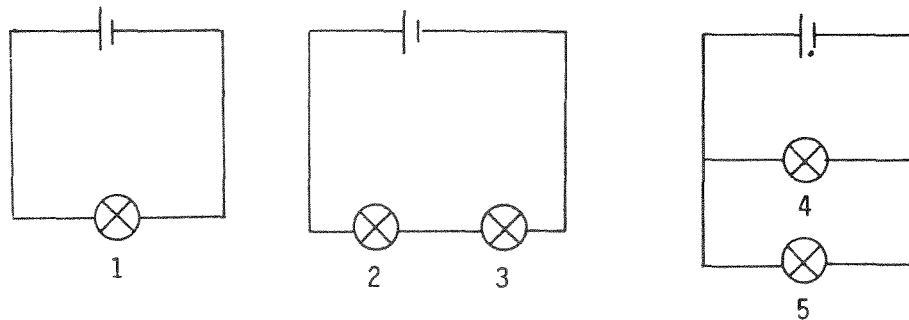
In woorden: het vermogen (uitgedrukt in watt) is gelijk aan de spanning (uitgedrukt in volt) maal de stroomsterkte (uitgedrukt in ampère).

VOORBEELD

Door een elektrische wekker-radio loopt een stroom van 0,02 A. De wekker is aangesloten op het lichtnet ($V = 220$ Volt). Het vermogen van de wekker-radio is: $P = V \cdot I = 220 \cdot 0,02 = 4,4$ W.

Vragen

10. Voorspel de helderheid die de lampen 1 tot en met 5 in figuur 21 ten opzichte van elkaar zullen hebben (alle lampen zijn gelijk en alle spanningsbronnen zijn gelijk).



Figuur 21 Drie schakelingen met identieke lampen en spanningsbronnen.

- 11a. Voor het malen van koffiebonen met een elektrische koffiemolen is 1 200 J aan elektrische energie nodig en het duurt 10 seconden. Hoe groot is het elektrisch vermogen van de koffiemolen?
- b. Een tv-toestel "verbruikt" in 60 seconden 30 000 J. Hoe groot is het vermogen van die tv?
- c. Een gloeilamp heeft een vermogen van 75 W. Ineke zit 0,5 uur bij deze lamp te lezen. Hoeveel energie "verbruikt" de lamp in dat halve uur (bereken eerst hoeveel seconde een half uur is).
- 12a. Welke energie-omzettingen vinden er in een gloeilamp plaats?
- b. Het rendement van een gloeilamp is maar ongeveer 6%. Wat wil dat zeggen?
- c. Wat gebeurt er met de andere 94%?
13. Op een keukenmachine staan de volgende gegevens vermeld (figuur 22).

Type 241. 2. 00
310 W - 220 V 

Modèle déposé
Made in France

Figuur 22 Een plaatje, zoals op elektrische apparaten te zien is.

- a. Hoe groot is de stroomsterkte door de keukenmachine?
- b. Hoe groot is de elektrische weerstand van de keukenmachine?
- c. Weet je wat het teken  betekent?

14. De weerstand van de verwarmingsspiraal van een haarföhn is 55Ω .

De föhn wordt aangesloten op het lichtnet.

- a. Hoe groot is de stroomsterkte door de verwarmingsspiraal?
- b. Wat is het vermogen van de verwarmingsspiraal?

De lucht rond de verwarmingsspiraal moet niet alleen verwarmd worden, maar ook in je haar geblazen kunnen worden.

Dit blazen gebeurt met een propellertje dat door een motortje wordt aangedreven. Dit motortje heeft niet zoveel stroom nodig als de verwarmingsspiraal.

- c. Als het motortje een vermogen heeft van 44 W , hoe groot is dan de stroomsterkte door dat motortje?
- d. Bereken het totale vermogen van de haarföhn.

4. ELEKTRISCHE ENERGIE

In formule 1 op pagina 22 zag je: vermogen is de energie die per seconde wordt omgezet:

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

Omgekeerd kun je nu ook de omgezette energie uitrekenen als je het vermogen kent:

Een lamp van 100 watt "verbruikt" in 1 seconde 100 joules. Dat is in 20 seconden 2 000 joules.

Een radio van 150 watt verbruikt in 10 minuten (of 600 seconden) 150 . 600 = 90 000 joules.

In het algemeen geldt dat de omgezette energie E, uitgedrukt in joule, gelijk is aan het vermogen P maal de tijd t. Of:

$$E = P \cdot t \text{ (formule 3)}$$

in formule 2 op pagina 27 zag je dat vermogen ook is spanning maal stroomsterkte.

Daarom kunnen we ook schrijven

$$E = V \cdot I \cdot t \text{ (formule 4)}$$

Omdat 1 joule weinig energie is gebruiken bijvoorbeeld de elektrische centrales als eenheid **kilowattuur**, afgekort kWh. (De h komt van het Franse "heure").

Als je de rekening van het energiebedrijf bekijkt, zul je zien dat het elektriciteitsverbruik gemeten wordt in kWh.

Hoeveel joules is nu 1 kWh?

1 kWh is de hoeveelheid energie dat een apparaat met een vermogen van 1 000 Watt, dus 1 kilowatt, omzet in 1 uur.

We weten dat een apparaat met een vermogen van 1 000 Watt elke seconde 1 000 joule energie omzet. In 1 uur (3 600 seconde) zet dat apparaat dus:

$$1\,000 \times 3\,600 = 3\,600\,000 \text{ joules om.}$$

CONCLUSIE:

$1 \text{ kWh} = 3\,600\,000 \text{ J}$
$= 3\,600 \text{ kJ}$
$= 3,6 \text{ MJ}$
(1 MJ = 1 000 000 J)

Vragen

15. Tijdens een speurtocht in het donker doet Josée gedurende 1 minuut haar zaklantaarn aan om rond te kijken (figuur 23).

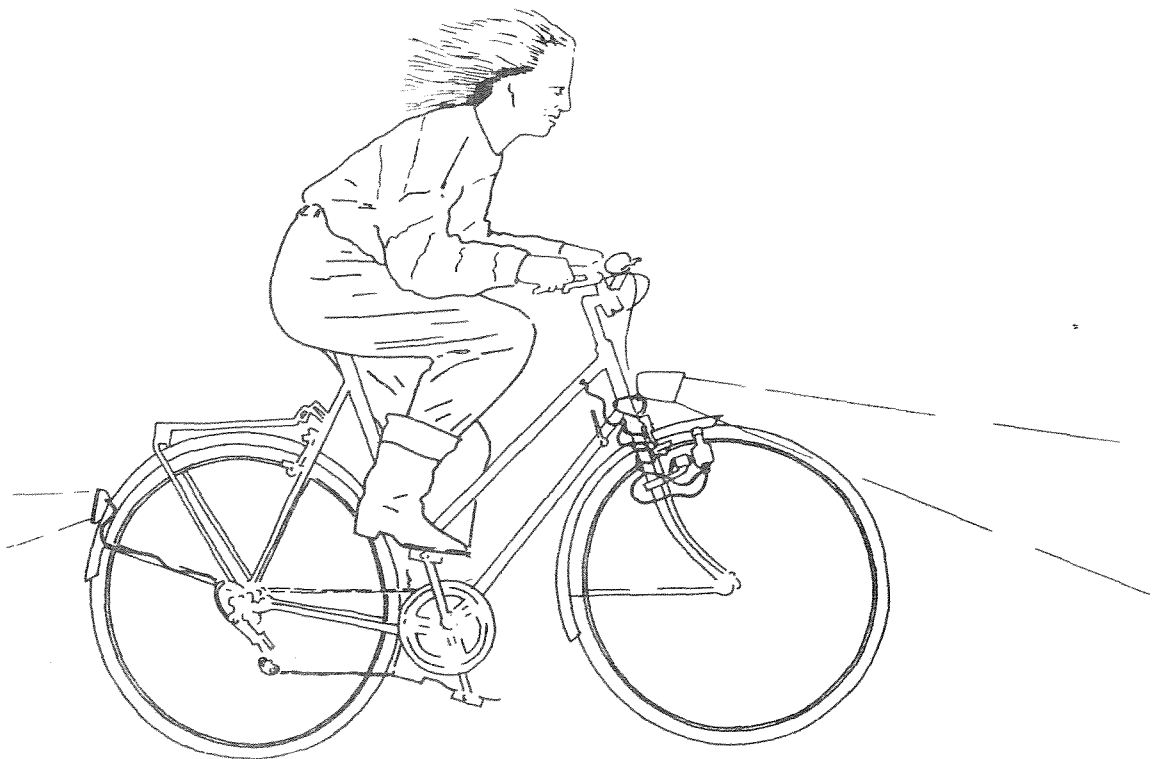
Het lampje van de zaklantaarn heeft een vermogen van 2 W.

Hoeveel elektrische energie "verbruikt" de zaklamp in die minuut?



Figuur 23 De batterijen geven voldoende vermogen voor een aardige hoeveelheid licht.

16. Een familie komt terug van vakantie met veel vuile was.
In totaal moeten ze 5 keer wassen. De wasmachine heeft een gemiddeld elektrisch vermogen van 1 200 W.
Eén keer wassen duurt een uur.
Hoeveel elektrische energie verbruikt de wasmachine om de totale vakantievas weer schoon te krijgen (uitgedrukt in J)?
- 17a. Een centrifuge gebruikt bij een netspanning van 220 V een stroom van 1,5 A.
Hoeveel elektrische energie gebruikt de centrifuge als deze 30 seconden aanstaat?
- b. In welke vorm van energie is deze elektrische energie dan omgezet?
18. De dynamo van je fiets levert op een bepaald ogenblik een spanning van 6 V (figuur 24).
- a. Is deze spanning constant?
Waar hangt die spanning vanaf?
- b. Zijn de lampjes in koplamp en achterlamp parallel of in serie geschakeld? Licht je antwoord toe!



Figuur 24 Als je hard fietst ontwikkel je ook veel vermogen.

- c. Welk lampje geeft het meeste licht?
Welk lampje heeft dus het grootste vermogen?
Ligt dit aan de stroom of aan de spanning?
- d. Het koplampje heeft een weerstand van $13\ \Omega$ en het achterlampje een weerstand van $120\ \Omega$.
Hoe groot zijn de vermogens van beide lampjes?
- e. Hoeveel joule aan elektrische energie is er nodig als je 10 minuten met brandend licht fietst?

WAT JE MOET ONTHOUDEN

Elektrische energie kan verkregen worden door omzetting van:

- chemische energie,
- bewegingsenergie,
- kernenergie,
- zonne-energie,
- waterkracht,
- windenergie.

Elektrische energie kun je omzetten in:

- bewegingsenergie,
- licht,
- geluid,
- warmte.

De eenheden van elektrische energie zijn joule (J) en kilowattuur (kWh)

$$1 \text{ kWh} = 1\,000 \times 3\,600 = 3\,600\,000 \text{ J} = 3\,600 \text{ kJ} = 3,6 \text{ MJ}$$

Elektrisch vermogen = elektrische energie per seconde.

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

De eenheid van vermogen is watt (W)

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

Voor een lamp geldt:

meer energie omgezet per seconde $\rightarrow$ groter vermogen $\rightarrow$ meer licht per seconde.

Het vermogen (in W) = de spanning (in V) x de stroomsterkte (in A).

$$P = V \cdot I$$

Energie (in J) = spanning (in V) x stroomsterkte (in A) x tijd (in s)

$$E = V \cdot I \cdot t$$

Energie (in J) = vermogen (in W) . tijd (in s)

$$E = P \cdot t$$

maar ook:

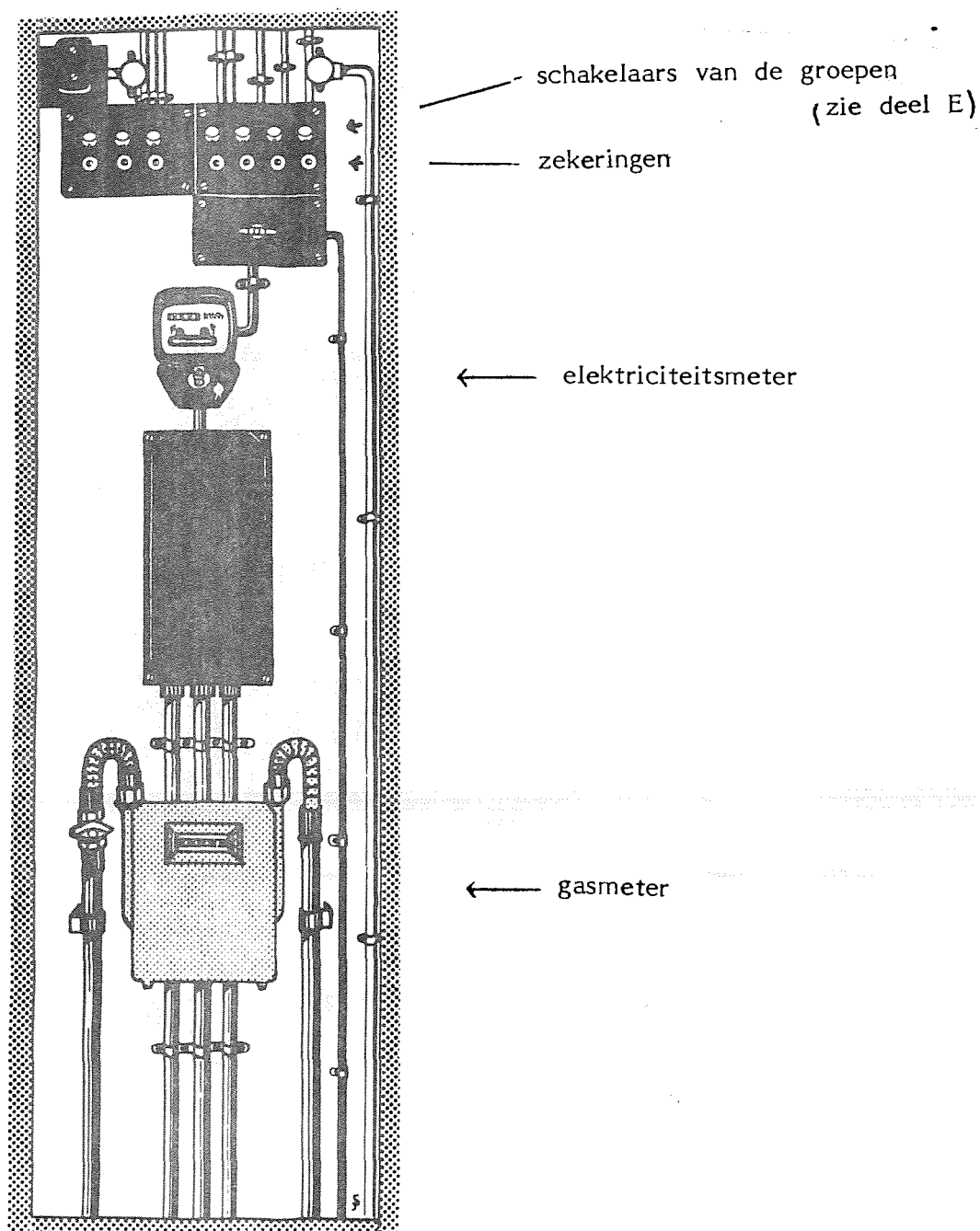
Energie (in kWh) = vermogen (in kW) . tijd (in uren)

$$E = P \cdot t$$

B. HOE BESTEDEN WE THUIS ELEKTRICITEIT?

1. HOE METEN WE ELEKTRISCHE ENERGIE?

Op de plaats waar de leidingen voor gas, water en elektriciteit je huis binnenkomen staat de meterkast. In nieuwe huizen zitten de gasmeter, de watermeter en de elektriciteitsmeter in één meterkast.



Figuur 1 Voorbeeld van een meterkast.

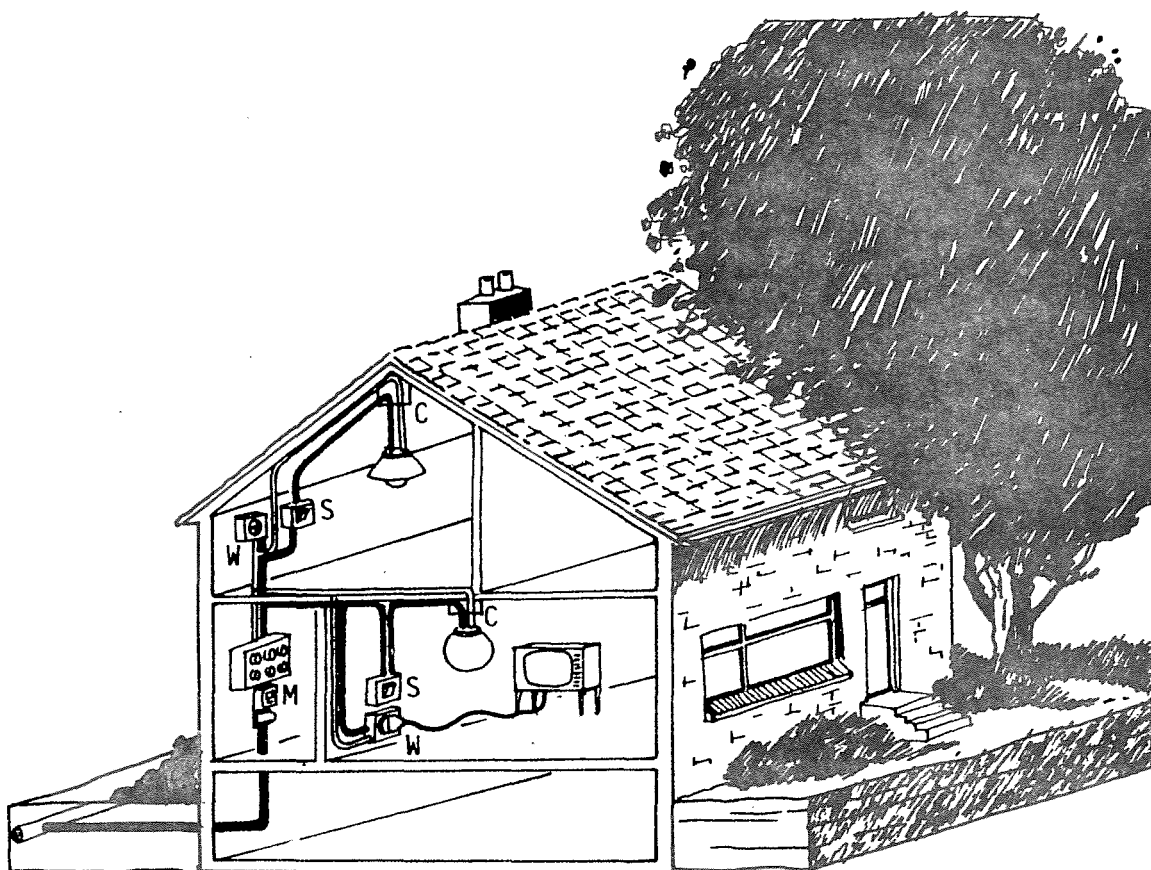
Boven het blok met de schakelaars en zekeringen zie je verschillende kabels, alle apparaten die op dezelfde kabel zijn aangesloten behoren tot dezelfde groep. Iedere groep voorziet een bepaald gedeelte van je huis van elektriciteit en kan apart uitgeschakeld worden.

Figuur 2 laat schematisch zien hoe de leidingen vanuit de meterkast voor één groep door muren en plafonds lopen.

In de meterkast zit meestal ook een kastje met een transformator voor de deurbel. De bel werkt niet op 220 V maar op een veel lagere spanning.

De elektriciteitsmeter meet het verbruik van elektrische energie.

Dit wordt niet aangegeven in joule of kilojoule maar in kilowattuur, afgekort kWh.



Figuur 2 Twee kamers die samen één groep vormen. schematische voorstelling.

M: meterkast

S: schakelaar

W: wandcontactdoos

C: contactdoos in plafond



draad in buis



elektriciteitskabel

Zoals we al gezien hebben, geldt:

$$1 \text{ kWh} = 3\,600\,000 \text{ J.}$$

Nog even oefenen:

Hoeveel energie "gebruikt" een apparaat met een vermogen van 400 W in een half uur?

Berekend in joules:

$$E = P \cdot t = 400 \text{ W} \cdot 30 \cdot 60 \text{ s} = 720\,000 \text{ J} = 720 \text{ kJ.}$$

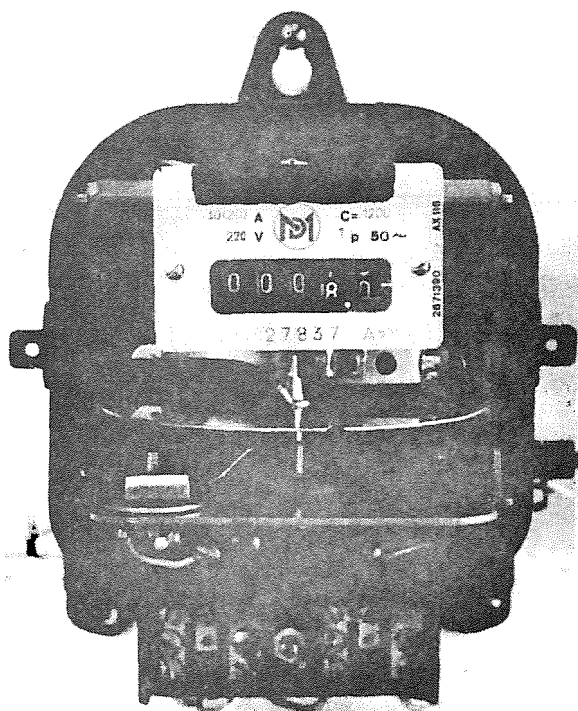
Berekend in kilowatturen:

daarvoor bepalen we eerst het vermogen in kilowatt hetgeen 0,4 kW is en de tijdsduur in uren, hetgeen 0,5 h is. Invullen:

$$E = P \cdot t = 0,4 \text{ kW} \cdot 0,5 \text{ h} = 0,2 \text{ kWh} (= 0,2 \cdot 3\,600\,000 \text{ J} = 720\,000 \text{ J}).$$

Als je de elektriciteitsmeter van dichtbij bekijkt (zie ook figuur 3) zie je een telwerk en de zijkant van een horizontale ronde schijf.

Als er elektrische energie verbruikt wordt, draait de schijf rond. Dat kun je zien aan een rood streepje op de zijkant van die schijf.



Figuur 3 Een opengemaakte elektriciteitsmeter.

Het aantal omwentelingen dat nodig is om het telwerk één keer te laten verspringen is constant. Deze constante kan van meter tot meter verschillen. Meestal staat de waarde van deze constante op de meter zelf aangegeven. Op de meter in figuur 3 zie je staan: $C = 1\ 200$.

$C = 1\ 200$ betekent dat als er 1 kWh verbruikt is de schijf 1 200 keer rondgedraaid is.

PROEVEN

1. De deurbel

Ga met behulp van enkele batterijen na bij welke spanning de bel gaat rinkelen.

Om te laten zien hoe de snelheid van de ronddraaiende schijf afhangt van de ingeschakelde apparatuur doen we de volgende gezamenlijke proeven met een elektriciteitsmeter.

2. Een lamp van 60 W wordt aangesloten op een elektriciteitsmeter. Laat de lamp branden en meet met een stopwatch de tijd van één omwenteling van de schijf. Noteer de tijd in tabel 1.
3. Sluit nu een lamp van 60 W en een lamp van 150 W parallel aan op de elektriciteitsmeter en meet opnieuw de tijd van één omwenteling. Noteer deze weer in tabel 1.

Tabel 1. Meetgegevens bij de elektriciteitsmeter.			
	ingeschakelde apparatuur	vermogen	tijd van één omwenteling, in seconde
proef 2	1 lamp	60 W	
proef 3	2 lampen		
proef 4			

4. Je kunt het vermogen van een apparaat met onbekend vermogen bepalen, als je de omwentelingstijd van de schijf van een elektriciteitsmeter bepaalt.
- a. Sluit een apparaat, bijvoorbeeld een dia- of overheadprojector, aan op de elektriciteitsmeter.
- b. Zet het apparaat aan.
- c. Bepaal met een stopwatch de omwentelingstijd van de schijf.
- d. Noteer de tijd weer in tabel 1.
- e. Bereken nu het vermogen van het apparaat.
- f. Zet het antwoord in tabel 1.
- g. Waarom kun je bij deze proef beter geen elektrische wekker van 4 W gebruiken?

Als je goed gemeten en gerekend hebt, moet je de volgende conclusie vinden uit de proeven 2, 3 en 4.

Hoe groter het afgenomen vermogen, hoe sneller de schijf van de elektriciteitsmeter draait.

Dus: hoe groter het afgenomen vermogen, hoe sneller het telwerk verspringt en hoe groter het energieverbruik is.

Onder het motto: "Meten is weten", geven de energiebedrijven folders uit waarop je zelf kunt bijhouden wat je energieverbruik is.

Tabel 2. Bijhouden van het energieverbruik thuis.						
METEN IS WETEN				GEMEENTEBEDRIJVEN E I N D H O V E N Tel. 040 - 433421 		
DATUM	GAS		ELEKTRICITEIT		WATER	
	meterstand	verbruik	meterstand	verbruik	meterstand	verbruik
KOSTEN OMLAAG ?..... ENERGIE BESPAREN !						

OPDRACHTEN VOOR THUIS

1. Hoe kun je erachter komen welke elektriciteitsaansluitingen tot dezelfde groep behoren?
Ga het thuis na.
- 2a. Vul in tabel 2 zelf de meterstanden bij je thuis in, zowel voor gas, water als elektriciteit.
Doe dit twee keer met een tussentijd van 48 uur. Vermeld wel de tijd en de datum van opname duidelijk!
- b. Ga na waar dit verbruik voor was.

Als hulpmiddel hierbij kun je tabel 5 gebruiken.(blz.49)

Apparaten die aanstonden in die 48 uur waren:

.....
.....

- 3a. Zoek van de kWh-meter bij je thuis op hoeveel omwentelingen de schijf maakt als er 1 kWh elektrische energie wordt "verbruikt".

Noteer het in tabel 3, regel 1.

- b. Tel het aantal omwentelingen per minuut van de schijf en noteer dit ook in tabel 3 op regel 2.

Tabel 3. Metingen aan de kWh-meter.	
1	aantal omwentelingen voor 1 kWh is
2	aantal omwentelingen per minuut is
3	welk extra apparaat heb je aangezet?
4	aantal omwentelingen per minuut dan

- c. Zet nu een extra apparaat aan, bijvoorbeeld de stofzuiger of de televisie en tel weer het aantal omwentelingen per minuut.

Vul dan regel 3 en 4 van tabel 3 in.

Met de gegevens uit tabel 3 kun je nu het vermogen van het extra aangezette apparaat berekenen en dit vergelijken met het vermogen dat op het apparaat zelf staat vermeld. Vul tabel 4 maar in.

Tabel 4. Berekeningen aan de kWh-meter.	
extra aantal omwentelingen per minuut	
extra gebruikte energie per minuut	kWh
berekend vermogen	W
vermogen, afgelezen op apparaat	W

Vragen

- 1a. Loopt er stroom door een stopcontact als er niets op aangesloten is?
- b. Stel, je schakelt twee apparaten in serie: een stofzuiger en een mixer.
Doet de stofzuiger het als de mixer niet werkt?
- c. Stel, je schakelt de twee apparaten parallel.
Kun je nu de stofzuiger laten werken terwijl de mixer stilstaat?
- d. Zijn de apparaten in huis in serie of parallel geschakeld?
- e. En de stopcontacten?

- 2a. Hoeveel energie, uitgedrukt in kWh, verbruikt een lamp van 60 W in 2 uur?
- b. Wat is het antwoord, uitgedrukt in joule?

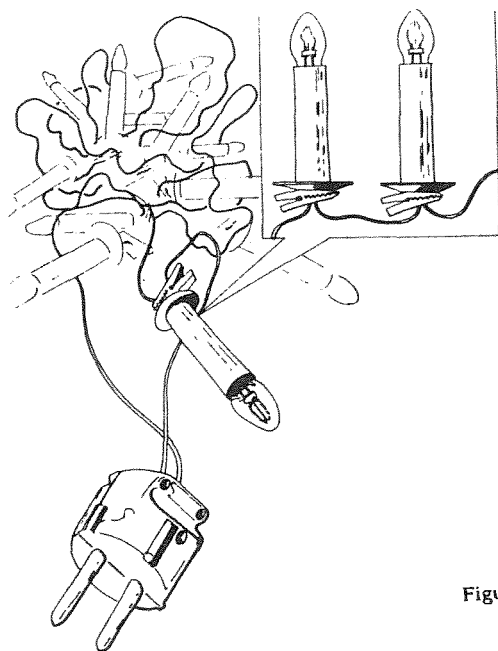
3. Jan en Ineke kijken 2 uur naar de televisie. Het televisietoestel heeft een vermogen van 500 W.
Hoeveel kWh energie gebruikt de televisie in die tijd?

4. De wasmachine doet 1,5 uur over de was. Het vermogen van de wasmachine is 1 500 W.
Hoeveel kWh energie gebruikt de wasmachine voor één keer wassen?

5. (bij proef 2)
 - a. Lees af van de gebruikte meter en vul in:
.... omwentelingen komen overeen met 1 kWh.
Dus 1 omwenteling komt overeen met kWh.
 - b. Reken het aantal kWh om in joule.
 - c. Bereken hieruit de tijd van 1 omwenteling (in seconde) als de lamp van 60 W brandt.
 - d. Vergelijk je antwoord met wat er gemeten is (zie tabel 1).
Als er een verschil is, verklaar dat dan.

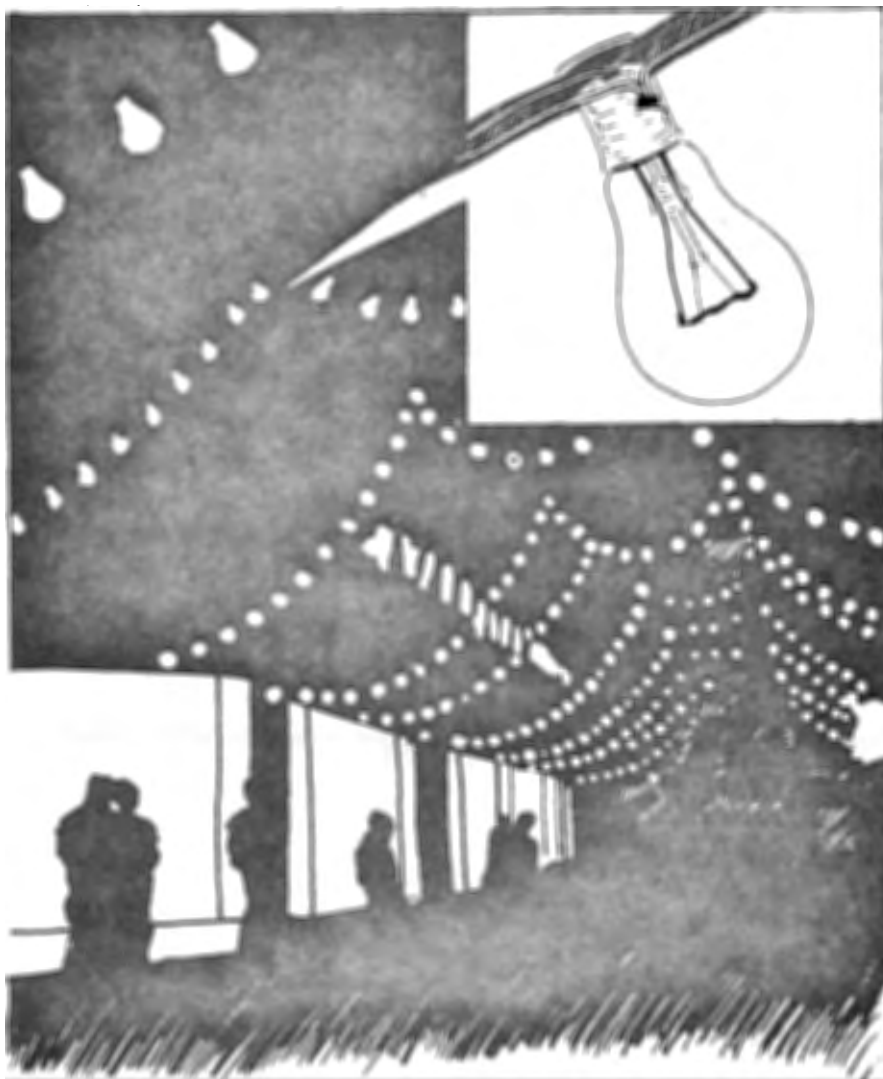
- 6a. Je wilt berekenen hoeveel energie een apparaat gebruikt in een bepaalde tijd.
Wat moet je dan nog meer weten behalve de tijd?
- b. Hoe bereken je dan de energie?
(Je hebt dat eerder geleerd).
7. Een televisietoestel van 165 W staat op een avond 2,5 uur aan.
Hoeveel kWh aan elektrische energie verbruikt het toestel dan?
8. Een koffiezetapparaat heeft een vermogen van 475 W. Hoeveel minuten duurt het zetten van 1 pot koffie als het energieverbruik daarbij 0,095 kWh is?
9. Waarom heeft een groot televisietoestel een veel kleiner vermogen dan een klein koffiezetapparaat?
10. Bereken het vermogen van een elektrische boormachine die met 1 kWh aan elektrische energie 3 uur en 20 minuten kan boren.
11. Een sinaasappelpers heeft een elektrisch vermogen van 60 W.
Het persen van 1 sinaasappel duurt 18 seconden. Hoeveel sinaasappels kun je persen met een hoeveelheid elektrische energie van 2 700 J?
12. De constante van een bepaalde elektriciteitsmeter is 600.
Dit betekent dat de schijf 600 keer rondgedraaid is als 1 kWh energie gebruikt is.
Stel dat alleen de pick-up (10 W) en de versterker (50 W) aan staan.
Alle andere apparaten staan uit. Hoe vaak draait de schijf van de meter dan rond tijdens de 15 minuten die het spelen van één kant van een LP duurt.

13. Kerstboomverlichting is een sfeerverlichting. De lampjes mogen maar weinig licht geven en hebben dus een klein vermogen. Hiervoor worden lampjes gebruikt met een lage spanning, die in serie staan (figuur 4). Een kerstboomverlichting bestaande uit een aantal lampjes van 14 V zijn in serie geschakeld en aangesloten op een spanning van 220 V.
- Hoeveel lampjes moeten er minimaal zijn om te voorkomen dat de spanning over één lampje groter wordt dan 14 V?
 - Als de stroom door de lampjes 0,36 A is, wat is dan het vermogen van één lampje?



Figuur 4 Kerstboomverlichting.

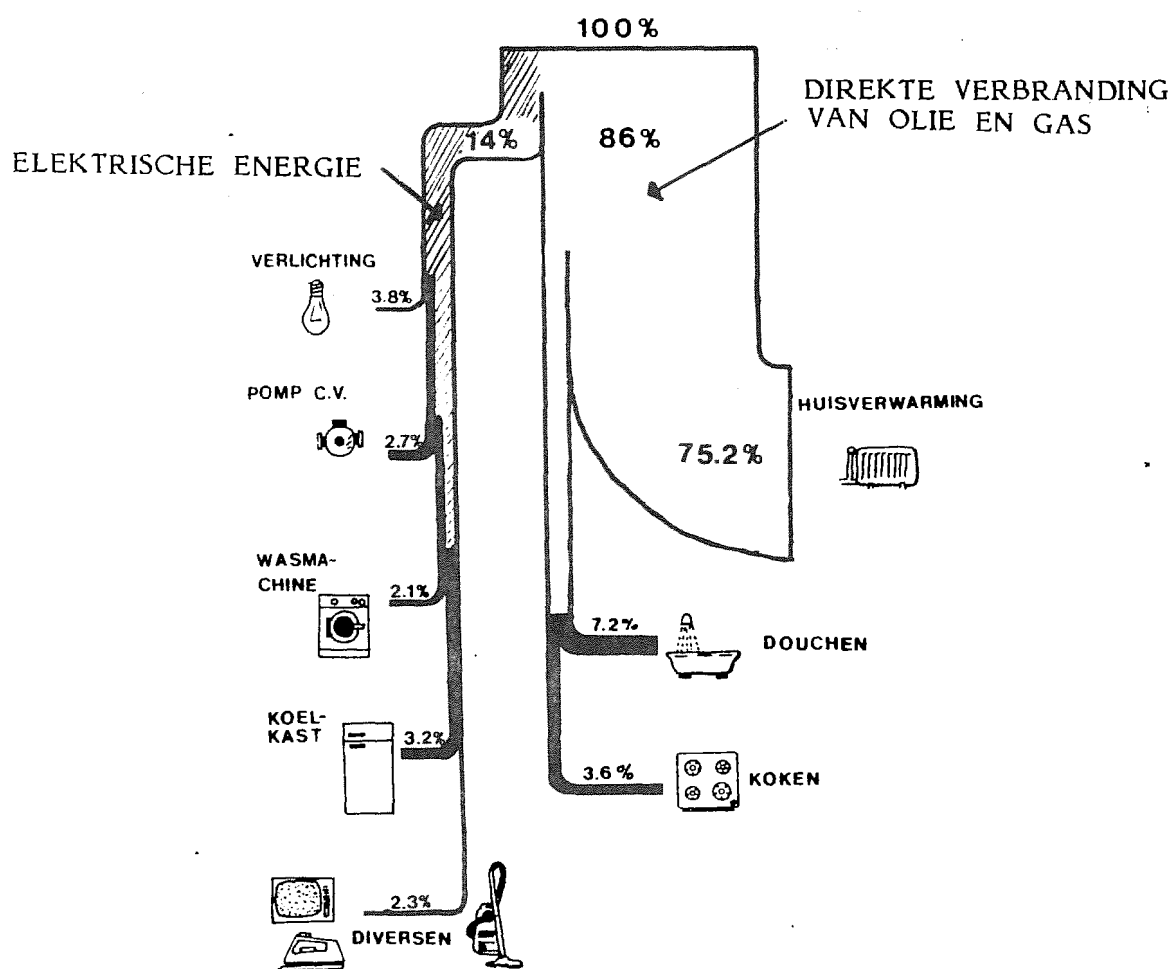
14. Een feestverlichting is aangesloten op 220 V en bestaat uit 40 lampen van 60 W - 220 V (figuur 5). Elke lamp heeft een vermogen van 60 W als hij brandt op een spanning van 220 V.
- Zullen deze lampen in serie of parallel zijn geschakeld?
 - Hoe groot zal de stroom door één lamp zijn?
 - Hoevereel energie verbruikt deze feestverlichting (in kWh) als deze 6 uur lang aan is?



Figuur 5 Feestverlichting.

2. HOE GEBRUIKEN WE ELEKTRISCHE ENERGIE?

Van de totale energie die we thuis gebruiken halen we 86% direct uit de verbranding van olie of gas. Die gebruiken we voor koken, warm water voor de douche en de verwarming. De overige 14% is elektrische energie. Figuur 6 geeft aan hoe we thuis de energie gebruiken. (Zoals je ziet wordt verreweg het grootste gedeelte gebruikt voor verwarming).



Figuur 6 Een overzicht van het energieverbruik thuis.

Tabel 5 geeft een overzicht van het elektrisch energieverbruik per jaar van een aantal apparaten, voor een gemiddeld huishouden in Nederland.

Tabel 5. Het elektriciteitsverbruik thuis. Het gemiddeld verbruik per huishouden in Nederland ligt rond de 3 200 kWh per jaar.			
<u>Groep 1</u>	telefoon		
	messenslijper	0,001	kWh/jaar
	el. blikopener	0,1	"
	el. mes	0,3	"
	scheerapparaat	0,5	"
	naaimachine	0,5	"
	snijmachine	1	"
	mixer	1	"
	boormachine	3	"
	modelspoorweg	5	"
<u>Groep 2</u>	broodrooster	10	"
	platenspeler + versterker	10	"
	centrifuge	15	"
	haardroger	15	"
	el. bel (ruststroom)	20	"
	el. klok (wekker)	25	"
	hi-fi radio	50	"
	stofzuiger	50	"
	wasemkap	50	"
	el. oven	60	"
	grill	60	"
	strijkijzer	75	"
	el. koffiezetter	80	"
<u>Groep 3</u>	T.V. toestel (kleur)	150	"
	wasmachine	350	"
	koelkast	500	"
	diepvriezer	500	"
	trommel-wasdroger	550	"
	afwasmachine	600	"
	pomp centr. verw.	600	"
	idem met pompschakelaar	250	"
	tropisch aquarium	600	"
	el. koken	650	"
	el. verlichting	800	"
	heetwaterreservoir (nachtstroom)	3000	"

OPDRACHT VOOR THUIS

- 4a. Maak van de apparaten die in tabel 6 staan, voor zover die bij je thuis in gebruik zijn, een schatting van het energieverbruik (in kWh) per etmaal en per jaar. Vul de gegevens in tabel 6 in.
- b. Kijk of je schattingen een beetje kloppen met de gegevens in tabel 5.

Vragen

15. In de afgelopen 25 jaar is het elektrisch energieverbruik thuis 10 maal zo groot geworden.
Noem hiervoor enkele oorzaken.
16. Als het elektriciteitsverbruik groot is kan dat liggen aan een groot vermogen en/of aan een lange gebruikstijd.
Geef van de apparaten uit groep 3 van tabel 5 apart aan welke van deze twee redenen de oorzaak is van het hoge energieverbruik.
17. Bedenk zelf enkele mogelijkheden om het verbruik van elektriciteit met 20% te verminderen.

Tabel 6. Vermogen en energieverbruik van apparaten thuis				
	vermogen (W)	gemiddeld aantal uren per etmaal in gebruik	energieverbruik in kWh per etmaal	energiever- in kWh per jaar
wasmachine				
elektrische klok (of wekker)				
televisie				

WAT JE MOET ONTHOUDEN

De elektriciteitsmeter of kWh-meter, meet de gebruikte elektrische energie in kilowattuur (kWh).

$$1 \text{ kWh} = 1\,000 \cdot 3\,600 \text{ J} = 3\,600\,000 \text{ J} = 3\,600 \text{ kJ} = 3,6 \text{ MJ}$$

$$1\,000 \text{ kJ} = 1 \text{ MJ (spreek uit megajoule)}$$

Hoe groter het vermogen dat door apparaten wordt afgenomen hoe sneller de schijf van de elektriciteitsmeter draait.

Met de kWh-meter kun je het vermogen van een onbekend apparaat bepalen, door het aantal omwentelingen van de schijf te tellen in een bepaalde tijd.

De stopcontacten en lichtpunten in huis zijn verdeeld in groepen. Iedere groep is apart aangesloten op de meterkast en kan ook apart uitgeschakeld worden.

Door het zelf bijhouden van de meterstanden thuis krijg je een idee van de hoeveelheid energie die thuis verbruikt wordt.

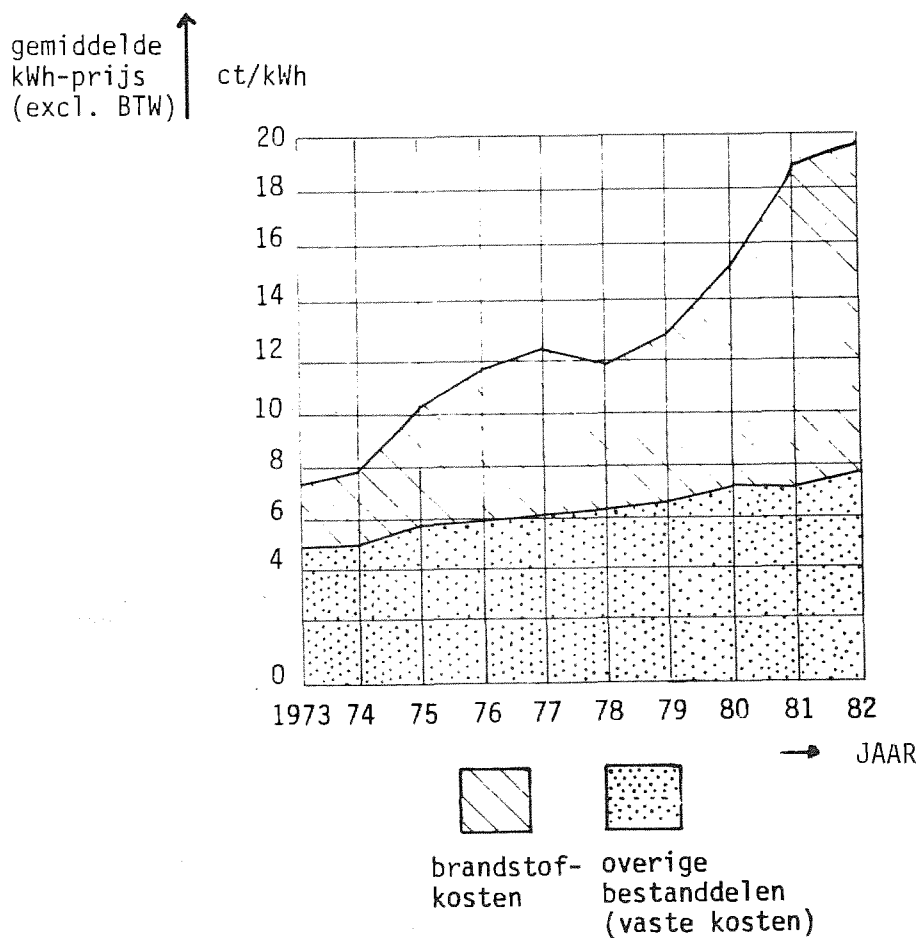
Het gemiddeld elektriciteitsverbruik per huishouden in Nederland is 3 200 kWh per jaar.

C. WAT KOST ELEKTRISCHE ENERGIE?

1. DE KOSTEN VAN ELEKTRICITEIT

Elektrische energie krijg je niet voor niets. Net zoals voor brood en melk moet je voor elektriciteit betalen. Hoe hoger het elektriciteitsverbruik, hoe meer je betaalt.

De kosten bestaan uit "vaste kosten" (kosten van afschrijving van de centrales, kabels, lonen, etc.) en "brandstofkosten" (kosten voor gas en olie, nodig voor het opwekken van elektriciteit). De brandstofkosten zijn sinds 1973 (oliecrisis) sterk gestegen, zodat we in 1982 voor 1 kWh ongeveer 3 maal zoveel betaalden als in 1973 (figuur 1).



Figuur 1 De prijs van een kWh in Nederland.

We geven een voorbeeld van een rekening voor het gebruik van gas, water en elektriciteit (tabel 1).

Tabel 1. Voorbeeld van een energierekening.

AFREKENING										
Verbruiksnummer ①		0143.598.01.0								
Verbruiksklasse		ZUIDDIJK		280						
Verbruikperiode		JUN-84 / MEI-85								
Opname datum		15-05-85								
Boekjaar		MEI-85								
Datum nota		26-06-85								
		GASBEDRIJF ZAA NSTREEK-WATERLAND GEMEENTELIJK ELEKTRICITEITSBEDRIJF Postbus 1096, 1500 AB ZAANDAM Westzijde 163 Postrekening 270500 Bankrekening 28 50.11 030 Voor vragen over deze afrekening: Tel (075) 31 22 31 (tussen 8.30 en 12 uur)								
Soort ver- bruik	Meterstanden		Verm fakt.	Verbruik m³/kWh	Prijs per ③ eenheid in ct.	Verbruiks- bedragen in f.	Vaste bedragen in f.	B.T.W.		Totaal bedragen in f.
	End	Begin						%	Bedragen in f.	
GAS	4275-	2741	=	2054X	.54,21=	1113,47+	57,00	10,00	222,39=	1392,86
E-0	32331-	30499	=	1632X	26,48=	521,75+	49,45	10,00	108,53=	679,73
Abonnementstarief										
Lozingsrecht							14,75			14,75
Rein recht/Afvalst. h.							13,00			13,00
Kabeltelevisie							12,61	2,39		15,00
AF KORTING V.R. ELEKTR. WEGENS TIJDIGE BETALING							24,00-		4,56-	28,56-
Totaal							1635,22	122,81	328,75	
NIET ZELF BETALEN; NEVENSTAAND BEDRAG WORDT AUTOMATISCH VAN JW GIBREKENING NR 4823821 AFGESCHREVEN.							Al: reeds berekende termijn bedragen ④		1639,32	
							GAS EN/OF ELEKTRICITEIT			
							DOOR U TE BETALEN		447,46	
Informatie over verbruik vorige perioden in m³/kWh ⑤										
Periode		82/83	83/84	84/85	Geschat verbruik voor komend gebruiksjaar					
GAS TELWERK		1582	1816	2054	1910					
E-TELW. UNDER		1486	1542	1832	1832					
J. M. DE LEEUW ZUIDDIJK 280 1505 OD ZAANDAM										
SPECIFICATIE NIEUW TERMIJNBEDRAG ⑥										
VOORSCHOTBEDRAG GAS										110,50
VOORSCHOTBEDRAG ELEKTRICITEIT										55,29
Bedragen inkl. B.T.W.										
Abonnementstarief										14,75
Lozingsrecht										13,00
Rein recht/Afvalst. h.										12,61
Kabeltelevisie										2,39
Totaal										42,75

⑥ voor toelichting zie ommezijde

OPDRACHTEN VOOR THUIS

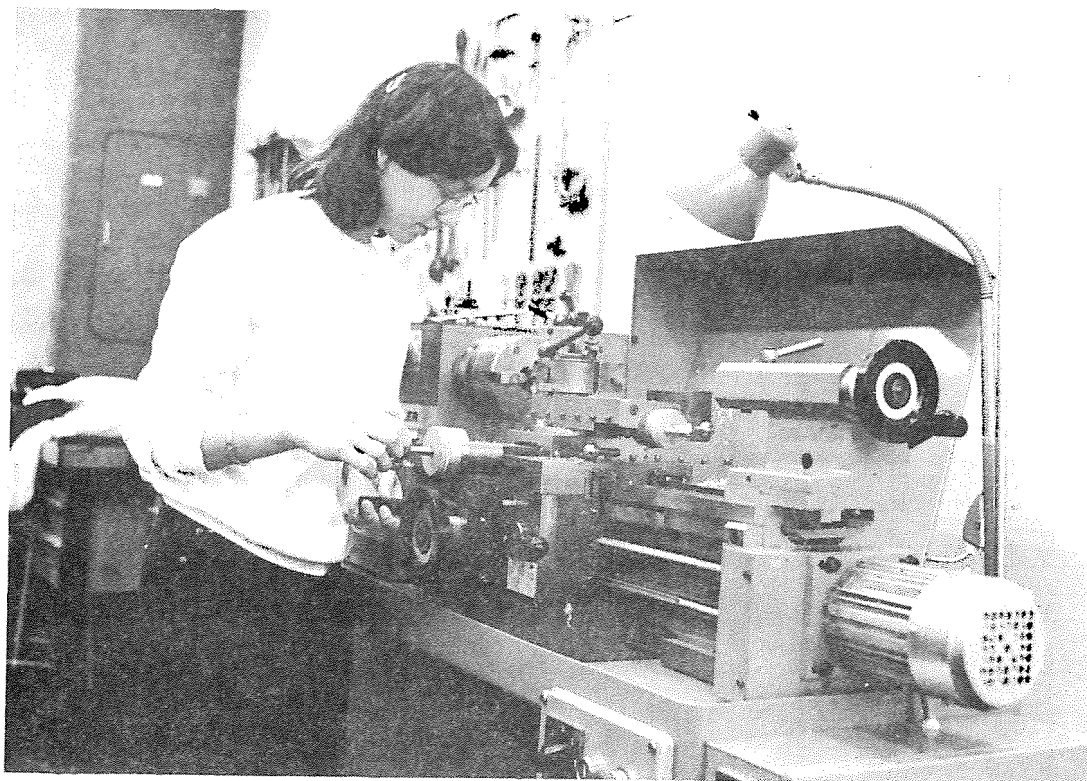
- 1a. Zoek thuis op aan de hand van de eigen energierekening hoeveel kWh elektrische energie er bij jou thuis per jaar verbruikt wordt.
 - b. Vergelijk dit met het jaarverbruik van mevr. de Leeuw uit tabel 1 en met het gemiddeld verbruik van 3 200 kWh per huishouden in Nederland.
 2. Maak van de apparaten die in tabel 2 staan, voor zover die bij je thuis in gebruik zijn, een schatting van de kosten per etmaal.
- Als je opdracht 4 van deel B ook gemaakt hebt, kun je daar gegevens van overnemen.

Vragen

- 1a. Lees af in figuur 1 hoeveel cent per kWh in 1973 de brandstofkosten waren en hoeveel de vaste kosten.
- b. Bereken de verhouding tussen de brandstofkosten en de vaste kosten in 1973.
- c. Doe hetzelfde als in a. en b. maar nu voor 1982.
- d. Hoe verklaar je het verschil tussen b. en c.?

Tabel 2. Energiekosten van enkele apparaten thuis.				
	vermogen (W)	gemiddeld aan- tal uren per etmaal in gebruik	energieverbruik in kWh per etmaal	prijs in centen per etmaal
wasmachine				
elektrische klok (of wekker)				
televisie				
schemerlamp				

2. Hoe zou de samenstelling van de kWh-prijs (zie figuur 1) er uitzien als we alle elektriciteit uit windenergie of zonne-energie zouden kunnen winnen?
3. In welke eenheden is in tabel 1 het verbruik van gas en elektriciteit op de rekening aangegeven?
- 4a. Hoeveel kWh aan elektrische energie heeft mevrouw de Leeuw in de periode 84/85 verbruikt (tabel 1)?
b. Wat kun je zeggen van de ontwikkeling van het gas- en elektriciteitsverbruik van deze mevrouw?
5. Monique werkt in een metaalbedrijf met een draaibank (figuur 2). Het elektrisch vermogen van die draaibank is 1 200 W.
Als Monique voor f 0,60 aan elektrische energie heeft verbruikt, hoe lang heeft ze dan aan deze draaibank gestaan, als 1 kWh f 0,30 kost?



Figuur 2 Monique bezig aan de draaibank.

6. Voor alle onderdelen van deze vraag geldt: de prijs van 1 kWh is f 0,30.
- a. Een gloeilamp van 100 W brandt 5 uur achter elkaar.
Hoeveel kost dat?
 - b. Anneke heeft een straalkacheltje op haar kamer met een vermogen van 750 W. Ze heeft het op een avond $1\frac{1}{2}$ uur aan staan.
Hoeveel kost dat haar?
 - c. Jan heeft een uur de radio aan staan. Hij rekent uit dat dat hem een stuiver kost. Wat is het vermogen van de radio? (Reken eerst uit hoeveel energie de radio gebruikt heeft).

In de volgende twee vragen vergelijken we elektrisch koken met koken op gas.

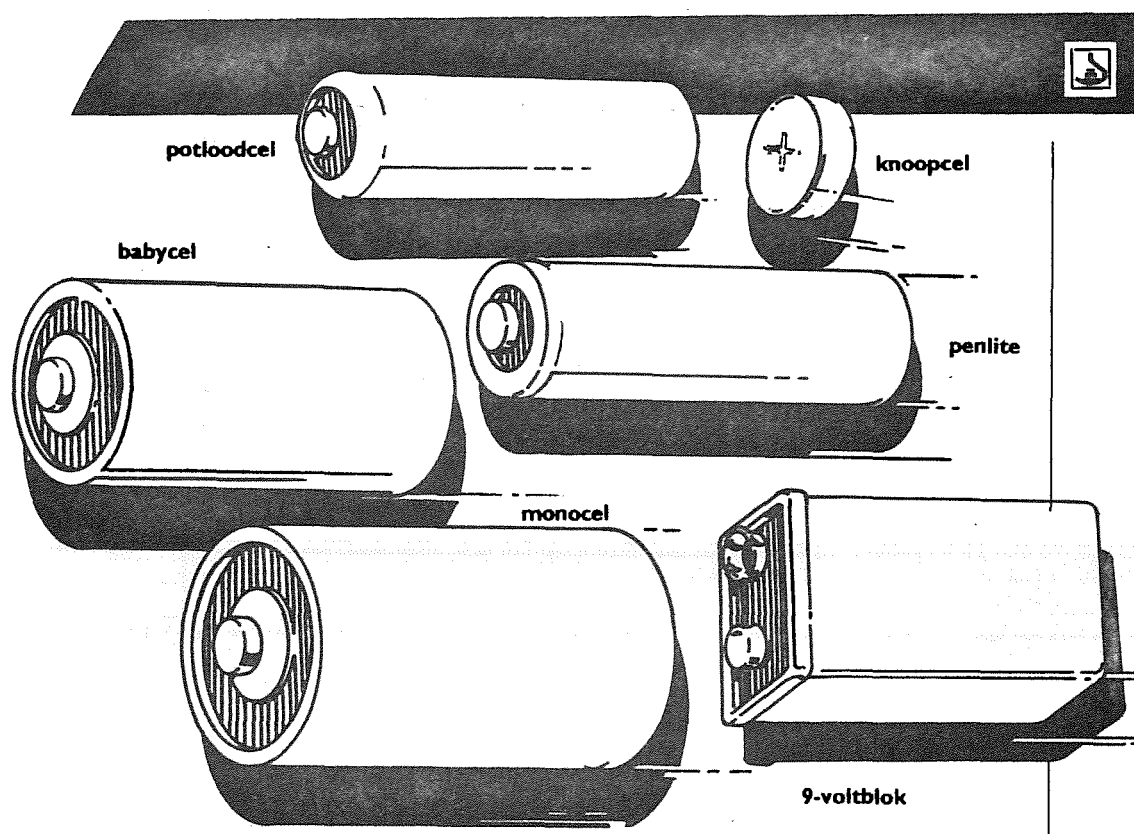
7. De familie van Dijk overweegt de aanschaf van een elektrisch fornuis. Jij gaat advies geven.
Ze verbruiken nu 130 m^3 gas per jaar voor het koken. De gasprijs is f 0,54 per m^3 .
Voor het gezin van Dijk zal het elektrisch fornuis gemiddeld 1,6 kWh per dag verbruiken.
De prijs van elektriciteit is f 0,30 per kWh.
- a. Hoeveel betalen ze nu per jaar voor koken op gas?
 - b. Hoeveel kWh zal het elektrisch fornuis per jaar verbruiken?
 - c. Hoeveel zal het elektrisch koken per jaar gaan kosten?
 - d. Hoeveel procent is dat meer dan bij het koken op gas?
 - e. Wat is je advies?
8. De familie van Dijk vraagt of een elektrisch fornuis meer energie verbruikt dan een gasfornuis. Om te kunnen antwoorden moet je weten dat 1 kWh elektrische energie evenveel warmte geeft als $0,11 \text{ m}^3$ gas. Om 1 kWh te krijgen uit een centrale, die een rendement heeft van 39%, moet in die centrale

$$\frac{100}{39} \times 0,11 = 0,28 \text{ m}^3 \text{ gas verbrand worden.}$$

- a. Hoeveel gas moet dan in de centrale verbrand worden om het aantal kWh te produceren dat het elektrisch fornuis per jaar nodig heeft (zie vraag 7b)?
 - b. Vergelijk je antwoord met de 130 m^3 gas die het gasfornuis verbruikt.
 - c. Heb je nu een tweede argument gevonden voor je advies aan de familie van Dijk? Wat is je uiteindelijke advies?
9. De kWh-prijs is niet in alle Nederlandse provincies gelijk. Ga voor enkele provincies na wat de kWh-prijs daar is. Wat kan de oorzaak van die verschillen zijn?
10. Een cassette recorder van 8 W kan zowel op het lichtnet (220 V) als op 6 batterijen (totaal 9 V) werken. De speelduur van een goede batterij is 18 uur.
- a. Wat is de prijs per 10 uur als één zo'n batterij f 2,25 kost?
 - b. Wat is de prijs per 10 uur als je goedkopere batterijen van f 1,30 per stuk gebruikt, die echter een speelduur van 8 uur hebben?
 - c. Wat is de prijs per 10 uur bij aansluiting op het lichtnet, als 1 kWh 30 cent kost?
 - d. Vergelijk de antwoorden op de vragen a., b. en c. Wat is je conclusie?
11. Tabel 3 (op pagina 60) geeft een consumentenonderzoek naar batterijen weer. Uit die tabel kun je opmaken welke batterij voor welke toepassing het geschiktst is. Bij iedere toepassing zijn bepaalde eigenschappen belangrijk. Een cassette recorder gebruikt veel energie, dus kijk je eerst naar de prijs per uur en uit de batterijen met een lage uurprijs kies je diegene die een lange gebruiksduur heeft. Voor de radio is de uurprijs steeds laag, dus kijk je eerst naar de gebruiksduur. Een zaklamp die je maar af en toe gebruikt moet batterijen hebben die in de eerste plaats lang bewaard kunnen worden en in de tweede plaats een lage prijs hebben.

- a. In de tabel zie je dat bij dezelfde batterij de prijs per 10 uur in een radio nog lager is dan de prijs per uur in een recorder.
Hoe zou dat komen?

- b. Welke batterij is volgens jou de beste keus voor een radio?
c. En welke batterij zou je voor een cassette recorder kiezen?
d. En welke voor een zaklamp?



TABEL 3: (L)R14-BATTERIJEN (Uit Consumentengids, juni 1984)

	MERK EN TYPE	FOLIE PER STUK (C/L)	ALTAALDE	TOEPASSINGEN	RADIO		FILM-CAMERA, RECORDER, SPEELGOED		GROOT LINTALLES LEGGEN DATUM	OPGESCHRIJFEN DATUM	FILM PER 10 PER	GEMIDDELDE	FILM PER 10 PER	NA BESWAREN
	f	n	n	n	n	CT.	n	CT.						
BEREC STANDAARD R14	1,46	RaZ	P ⁹⁾	IV	++	-	26	--	69	□				
BEREC POWER R14PE	1,50	CKRaReSpZ	U	IV	□	+	15	+	34	++ ⁷⁾				
BEREC P. PLUS R14PP	2,06	CFIKRaReSpZ	U	IV	-	+	20	+	29	+				
BEREC SUPER POWER	2,26	X	CFIFIRaSpZ	U	IV	++	++	10	++	12	□ ⁷⁾			
DURACELL MN1400	3,06	X	CRaZ	P	HEV	++ ⁷⁾	++	16	++	17	+			
HELLESENS 626	1,38		RaSpZ	U	I	++	-	25	-	57	□			
HELLESENS 726	1,63		KRaSpZ	U	I	□	□	20	□	52	□			
HELLESENS 826	2,00		CSaSp	U	I	-	+	21	+	27	□ ⁷⁾			
HELLESENS 926	3,50	X			IV	++	++	19	++	21	++			
HEMA VERLICHTING	0,78	Z	P ⁹⁾		++	-	11	-	24	++				
HEMA TRANSISTOR	1,13	Ra	U		++	□	15	-	32	++ ⁷⁾				
HEMA UNIVERSEEL	1,38	RaSpZ	U		++	□	17	□	25	++				
KWANTUM	0,75	RaSpZ	U		++	□	10	□	16	++				
NATIONAL SPEC. R14R	1,30	CFIKRaSpZ	U	IV	++	□	19	-	37	□				
NATIONAL SUPER R14G	1,90	CFIKRaSpZ	U		□	□	18	□	30	++				
NATIONAL LR14/AM2	3,25	X		U	IKV	++	++	22	++	24	++			
PHILIPS EXTRA R14E	1,40	CFIKRaSpZ	U	H	++	-	21	-	41	□				
PHILIPS SUPER R14S	1,56	CFIKRaSpZ	U	H	++	+	16	+	19	++				
PHILIPS LR14	2,56	X		U	IV	++	++	13	++	13	+			
REVUE 2011 UNIVERSAL	1,60		U		++	+	16	□	29	+				
TANDY GENERAL 23-467	0,70		U		++	-	11	-	22	□				
TANDY TRANS. 23-661	1,30	Ra	U		++	+	15	+	19	++				
TANDY 23-661	3,70	X	CFIRaReSp		IKV	++	++	21	++	26	++			
UCAR E93	3,00	X			IV	++ ⁷⁾	++	20	++	23	++			
VARTA 1014 STAND.	1,26	RaSpZ	U		++ ⁷⁾	-	21	-	57	□				
VARTA 2014 SUPER	1,40	RaReSpZ	U		++ ⁷⁾	□	17	□	33	□				
VARTA 3014 SUPER DRY	1,75	CKRaReScSp	U		++ ⁷⁾	□	20	+	32	++				
VARTA 4014 EN. 2000	3,00	X	CFIFIKRaReScSp	U	IV	++ ⁷⁾	++	16	++	18	+			
VENDOMATIC NORM.	0,63	Z	U		++	-	12	-	26	++				
VENDOMATIC EXTRA	1,00	Ra	U		++	□	13	□	24	□				
VENDOMATIC SUPER	1,26	RaSpZ	U		□	+	14	□	26	+				
WITTE KAT 184 ¹⁾	1,00	Z	U		++ ⁷⁾	-	18	-	43	+				
WITTE KAT 684 ¹⁾	1,30	Ra	U		++ ⁷⁾	□	16	□	30	++				
WITTE KAT 614 ¹⁾	1,80	Sp	U		++ ⁷⁾	+	19	+	34	++				
WONDER SCO 14	1,66	RaSpZ	U	IOV	++	-	26	-	61	-				
WONDER TOP 14	1,96	CKRaReScSp	U	IV	++	-	29	□	38	□ ⁷⁾				
WONDER KLR 14	3,00	X	CFIFIKRaSc	U	IOV	++	++	16	++	19	++			

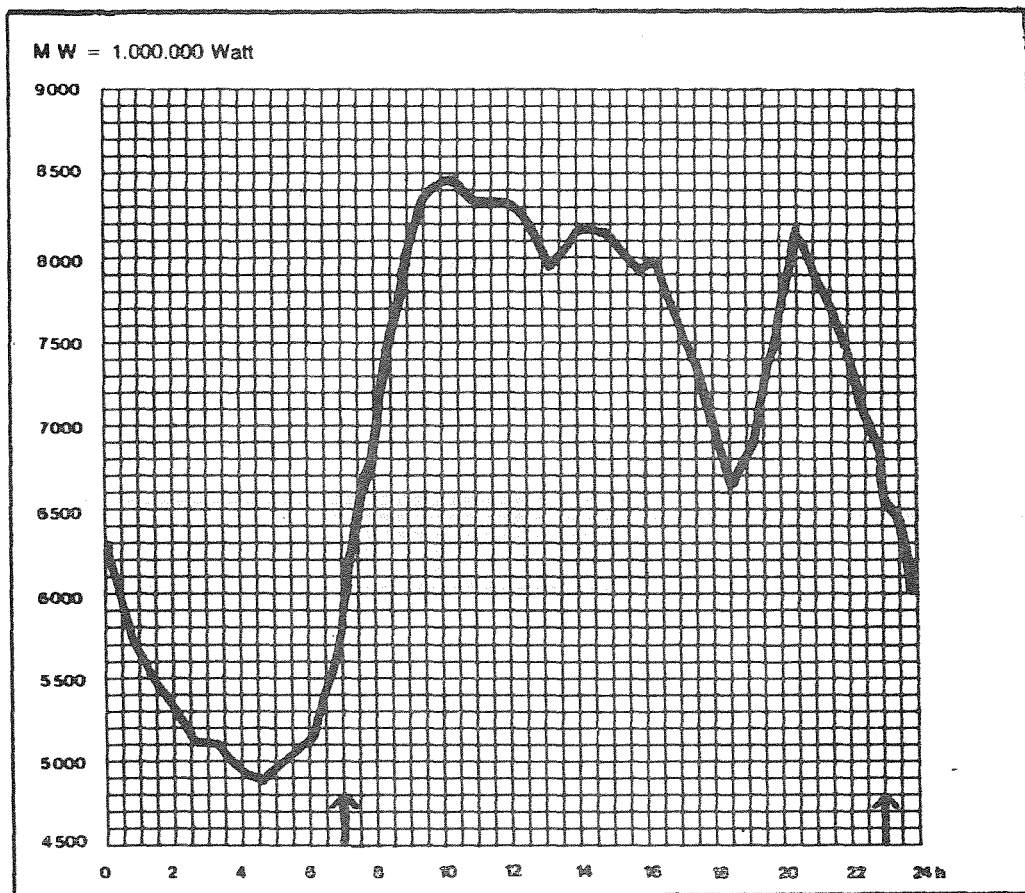
- Batterij en verpakking inmiddels gewijzigd
- C = (cassette)recorder, FI = filmcamera, FI = filter, K = klok, Ra = radio, Re = rekenmachine, Sc = scheerapparaat, Sp = speelgoed, Z = zaklantaarn
- P = productie-, U = uiterste gebruiksdatum
- Slecht te lezen
- H = haal ontladen batterijen uit apparaat
- I = niet oplaadbaar/opladen
- X = niet kortsluiten
- O = batterijen niet openmaken

- V = niet in vuur werpen
- 6 Garantie gevolgschade na lekken vermeld
- 7 ++ = 145-230 uur; + = 80-110 uur; □ = 70-90 uur; - = 50-70 uur
- 8 ++ = 13-20 uur; + = 6-8 uur; □ = 4-6 uur; - = 2-4 uur; -- = tot 2 uur
- 9 Grote spreiding in levensduur

++ = ZEER GOED; + = GOED; □ = REDELIJK; -- = MATIG; --- = SLECHT

2. NACHTSTROOM

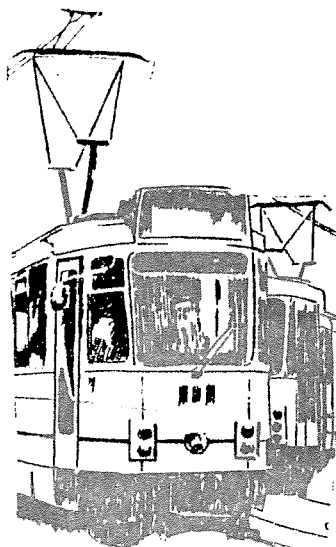
De prijs voor elektriciteit is overdag anders dan 's nachts. Dat komt omdat er 's nachts minder elektriciteit wordt verbruikt. Je ziet dat in figuur 3. De centrales moeten toch blijven draaien, zij het op een lager pitje. Daarom is het mogelijk om van 23.00 uur 's avonds tot 07.00 uur 's morgens elektriciteit voor een lager tarief, het "nachttarief" te krijgen. Je hebt dan wel een elektriciteitsmeter met een dubbel telwerk nodig. Verder is het vastrechtbedrag dan hoger, zodat "nachttarief" pas interessant is, als meer dan 630 kWh van de 3 200 kWh (=gemiddeld jaarverbruik per gezin) 's nachts wordt gebruikt in plaats van overdag.



Figuur 3 De vraag naar elektriciteit gedurende één etmaal. De pijltjes geven aan op welke tijdstippen nachttarief ophoudt en weer ingaat. (Uit: Elektriciteitsvoorziening in Nederland, uitgave VEEN).

Vragen

12. Verklaar het verloop van de grafiek van figuur 3.
- 13a. Ga na welke apparaten thuis 's nachts in plaats van overdag gebruikt kunnen worden.
- b. Reken uit of deze apparaten samen meer dan 630 kWh per jaar verbruiken (dan is nachttarief pas interessant).



Trams, gebruiken overdag en 's avonds elektriciteit.

WAT JE MOET ONTHOUDEN

Elektrische energie betalen we per gebruikte kilowattuur (kWh).

De kosten voor elektriciteit bestaan uit:

- vaste kosten,
- brandstofkosten.

Het is goed om na te gaan hoeveel energie een apparaat verbruikt als je het wilt kopen en wat de kosten daarvan zijn. Ook als je moet kiezen of je een apparaat op batterijen of op het lichtnet laat werken, kun je eerst nagaan wat in beide gevallen de energiekosten zullen zijn.

's Nachts is de prijs per kWh elektrische energie lager. Toch is "nachttarief" alleen goedkoper als je meer dan 630 kWh van de 3 200 kWh per jaar 's nachts gebruikt.

D. BESPAREN OP ELEKTRISCHE ENERGIE

1. WAAROM BESPAREN OP ELEKTRISCHE ENERGIE?

In de afgelopen 25 jaar is het elektriciteitsverbruik in de huishoudens 10 maal zo groot geworden.

Dit komt voornamelijk door de toename van het aantal elektrische apparaten en het langdurig gebruik ervan.

In 1977 telde men gemiddeld per 100 gezinnen in Nederland de volgende elektrische apparaten:

99 koelkasten, 99 stofzuigers, 93 strijkijzers, 84 wasmachines,
78 scheerapparaten, 73 broodroosters, 71 mixers, 69 naaimachines,
55 koffiezetapparaten, 46 hoogtezonnen, 41 föhns, 35 fruitpersen,
30 afzuigkappen, 26 dekens/matrassen, 23 messenslijpers, 22 haarkrulsetten,
19 losse grillen, 12 droogtrommels, 11 diepvrieskisten, 5 messen,
4 blikopeners, 2 strijkmachines, 2 tandenborstels.

Inmiddels zijn er al weer nieuwere apparaten zoals de elektrische frietsnijder, de huiscomputer.

Moeten we zo doorgaan?

Niet alleen de fabricage van al deze apparaten kost veel grondstoffen. Ook het gebruik kost grondstoffen en wel voor het leveren van elektrische energie.

We weten dat de wereldvoorraden aan steenkool, olie, aardgas en uranium beperkt zijn (figuur 1).



Figuur 1 De wereldenergievoorraad
is beperkt.

Als we er zuinig mee omspringen kunnen we er langer mee vooruit en hebben we meer tijd om bijvoorbeeld zonne-, wind- en kernenergie te ontwikkelen en te onderzoeken.

Van 1973 tot 1983 zijn de prijzen van olie, gas en elektriciteit verdrievoudigd. Dit stimuleert ook om zuinig te zijn met energie.

**HAAL EERST DE GRATIS
ENERGIE-WIJZER
BIJ UW ENERGIEBEDRIJF**

**EN KOOP DAN EEN ZUNIGE
WASAUTOMAAT, AFWASMACHINE,
DIEPVRIEZER OF KOELKAST**

De energie-wijzers
vertellen u precies
met welke
elektrische apparaten
u stroom en geld
lukt sparen.



2. HOE BESPAREN WE ZELF THUIS OP HET VERBRUIK VAN ELEKTRISCHE ENERGIE?

We gaan kijken op welke manieren we thuis elektrische energie kunnen besparen.

We doen eerst enkele proeven.

PROEVEN

1. Een energiezuinige lamp.

- Draai in een fitting, die is aangesloten op een kilowattuurmeter, een lamp van 75 W en tel het aantal omwentelingen van de schijf in 5 minuten.
- Doe hetzelfde voor een SL-lamp van 18 W.
- Meet met een belichtings- of luxmeter de verlichtingssterkte (in lux) van beide lampen. Ze horen beiden evenveel licht te geven. Vul tabel 1 in.
- Wat is je conclusie?

Tabel 1. Vergelijking tussen een gloeilamp en een SL-lamp		
Het aantal omwentelingen, nodig voor 1 kWh is		
	aantal omw. in 5 min.	gebruikte kWh in 5 min.
75 W gloeilamp 		
18 W SL-lamp 		

2. Het effect van de achtergrond op de lichtreflectie.

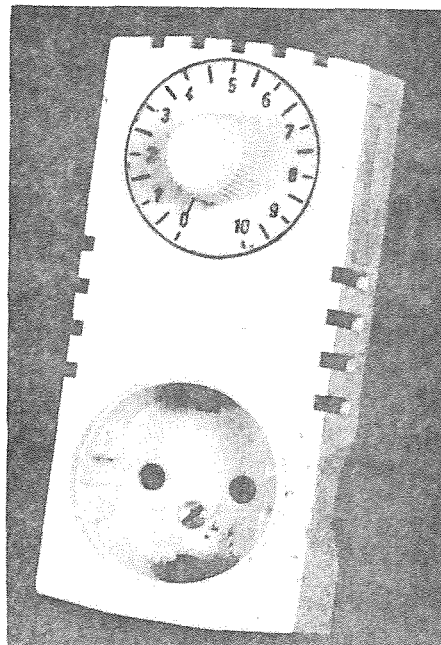
Laat op een zwarte plank een lamp van bijvoorbeeld 100 W schijnen.

Laat daarna dezelfde lamp schijnen op een witte plank.

Bekijk het verschil in lichtreflectie. Meet het eventueel met een luxmeter, die de lichtopbrengst meet in lux.

3. Het gebruik van een dimschakelaar.

- a. Sluit de lamp van 40 W aan op een kWh-meter. Meet de omlooptijd van de schijf van de kWh-meter. Meet met een belichtings- of luxmeter ook de lichtsterkte van de lamp.
- b. Vervang de lamp van 40 W door een lamp van 75 W en een dimschakelaar (figuur 2).

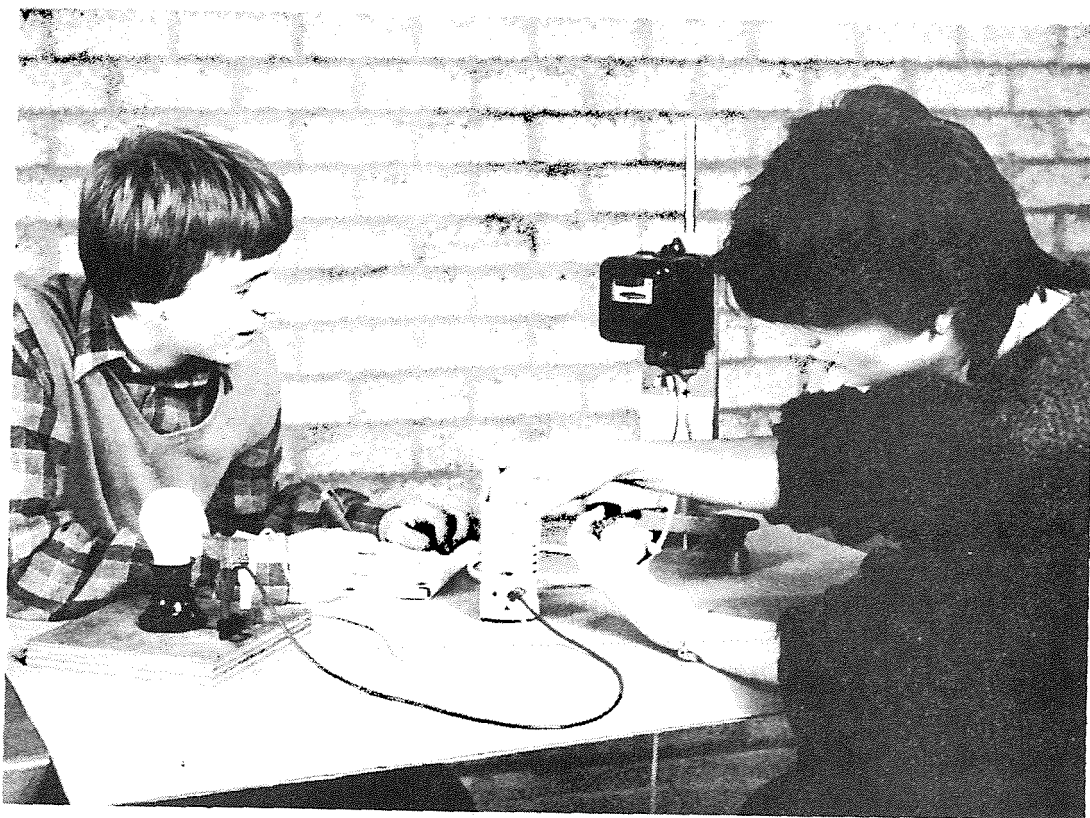


Figuur 2 Een dimschakelaar.

Meet bij minstens 5 standen van de dimschakelaar de omlooptijd in seconde van de schijf van de kWh-meter (figuur 3).

Maak hiervan een grafiek waarbij je horizontaal de dimschakelaarstand en verticaal de omlooptijd uitzet.

- c. Ga met behulp van de belichtings of luxmeter na bij welke stand van de dimschakelaar de lamp van 75 W evenveel licht geeft als de lamp van 40 W. Meet de bijbehorende omlooptijd. Vergelijk die met meting a.



Figuur 3 Metingen met een dimschakelaar.

ZUINIG GEBRUIK VAN ELEKTRICITEIT

We geven nu een aantal ideeën voor een zuinig gebruik van elektriciteit.

1. Koop en/of gebruik geen onnodige apparaten. Is een elektrische tandenborstel echt nodig? (Figuur 4).

Bedenk hierbij dat ook voor het maken van apparaten veel energie nodig is.

Verwarmd brilmontuur

Het moest er toch eens van komen. Na de elektrische deken en de dito voetenwarmer is er nu de wc-bril met ingebouwde verwarming. Het apparaat werd uitgereikt voor het eerst getoond in Amerika, op een huishoudbeurs in Chicago. De trotse toonder is Frank M. Lica van FML Enterprises, het bedrijf dat het toiletmontuur op de markt brengt.

Het succes van deze billenwarmer lijkt vooralsnog te stranden op het ontbreken van een stopcontact in de meeste kleinste kamertjes...

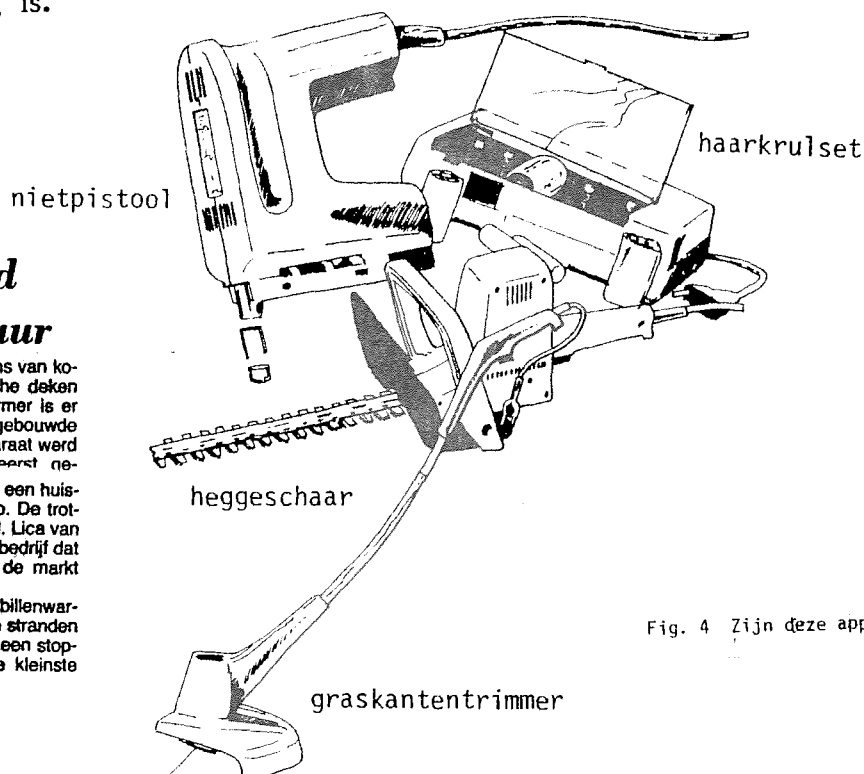
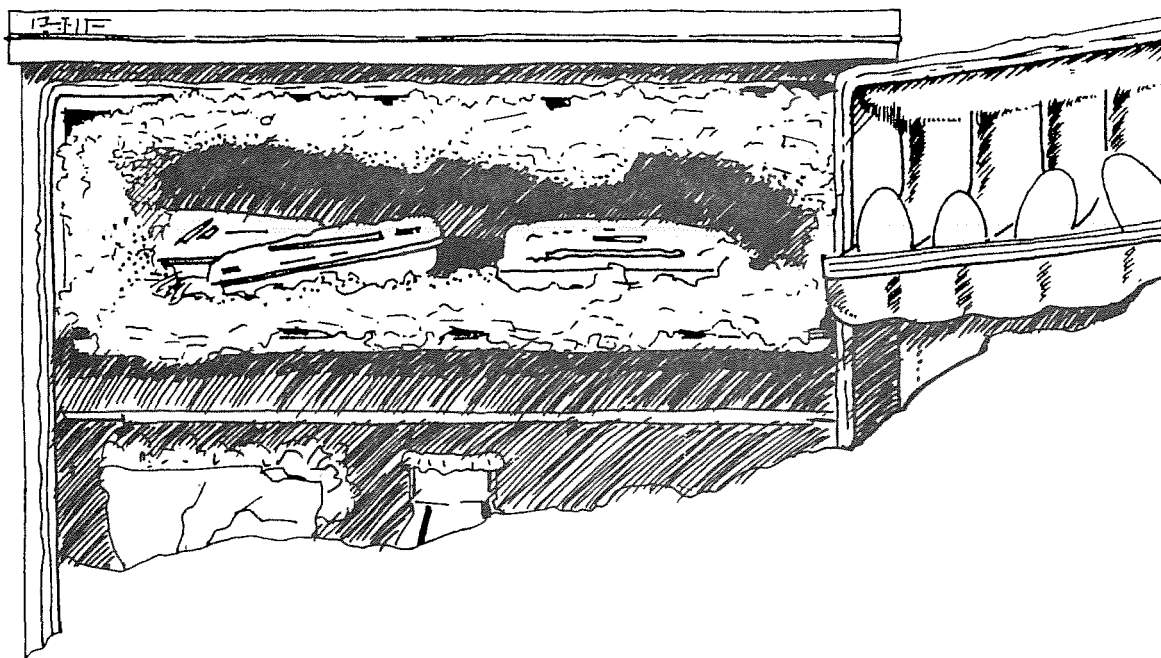


Fig. 4 Zijn deze apparaten echt nodig?

2. Laat de televisie niet aan staan als je zit te kaarten.
3. In ieder huis branden 's avonds lampen die best uit kunnen.
4. Gebruik energiebesparende lampen, als vervanging van gloeilampen. Een TL-buis (die tegenwoordig ook gezellig licht kan geven) van 25 W geeft evenveel licht als een gloeilamp van 100 W.
Een SL-lamp van 18 W geeft evenveel licht als een gloeilamp van 75 W.

5. Als je lichtgekleurde muren en meubels hebt, krijg je met minder of zwakkere lampen dezelfde lichtopbrengst als in een donker interieur.
6. Het gebruik van een dimschakelaar bespaart energie.
7. Water verwarmen met gas of olie is zuiniger dan elektrisch verwarmen. Om het water elektrisch te verwarmen moet eerst gas of olie verbrand worden om elektrische energie te krijgen. Daarbij gaat veel energie verloren. Dan pas ga je met die elektrische energie weer het water verwarmen. Dat is dus een omweg, die extra energie kost. Daarom kun je beter meteen met gas of olie verwarmen.
8. Kijk regelmatig of de koelkast ontdooid moet worden. Een ijsafzetting van 2 mm op het koelelement geeft 10% meer energieverbruik (figuur 5).

Ijs op het koelelement kost veel energie.



Figuur 5 Ziet jullie koelkast er ook zo ijzig uit?

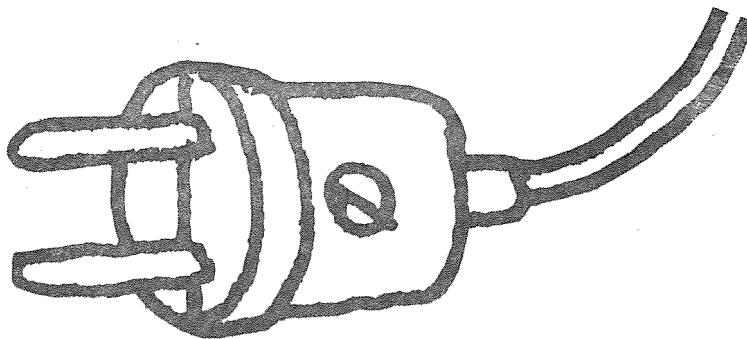
9. De circulatiepomp van de centrale verwarming, die het water rond moet pompen van cv-ketel naar de radiatoren, staat ook aan als er geen vraag naar warmte is (zomers of 's nachts bij lage thermostaatstand). Het aanbrengen van een automatische pompschakelaar bespaart veel energie.

Deze zorgt ervoor dat de pomp alleen werkt als het echt nodig is.

11. Als je wilt berekenen hoeveel elektrische energie je kunt besparen, moet je bedenken dat energie = vermogen x tijd $E = P \cdot t$ joule (zie pagina 30). Je kunt dus het meest besparen door apparaten met een groot vermogen en/of die lang aanstaan, minder of niet te gebruiken.

Vragen

1. Als je een koelkast, met de deur open, in een ruimte zet, maakt die koelkast die ruimte dan kouder of niet?
2. Een cv-pomp van 60 W verbruikt 600 kWh per jaar. Met een pompschakelaar, die de pomp uitschakelt als het water niet rondgepompt hoeft te worden, bespaar je 60%.
 - a. Hoeveel kWh bespaar je per jaar?
 - b. Hoeveel geld bespaar je per jaar bij een kWh-prijs van 30 cent?
 - c. Een pompschakelaar is wel duur. Deze kost f 125,--.
In hoeveel jaar kun je die aanschafprijs terug verdienen?
 - d. Vind je de aanschaf de moeite waard?



- 3a. Vul tabel 2 in:
- b. Vergelijk de totale kosten met het energieverbruik, voor beide lampen.
- c. Wat is je conclusie?

Tabel 2. Vergelijking van energieverbruik en kosten, bij een gloeilamp en bij een SL-lamp.					
	levensduur lamp (h)	lampkosten per 5000 h	energieverbruik per 5000 h in kWh	energiekosten per 5000 h bij 25 ct/kWh	totale kosten per 5000 h
75 W gloeilamp	1000	f 8,75			
18 W SL-lamp	5000	f 39,50			

3. BESPAREN DOOR DE OVERHEID

Ook de centrales kunnen zuiniger omgaan met energie: slechts 39% van de oorspronkelijke energie wordt omgezet in elektriciteit.

Ruim 60% komt als warmte vrij.

Je kunt die warmte de lucht of een rivier in laten gaan.

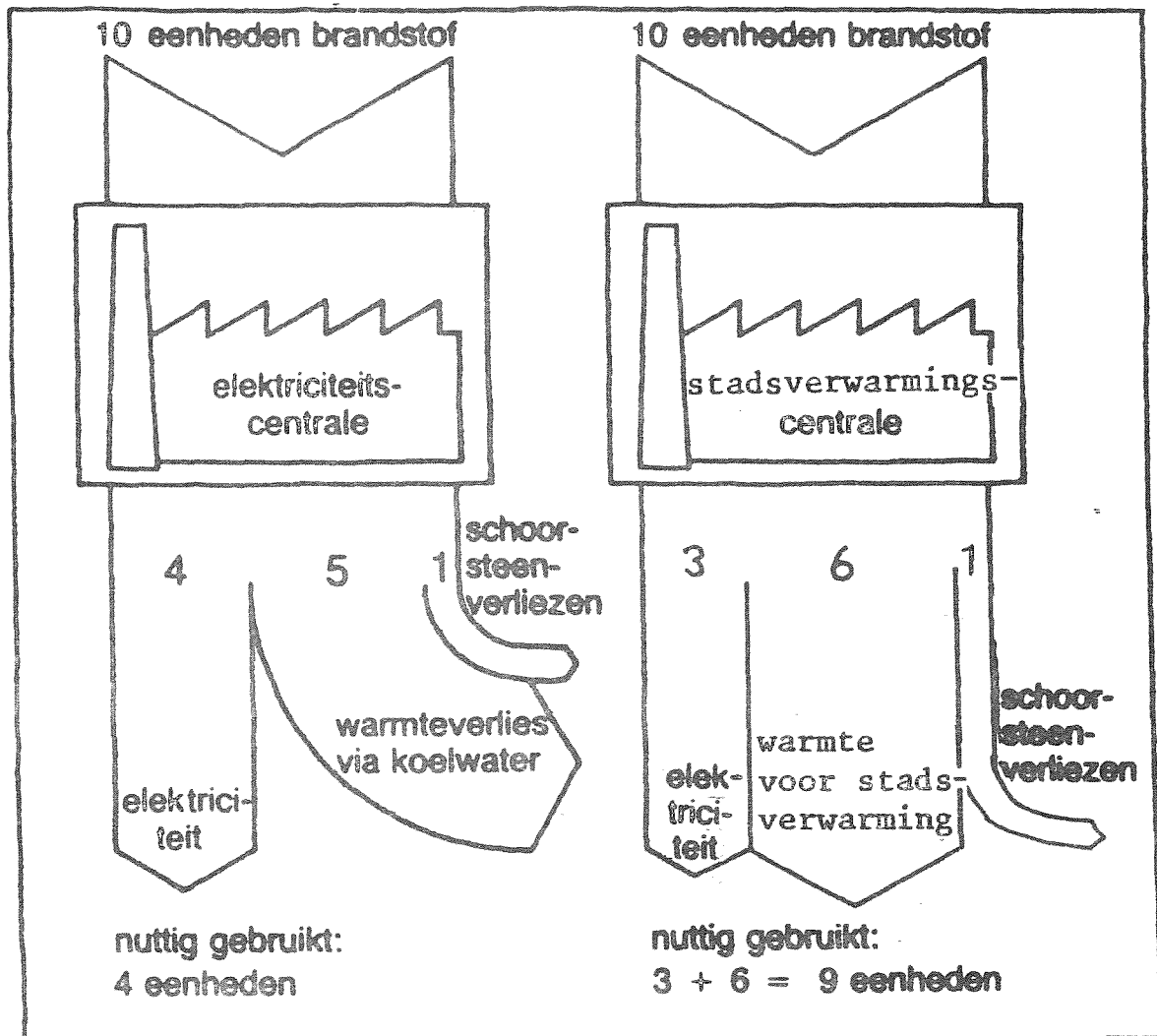
Je kunt echter ook die warmte weer nuttig gebruiken in zogenaamde warmtekrachtinstallaties.

Systemen waarbij, naast de produktie van elektriciteit, die warmte nuttig wordt gebruikt in plaats van de lucht of de rivier in te laten gaan, heten warmtekrachtinstallaties.

De warmte kan gebruikt worden voor stadsverwarming, voor grote gebouwen, voor de industrie en voor de tuinbouw.

Het totale rendement kan zo verhoogd worden tot 70 à 90%.

Op een aantal plaatsen wordt dit al toegepast.



Figuur 6 Het nuttige gebruik van eenzelfde hoeveelheid brandstof bij een elektriciteitscentrale met en zonder gecombineerde produktie van elektriciteit en warmte (Uit: Elektriciteit nu en straks, de centrale, uitgave VEEN).

Sommige gemeenten zijn actief bezig hun energieverbruik te verlagen. Als je de tekst van figuur 7 doorleest, zie je hoe de gemeente Eindhoven dat doet.

Dimprojekt kan Eindhoven 800.000 gulden per jaar opleveren

Besparing van ruim vijf miljoen op energieverbruik

(Van onze regioredactie)

EINDHOVEN – Bezuinigingen op energieverbruik in gemeentelijke gebouwen, op straat- en verkeersverlichting en bij het waterproduktiebedrijf hebben de gemeente Eindhoven in de periode 1978-1983 een bedrag van 5.773.000 gulden opgeleverd. Dat blijkt uit een rapport van de werkgroep energiebesparing, die in 1979 is ingesteld door het college van burgemeester en wethouders.

De cijfers van de commissie hebben betrekking op het energieverbruik bij negen gemeentelijke gebouwen, vier sporthallen en negen gymnastieklokalen. In deze gebouwen is het gasverbruik sinds 1978 met 38% en het elektriciteitsverbruik met 31% teruggebracht, wat neerkomt op een besparing van 4.228.900 gulden. Dat de werkelijke energiekosten toch omhoog zijn gegaan, hangt samen met de sterk gestegen tarieven voor gas en electriciteit de afgelopen jaren.

In gemeentelijke gebouwen werd de besparing bereikt door isolatie- en constructieverbeteringen, toepassing van energiezuinige lichtbronnen, beter onderhoud van stookinstallaties en verbetering van verwarmings- en ventilatieapparatuur. In enkele gevallen werden meer ingrijpende maatregelen genomen zoals: toepassing van optimaliseringsapparatuur, terugwinnen van afvalwarmte uit rookgassen en installatie van energiezuinige ketels.

verkeersverlichting hebben de gemeente een bedrag van 1.544.100 gulden opgebracht. Volgens de dienst Nutsbedrijven kan het energieverbruik van straatverlichting nog verder worden teruggedrongen. Dit door de lantaarns 's nachts op halve kracht te laten branden. In de wijk Achtse Barrier heeft dit geresulteerd in een energiebesparing van 30%.

Het ministerie van Economische Zaken heeft een subsidie van 75.000 gulden beschikbaar gesteld om een dimprojekt uit te voeren in het gebied dat wordt omsloten door de John F. Kennedylaan, de rondweg en de Helmondweg. Bij een optimale dimming van de openbare verlichting in de hele stad kan per jaar een extra besparing van 800.000 gulden worden bereikt.

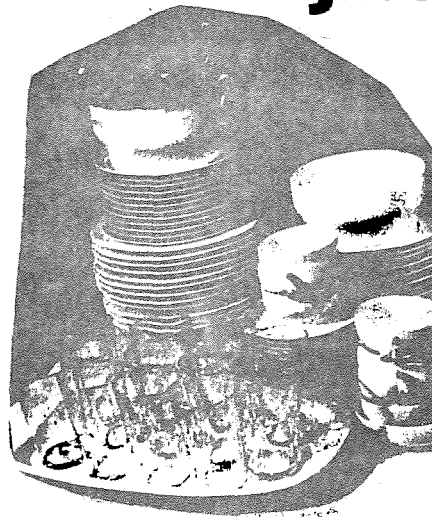
Dimprojekt

Besparingen bij het waterproduktbedrijf en op de openbare- en

Vragen

4. Bedenk twee redenen waarom afwassen met de hand zuiniger (en goedkoper) is dan met een afwasmachine.
5. Een gemeente wil besparen op het energieverbruik van de straatverlichting. Men vervangt 1000 lampen van 50 W door evenveel lampen van 18 W. Hoeveel kWh aan elektrische energie bespaart men op een avond van 18.00 uur tot 24.00 uur?
6. Zoek in kranten en tijdschriften artikelen over energie of energiebesparing. Knip ze uit en plak ze in je schrift. Schrijf erbij waar je die artikelen vandaan gehaald hebt.
7. Noteer thuis gedurende een week alle situaties die in aanmerking komen voor besparing van elektrische energie.
8. Ga in kleine groepjes op onderzoek uit binnen je school naar alle plaatsen waar elektriciteit gebruikt wordt. Maak gezamenlijk een besparingsplan voor je school.
9. Kijk een week lang in je omgeving uit naar onzin-apparaten, die elektrische energie misbruiken, die dus niet echt nodig zijn. Maak er een lijst van.

Samen aan de vaat blijft stuk goed -



koper dan machinaal afwassen

WAT JE MOET ONTHOUDEN

Het elektriciteitsverbruik is in 25 jaar 10 maal zo groot geworden. De fabricage van apparaten en de energie voor het gebruik ervan kosten veel grondstoffen. De wereldvoorraad aan grondstoffen is beperkt. Daarom moeten we zuinig zijn met energie.

Thuis kun je op elektrische energie bezuinigen door:

1. apparaten niet onnodig aan te laten,
2. energiebesparende lampen te gebruiken,
3. een licht interieur te hebben,
4. een dimschakelaar te gebruiken,
5. water met gas te verwarmen in plaats van elektrisch,
6. de koelkast vaak te ontdooien,
7. een pompschakelaar bij de centrale verwarming te gebruiken.

Elektriciteitscentrales proberen ook te bezuinigen door het rendement (nu 39%) te verhogen. Ze doen dat onder andere door te proberen de afvalwarmte nuttig te gebruiken.

E. ELEKTRICITEIT EN VEILIGHEID

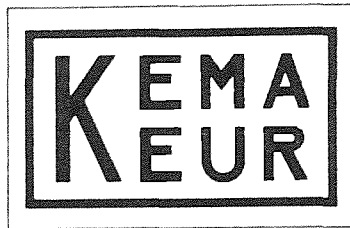
1. INLEIDING

Rondom een weiland loopt soms schrikdraad. Daarop staat een spanning van ongeveer 80 volt.

Misschien heb je wel eens schrikdraad aangeraakt. Dat is een naar gevoel, maar niet gevaarlijk. (Wel voor mensen met een pacemaker).

In veel gevallen kan contact met elektriciteit echter wel gevaarlijk zijn. Om de gevolgen hiervan te voorkomen moeten we een aantal voorzorgsmaatregelen treffen.

Zo is er een instelling in Nederland, de KEMA, die elektrische apparaten op veiligheid test. Op apparaten die goedgekeurd zijn, zie je een teken staan (figuur 1).



Figuur 1 Een veiligheidskeurmerk.

Vragen

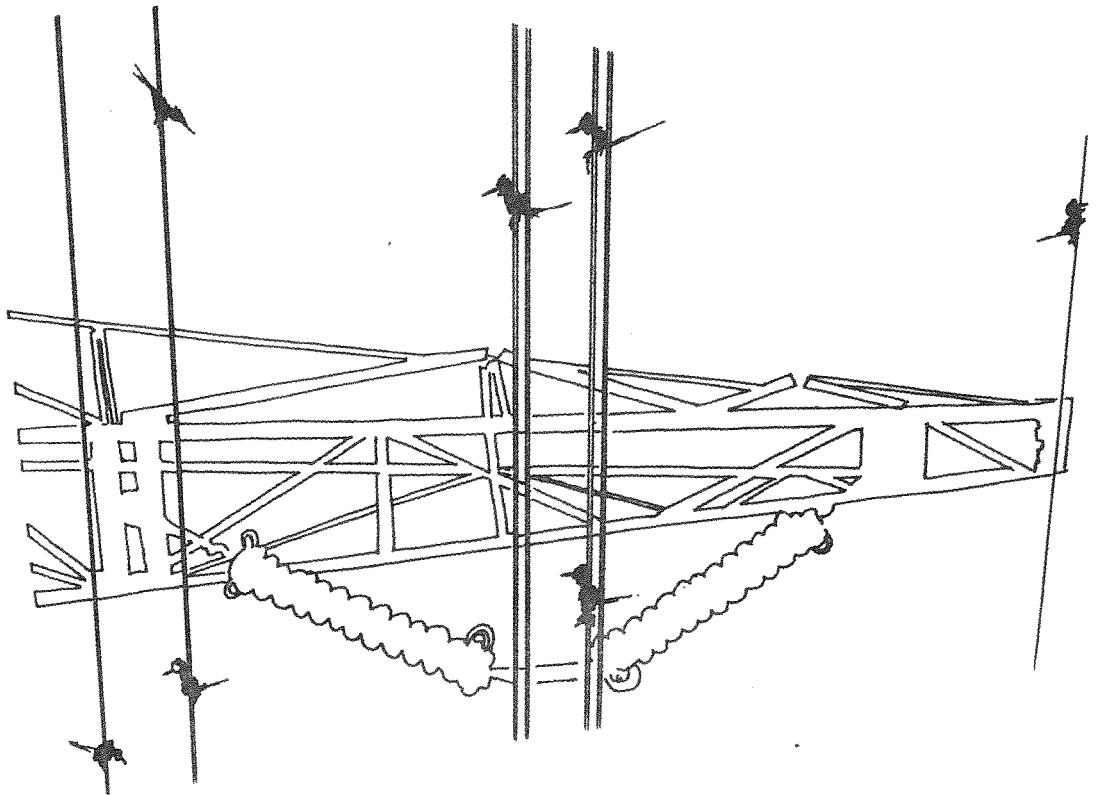
1. Tussen de draden aan een hoogspanningsmast staat een hoog spanningsverschil.

Een spanning van 380 kV, dat is 380 000 volt.

- a. Waarom staan alleen de draden en staat niet ook de mast onder spanning?
- b. Wat zou er met de stroom gebeuren als dit wel zo was?

2. Waarom hebben vogels geen last van de hoge spanning als ze op een hoogspanningsleiding zitten (figuur 2)?

Figuur 2 Vogels "op 380 kV".



2. IS ELEKTRICITEIT GEVAARLIJK?

Als je een snoer of apparaat aanraakt dat stuk is kan er per ongeluk een stroom door je lichaam gaan. Dit kan gevaarlijk zijn. Het aanraken van hoogspanningsdraden is gevaarlijk.

Op transformatorhuisjes, bij hoogspanningsmasten en overwegen staan daarom waarschuwingsbordjes (figuur 3).



Figuur 3 Een waarschuwing.

De spanning van 220 V in een huis is ook gevaarlijk, als je er niet verstandig mee omgaat.

Of de stroom die door je lichaam gaat groot is hangt af van de elektrische weerstand van je lichaam. Die weerstand is groot als je droge handen en goed isolerende schoenen aan hebt.

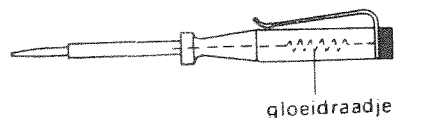
Maar die weerstand is klein als je huid vochtig is of als je op blote voeten loopt. Leidingwater geleidt elektriciteit goed.

Daarom moet je extra maatregelen nemen bij toepassing van elektriciteit in vochtige ruimten.

Tussen de twee polen van een stopcontact staat een spanningsverschil van 220 V. Op de ene pool staat een spanning van 220 V en de andere pool is met de aarde verbonden en heeft een spanning van 0 V.

Je kunt dit aantonen door een spanningszoeker beurtelings in de twee polen van een stopcontact te steken.

Slechts bij één pool licht het lampje in de spanningszoeker op (Figuur 4).



Figuur 4

Alleen wanneer je die pool zou aanraken, zou er een stroom door je heen gaan.

CONCLUSIE

Je loopt alleen gevaar als je met de pool van 220 V in contact komt! Maar zonder spanningszoeker weet je nooit zeker welke van de twee de gevaarlijke pool is!

Daarom moet je van beide polen afblijven.

Vragen

3. Er gaat pas een stroom lopen als er een gesloten kring is.
 - a. Wat is de kring als het lampje in de spanningszoeker brandt?
 - b. Waarom is dit niet gevaarlijk?
4. Een batterij, bijvoorbeeld van 4,5 V levert geen gevaar op.

Bij zo'n platte batterij van 4,5 V kun je zelfs met je tong "proeven" of die nog genoeg elektriciteit bevat (je merkt een prikkelend gevoel, omdat er een heel klein stroompje door je tong loopt). Waarom kun je dit bij een accu toch maar beter niet doen?

3. WAAROM KAN ELEKTRICITEIT GEVAARLIJK ZIJN?

Je weet misschien al van biologie dat je zenuwen een soort draadjes zijn die elektriciteit geleiden en die prikkels vanuit de hersenen geven aan je spieren. Die prikkels zijn kleine elektrische spanningsstootjes.

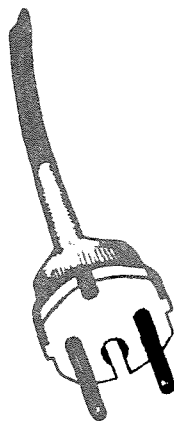
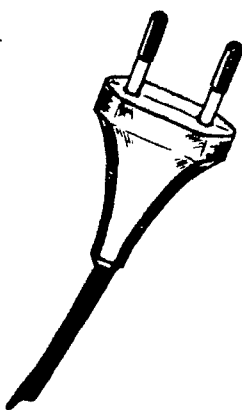
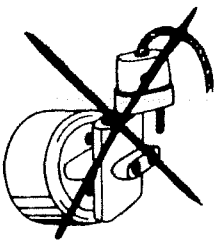
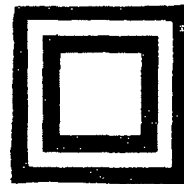
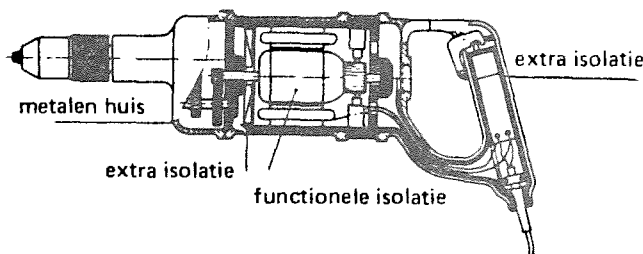
Als een spier zo'n prikkel ontvangt dan trekt hij samen. Op die manier kun je bijvoorbeeld je armen en benen bewegen. Als je huid met een spanning in aanraking komt die te groot is, dan worden je zenuwen als het ware "overprikkeld".

Daardoor raken je spieren helemaal verkrampd en je lichaam verstijft.

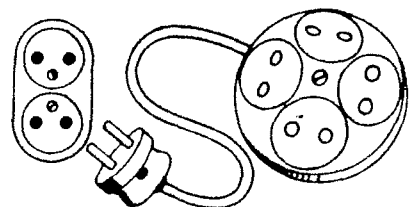
Daarom zegt men ook vaak dat je "aan de stroom blijft hangen".

Dat "hangen" slaat dan op het verstijven.

Je hart bevat ook een spier die je hart laat kloppen. Met name als deze spier "overprikkeld" raakt bevind je je in levensgevaar.



Veilig omgaan met elektriciteit.



4. HOE KUNNEN WE VEILIG MET ELEKTRICITEIT OMGAAN?

4.1. (EXTRA) ISOLATIE

Elektriciteitsdraden zijn allemaal geïsoleerd met een niet geleidende kunststof. Je kunt daardoor niet in aanraking komen met het geleidende koperen gedeelte. In huis zijn alle leidingen in buizen in de muren en in het plafond verborgen, zodat je alleen stopcontacten, schakelaars en aansluitingen in het plafond ziet.

Nu begrijp je ook waarom je moet zorgen dat de isolatie om een draad heel is en de draden vlak bij de stekker niet bloot mogen liggen.

Je kunt dan direct in contact komen met de koperen draad en dus ook met de stroom.

Bij sommige apparaten is het hele omhulsel van extra isolatie voorzien: het apparaat is **dubbel geïsoleerd**.

Voorbeelden hiervan zijn koffiemolens, scheerapparaten, boormachines, haarföhns, etc.

Je kunt zien of een apparaat dubbel geïsoleerd is, wat dan staat er het volgende teken op: 

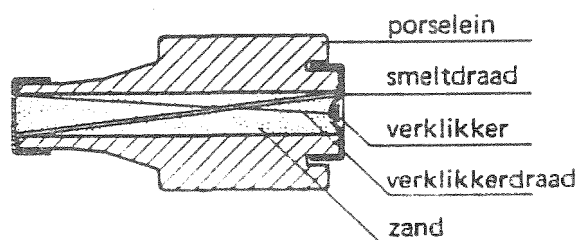
De kans dat je bij deze apparaten onder spanning staande delen aanraakt is klein.

4.2. ZEKERINGEN

In de meterkast zitten zekeringen ook wel **stoppen** genoemd.

Iedere groep (zie pagina 38) heeft een eigen zekering.

Het zijn witte porceleinen omhulsels waarin een dun metalen draadje is bevestigd (figuur 5). Die zekeringen zijn in serie geschakeld met de draad waarop de spanning van 220 V staat.



Figuur 5 Doorsnede van een zekering.

Als de stroomsterkte door de zekering groter wordt dan de aangegeven waarde op de zekering dan smelt het dunne draadje door: "de stop slaat door".

Men spreekt daarom ook wel over **smeltveiligheid**. De stroomkring is dan verbroken, er kan geen stroom meer lopen. Deze **overbelasting** kan verschillende oorzaken hebben:

a. **Kortsluiting**. Deze ontstaat bijvoorbeeld als bij slechte isolatie de spanningsdraad en de nuldraad met elkaar in aanraking komen. De weerstand R wordt dan erg klein en daardoor de stroomsterkte I erg groot (denk aan $V = I \cdot R \rightarrow I = \frac{V}{R}$).

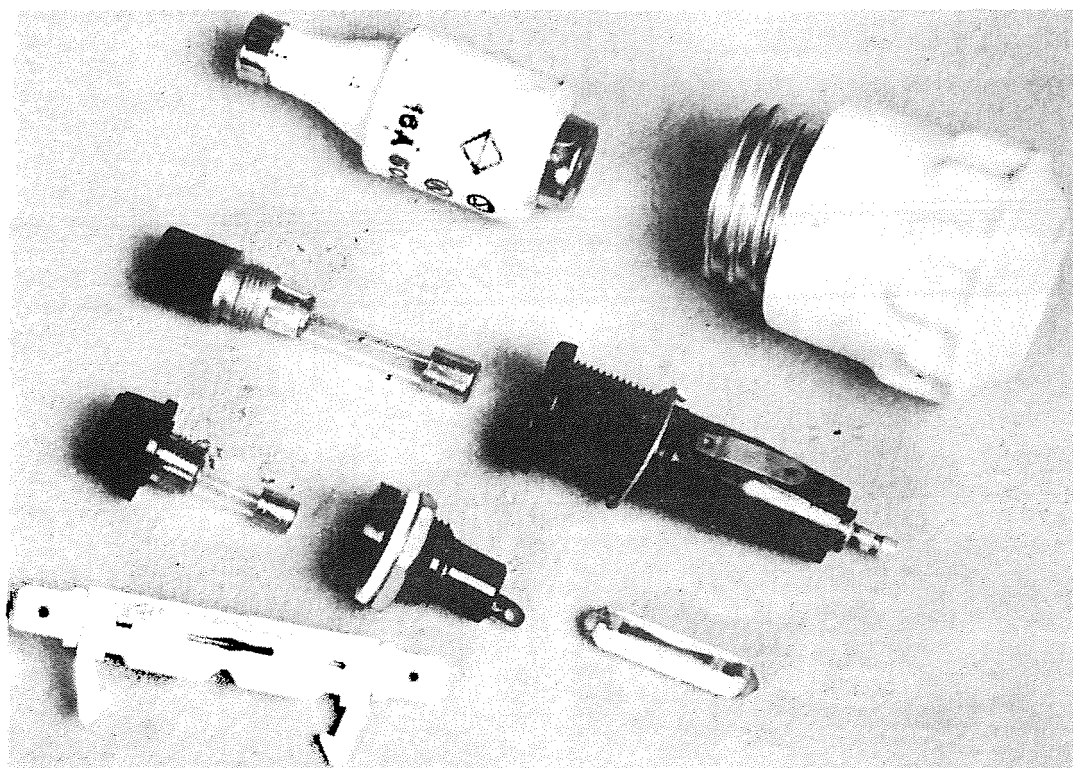
b. Als je te veel apparaten tegelijk aanzet die samen een erg hoog vermogen P hebben en die op dezelfde groep zijn aangesloten, wordt de totale stroomsterkte I erg groot.
(denk aan $P = V \cdot I \rightarrow I = \frac{P}{V}$).

Er zijn zekeringen van 6A, 10 A en 16 A.

In figuur 6 zie je verschillende soorten zekeringen, sommige met hun houders.

De witte zekeringen onderaan zijn autozekeringen.

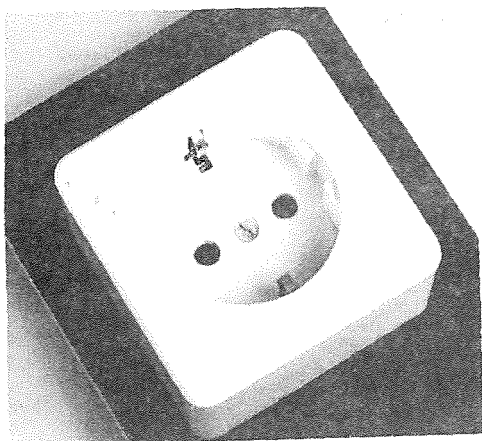
Bovenaan een stop van 16 A. De glazen zekeringen zitten bijvoorbeeld in voedingskastjes.



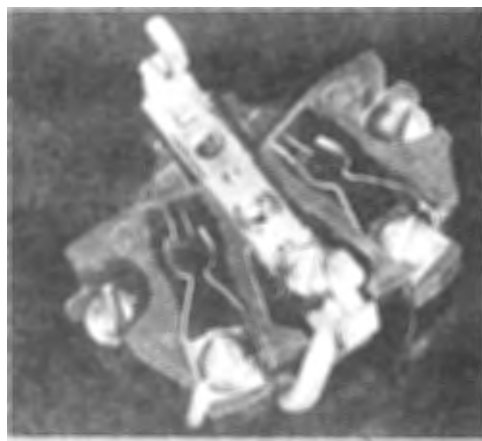
Figuur 6 Verschillende soorten zekeringen.

4.3. DE AARDLEIDING

Een beveiliging die men toepast in ruimten die vochtig kunnen zijn is de aardleiding. De stopcontacten en de stekkers van de apparaten, bijvoorbeeld van de wasmachine, hebben dan drie aansluitpunten in plaats van twee. Dat derde aansluitpunt noemen we de **randaarde** (figuur 7 en 8).

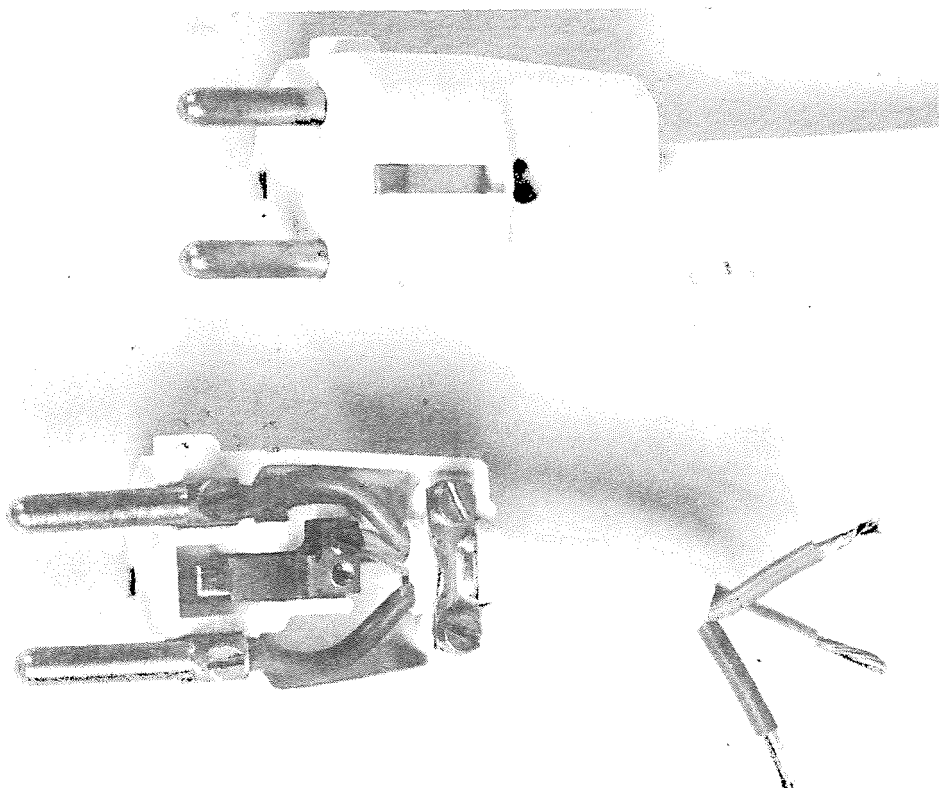


Figuur 7 Stopcontact met randaarde.



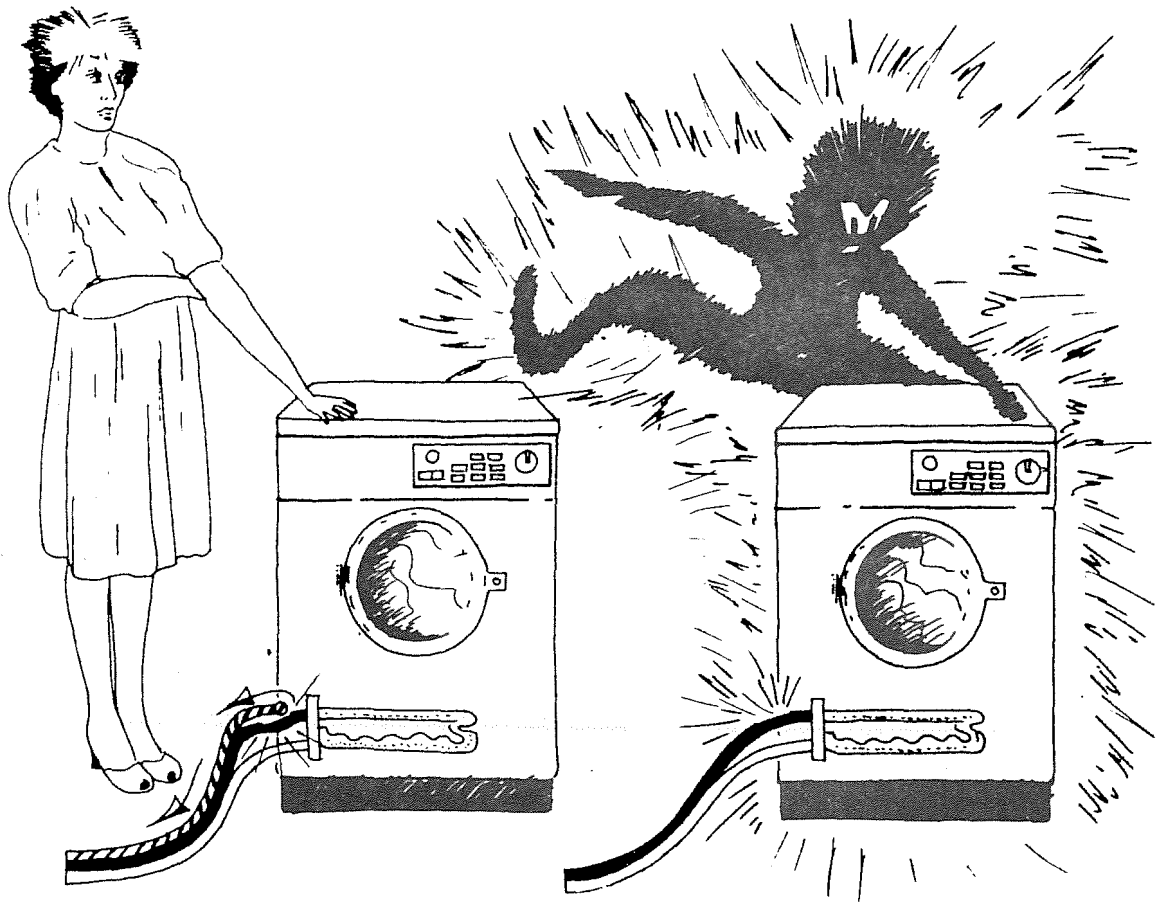
Figuur 8 Binnenwerk van een stopcontact met randaarde

De aansluitsnoeren hebben drie draden in plaats van twee. We noemen dat **drie-aderige snoeren** (figuur 9).



Figuur 9 Randgeaarde stekker aan een drie-aderig snoer.

Als er in de wasmachine een storing ontstaat, kan de buitenkant van het apparaat onder spanning komen te staan. Als de wasmachine geaard is, zal bij aanraken de stroom niet via je lichaam, maar via de aardleiding gaan (figuur 10).



Figuur 10 Het snoer is defect, waardoor er spanning op de buitenkant van de wasmachine staat. Rechts een niet geaarde machine.

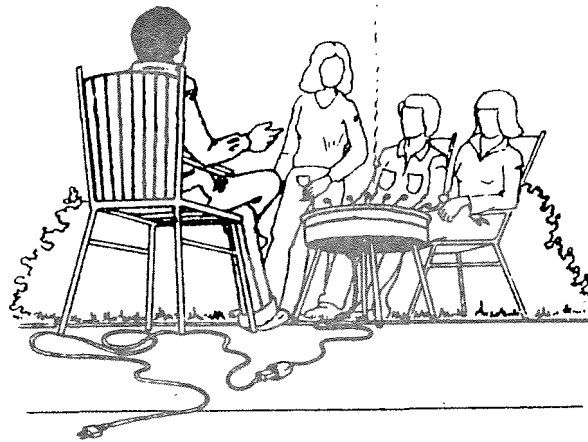
Links: de stroom gaat door de aardleiding en niet door je lichaam.

De draad van de aardleiding is tegenwoordig te herkennen aan de geel/groene kleur. Die kleur is internationaal afgesproken. De fasedraad, waarop de spanning staat, is bruin en de nuldraad, die in principe in het transformatorhuisje is geaard, is blauw.

Let op: want er zijn altijd mensen die zich niet aan afspraken houden!

Hoe belangrijk afspraken over die kleuren zijn blijkt uit het volgende: iemand zette een nieuwe stekker aan een wasmachine maar was niet op de hoogte van de bij de wasmachine gebruikte oude Duitse kleurcodering.

Het gevolg was dat het omhulsel van de wasmachine op de spanning werd aangesloten in plaats van op de aardleiding!



Figuur 11 Onveilig met elektrische barbecue: het niet-geaarde verlengsnoer ligt op de grond; de poten van de stalen stoel kunnen de isolatie beschadigen. (Uit: Consumentengids, juli 1981).

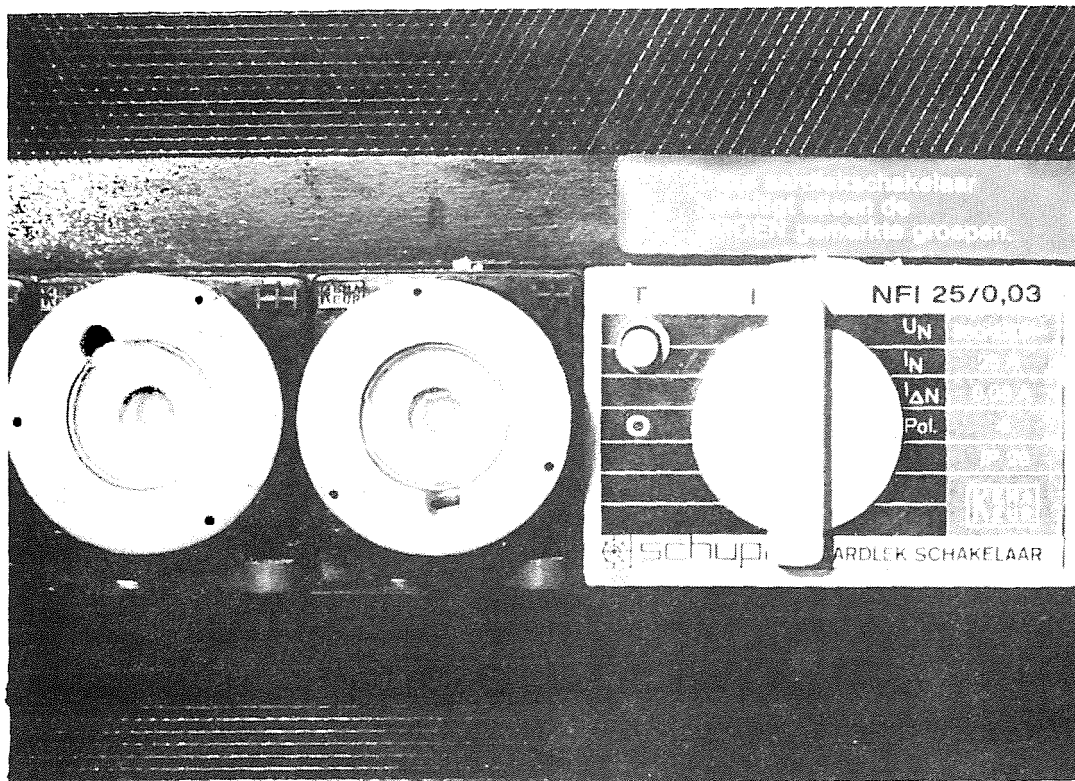
4.4 TRANSFORMATOREN

Vaak worden apparaten uit veiligheid op een lagere spanning dan 220 V aangesloten. Dat gaat via een transformator. Voorbeelden zijn: een elektrische speelgoedtrein, een elektrische deken en een rekenmachine.

4.5. AARDLEKSchAKELAAr

In de meterkast van moderne woningen zit tussen de kWh-meter en de groepenkast een aardlekschakelaar (figuur 12).

Door deze schakelaar loopt zowel stroom die vanuit de meterkast naar bijvoorbeeld een lamp gaat, als de stroom die naar de meterkast teruggaat. De schakelaar reageert niet, zolang deze stromen gelijk zijn.



Figuur 12 Een aardlekschakelaar. (Rechts)

Maar zodra de terugkerende stroom door de aardlekschakelaar kleiner wordt dan de heengaande, schakelt hij binnen 0,2 seconde de spanning uit.

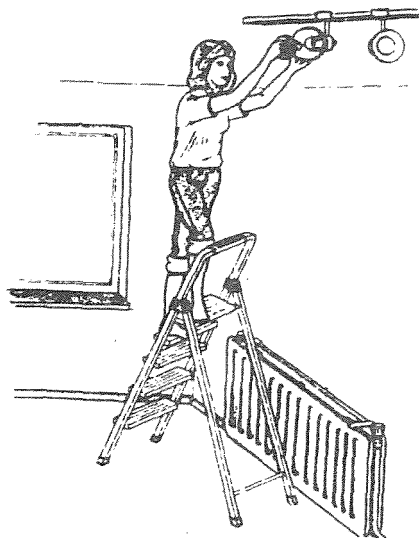
Die terugkerende stroom wordt plotseling kleiner zodra ergens stroom langs een verkeerde weg een apparaat of installatie verlaat.

Die verkeerde weg kan een aardleiding, maar ook je lichaam zijn, als je bijvoorbeeld een beschadigd snoer aanraakt. Er gaat dan een lekstroom door je lichaam.

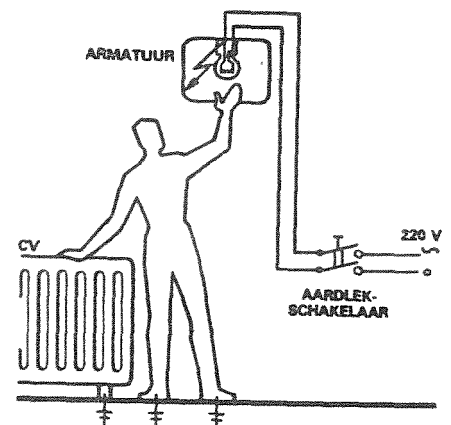
De aardlekschakelaar werkt bij een lekstroom van 30 mA. Die stroom kan je lichaam in noodgevallen heel kort nog verdragen.

De aardlekschakelaar zorgt voor beveiliging in situaties waar toestellen niet zijn geaard, zoals in de woonkamer, de slaapkamer en de gang. Deze ruimten werden vroeger ongevaarlijke ruimten genoemd.

Maar omdat we nu radiatoren voor centrale verwarming hebben en vaak tegelvloeren gebruiken zijn deze ruimten niet zo ongevaarlijk meer, vooral in combinatie met stalen meubels en lampen (de centrale verwarming is geaard!). (Zie ook figuur 13 en 14).



Figuur 13 Met blote voeten op een metalen trap die tegen een radiator staat: als de buitenkant van het spotje onder spanning zou staan, is dit levensgevaarlijk. Je staat via de trap en de radiator in verbinding met de aarde. (Uit Consumentengids, juli 1981).



Figuur 14 De aardlekschakelaar onderbreekt het stroomcircuit zodra er een lekstroom is - in dit geval vanaf de (defecte) armatuur via het lichaam en de radiator naar 'aarde'. (Uit: Consumentengids, juli 1981).

De badkamer, de keuken en de bijkeuken zijn niet verplicht op de aardlekschakelaar aangesloten, omdat deze ruimten al een verplichte aardleiding hebben.

Op campings en in jachthavens zijn aardlekschakelaars verplicht bij installaties die caravans en plezierboten op het lichtnet aansluiten.

OPMERKING:

De aardlekschakelaar beveiligt niet tegen overbelasting bijvoorbeeld bij kortsluiting, omdat in dat geval de heen- en teruggaande stroom gelijk blijft. Dan slaat echter wel de stop door.

Vragen

5. Kun je, behalve het gevaar voor direct lichaamscontact, nog een reden bedenken waarom isolatie van elektriciteitsdraden nodig is?
6. Ga thuis na welke elektrische apparaten dubbelgeïsoleerd zijn. Maak er een lijstje van.
7. Een zekering kan kapot gaan als er kortsluiting gemaakt is. Wat is kortsluiting?
8. Op de camping wil je de tentverlichting aansluiten op de accu van de auto, die een spanning van 12 Volt levert. Stel dat je hiervoor de aansluiting in de auto van de sigarettenaansteker gebruikt, die een zekering heeft van 4 ampère.
Zal deze zekering doorbranden als je een lamp van 40 Watt gebruikt?
9. Waarom zal bij aanraken van een kapot geaard apparaat de stroom door de aardleiding gaan en niet door je lichaam?
- 10a. Ga thuis na in welke ruimten stopcontacten met randaarde zijn.
b. Ga na waarom die juist in die ruimten zitten.
- 11a. Waarom mag er in een badkamer geen stopcontact zijn?
b. Toch is er soms wel een stopcontact, speciaal voor scheerapparaten. Is dat niet gevaarlijk?

12. Op hoge gebouwen zit vaak een bliksemafleider (figuur 15).

Er loopt een draad van boven op het dak naar beneden de grond in.

- a. Waarvoor dient een bliksemafleider?
- b. Hoe zou de bliksemafleider werken?



Figuur 15 Hoe werkt een bliksemafleider?

13. Ken je meer voorbeelden van apparaten die via een transformator op een lagere spanning dan 220 V aangesloten zijn dan die in paragraaf 4.4. genoemd zijn.

Noem er nog wat.

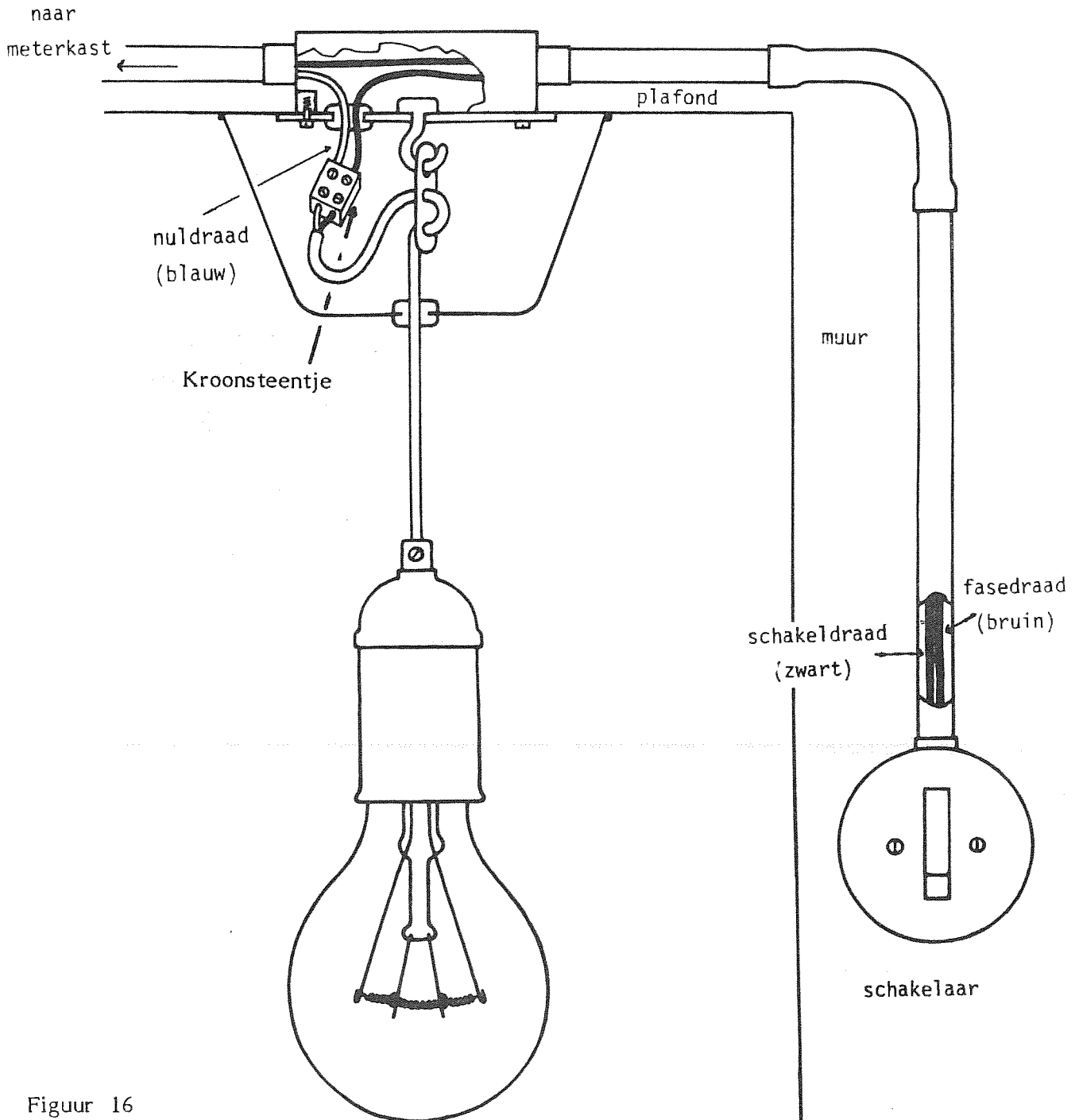
14. Bij een elektrische deken of speelgoedtrein spreekt men wel over "zwakstroom".

Wat is hieraan "zwak"?

HOE HANG JE VEILIG EEN LAMP OP?

Als je op je kamer een nieuwe lamp wilt ophangen, moet je dat veilig kunnen doen.

We geven eerst een tekening (figuur 16).



Figuur 16

Het plastic of keramisch kroonsteentje zorgt ervoor dat er geen blote draadeinden aanraakbaar zijn.

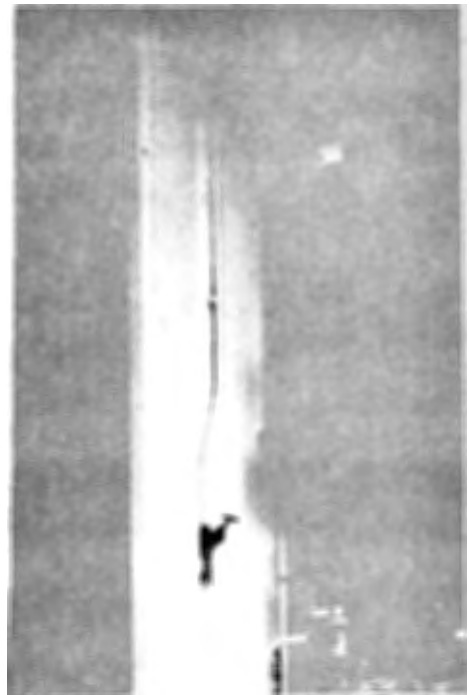
Als alles goed is aangesloten onderbreekt de schakelaar de draad waarop de spanning staat, de fasedraad.

De andere draad, nul-draad, loopt ononderbroken naar het aansluitpunt in het plafond.

Wees echter voorzichtig!

1. Schakel daarom eerst in de meterkast de elektriciteit uit van de groep waarop de lamp moet worden aangesloten (figuur 17), en draai ook voor alle zekerheid de zekering eruit.

Houd, de zekering bij je!



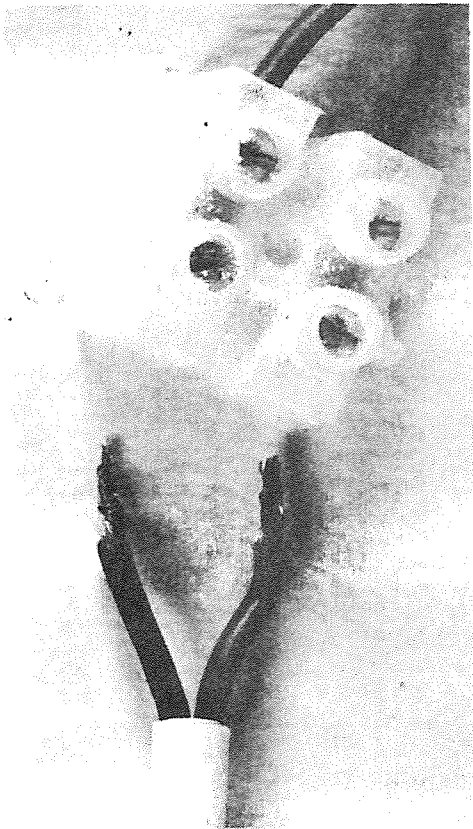
Figuur 17

2. Controleer met behulp van een spanningszoeker of je de juiste schakelaar hebt omgezet (figuur 18), controleer daarbij beide polen.



Figuur 18

3. Verwijder de isolatie van het snoer van de lamp en van de draden met een zogenaamde striptang of met een scherp mes. Verwijder niet meer dan nodig is. Draai vervolgens de vrijgekomen koperdraadjes in elkaar (figuur 19).



Figuur 19



Figuur 20

4. Als je zeker weet dat de elektriciteitsleiding niet meer onder spanning staat, kun je de lamp aansluiten op het kroonsteentje (figuur 19 en 20). Laat geen ongeïsoleerde stukken draad uitsteken.
5. Hierna kan de zekering er weer ingedraaid worden en de schakelaar van de groep weer omgedraaid worden zodat de lamp kan branden.

WAT JE MOET ONTHOUDEN

Kom je in aanraking met een elektrische spanning en loopt er een stroom door je lichaam dan raken je zenuwen "overprikkeld" en verkrampen je spieren.

Van een stopcontact heeft één pool een spanning van 220 V, de andere pool een spanning van 0 V.(de nuldraad)

Internationale afspraak: fase-draad is bruin, nul-draad is blauw. Altijd controleren met een spanningszoeker.

Hoe kun je veilig met elektriciteit om gaan:

- a. (extra) isolatie, zoals bij dubbelgeïsoleerde apparaten;
- b. zekeringen (stoppen), die doorsmelten bij een te hoge stroom (overbelasting, kortsluiting);
- c. aardleiding in vochtige ruimten: stopcontact en stekker met randaarde; snoer 3-aderig: geel/groene draad is de aardleiding;
- d. transformatoren, zwakstroom;
- e. aardlekschakelaar, die de spanning uitschakelt als er een lekstroom is, groter dan 30 mA. Wordt gebruikt voor ruimten waar geen aardleiding is. Reageert niet op overbelasting of kortsluiting.

We hebben gezien hoe je veilig een lamp ophangt, door de elektriciteit uit te schakelen in de meterkast en door een kroonsteentje en een spanningszoeker te gebruiken.

F. PRACTICUMOPDRACHTEN

INLEIDING

In dit deel staan een aantal practicumopdrachten over elektriciteit.

Bij elke proef lees je eerst een samenvatting van wat je in de proef gaat doen.

Dan volgt een lijst van spullen die je nodig hebt.

Daarna werk je de instructies één voor één af.

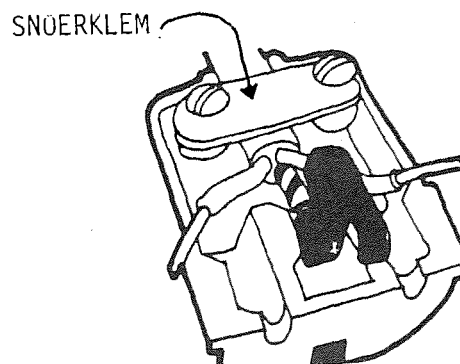
PRACTICUMOPDRACHT 1

ZET EEN SNOER AAN EEN LAMP

Bij deze opdracht leer je zelf een stekker aan een snoer zetten. Vervolgens zet je het snoer met de stekker aan de fitting van een lamp.

Benodigheden:

- lampfitting,
- stekker zonder randaarde,
- twee-aderige snoer (ongeveer 1 meter lang),
- schroevendraaier,
- striptang,
- mes.



Instructies:

1. Bekijk eerst figuur 9 op pagina 86.
2. Snijd met het mes 2,5 cm van de buitenste isolatie weg aan de uiteinden van het snoer. Zorg ervoor dat je niet de isolatie van de binnendraden beschadigd!
3. Je ziet een bruine en een blauwe draad tevoorschijn komen. Haal met een striptang van alle draad-uiteinden ongeveer 0,5 cm van de isolatie af. De striptang heeft verschillende standen.
4. Schroef de stekker open en schroef de snoerklem in de stekker open.
5. Zet één uiteinde van het snoer vast aan de aansluitpunten van de stekker. Let op dat de uiteinden van de blauwe en bruine draad geen contact met elkaar maken in de stekker.
6. Zet de snoerklem over de buitenste isolatie van het snoer vast.
7. Schroef de stekker weer dicht.
8. Zet het andere uiteinde van het snoer vast aan de aansluitpunten van de lampfitting.
9. LET OP. Laat het resultaat controleren.
10. Pas daarna mag je proberen de lamp te laten branden door de stekker in het stopcontact te doen.

PRACTICUMOPDRACHT 2

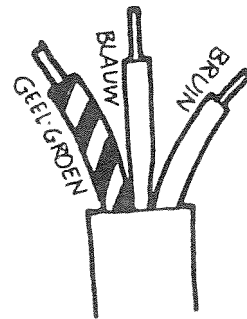
MAAK EEN VERLENGSNOER MET RANDAARDE

In deze opdracht maak je een verlengsnoer met een randaarde.

Je zet eerst een stekker aan één uiteinde van een snoer. Daarna zet je een contrastekker (je zult zien wat dat is) aan het andere uiteinde.

Benodigheden:

- stekker met randaarde,
- contrastekker met randaarde,
- drie-aderig snoer (ongeveer 1 meter lang),
- schroevendraaier,
- striptang,
- mes.



Instructies:

1. Bekijk eerst figuur 9 op pagina 86.
2. Snijd met het mes 2,5 cm van de buitenste isolatie weg aan de uiteinden van het snoer. Zorg ervoor dat je niet de isolatie van de binnendraden beschadigt!
3. Er komen een blauwe, een bruine en een geel/groene draad tevoorschijn. Haal met een striptang van alle 6 draaduiteinden ongeveer 0,5 cm van de isolatie af.
4. Schroef de stekker open en schroef de snoerklem in de stekker open.
5. Zet de bruine en blauwe draad van een snoeruiteinde vast aan de pinnen van de stekker en de geel/groene draad aan het middencontact, het aardcontact.
Zorg dat de draaduiteinden geen contact met elkaar maken.
6. Zet de snoerklem over de buitenste isolatie van het snoer vast.
7. Schroef de stekker weer dicht.
8. Herhaal het voorgaande voor de contrastekker.
9. LET OP. Laat de aansluitingen controleren.
10. Pas daarna mag je het snoer gebruiken.

VRAAG

In welke gevallen moet je een randgeaard verlengsnoer gebruiken?

PRACTICUMOPDRACHT 3 DE ELEKTRICITEITSMETER

In deze proef controleer je met de elektriciteitsmeter het vermogen van een lamp.

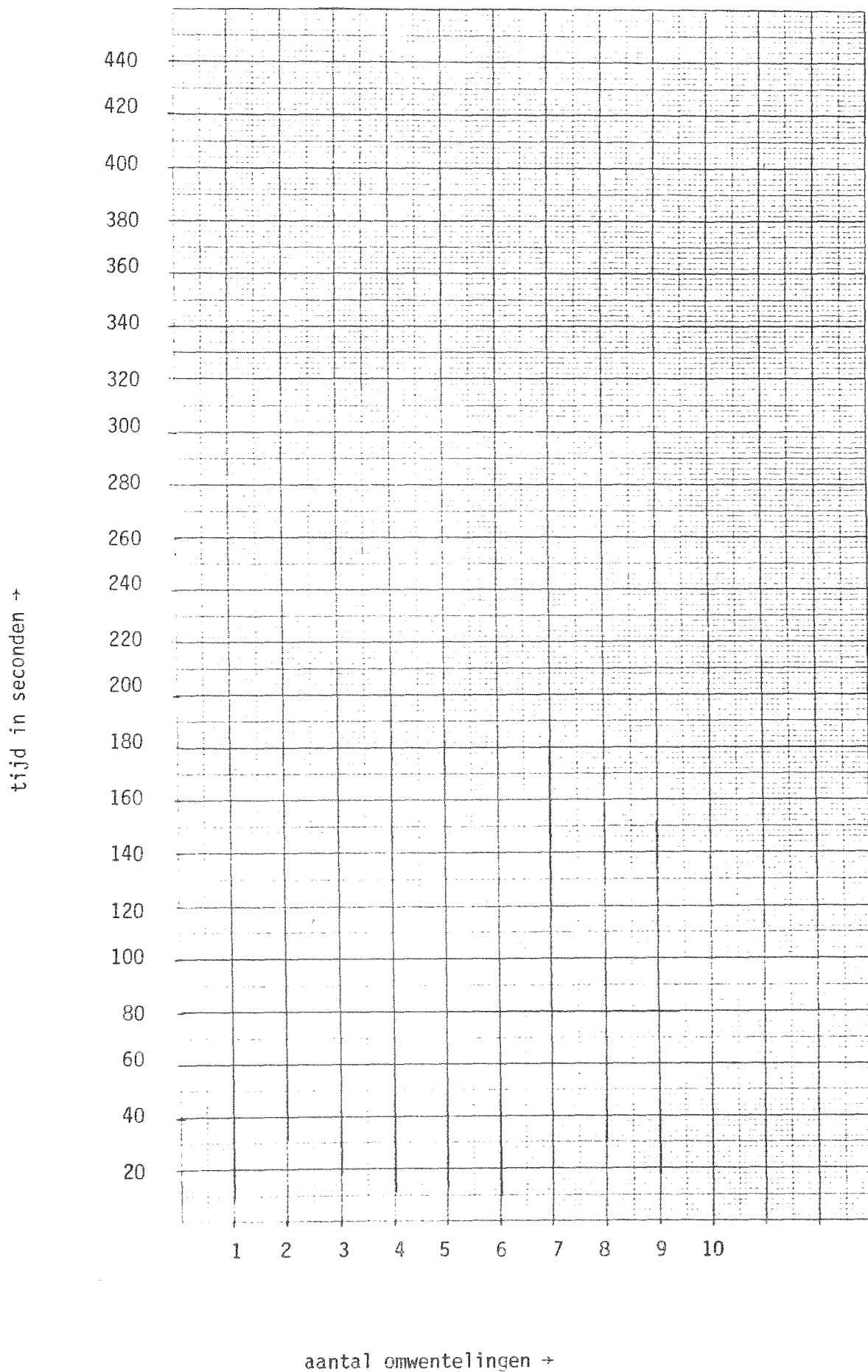
Benodigheden:

- elektriciteitsmeter (kWh-meter),
- stopwatch of horloge met secondewijzer,
- gloeilamp (100 W) in lampvoet,
- aansluitsnoeren.

Instructies:

1. Sluit de lamp op de kWh-meter aan en laat hem branden. De schijf van de kWh-meter gaat nu draaien.
2. Druk de stopwatch in op een moment dat het streepje op de schijf middenvoor is.
3. Lees de stopwatch 10 keer af zonder deze in te drukken, elke keer als het streepje op de schijf weer middenvoor is.
Schrijf de tijd steeds in de tabel.
4. Zet de meetgegevens van de tabel in de grafiek op de volgende pagina.
5. Lees uit de grafiek het verband af tussen het aantal omwentelingen en de tijd. Hoe noemen we dat verband?
6. Welke energieomzetting(en) hebben er bij het branden van de lamp plaats?
7. Zet de gloeilamp elke minuut evenveel energie om?
8. Is de tijd voor elke omwenteling gelijk?
9. Komt elke omwenteling overeen met dezelfde hoeveelheid energie?
10. De lamp van 100 W (=0,1 kW) verbruikt per uur 0,1 kWh energie.
Bereken uit je meetgegevens het aantal kWh dat de lamp in 10 omwentelingen heeft verbruikt.
11. Bereken daaruit hoeveel omwentelingen de schijf moet maken voor 1 kWh.
12. Vergelijk dat met het getal op de meter zelf dat het aantal omwentelingen per kWh aangeeft.
Wat is je conclusie?

Aantal omwentelingen	tijd in s
0	0
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	





James Watt. bron: Wereldberoemde uitvindingen

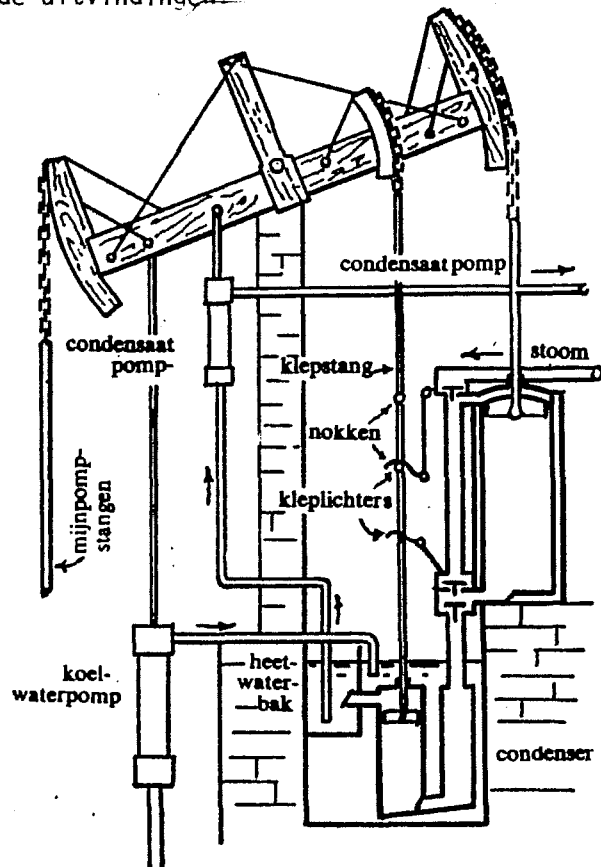


Fig. 51. Watt's condenserende stoompomp, 1774. De met een stoommantel omgeven cilinder (rechts) wordt getoond met de zuiger bovenaan, gereed om stoom toe te laten uit een ketel (niet getekend), waardoor de zuiger omhoog zal worden gedrukt en de pompstang (links) omhoog wordt gebracht. Bij de volgende opgaande slag wordt de stoom overgebracht naar het onderste deel van de cilinder en bij de neergaande slag uitgeblazen naar de condensor, hetgeen de druk op de zuiger vergroot. De kleppen worden automatisch geopend en gesloten door klinken die in beweging worden gebracht door de op-en-neer-beweging van de drijfslag van de condensorpomp door middel van aan de stang bevestigde pennen.

bron: De ontwikkeling van de techniek.



James Prescott Joule (1818-1889)

bron: Proef op de som.

bron: Wereldberoemde uitvindingen.

James Prescott Joule (1818-1889)

Joule was een Engels natuurkundige die door jarenlange zeer nauwkeurig onderzoek te doen het bewijs leverde dat warmte een vorm van energie is.

Joule kwam niet uit universitaire kringen. Zijn vader was een rijke bierbrouwer. Zodoende kon Joule zijn hobby uitleven: het doen van natuurkundeproeven. Joule studeerde maar korte tijd aan de universiteit van Manchester verder vergaarde hij zijn kennis geheel zelfstandig.

In 1843 publiceerde hij de resultaten van zijn proeven. Natuurkundigen en kranten besteedden nauwelijks aandacht aan zijn werk.

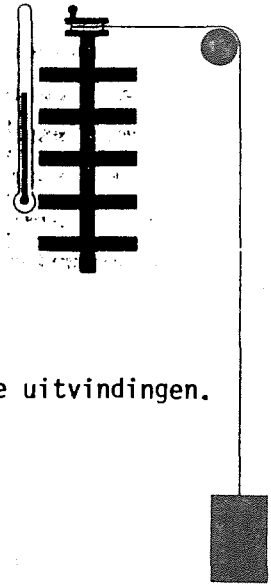
Dit kwam omdat Joule niet bekend was in wetenschappelijke kringen.

Hij was maar een rijke hobbyist die proefjes deed. Pas toen ook de toenmalig bekende Lord Kelvin belangstelling toonde voor zijn werk zei dat het uitstekend was begonnen de andere natuurkundigen Joule serieus te nemen.

Joule heeft nooit professor aan een universiteit willen worden, hij bleef liever hobbyist.

Misschien staat bij jullie in de bibliotheek het boek "Bronnen der natuurkunde" van A. Ziggelaar. Daarin kun je meer lezen over Joule.

Onder: Het instrument dat Joule gebruikte om het verband tussen arbeid en warmte vast te stellen. Het bestond uit een as met schoepen, opgesloten in een geïsoleerd vat met water. Een vallend gewicht liet de as ronddraaien. De wrijvingsweerstand tussen de schoepen en het water veroorzaakte een stijging van de watertemperatuur, die gemeten kon worden. De verrichte arbeid werd dan gelijkgesteld aan de hoeveelheid geproduceerde warmte



James Watt (1736-1819)

Watt was een Schot die reeds bestaande stoommachines zodanig verbeterde en veranderde dat ze echt voor toepassing op grote schaal geschikt werden.

Zijn vader was scheepsbouwer- en eigenaar. James Watt had een slechte gezondheid vooral toen hij jong was. Hij ging niet naar school. Zijn moeder onderwees hem thuis en bracht hem de eerste beginselen van wiskunde en natuurkennis bij. In 1755 ging hij voor twee jaar naar Londen om instrumentenmaker te worden.

Later opende hij in Glasgow een werkplaats voor het repareren en maken van instrumenten. Bij een reparatie van een stoommachine ging hij uitzoeken hoe hij de stoommachine moest wijzigen om te zorgen dat er niet zoveel energie verloren ging. Na een jaar denken en proefopstellingen bouwen had hij een groot aantal verbeteringen bedacht. Hij maakte een demonstratietafel en vroeg patent aan.

James Watt was zeker geen stoffige, grijze kamergeleerde. Mensen die iets uitvinden zitten heus niet altijd urenlang in een kamertje allerlei ingewikkelde boeken te lezen. Watt was eigenlijk een bedrijfs-leider van een onderneming die stoommachines ontwikkelde en maakte.

De stoommachine van Watt vond steeds meer toepassingen: in papier-fabrieken, de meelindustrie, graanstokerijen, bij de aanleg van kanalen enz. enz.

Aan het einde van de 18e eeuw waren er al 500 stoommachines volgens het idee van Watt gebouwd.

De invoering van stoommachines had zeer grote maatschappelijke gevolgen en leidde de zogenaamde industriële revolutie in.

Een stoommachine was alleen voor grote bedrijven lonend. Daardoor werd de industrie steeds meer geconcentreerd in steden. De arbeiders werkten niet meer thuis maar op de fabriek. Ze woonden niet meer op het platteland maar "opgestapeld" in huurkazernes in de fabriekssteden.

Ook kinderen werkten in de fabrieken, wel zestien uren per dag.

Vele mensen hebben zich in die tijd letterlijk doodgewerkt in de fabrieken. Pas in 1847 werd in Engeland de kinderarbeid beperkt- (in Nederland in 1874 afgeschaft).

De stoommachine bracht dus een grote technische vooruitgang maar leidde ook tot vreselijke uitbuiting van zeer veel arbeiders, arbeidsters en kinderen.



James Watt. bron: Wereldberoemde uitvindingen.

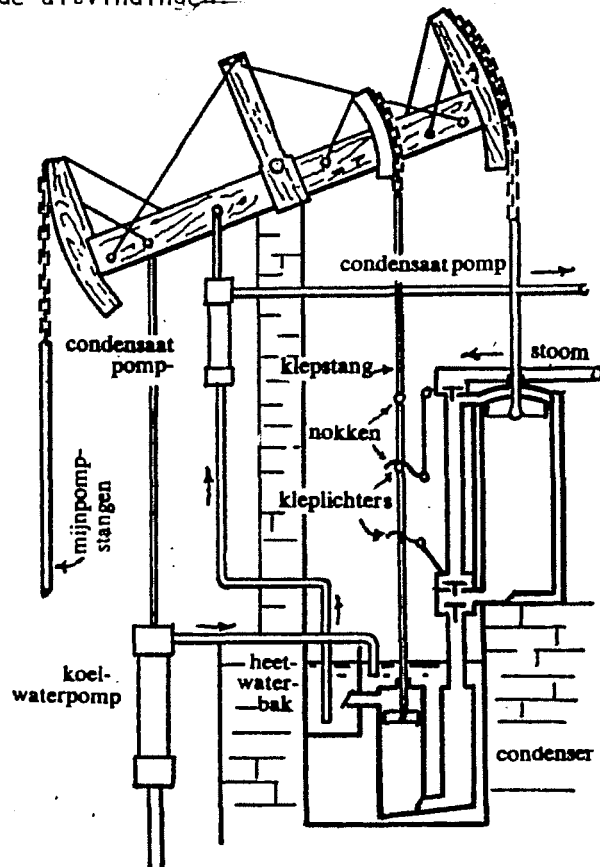


Fig. 51. Watt's condenserende stoompomp, 1774. De met een stoommantel omgeven cilinder (rechts) wordt getoond met de zuiger bovenaan, gereed om stoom toe te laten uit een ketel (niet getekend), waardoor de zuiger omlaag zal worden gedrukt en de pompstang (links) omhoog wordt gebracht. Bij de volgende opgaande slag wordt de stoom overgebracht naar het onderste deel van de cilinder en bij de neergaande slag uitgeblazen naar de condensor, hetgeen de druk op de zuiger vergroot. De kleppen worden automatisch geopend en gesloten door klinken die in beweging worden gebracht door de op-en-neer-beweging van de drijfslag van de condensorpomp door middel van aan de stang bevestigde pennen.

bron: De ontwikkeling van de techniek.

