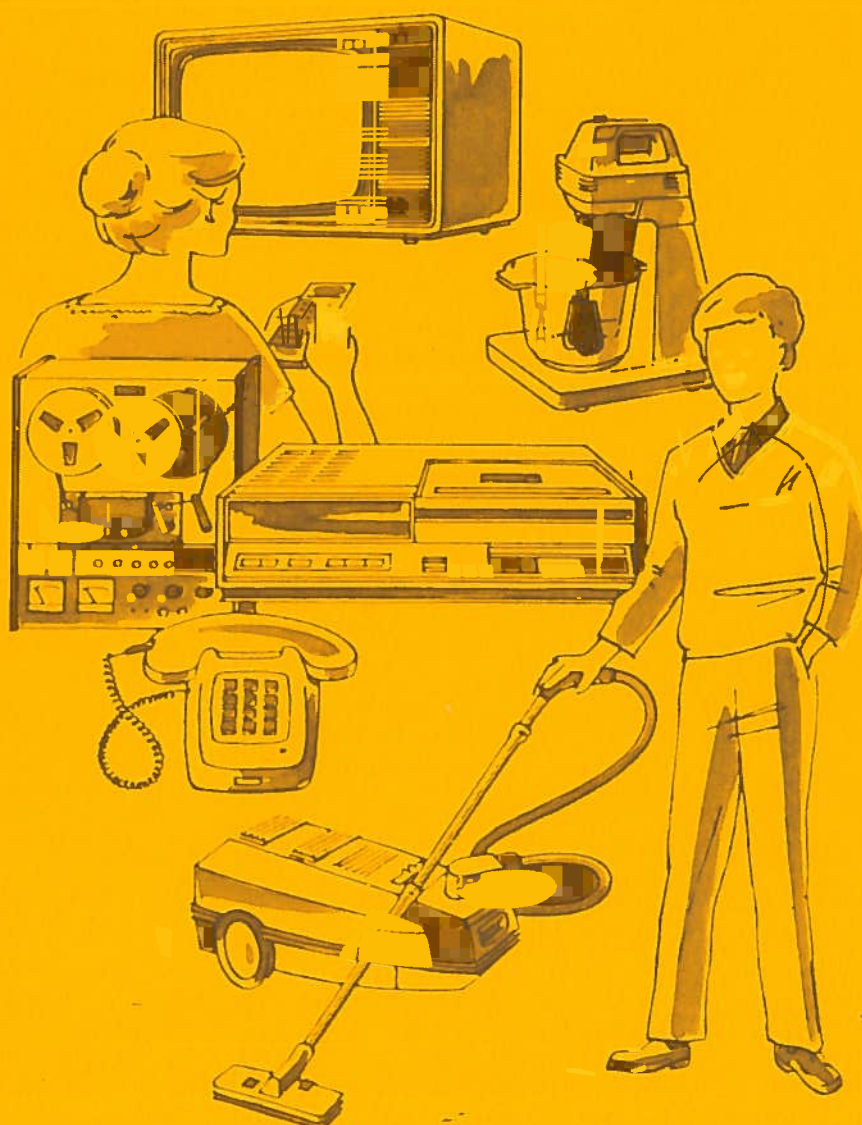


Elektrische apparaten in huis



ELEKTRISCHE APPARATEN IN HUIS

Een lespakket voor klas 2 en 3 mavo/havo/vwo

Samenstelling: F. Huberts
J. Pennings
H. Schulenberg
D. Stegeman
M. de Vries
Tekeningen : C. Quak

Projekt Natuurkunde en Techniek
Vakgroep Didaktiek Natuurkunde
Afdeling der Technische Natuurkunde
Technische Universiteit Eindhoven

N&T 86-03

ELEKTRISCHE APPARATEN IN HUIS

INHOUD

Pag.

Inleiding	3
-----------	---

Basisstof

1. Begrippen uit de natuurkunde: elektriciteit	4
2. Een elektrisch apparaat ontwerpen	10
3. Het koffiezetapparaat	20
4. Het strijkijzer	25
5. Het gebruik van elektrische apparaten	31
6. Natuurkunde en Techniek	33

Herhaalstof

1. Begrippen uit de natuurkunde	37
2. Een elektrisch apparaat ontwerpen	39
3. Koffiezetapparaat en strijkijzer	41

Extra stof

1. Geschiedenis van de elektrische apparaten	43
2. Het magnetisch effect van elektrische stroom	44
3. Eenvoudige reparaties aan elektrische apparaten in huis	47

Bij dit lespakket is een docentenhandleiding beschikbaar

INLEIDING

In dit lespakket gaat het over elektrische apparaten in huis.

Je zult erin zien hoe je in de techniek dingen ontwerpt met behulp van wat je weet uit de natuurkunde. Twee voorbeelden van elektrische apparaten leer je uitgebreid kennen: het koffiezetapparaat en het strijkijzer.

In **paragraaf 1** herhaal je kort enkele begrippen uit de natuurkunde, die met elektriciteit te maken hebben. Als het goed is, ken je die begrippen al. Je hebt ze nodig om het vervolg te begrijpen. Daar gaat het immers over elektrische apparaten.

In **paragraaf 2** zie je hoe je in de techniek dingen ontwerpt. Je gebruikt daarbij wat je weet uit paragraaf 1.

In **paragraaf 3** bekijk je waarom het koffiezetapparaat zó is ontworpen als je het nu kent.

In **paragraaf 4** doe je hetzelfde voor het strijkijzer.

In **paragraaf 5** denk je na over het zinnig en verantwoord omgaan met elektrische apparaten. De techniek moet je nooit klakkeloos gebruiken, maar altijd doordacht.

In **paragraaf 6** gaan we na, wat de techniek is en wat het verband is tussen de natuurkunde en de techniek. Ook de plaats van het ontwerpen in de techniek komt daar nog eens aan de orde.

Als je bepaalde onderdelen nog niet goed begrepen hebt, kan de **herhaalstof** je helpen. De titels van de herhaalbladen geven aan waarover het gaat.

Als je iets extra wilt doen, is daar de **extra stof** voor. Daarin vind je onderwerpen, die niet eerder aan de orde kwamen en toch leuk zijn om meer van te weten of nuttig om te doen (bijvoorbeeld: eenvoudige reparaties aan elektrische apparaten).

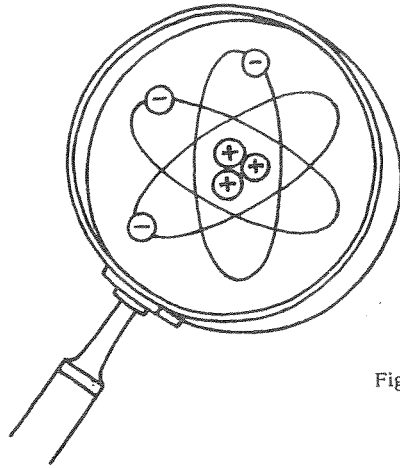
1. BEGRIPPEN UIT DE NATUURKUNDE: ELEKTRICITEIT

Inleiding

In het dagelijks leven gebruik je veel elektrische apparaten. Het is handig en interessant om daar meer van te weten. Om te kunnen begrijpen hoe bepaalde apparaten ontworpen zijn, moet je eerst wat dingen weten uit de natuurkunde. Die herhalen we in deze paragraaf kort.

Lading en stroom

Als je een materiaal (bijvoorbeeld koper) sterk vergroot zou kunnen bekijken, dan zag je **atomen** (figuur 1). De atomen bestaan uit deeltjes, die een **elektrische lading** hebben. Er zijn positieve (+) en negatieve (-) ladingen.



Figuur 1. Een atoom (sterk vergroot).

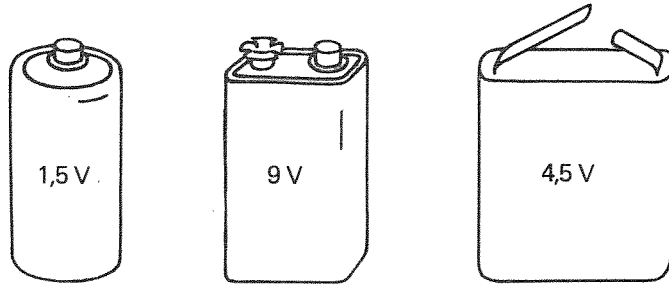
Voor ladingen geldt: gelijknamige ladingen stoten elkaar af en ongelijksoortige ladingen trekken elkaar aan.

Een voorbeeld: twee positieve ladingen stoten elkaar af.

Als lading beweegt, spreek je van elektrische **stroom**.

De negatieve lading stroomt buiten de spanningsbron van de **min-pool** naar de **plus-pool** van de spanningsbron.

In figuur 2 zie je enkele batterijen met hun plus- en min-polen.



Figuur 2. Drie verschillende batterijen.

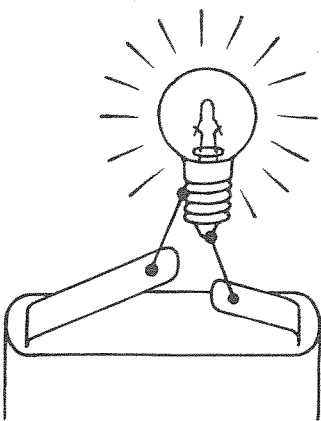
Stroom loopt in een gesloten stroomkring van de plus- naar de min-pool. Je maakt met een batterij een stroomkring door een apparaat aan te sluiten op de beide polen.

De sterkte van de stroom meet je met een **ampèremeter**.

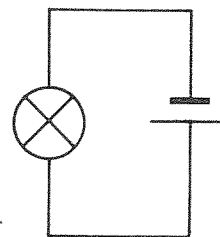
De eenheid van stroomsterkte is de **ampère** (afgekort: A).

Je ziet, dat je de eenheid voluit met een kleine letter aan het begin schrijft en afgekort met een hoofdletter. Dat is altijd zo bij eenheden, die van namen afgeleid zijn.

Om de kring wat eenvoudiger te tekenen maken we gebruik van symbolen. De stroomkring van figuur 3 is als schema getekend in figuur 4.



Figuur 3. Een eenvoudige schakeling



Figuur 4. Het schakelschema ervan.

Het materiaal waardoor de stroom loopt is van belang voor de sterkte van de stroom. Er zijn materialen, die de stroom goed doorlaten. We zeggen: die goed geleiden. Ze heten dan ook **geleiders**. Ook zijn er materialen, die niet goed geleiden, maar isoleren. Die heten **isolatoren**.

De **weerstand** van een lampje of een ander onderdeel van de schakeling bepaalt hoe gemakkelijk of moeilijk de stroom erdoor kan.

Stoffen die goed geleiden hebben een kleinere weerstand. Stoffen, die niet goed geleiden (stoffen die isoleren) hebben een grote weerstand.

De weerstand druk je uit in de eenheid ohm (afgekort Ω).

Een lampje met een weerstand van 200 ohm heeft dus een grotere weerstand dan een lampje van 100 ohm.

Stroom gaat niet vanzelf in een kring lopen.

Je moet de stroom als het ware rondpompen. Het onderdeel, dat je daarvoor gebruikt, kan een batterij zijn. In het algemeen heet zo'n onderdeel een **spanningsbron**. Voorbeelden van spanningsbronnen zijn: een batterij, een accu, een dynamo op een fiets, een zonnecel. Ook het stopkontakt is een spanningsbron, want die is verbonden met dynamo's van de centrale.

De mate, waarin de spanningsbron de lading pompt, noem je de **spanning**. Hoe groter de spanning van de spanningsbron in een stroomkring, hoe groter de stroomsterkte van de stroom. De eenheid van spanning is de **volt** (afgekort: V).

Een platte zakbatterij levert meestal een spanning van 4,5 volt; tussen de polen van het stopkontakt thuis staat een spanning van 220 volt.

Elektrische energie

De lading krijgt van de spanningsbron een hoeveelheid elektrische energie mee. Deze elektrische energie geeft de lading onderweg af aan de onderdelen van de stroomkring. Als de lading weer bij de spanningsbron aankomt, is de energie op. De lading krijgt dan weer een nieuwe hoeveelheid mee.

De hoeveelheid energie wordt uitgedrukt in **joule** (afgekort: J).

Als een onderdeel in de stroomkring van de bewegende lading energie krijgt, kan dat weer omgezet worden in andere vormen van energie.

In een lampje zet je die elektrische energie bijvoorbeeld om in warmte en licht.

Met de elektrische energie van een stroomkring kun je wat doen: een lamp laten branden, een radio laten spelen, een stofzuiger laten zuigen en nog veel meer.

Maar je moet er wel voor betalen.

Elektrisch vermogen

Als je de hoeveelheid energie uitrekent die per seconde is gebruikt, krijg je het **vermogen**.

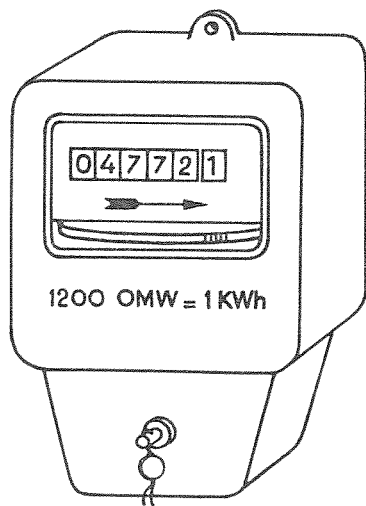
Het vermogen wordt uitgedrukt in de eenheid **watt** (afgekort: **W**).

Je ziet die eenheid staan op bijna alle gloeilampen en elektrische apparaten. Als je in korte tijd veel energie gebruikt, heb je een groot vermogen. Als je diezelfde hoeveelheid energie gebruikt in een langere tijd, heb je een kleiner vermogen.

Men zegt dat een elektrisch apparaat met een vermogen van 1.000 watt (= 1 kilowatt) in één uur een hoeveelheid energie levert van 1 kilowattuur (afgekort: 1 kWh). De kilowattuur is een eenheid van energie.

1 kWh is even veel energie als 3.600.000 J.

Je kunt de hoeveelheid energie die je thuis gebruikt aan elektriciteit aflezen op de **kilowattuurmeter**. Elke keer als de schijf in die meter één keer is rondgedraaid is er 3.000 J aan elektrische energie gebruikt.



Figuur 5. Een kilowattuurmeter.

De elektrische energie kan worden omgezet in warmte.

Dat noem je het **warmte-effekt** van elektrische stroom.

Samenvatting

In deze paragraaf heb je de begrippen lading, stroom, stroomsterkte, spanningsbron, weerstand, elektrische energie en elektrisch vermogen bekeken.

Elk van de genoemde grootheden wordt afgekort met één letter.

Ook elke eenheid bij die grootheid wordt met één letter afgekort.

Hieronder zie je een overzicht van deze afkortingen.

Het symbool voor spanning is: V.

Het symbool voor stroomsterkte is: I.

Het symbool voor elektrische weerstand is: R.

Het symbool voor elektrische energie is: E.

Het symbool voor vermogen is: P.

Grootheid	Afkorting	Eenheid	Afkorting	Voorbeeld
spanning	V	volt	V	$V = 7 \text{ V}$
stroomsterkte	I	ampere	A	$I = 3 \text{ A}$
weerstand	R	ohm	Ω	$R = 12$
elektrische energie	E	joule	J	$E = 160 \text{ J}$
vermogen	P	watt	W	$P = 2 \text{ W}$

Opgaven

1. Wijs in figuur 2 de plus- en de min-pool aan bij elk van de drie getekende batterijen.
2. Noem vijf materialen, die een elektrische stroom goed geleiden en vijf die niet goed geleiden.
3. Meet of schat hoeveel volt de spanning is van:
 - een batterij voor een zaklantaarn,
 - een accu,
 - een fietsdynamo,
 - het stopkontakt.
4. Schrijf de voorbeelden in de samenvatting voluit zoals hieronder is weergegeven:
 $V = 7 \text{ V}$ betekent: de spanning is zeven volt.

Het volgende stuk is misschien nog nieuw voor je. In dat geval kun je het overslaan of wordt het door je leraar of lerares uitgebreider behandeld dan hier staat.

Als je het wel hebt gehad kun je het doornemen, zoals je het vorige stuk ook hebt doorgenomen.

Tussen een aantal grootheden bestaat een verband. Zo'n verband noem je een natuurkundige wet. Bij elektriciteit heb je de volgende wetten:

- de spanning is gelijk aan de stroomsterkte maal de weerstand.

In formule: $V = I \cdot R$

- het vermogen is de gebruikte of geleverde energie gedeeld door de tijd, waarin die energie is gebruikt of geleverd.

Voor het elektrisch vermogen geldt, dat het gelijk is aan de spanning over een apparaat maal de stroomsterkte erdoor.

In formule: $P = V \cdot I$

- de elektrische energie is het vermogen maal de tijd.

In formule: $E = P \cdot t$

Met deze formules kun je een grootheid uitrekenen als de andere twee grootheden bekend zijn.

VOORBEELD 1: De spanning over een lampje is 12 volt.

Er loopt een stroom van 2 ampère doorheen.

Je kunt de weerstand van het lampje berekenen:

$V = I \cdot R$ invullen geeft: $12 = 2 \cdot R$. De weerstand R is dus 6 ohm.

VOORBEELD 2: De stroomsterkte door een lampje is 3 ampère.

De weerstand ervan is 3 ohm.

Je kunt de spanning erover berekenen:

$V = I \cdot R$ invullen geeft: $V = 3 \cdot 3 = 12$ volt.

VOORBEELD 3: De spanning over een lampje is 6 volt.

De weerstand ervan is 3 ohm.

Je kunt de stroomsterkte van de stroom, die erdoor gaat, berekenen:

$V = I \cdot R$ invullen geeft: $6 = I \cdot 3$, dus $I = 2$ ampère.

Opgaven

5. Een lamp brandt op een spanning van 6 volt.

Door de lamp loopt een stroom van 0,2 ampère.

a. Bereken de weerstand van de lamp.

b. Bereken vervolgens het vermogen van de lamp in deze situatie.

6. De spanning over een lamp van 8 ohm is 12 volt.

a. Bereken de stroom, die nu door de lamp loopt.

b. Bereken vervolgens de elektrische energie, die de lamp in 1 minuut (= 60 s) heeft verbruikt.

7. Annelies telt dat de schijf van de kilowattuurmeter in 2 minuten 7 keer ronddraait.

a. Bereken hoeveel energie in die 2 minuten is gebruikt.

b. Bereken vervolgens het elektrisch vermogen van alle apparaten samen die tijdens het tellen aanstonden.

8. In huis branden 3 lampen van 100 watt en 2 van 75 watt.

Hoeveel elektrische energie verbruiken die lampen samen in een half uur?

2. EEN ELEKTRISCH APPARAAT ONTWERPEN

In deze paragraaf onderzoek je hoe je bij het ontwerpen in de techniek gebruik maakt van de natuurkunde die je in paragraaf 1 bestudeerd hebt.

In paragraaf 1 heb je gezien dat een elektrische stroom een warmte-effekt kan hebben.

In huis heb je voor diverse dingen warmte nodig:

- om water voor de was te verwarmen,
- om de schone was te strijken,
- om het water in een koffiezetapparaat warm te maken.

Zo kun je zelf nog veel meer voorbeelden bedenken.

Je kunt op verschillende manieren aan warmte komen. Eén manier is met behulp van elektriciteit. Die manier ga je nu verder bekijken. Je ziet in welke stappen je een elektrisch apparaat ontwerpt.

Als voorbeeld nemen we het ontwerpen van een soort warmhoudplaatje om een pannetje soep op warm te houden.

Wat wil je
ontwerpen?

De **eerste stap** is: je stelt zo precies mogelijk vast wat je wilt ontwerpen.

In dit geval: je wilt iets ontwerpen, waarmee je met behulp van elektriciteit warmte kunt krijgen om een pannetje soep warm te houden.

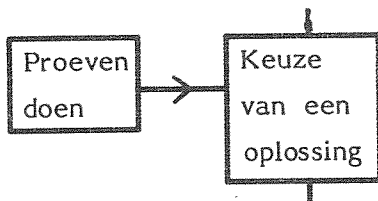
Het apparaat moet de soep op een bepaalde temperatuur houden.

Mogelijke
oplossingen
bedenken

De **tweede stap** is het bedenken van een aantal mogelijke oplossingen.

Je kunt de draad, waardoor de elektrische stroom gaat, maken van koper of ijzer of konstantaan. Dat zijn enkele metaalsoorten, die gemakkelijk in de vorm van draden te kopen zijn.

Je kunt dikke draden nemen, maar ook dunne.



De **derde stap** is het kiezen van de beste oplossing.

Om dat te kunnen doen doe je dikwijls een aantal proeven. In die proeven ga je na welke mogelijke oplossing het best aan je eisen voldoet.

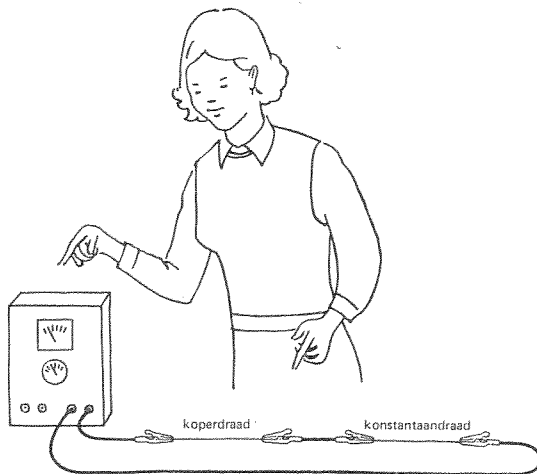
We beginnen met de keuze van het materiaal voor de draden.

Proef 1. Proef met koperdraad en konstantaandraad

Neem een stuk koperdraad en een stuk konstantaandraad, alle met een diameter van 0,3 mm en 50 cm lang.

De diameter staat meestal op het klosje. Je kunt de diameter eventueel meten met een schuifmaat.

Sluit beide draden aan op een spanning van ongeveer 5 volt, zoals in figuur 6 is getekend.



Figuur 6. Proef met een koperdraad en een konstantaandraad.

Voel je verschil in de hoeveelheid warmte, die de draden afgeven ?

Zou je bij het ontwerpen van een warmhoudplaatje kiezen voor koperdraden of voor konstantaandraden ?

De volgende keuze is: kies je dikke of dunne draden ?

Ook voor het beantwoorden van die vraag doe je een proef.

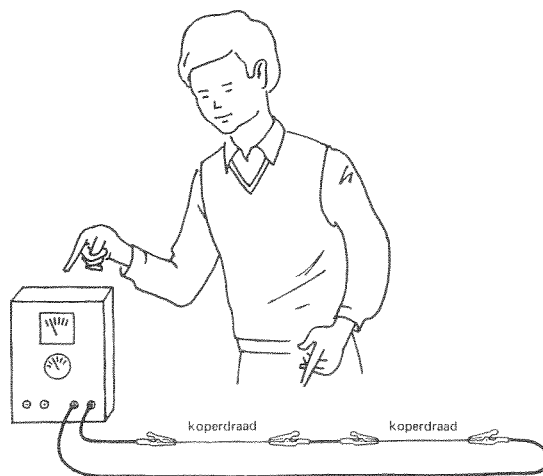
Proef 2. Dik en dun koperdraad

Neem dezelfde koperdraad als in proef 1.

Neem een even lange, maar dunnere koperdraad met een diameter van 0,5 mm.

Sluit weer beide draden aan op een spanning van 5 volt.

Je ziet de nieuwe situatie getekend in figuur 7.



Figuur 7. Proef met twee verschillende koperdraden.

Voel je verschil in de hoeveelheid warmte, die de draden afgeven ?

Kies jij bij het ontwerpen van een warmhoudplaatje voor dikke of dunne draden ?

Je hebt nu een aantal belangrijke keuzen gemaakt.

Uitwerken
en maken

De **vierde stap** is het uitwerken en maken van het ontwerp.

Bij het uitwerken van het ontwerp gaat het in dit geval om de volgende punten:

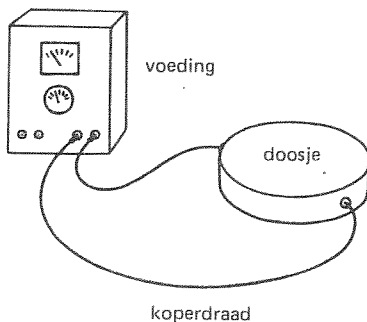
1. kan de warmte-ontwikkeling in de draden nog verbeterd worden,
2. hoe kunnen we ervoor zorgen, dat het apparaat veilig is,
3. hoe zorgen we ervoor, dat de temperatuur konstant blijft,
4. hoe zorgen we ervoor, dat het apparaat er mooi uit ziet ?

1. Je hebt gekozen voor dunne konstaandraden, omdat die de beste warmte-ontwikkeling geven.

Is de warmte-ontwikkeling al voldoende ?

Je kunt het proberen door een model te maken van het warmhoudplaatje.

Proef 3. Een model van een warmhoudplaatje



Neem een metalen doosje of blikje. Laat er een dunne konstantaandraad doorheen lopen. Sluit de draad aan op een spanningsbron van enkele volt. Je ziet de opstelling getekend in figuur 8.

Voel met je hand op het blikje of doosje.

Vind je de warmte-ontwikkeling voldoende ?

Figuur 8. Een model van een warmhoudplaatje.

Je ziet, dat het nuttig is om voordat je een apparaat in elkaar gaat zetten eerst een model te maken. Met het model kun je proberen of het ontwerp voldoet. Dat wordt in de techniek vaak gedaan.

De warmte-ontwikkeling is dus nog niet voldoende.

Kun je enkele manieren bedenken om dat te verbeteren ?

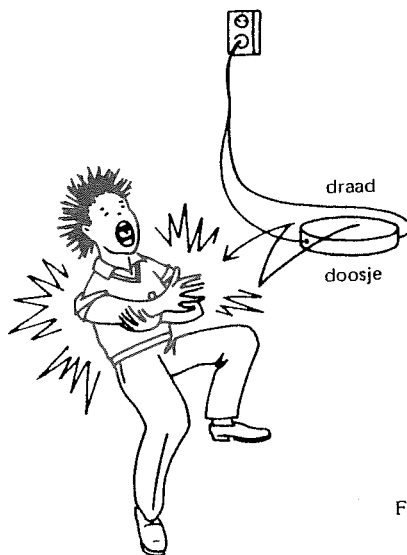
Eén manier is om de konstantaandraad in een spiraal te wikkelen. Je ziet dat ook bij een gloeilamp.

2. Tot nu toe heb je steeds gewerkt met lage spanningen (enkele volt).

Maar als je het apparaat in huis gaat gebruiken wil je de spanning van het stopkontakt gebruiken.

Hoe groot is die spanning ?

Als je het apparaat zo zou maken als je model, zou dat erg gevaarlijk zijn. Je zou een flinke schok kunnen krijgen als je het apparaat beetpakt.



Figuur 9. Een niet-geïsoleerde opstelling.

Wat kun je doen om het apparaat te isoleren (denk aan wat je in paragraaf 1 hebt gelezen over isolatie en geleiding) ?

3. Nu het probleem van de konstante temperatuur.

Als er voortdurend stroom door de draad blijft gaan, wordt die steeds warmer. Maar je wilt dat het pannetje soep niet aan de kook raakt. Je wilt het alleen warm houden.

Als de soep op een bepaalde temperatuur is moet de warmte-toevoer stoppen. De stroom moet dan ingeschakeld worden. Pas als de soep te ver afkoelt, moet de stroom weer gaan lopen.

Kun je zelf een manier bedenken om dat voor elkaar te krijgen ?

Ook hier gebruik je in de techniek weer een eigenschap die je kent uit de natuurkunde: als je een metaal verwarmt, zet het uit.

Plak twee dunne strips van verschillend metaal op elkaar.

De metalen zetten bij verwarming niet even sterk uit.

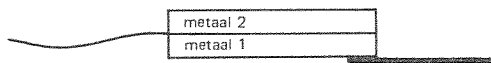
Je noemt dit een **bi-metaal**. 'Bi' betekent 'twee'.

Neem het bimetaal op in de stroomkring.

Dan krijg je de situatie van figuur 10a.

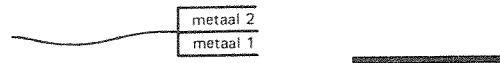
Stel dat metaal 1 meer uitzet dan metaal 2 bij dezelfde temperatuurverhoging.

Leg zelf uit wat er dan gebeurt als er een stroom door het bimetaal loopt. Neem figuur 10b over en maak deze af door de stand van het warme bimetaal te tekenen.



Figuur 10a.

Een bimetaal.



Figuur 10b.

Als de verbinding verbroken is, houdt de stroom op en koelen beide metalen af. Wat gebeurt er dan ?

Deze temperatuur-regeling is een voorbeeld van **terugkoppeling**. De stroom zorgt ervoor dat de temperatuur oploopt. Deze verandering in de temperatuur heeft een invloed terug op de stroom. Het principe van terugkoppeling wordt vaak gebruikt in de techniek.

De schakeling die je nu gebruikt om de temperatuur konstant te houden heet een **thermostaat**. 'Thermo' heeft te maken met de temperatuur (denk maar aan het woord 'thermometer') en 'staat' betekent dat de temperatuur niet verandert, maar 'stilstaat'.

Een thermostaat zorgt er dus voor, dat de temperatuur (ongeveer) konstant blijft. Dat is precies wat je wilt bij je warmhoudplaatje.

4. Tenslotte moet het apparaat er nog mooi uit zien.

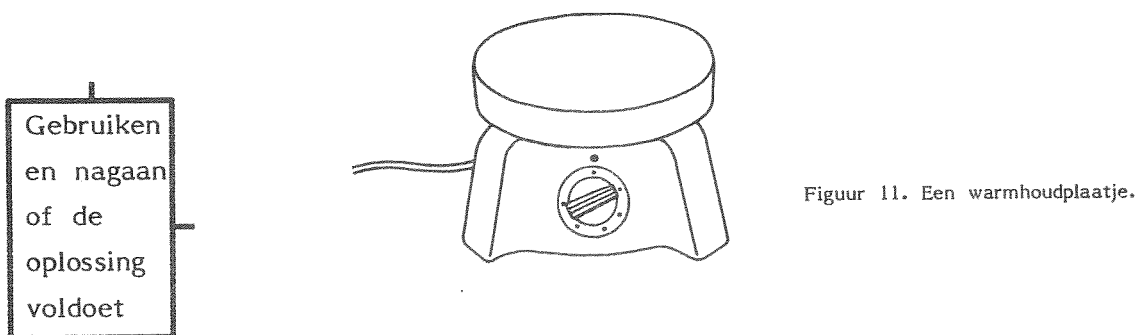
Als je het apparaat zou willen verkopen als een kaal blikje met een draad erdoor, zou niemand het willen gebruiken.

Je wilt, dat de apparaten in huis gebruikt, er aantrekkelijk uit zien. Je wilt een goede **vormgeving** van het apparaat.

Ook aan de bediening van het apparaat moet je bij het ontwerpen aandacht besteden. Het apparaat moet gemakkelijk te bedienen zijn.

Veder moet het apparaat gemakkelijk en goedkoop in grote aantallen te maken zijn.

Het eindprodukt kan eruit zien, zoals in figuur 11 is getekend.



De **vijfde stap** in het ontwerpen is het in gebruik nemen en beoordelen van het apparaat. Het kan zijn, dat al direkt of na een poosje blijkt, dat het niet voldoet. Dan kun je een andere mogelijke oplossing proberen (terug naar stap 3) of eerst nieuwe mogelijke oplossingen bedenken (terug naar stap 2).

Je hebt nu gezien, dat je in de techniek zelf een elektrisch apparaat kunt ontwerpen. Iemand, die zich bezig houdt met het ontwerpen van elektrische schakelingen en apparaten heet een **elektro-technikus**.

Als je iemand kent die dat is, vraag hem of haar wat het inhoudt om een elektro-technikus te zijn. Misschien kun je er een spreekbeurt over houden of laten houden.

Om elektro-technikus te worden kun je naar een technische school gaan, een LTS, MTS of HTS of een Technische Hogeschool, naar de afdeling Elektro-techniek. Er zijn ook speciale opleidingen.

Zoek op wat voor opleidingen.

Zoek uit waar bij jou in de buurt een opleiding voor elektro-technikus is. Je kunt het ook aan de dekaan van je school vragen. Die kan er vast meer over vertellen.

Voor een aantal eenvoudige reparaties aan elektrische apparaten, zoals het aanzetten van een stekker aan een snoer, hoef je geen elektro-technicus te zijn, dat kan ieder meisje en elke jongen zelf doen. In extra stof blad 3 leer je enkele eenvoudige reparaties.

Samenvatting

Aan het voorbeeld van deze paragraaf zie je hoe je te werk gaat in de techniek:

- je stelt eerst vast wat je precies gaat ontwerpen (je wilt een apparaat ontwerpen, dat een pannetje soep warm houdt),
- dan bedenk je een aantal mogelijke oplossingen met behulp van wat je weet uit de natuurkunde (elektrische stroom heeft een warmte-effekt),
- dan kies je de beste oplossing. Daarvoor doe je enkele proeven (uit proeven blijkt, dat je beter een konstantaandraad dan een koperdraad kunt nemen en dat dunne draden meer warmte geven dan dikke),
- vervolgens werk je de gekozen oplossing verder uit. Eventueel maak je een model van het apparaat om te zien of het voldoet (je hebt onderzocht hoe de warmte-ontwikkeling te verbeteren is, hoe het apparaat veiliger gemaakt kan worden, hoe je de temperatuur konstant kunt houden en hoe het apparaat er mooi uit kan zien). Daarna maak je het apparaat,
- tenslotte neem je het apparaat in gebruik. Als meteen of na een poosje blijkt, dat het niet voldoet of dat het beter had gekund, bedenk je een andere mogelijke oplossing of je kiest een andere mogelijke oplossing.

Opgaven

9. Je hebt twee koperdraden.

Eén met een diameter van 0,1 mm, de ander met een diameter van 0,3 mm. De draden zijn even lang.

Je zet de draden zoals getekend in figuur 3 en sluit ze aan op een spanning van 5 volt.

Welke draad geeft de meeste warmte af ?

Welke draad zou je kiezen voor een verwarmingselement ?

10. Zoek op van welk materiaal de gloeidraad van een echt warmhoudplaatje is gemaakt.

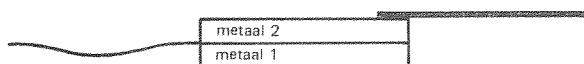
Waarom is dat materiaal gekozen en niet bijvoorbeeld koper ?

11. Twee metalen strips zijn op elkaar geplakt.

Metaal 2 zet sterker uit dan metaal 1.

Je wilt dit bimetaal gebruiken voor een thermostaat.

Moet je het dan monteren zoals getekend in figuur 12 of moet het kontakt van onderen zitten ?



Figuur 12. Het aansluiten van een bimetaal.

12. Je kunt op andere manieren dan met elektriciteit warmte krijgen om een pannetje soep warm te houden.

a. Noem enkele andere mogelijkheden dan elektriciteit.

b. Hoe doe je het thuis ?

c. Als je moet kiezen voor één van die mogelijkheden, waar let je dan op ?

13. Welke dingen zijn belangrijk om op te letten als je bij het ontwerpen van een apparaat met de vormgeving bezig bent ?

Ga bij een bestaand warmhoudplaatje na, wat de ontwerpers en ontwerpsters eraan gedaan hebben om het uiterlijk ervan aantrekkelijk te maken.

14. Bij sommige apparaten lijkt het wel of er een heel dikke draad of buis gebruikt wordt als verwarmingselement.

Denk bijvoorbeeld aan de verwarmingsbuis in een straalkachel.

In de proeven heb je gevonden dat een dunne draad meer warmte afgeeft dan een dikke. Is er een fout gemaakt in het apparaat of zijn onze konklusies niet juist ?

3. HET KOFFIEZETAPPARAAT

Koffie zetten deed je vroeger met de hand. Je verwarmde water in een ketel. Als het water kookte, goot je bij beetje het water op het filter met koffie.

De koffie hield je warm met een warmhoudplaatje.

In de techniek is een apparaat ontworpen dat al die handelingen verricht: het koffiezetapparaat.

In deze paragraaf zie je, hoe het koffiezetapparaat is ontworpen.

Uit paragraaf 2 weet je dat het ontwerpen altijd begint met precies vast te stellen wat je gaat ontwerpen. In dit geval is dat: een apparaat, dat water verwarmt en vervolgens in beetje opgiet op een filter. Het moet ook het water, dat door het filter gelopen is, warm houden (stap 1).

Voor dit ontwerp-probleem kun je twee mogelijke oplossingen bedenken (stap 2). Vervolgens maak je een keuze uit de mogelijke oplossingen. Om dat goed te kunnen doen, doe je enkele proeven (dat was stap 3).

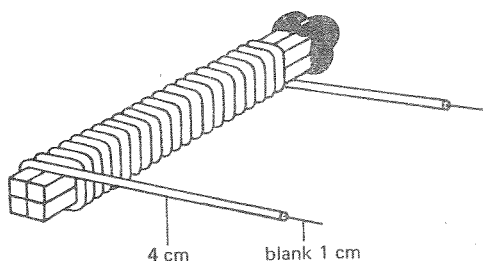
De eerste mogelijke oplossing is: het water aan de kook brengen en de stoom neer laten slaan boven het filter. Deze mogelijkheid test je in proef 1.

De andere mogelijkheid zul je zien in proef 4.

Proef 4. Eerste mogelijke oplossing voor het koffiezetapparaat

Je hebt nodig: 25 cm geïsoleerd koperdraad,
4 lucifers,
2 krokodillebekken, verbindingsdraden,
1 bekerglas van 100 ml,
1 thermometer,
een spanningsbron van 5 volt,
een roerstaaf.

Maak aan weerszijde van het geïsoleerde koperdraad 1 cm blank.



Wikkel het koperdraad om de 4 lucifers. Zorg ervoor dat je aan weerszijde 4 cm over houdt.

Leg het geheel op de bodem van een bekerglas. Vul het bekerglas (zorg ervoor, dat de spoel zich in zijn geheel onder water bevindt).

Figuur 13. Een zelfgemaakte spoel.

Sluit de uiteinden van de koperdraad aan op een spanningsbron met behulp van de krokodillebekken en draden.

Roer steeds het water met de roerstaaf (niet met de thermometer).

Wat gebeurt er met de temperatuur van het water ?

Je kunt op deze manier water verwarmen.

Je gebruikt het warmte-effekt van elektrische stroom.

Zal dit in een echt koffiezetapparaat ook zo gebeuren ?

Waarom wel of waarom niet ?

Nu moet het water zo lang verwarmd worden tot het gaat koken en er stoom ontstaat.

Als je boven het kokende water een metalen plaatje houdt, komt de waterdamp daartegen aan en gaat kondenseren.

Laat het metalen plaatje schuin aflopen zodat de waterdruppels in een tweede bekersglas ernaast terecht komen.

Wat is het belangrijkste nadeel van deze oplossing voor het opgieten van het water ?

Hoeveel tijd zou het kosten om op deze manier een flinke kan koffie te zetten ?

Vind je dit een geschikte oplossing ?

Proef 5. Tweede mogelijke oplossing voor het koffiezetapparaat

Voor de tweede mogelijke oplossing gebruik je weer iets uit de natuurkunde: in kokend water stijgen dampbellen op, die warm water mee naar boven nemen. Warm water stijgt bovendien vanzelf ook al in koud water, omdat het soortelijk licht is dan koud water.

Je hebt nodig: een 100 ml kolf,

een kurk met twee gaten, waarin

2 glazen buisjes passen met een lengte van 25 cm,

een trechter,

een rubber slangetje,

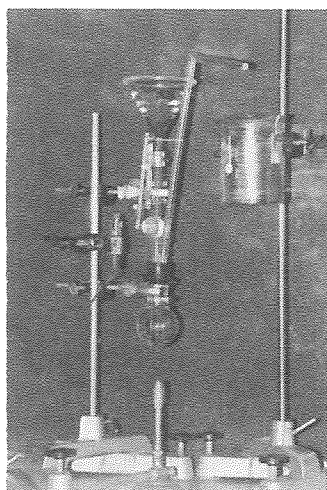
een 100 ml bekersglas,

een thermometer,

statieven met klemmen,

een gasbrander met driepoot en gaasje.

Maak de opstelling, zoals je die in figuur 14 ziet.



Figuur 14. Proefopstelling bij proef 5.

Draai (als dat nog niet gedaan is) de twee glazen buisjes door de kurk. Het ene buisje moet veel dieper in de kolf steken dan het andere. Pas op dat het glas niet breekt.

Bevestig de trechter met behulp van de rubberslang aan de glazen buis, die het diepst in de kolf steekt.

Zorg ervoor, dat de trechter met behulp van het statief 1 cm onder het uiteinde van de andere buis zit.

Bevestig met die andere buis een rubberslang en laat die uitkomen in het bekeerglas.

Vul langzaam de trechter met water. Zorg ervoor dat het water tot in de trechter zit.

Verwarm nu de kolf met water.

Beschrijf precies wat je allemaal ziet gebeuren in de kolf.

Hoe wordt het warme water uiteindelijk opgegoten ?

Meet de temperatuur van het water dat in het bekeerglas terecht komt.

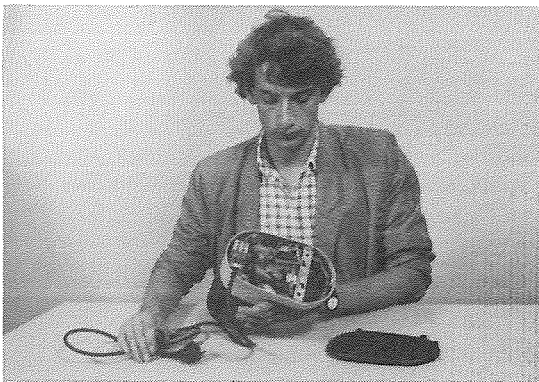
Vul eventueel tussentijds wat water in de kolf bij.

Waarom is deze mogelijke oplossing beter dan die van proef 4 ?

De keuze valt dus op de tweede mogelijke oplossing.

De volgende stap is nu het uitwerken van de gekozen oplossing.

Om te zien, wat er verder aan een koffiezetapparaat is toegevoegd bij de uitwerking van de gekozen oplossing kun je het best zelf een oud koffiezetapparaat uit elkaar halen.



Figuur 15. Een oud koffiezetapparaat uit elkaar halen.

Haal een oud koffiezetapparaat uit elkaar en bekijk precies hoe het er van binnen uit ziet. Je kunt het beste de onderkant eraf schroeven.

Kijk bijvoorbeeld hoe de verwarmingsspiralen lopen en hoe het water door de buizen loopt.

Hoe wordt het opgegoten en doorgelopen water warm gehouden ?

Als je geen echt koffiezetapparaat hebt, kun je ook de werktekening in de handleiding van je lerares of leraar bekijken.

Bij het uitwerken van het ontwerp hoort ook de vormgeving. Het is belangrijk dat het koffiezetapparaat er mooi uit ziet en plezierig te bedienen is.

Ga bij een bestaand koffiezetapparaat na wat men eraan gedaan heeft om het koffiezetapparaat een aantrekkelijk uiterlijk te geven.

Wat is eraan gedaan om ervoor te zorgen, dat het prettig te bedienen is.

In de techniek wordt tegenwoordig veel aandacht aan dit onderdeel (kun je het apparaat prettig bedienen) van het ontwerp besteed. Het onderdeel van de techniek, dat zich ermee bezig houdt, heet de **ergonomie**. Je komt die naam vast wel eens tegen, wanneer je in een tijdschrift iets leest over het ontwerpen in de techniek.

Samenvatting

In deze paragraaf heb je gezien hoe een koffiezetapparaat water verwarmt en het dan in beetjejes opgiet in het filter.

Je gebruikt bij het ontwerpen van het koffiezetapparaat dingen die je weet uit de natuurkunde: het warmte-effekt van elektrische stroom, dampbellen bij het koken van water en die stuwen warm water mee omhoog.

Opgaven

15. Hoe ontstaat het 'pruttelen' van een koffiezetapparaat ?

16. In de proeven heb je twee aparte warmte-bronnen gebruikt om water in de kolf te verwarmen en de koffie in het bekeerglas warm te worden.
 - a. Kan dat ook met één warmte-bron ?
 - b. Welke voor- en nadelen heeft dat.
17. Hoe groot is het vermogen (in watt) van een koffiezetapparaat ?
Vergelijk dat met het vermogen van een gloeilamp en een stofzuiger.
Vind je dat een koffiezetapparaat een groot vermogen heeft ?
18. Bereken hoe duur het gebruik van een koffiezetapparaat in één maand is.
Zoek daarvoor eerst het vermogen van het koffiezetapparaat op en schat vervolgens hoe lang het per dag aanstaat.

4. HET STRIJKIJZER

De mens heeft altijd al kleding gedragen. Om zich warm te houden of om niet vuil te worden. Of omdat we ons lichaam niet zomaar aan iedereen willen laten zien.

Hoe voorzichtig we ook met onze kleren omgaan, ze worden op den duur toch vuil. Daarom moeten ze gewassen worden.

Na het wassen moeten we ze eerst laten drogen. Een deel van het wasgoed moeten we bovendien strijken voordat we de schone kleren weer aantrekken. Deze paragraaf gaat over een apparaat, dat in de techniek is ontworpen om kledingstukken en ander wasgoed te strijken: het elektrisch **strijkijzer**.

Bij het ontwerpen van het strijkijzer stel je weer eerst vast wat je precies gaat ontwerpen. In dit geval is dat: een apparaat, dat een glad oppervlak warm houdt op een bepaalde temperatuur.

Mogelijke oplossingen zijn: het gladde oppervlak een tijdje op een kachel zetten, zodat het goed warm is. In oude strijkijzers zie je die mogelijkheid toegepast.

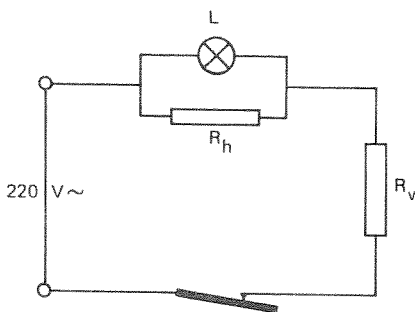
Maar in modernere strijkijzers zie je een andere mogelijkheid toegepast: het gladde oppervlak wordt elektrisch verwarmd.

Je maakt daarbij gebruik van het warmte-effekt van elektrische stroom.

Kleren mogen niet allemaal even heet gestreken worden. Je moet de temperatuur van het strijkijzer kunnen regelen. Bij het ouderwetse strijkijzer kon dat niet. Door gebruik te maken van elektriciteit kan het wel.

Bij paragraaf 2 heb je gezien, dat je daarvoor een **thermostaat** kunt gebruiken.

Van de stroomkring van een strijkijzer kun je met symbolen een schema tekenen. Dat ziet er dan uit, zoals in figuur 16 getekend is.



Figuur 16. Het schakelschema van een strijkijzer.

In dit schema zijn twee dingen meer getekend dan we voor een strijkijzer nodig hebben: de weerstand R_h en het lampje L.

Deze onderdelen behoren tot de uitwerking van het ontwerp.

Leg zelf uit dat lampje L uitgaat als het strijkijzer op temperatuur is.

Leg uit, dat het strijkijzer ook werkt als het lampje stuk is.

Je moet nu het volgende probleem oplossen: hoe kun je de thermostaat zó maken dat je kunt regelen bij welke temperatuur de stroom in- en uitschakelt.

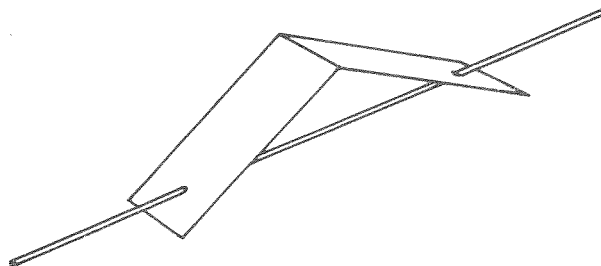
De thermostaat van een strijkijzer werkt zó:

de zool van een strijkijzer wordt langer als hij warmer wordt (metalen zetten immers uit bij verwarmen).

Op de zool, binnen in het strijkijzer, zit een stukje **invar**.

Dat is een materiaal, dat bijna niet uitzet bij verwarmen. In dat stukje invar zit een knik.

Als de zool langer wordt, buigt die knik recht. Hoe dat gaat kun je eenvoudig zien als je een stukje gebogen karton door een elastiekje steekt, zoals dat in figuur 17 is getekend.



Figuur 17. Proef met elastiek.

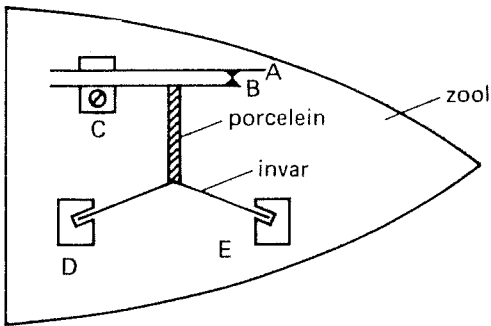
Als je het elastiekje uitrekt, zie je dat het karton recht wordt gebogen. Datzelfde gebeurt met het stukje invar in het strijkijzer.

In figuur 18 zie je het stukje invar in het strijkijzer. A en B zijn verende kontakten, die elkaar raken. Daardoor loopt er een stroom door het verwarmingselement.

Als de zool warm wordt, zet hij uit, de blokje D en E gaan uit elkaar en het stukje invar trekt recht.

Daardoor wordt B van A afgetrokken. Het contact is dan verbroken en de stroom stopt.

Als de zool afkoelt zullen A en B weer kontakt maken en dan begint het opnieuw.



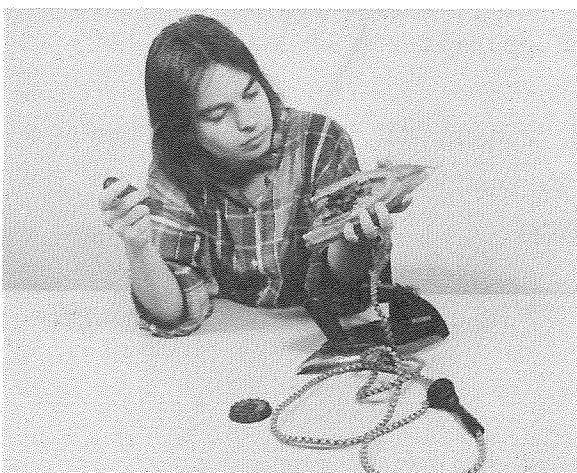
Figuur 18. De thermostaat in een strijkijzer.

A en B zijn vastgeklemd in een houder C van isolerend materiaal. De houder C wordt vastgeschroefd op de zool.

C wordt zo vastgezet dat de kontakten pas van elkaar af gaan als het strijkijzer op temperatuur is.

Maak een oud strijkijzer van onderen open en vergelijk wat je ziet met figuur 18.

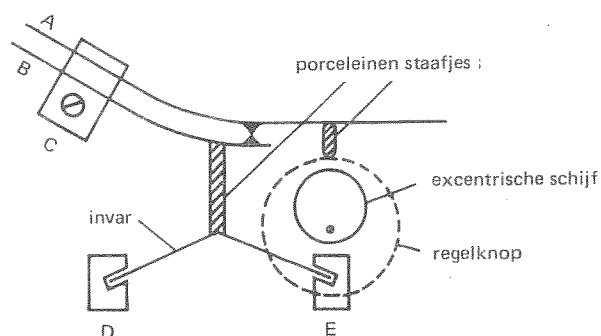
Herken je de verschillende onderdelen ?



Figuur 19. Een oud strijkijzer openmaken.

Als je verder niets verandert aan deze thermostaat blijft hij altijd op deze temperatuur werken. Dat gaan we veranderen. Je wilt de temperatuur zelf kunnen instellen.

In figuur 20 zie je hoe dat gaat.



Figuur 20. Een regelbare thermostaat.

Kontakt A is iets langer dan kontakt B. Dat stukje extra van kontakt A gebruiken we om A tegen te houden als de temperatuur hoger wordt dan wij willen.

Dat tegenhouden gebeurt met een tweede porceleinen staafje.

Aan de regelknop, die boven op het strijkijzer zit, maken we een ronde schijf vast, die vlak boven de zool in het strijkijzer komt te zitten. Die ronde schijf maken we niet in zijn middelpunt (of centrum) vast. Hij draait om een punt ergens uit het midden (je noemt zo'n schijf een **excentrische** schijf).

Maak zelf zo'n schijf door een rond stukje karton vast te prikken door een punt, niet in het midden. Draai de schijf rond om te zien wat zo'n exentrische schijf doet bij ronddraaien.

Het tweede porceleinen staafje komt tussen de rand van de schijf en het overstekende stukje van A in te zitten.

Nu kun je door de schijf te draaien ervoor zorgen, dat kontakt B bij een hogere en lagere temperatuur al los komt van kontakt A. De temperatuur is nu regelbaar. Dat wil je ook bij een strijkijzer.

Als je een defekt strijkijzer zelf wil repareren, blijf dan van de regelbare thermostaat af. Om die goed in te stellen heb je speciaal gereedschap nodig. Als je dat zelf verkeerd zou doen, heb je kans, dat je vader als hij zijn overhemd strijkt er een gat in brandt.

Bij het ontwerpen van het strijkijzer is, net als bij het warmhoudplaatje en het koffiezetapparaat, de vormgeving van belang.

Het strijkijzer moet er mooi uit zien. Het moet ook goed te hanteren zijn. Je moet je niet gemakkelijk aan de hete onderdelen kunnen branden. Het moet niet te zwaar zijn. En zo kun je nog een aantal eisen opnoemen. Bedenk nog een aantal eisen.

Tot nu toe ging het steeds over elektrische apparaten die het warmte-effekt van elektrische stroom gebruiken. Er zijn ook veel elektrische apparaten, die het magnetisch effect van elektrische stroom gebruiken. Over die apparaten lees je in extra stof blad 2.

Samenvatting

In deze paragraaf heb je gezien hoe een strijkijzer werkt.

Een strijkijzer bestaat uit enkele belangrijke onderdelen:

- de zool, waarmee je strijkt,
- een verwarmingselement,
- een regelbare thermostaat.

De werking van de thermostaat ken je al van paragraaf 2.

In deze paragraaf heb je gezien, dat je de temperatuur waarbij het contact verbroken wordt kunt instellen.

Opgaven

19. Waarom moet een deel van het wasgoed wel en een ander deel niet gestreken worden ?
20. Welke stoffen mag je wel en welke mag je niet heet strijken ?

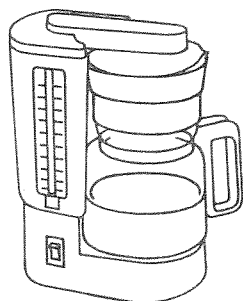
21. Waarom is de zool van een strijkijzer van metaal gemaakt ?
22. Waarom is het staafje tussen de excentrische schijf en kontakt A van porcelein ?
23. Als je de schijf in figuur 20 een halve slag draait, wordt de temperatuur waarop het strijkijzer staat ingesteld dan hoger of lager ?
24. Welke energie-omzettingen vinden plaats in een strijkijzer ?
25. Is een strijkijzer veilig voor kleine kinderen ?
Wat is er aan gedaan om een strijkijzer veilig te maken ?
Zou je iets kunnen ontwerpen om het nog veiliger te maken ?
26. Op een strijkijzer staat: 1 kW.
 - a. Hoeveel energie wordt er per seconde in het verwarmingsselement omgezet als het strijkijzer aanstaat ?
 - b. Hoeveel energie wordt er dan in 1 uur omgezet ?
 - c. De kWh-meter geeft na 1 uur strijken aan dat er maar 1.000.000 joule elektrische energie is verbruikt.
Hoe kan dat ?
 - d. Hoe duur is het gebruik van het strijkijzer per uur (gebruik de uitkomst van c) ?
Zoek daarvoor uit wat 1 kWh elektrische energie kost.

5. HET GEBRUIK VAN ELEKTRISCHE APPARATEN IN HUIS

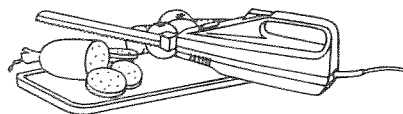
Er zijn veel apparaten in het dagelijks leven, die werken met elektriciteit. Zonder die elektrische apparaten zou ons leven er heel anders uitzien.

Van een heleboel apparaten kun je je afvragen of ze nu werkelijk nodig zijn. Voor sommige mensen misschien wel, maar voor anderen niet.

Een elektrisch mes is niet nodig voor iemand die genoeg kracht in haar of zijn handen heeft om zelf een stokbrood te snijden. Maar voor iemand met reumatiek kan een elektrisch mes een uitkomst zijn.



Figuur 21a. Een koffiezetapparaat.



Figuur 21b. Een elektrisch mes.

Het is belangrijk, dat je zelf nadenkt over het gebruik van allerlei elektrische apparaten in huis. Sommige apparaten heb je echt nodig, andere niet. Dan is het beter alleen die apparaten te gebruiken, die je nodig hebt. Sommige apparaten kunnen nodig zijn voor je ontspanning, bijvoorbeeld een stereo-installatie. Of niet soms ?

Bij de opgaven van deze paragraaf gaat het over het zinvol gebruik van elektrische apparaten in huis.

Maak ze niet alleen, maar pas ook toe wat er staat.

Opgaven

27. Maak een overzicht van alle elektrische apparaten, waarmee jij in een hele dag in aanraking komt.

Zet bij elk apparaat of jij het zelf echt nodig hebt of niet.

28. Er worden steeds meer apparaten bedacht. In extra stof blad 1 kijk je naar de geschiedenis van de elektrische apparaten.
Veel apparaten, die je in de vorige opgave opgeschreven hebt, zijn minder dan 25 jaar oud.
Schrijf achter de apparaten, die je in de vorige opgave hebt genoteerd of het gebruik van die apparaten ouder is dan 25 jaar of minder oud (in de vorm, waarin je ze nu kent; het principe van een apparaat is vaak ouder).
29. Er zijn twee typen kWh-meters: een enkel tarief meter en een dubbel tarief meter. Met de dubbel tarief meter kun je bepalen hoeveel je gebruikt hebt tijdens goedkope uren (00.00-07.00 uur en 23.00-24.00 uur). Onderzoek of jullie thuis een enkel of een dubbel tarief meter hebben. Waarom zijn er dubbel tarief meters denk je ?
30. Wanneer er veel elektrische energie gebruikt wordt door de bevolking moet er veel elektrische energie geleverd worden.
In de krant lees je vaak over dit probleem.
Sommige mensen zeggen, dat het nodig is om meer kerncentrales te bouwen om aan de energie-behoefte te voldoen.
Anderen zeggen, dat we maar wat zuiniger moeten doen, en ook soberder moeten leven, zodat die centrales niet gebouwd hoeven te worden.
Hoe denk jij daarover ?
31. Vraag of ze thuis de jaarrekening van het afgelopen jaar van het elektriciteitsbedrijf nog hebben.
Lees daarop af hoeveel kWh er gebruikt is in dat jaar.
Probeer te controleren of dat ongeveer kan kloppen.
Ga daarvoor van alle apparaten na wat het vermogen ervan is.
Maak daarna een schatting van het aantal uren dat ze het afgelopen jaar aangestaan hebben.

6. NATUURKUNDE EN TECHNIEK

In dit lespakket gaat het over natuurkunde en techniek.

In deze paragraaf lees je eerst wat natuurkunde en techniek met elkaar te maken hebben. Je leest er wat techniek betekent.

Daarna lees je hoe je in de techniek iets ontwerpt. Het ontwerpen is erg belangrijk in de techniek. In paragraaf 2 heb je zelf iets ontworpen.

Aan het eind van deze paragraaf vind je enkele opgaven en opdrachten. Daarmee kun je nagaan of je deze paragraaf hebt begrepen.

Natuurkunde en techniek

Het lespakket, dat je nu voor je hebt, is er één uit een serie, die heet: Natuurkunde en Techniek.

Deze serie is bedoeld voor gebruik bij het vak natuurkunde. In het dagelijks leven kom je veel in aanraking met verschijnselen, die je in het vak natuurkunde probeert te begrijpen.

Je komt ook veel met de techniek in aanraking. De techniek heeft te maken met de manier waarop je je kleedt, de manier waarop je van huis naar school gaat, de manier waarop je je vrije tijd doorbrengt.

De natuurkunde speelt een belangrijke rol in de techniek.

Op school bereidt je je voor op je toekomstig beroep. Bij veel beroepen is de techniek erg belangrijk. Misschien werk jij later wel in de techniek.

In de lessen Natuurkunde en Techniek leer je dingen over techniek. Je krijgt een indruk van wat techniek is, en wat natuurkunde met techniek te maken heeft.

Wat is techniek?

Bij techniek moet je niet altijd denken aan grote en ingewikkelde dingen. Soms is techniek inderdaad groot en ingewikkeld. Denk aan grote, ingewikkelde machines in de industrie.

Maar vaak is techniek heel eenvoudig. Als je iets bedenkt, ontwerpt, maakt en gebruikt, spreek je van techniek. Dat kan bijvoorbeeld een simpele boekenplank voor je kamer zijn of een brievenstandaard. In dit lespakket was het een warmhoudplaatje.

Mensen zijn altijd bezig geweest om dingen te bedenken, te ontwerpen en te maken. Techniek is dus heel oud.

Techniek is niet alleen voor jongens. Ook meisjes kunnen dingen bedenken, ontwerpen en maken. Ook als meisje kun je een technische opleiding volgen en in de techniek gaan werken.

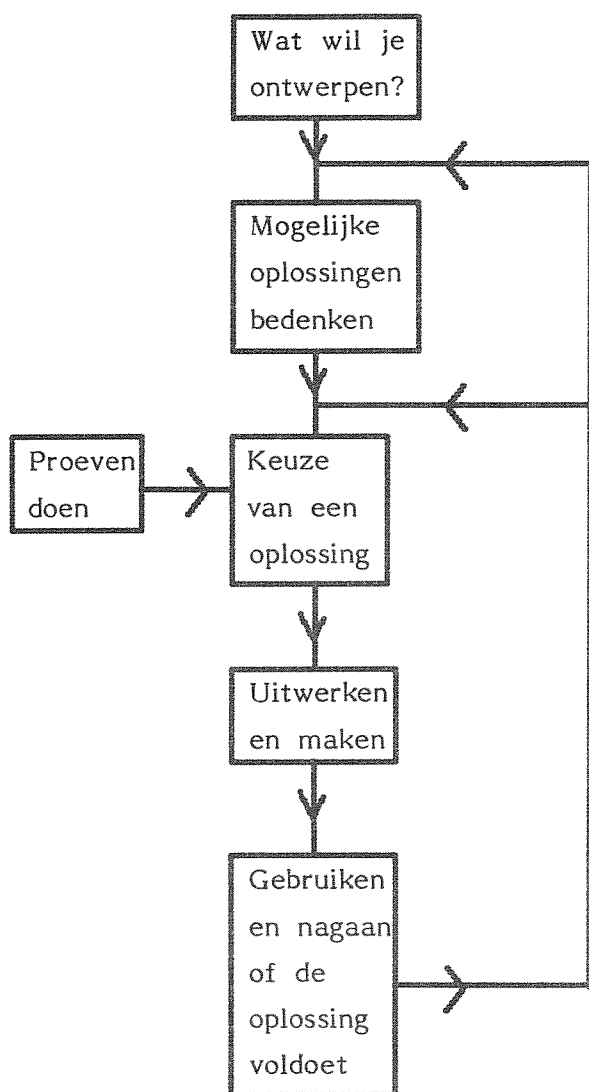
Bij techniek denk je al gauw aan machines en apparaten. Die horen zeker ook bij de techniek. Maar in de eerste plaats gaat het in de techniek om mensen, die dingen bedenken, ontwerpen, maken en gebruiken. Dat zijn machines en apparaten, maar ook een fiets, een pan en schoenen. Als je in de techniek werkt, ga je net zo goed met mensen om als met machines.

Bij het ontwerpen van technische dingen gebruik je dikwijls kennis uit de natuurkunde. Voorbeelden daarvan vind je steeds in de lessen over Natuurkunde en Techniek. Je bent ze in de vorige paragrafen steeds tegengekomen.

Omgekeerd gebruik je in de natuurkunde vaak technische voorwerpen: bijvoorbeeld een liniaal om lengtes te meten, of een batterij om spanning te krijgen.

Ontwerpen in de techniek

In paragraaf 2 heb je zelf een soort warmhoudplaatje ontworpen. Dat ging in een reeks stappen. In figuur 22 zie je een tekening, die aangeeft welke stappen dat zijn. Zo'n tekening heet een **stroomdiagram**. Als je de pijltjes in het diagram volgt, kom je alle stappen tegen, die je bij het ontwerpen in de techniek doorloopt.



Figuur 22. Ontwerpen in de techniek.

Het ontwerpen begint altijd met precies vast te stellen wat je wilt ontwerpen. Daarbij bedenk je aan welke eisen het moet voldoen: hoe duur mag het worden, hoe lang moet het meegaan, is het makkelijk te maken, ziet het er mooi uit ?

Vervolgens bedenk je enkele mogelijke oplossingen. Daarbij gebruik je je fantasie. Vaak helpt het om te denken aan voorwerpen, die je al kent of dingen, die je weet uit de natuurkunde.

Daarna kies je de beste oplossing. Om uit te vinden wat de beste oplossing is, doe je vaak proeven. Soms maak je een model van wat je wilt ontwerpen en doet daarmee proeven.

Je werkt vervolgens de gekozen oplossing verder uit en maakt het voorwerp. Je brengt zonodig verfijningen en verbeteringen aan.

Dan neem je het voorwerp, dat je hebt gemaakt, in gebruik.

Soms blijkt meteen, dat het niet voldoet.

Dan ga je terug naar de derde stap: je kiest een andere mogelijke oplossing of je bedenkt nog andere mogelijke oplossingen (je gaat dan terug naar de tweede stap).

Het komt voor, dat je pas na een poosje ontdekt, dat het toch beter of mooier had gekund. Ook dan ga je enkele stappen terug in het diagram.

Opgaven

32. Noem voorbeelden waaruit blijkt, dat primitieve volken ook al techniek bedreven.
33. Wat zijn volgens jou verschillen tussen de techniek van vroeger en de moderne techniek ?
34. Ken jij meisjes of vrouwen, die een technische studie volgen of een technisch beroep uitoefenen ?
Hoe vinden ze het om techniek te studeren of in de techniek te werken ?
35. Verzamel een week lang alle berichten in de krant, die met techniek te maken hebben.
36. Hoe zou het komen, dat veel jongens en meisjes bij techniek alleen aan apparaten en machines denken ?
37. Vind je dat een pollepel met techniek te maken heeft ?
En een plastic bekertje ?
Leg uit waarom je dat vindt.

HERHAALSTOF

1. BEGRIPPEN UIT DE NATUURKUNDE

Als je begrippen uit paragraaf 1 moeilijk te begrijpen vond, kan dit herhaalblad je helpen.

In dit herhaalblad gaat het over de begrippen elektrische stroom, spanning(sbron), weerstand en het warmte-effekt.

Om dat beter te begrijpen kun je de elektrische stroom vergelijken met een stroom van water in een waterleiding.

Het water in een waterleiding zal niet zomaar gaan stromen.

Daarvoor is iets nodig dat het water rondpompt.

Een batterij in een stroomkring kun je vergelijken met een pomp.

Zoals een waterpomp het water in de leiding rondpompt, pompt een spanningsbron de lading rond in een stroomkring.

Wijde buizen laten het water beter door dan smalle buizen.

Dat kun je vergelijken met de weerstand in een elektrische stroomkring.

Hoe groter de weerstand, hoe moeilijker de stroom er door kan.

Het water krijgt van de pomp energie mee. Onderweg staat het de energie af. Als het water weer bij de pomp is, krijgt het weer nieuwe energie.

Zo staat ook de lading de energie van de spanningsbron onderweg af aan de onderdelen van de schakeling. Een deel wordt afgestaan in de vorm van warmte. Dat noem je het warmte-effekt van elektrische stroom. Je voelt, dat de draden warm worden als de stroom groot genoeg is.

De energie die per seconde wordt afgestaan noem je het vermogen.

Opgaven

1. Vul de onderstaande tabel verder in:

in het watermodel kun je	bij elektriciteit vergelijken met
het water	de lading
een pomp	
het smal of breed zijn van de buis	
de kracht waarmee de pomp pomt	
	het warmte-effekt van elektrische stroom

2. Anneke heeft een batterij en twee lampjes.

Lampje 1 heeft een grotere weerstand dan lampje twee.

Welk van de lampjes kun je vergelijken met een dunne buis, waar water door gaat en welke met een dikke buis ?

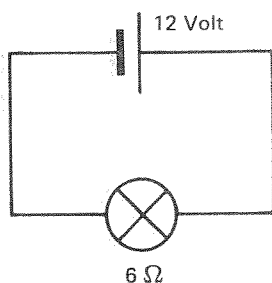
Welk van de lampjes laat het gemakkelijkst de stroom door als Anneke het aansluit op de batterij ?

3.

Piet heeft de bij deze opgave getekende schakeling gebouwd.

Hij wil weten hoe groot de stroom is die in de kring loopt.

Bereken dat voor hem.



Figuur 23. Een spanningsbron van 12 volt en een weerstand van 6 ohm.

HERHAALSTOF

2. EEN ELEKTRISCH APPARAAT ONTWERPEN

In paragraaf 2 heb je gezien in welke stappen je zelf een eenvoudig elektrisch apparaat kunt ontwerpen. Je maakt daarbij gebruik van wat je weet uit de natuurkunde.

Als je dat moeilijk vond, kan dit herhaalbad je helpen.

Dit herhaalblad gaat over het ontwerpen van elektrische apparaten.

Hieronder zie je elk stap bij het ontwerpen aan de hand van een voorbeeld.

Stap 1. Wat wil je precies ontwerpen ?

Stel, je wilt een elektrisch apparaatje ontwerpen, waarmee je in een bekersglas water kan verwarmen.

Stap 2. Bedenk mogelijke oplossingen.

Je weet dat een draad waar een elektrische stroom door gaat, warm wordt.

Je kunt kiezen uit verschillende materialen: koper, ijzer, konstantaan.

Je kunt ook de dikte van de draad kiezen.

Stap 3. Kies de beste oplossingen; doe daarvoor eventueel proeven.

Je kunt een proef doen, waarbij je een koperdraad en een konstantandraad achter elkaar aansluit op een spanningsbron. De draad, die het warmst wordt is het meest geschikt.

Je kunt ook een proef doen, waarbij je een dikke en een dunne draad achter elkaar aansluit op een spanningsbron. De draad die het warmst wordt is weer de beste.

Stap 4. Werk de gekozen oplossing verder uit.

Je kunt daarbij denken aan het volgende: als je de draad in spiraalvorm wikkelt wordt er meer warmte op een bepaalde plaats ontwikkeld.

Ook de vormgeving van het apparaat is belangrijk. Het moet goedkoop en in grote hoeveelheden te maken zijn.

Stap 5. Je neemt het apparaat in gebruik en beoordeelt het.

Soms blijkt dan meteen, dat het niet voldoet. Dan probeer je een andere mogelijke oplossing (terug naar stap 3) of je bedenkt andere mogelijke oplossingen (terug naar stap 2).

Opgave

In paragraaf 2 heb je een warmhoudplaatje ontworpen.

Schrijf alle bovenstaande stappen uit voor het ontwerpen van een warmhoudplaatje.

HERHAALSTOF

3. KOFFIEZETAPPARAAT EN STRIJKIJZER

In de basisstof heb je gezien hoe een koffiezetapparaat en een strijkijzer in elkaar zitten. Als je dat nog lastig vond, doe dan dit herhaalblad. Daar vind je alles nog eens.

A. Het koffiezetapparaat.

Bij het ontwerpen van een koffiezetapparaat begin je met precies vast te stellen wat je gaat ontwerpen: iets dat water verwarmt en in beetje opgiet op een filter.

Je bedenkt mogelijke oplossingen. In paragraaf 3 heb je er twee gezien: water laten verdampen en boven het filter laten neerslaan, of warm water door kookbellen laten meeslepen in een overlooppijpje.

Omdat de eerste mogelijkheid te tijdrovend is, kozen we de tweede oplossing.

Toen volgde het uitwerken van de gekozen oplossing: het warm houden van de koffie, de vormgeving.

Bij het in gebruik nemen van het koffiezetapparaat ga je na of het voldoet aan de eisen. Zo niet, dan breng je verbeteringen aan.

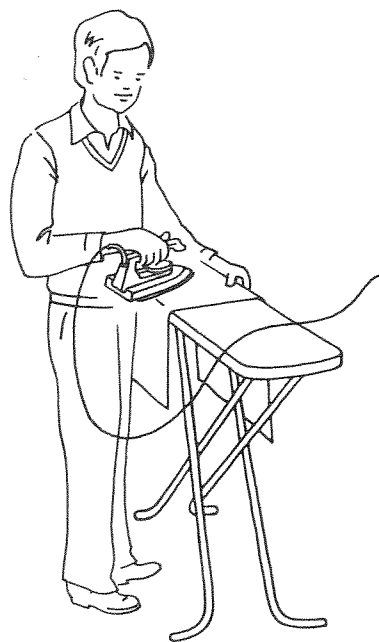
B. Het strijkijzer.

Bij het strijkijzer begint het ontwerpen eveneens met vast te stellen wat je wilt ontwerpen: iets dat een metalen zool verwarmt en op temperatuur houdt.

Mogelijke oplossingen zijn: op het vuur zetten of elektrische stroom gebruiken.

Het eerste biedt niet de mogelijkheid om een konstante temperatuur te krijgen. Daarom kozen we de tweede oplossing.

Bij het uitwerken van de gekozen oplossing ging het om de thermostaat en de instelling van de thermostaat. Ook de vormgeving en de veiligheid zijn weer van belang.



Figuur 24. Het strijkijzer.

In paragraaf 2 heb je een thermostaat gezien, die met een bimetaal werkte. De thermostaat van een strijkijzer werkt anders:

bekijk weer figuur 18. Daar zie je de thermostaat van een strijkijzer getekend.

Als de zool van het strijkijzer uitzet, wordt het stukje **invar** rechtgetrokken (het invar zelf zet vrijwel niet uit).

Daardoor verbreekt het contact tussen A en B. Als de zool weer afkoelt en krimpt, buigt het stukje invar weer krom en het contact wordt weer gesloten, de stroom loopt weer.

Nu wil je ook nog de temperatuur in kunnen stellen. Dat is als volgt opgelost:

door het ene strookje metaal (A) wat langer te maken dan het andere (B), kun je het lange strookje met een staafje tegenhouden. Het punt waar het strookje tegengehouden wordt, kun je veranderen door de schijf, waaraan het porceleinen staafje zit, te draaien. Daardoor wordt het contact bij een hogere of lagere temperatuur verbroken (zie figuur 18).

Opgaven

1. Leg uit waarom je het koffiezetapparaat hoort pruttelen als er water uit het pijpje spuit.

Als er water uit de kraan stroomt, hoor je toch niets pruttelen ?

2. Zou je voor het verwarmen van het water in het reservoir en voor het warm houden van de koffie hetzelfde warmhoudplaatje kunnen gebruiken ?

3. Leg met behulp van figuur 11 uit waarom je een bimetaal (wat is dat ?) kunt gebruiken om een thermostaat te maken.

4. Zit er in een koffiezetapparaat een thermostaat.

Zo ja, waar is die voor ?

EXTRA STOF

1. GESCHIEDENIS VAN DE ELEKTRISCHE APPARATEN

Aan de hand van een aantal bekende personen, die elk iets hebben ontdekt of ontworpen kun je de geschiedenis van de elektrische apparaten nagaan.

- A. Zoek in een encyclopedie, een natuurkunde- of een geschiedenisboek op wat de volgende personen gedaan of ontdekt hebben:

Ampere	Galvani	Nipkov	Shockley
Babbich	Edison	Marconi	
Beard	Ohm	Lee de Forest	
Bell	Maxwell	John Bardeen	
Franklin	Oersted	Brattain	

- B. Bovenstaande namen kun je in twee groepen verdelen.

Boven de een kun je zetten: 'natuurkundige',

boven de andere: 'technicus'.

Welke naam hoort in welke groep?

- C. Je kunt nu van elke groep in het kort de geschiedenis opschrijven. Je krijgt dan de ontwikkeling van de elektriciteitsleer in de natuurkunde en de technische ontwikkeling van de elektrische apparaten.

Maakt daar een werkstuk over.

Je kunt er, in overleg met je lerares of leraar, een tentoonstellinkje over maken.

EXTRA STOF

2. HET MAGNETISCH EFFECT VAN ELEKTRISCHE STROOM

In dit extra stof blad gaat het over apparaten die gebruik maken van het magnetisch effect van elektrische stroom.

Eerst onderzoek je het magnetisch effect van elektrische stroom met enkele proefjes.

Dan bekijk je voor een aantal apparaten hoe dat effect is toegepast. Meestal gebruiken die apparaten een elektro-motor.

Proef 1

Neem twee van de verwarmingselementen die je hebt gebruikt in paragraaf 3 bij het koffiezetapparaat. Maak van ijzerdraad twee ophangbeugels.

Hang elk verwarmingselement met de beugel en een touwtje zo op aan een statief dat het horizontaal hangt. Hang de elementen in elkaars verlengde en sluit ze, via een schakelaar aan op een batterij.

Wat gebeurt er als door beide elementen stroom loopt?

Verwisselen de draden van één element en schakel de stroom weer in. Wat zie je nu?

Het verschijnsel, dat je ziet, heet **elektro-magnetisme**.

De zelfingewikkelde spoelen werken als magneten (ze trekken elkaar aan) wanneer er een elektrische stroom door loopt.

Proef 2

Vervang nu een element door een staafmagneet.

Welke richting heeft de magneet als hij stil hangt?

Laat nu weer stroom door het ene element gaan en kijk wat er gebeurt.

Je ziet dat er door elektrische stroom een magnetische werking bij de spoel ontstaat.

Je weet waarschijnlijk al, dat een magneet twee polen heeft: een noord- en een zuidpool.

Krijgt de spoel ook een noord- en een zuidpool?

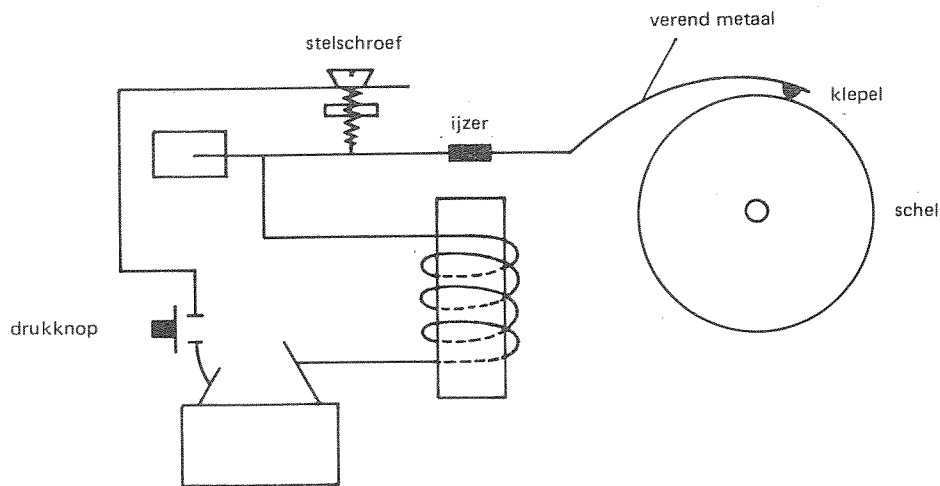
Je hebt gezien, dat je door de stroomrichting te veranderen de polen van de magneet-spoel verwisselt.

Wat kun je met een elektro-magneet (zo heet de spoel als er stroom door loopt) doen?

Met de spoel alleen kun je niet zo veel doen, want de aantrekkende kracht is maar heel klein.

Wanneer je een weekijzeren **kern** in de spoel doet, wordt het magnetisch effect een groot aantal keren versterkt. Dan kun je de elektro-magneet gebruiken om een metaal of een andere elektromagneet aan te trekken.

Eén voorbeeld van een toepassing van dit effect in een technisch apparaat laten we hier zien: de deurbel.



Figuur 25. Schema van een deurbel.

Op een stuk hout zit een houder vastgeschroefd.

In de houder wordt een stuk gebogen verend metaal geklemd. Aan het hout zit ook een schel vast en een instelschroef.

Aan het gebogen stuk verend metaal zit een verdikking van ijzer. De spoel-met-ijzer zit op het hout tegenover de ijzeren verdikking.

Leg uit wat er gebeurt als je de drukknop induwt.

In veel moderne apparaten zitten elektro-magneten.

Bijvoorbeeld in een wasmachine: de waterkraan gaat door een elektromagneet open en dicht.

Cassetterecorders hebben vaak elektromagneten om de band te starten en te stoppen. Vooral wanneer ze werken met tip-toetsen.

In een TV worden elektro-magneten gebruikt om het beeld regel voor regel op het scherm te schrijven.

Opgave

Zoek van een aantal apparaten met elektro-magneten op hoe ze er van binnen uit zien.

Waar vind je het gebruik van het magnetisch effect in deze apparaten precies terug?

EXTRA STOF

3. EENVOUDIGE REPARATIES AAN ELEKTRISCHE APPARATEN IN HUIS

Elektrische apparaten kunnen kapot gaan. Soms kun je daar zelf niets aan repareren. Maar er zijn eenvoudige reparaties die elk meisje en elke jongen zelf kan doen. Enkele daarvan leer je in deze paragraaf:

- het vervangen van een kapotte stop of smeltveiligheid,
- het repareren van een stekker,
- het verwisselen van een lege batterij.

Het is belangrijk dat je leert omgaan met de techniek die je in huis tegenkomt.

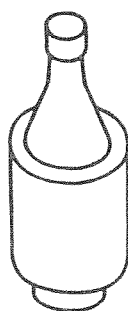
Daarbij is het nodig dat je leert ook veilig om te gaan met apparaten, zeker als je ze wilt repareren.

Zorg ervoor, als je een elektrisch apparaat gaat repareren, dat er geen spanning op staat. Meestal is dat erg eenvoudig: je kunt de stekker uit het stopcontact trekken. Als dat niet kan moet je de juiste stop of smeltveiligheid in de meterkast eruit halen of de juiste groepenschakelaar omdraaien. **WEES VOORZICHTIG!**

A. Het uitdraaien en vervangen van een smeltveiligheid.

Voor het woord smeltveiligheid kom je ook andere namen tegen:

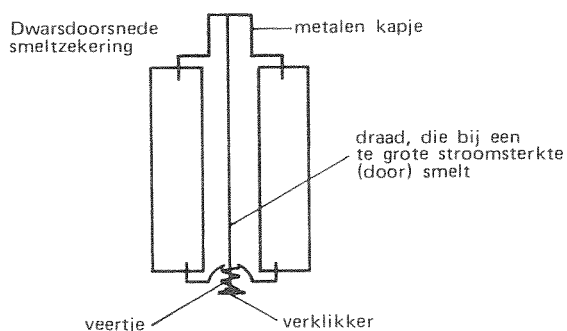
- zekering,
- stop,
- smeltpatroon.



Figuur 26. Een smeltveiligheid.

In deze paragraaf noemen we het steeds een smeltveiligheid.

In figuur 27a zie je getekend hoe een smeltveiligheid in elkaar zit.



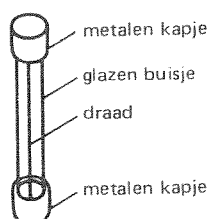
Figuur 27a. Dwarsdoorsnede van een smeltveiligheid.

Hij werkt zó: door het binnenste draadje gaat een stroom. Als de stroomsterkte te groot wordt, smelt de draad en is de stroomkring niet meer gesloten. dan loopt er geen stroom meer.

Er zijn een paar soorten smeltveiligheden:

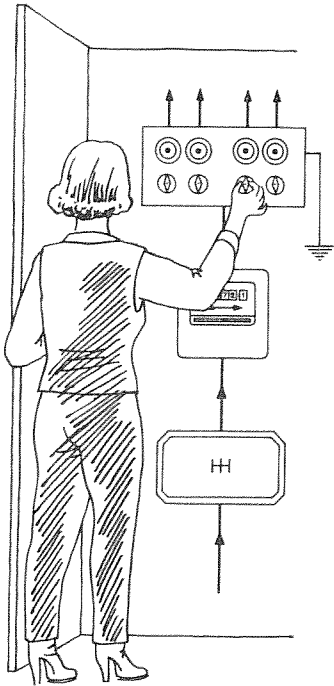
- groene: die smelten bij stromen, sterker dan 6 ampère,
- rode: die smelten bij 10 ampère,
- grijze: die smelten pas bij 16 ampère.

Een ander type smeltveiligheid zie je hieronder. Deze vind je vaak in auto's. De werking is gelijk aan de eerste smeltveiligheid die je zag.



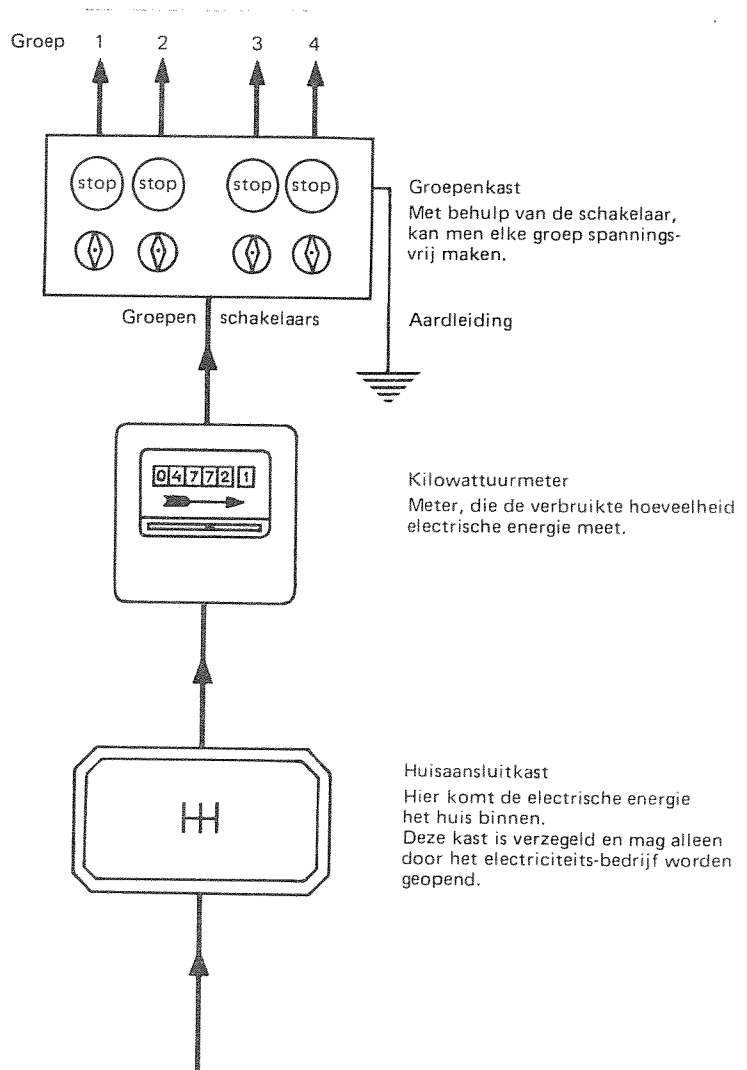
Figuur 27b. Een zekering, zoals die vaak bij auto's voorkomt.

Zoek nu eerst thuis de meterkast op. Vanwege de veiligheid moeten de stoppen op een veilige en afsluitbare plaats in huis zitten. Vandaar dat je een meterkast in huis hebt.



Figuur 28. De meterkast.

Met behulp van figuur 29 kun je de indeling van de meterkast nagaan.



Figuur 29. Indeling van de meterkast.

Zoek zelf de onderdelen in de meterkast bij jou thuis op:

- de huisaansluitkast,
- de kilowattuur-meter,
- de groepenkast.

Draai nu één van de schakelaars om.

Kijk nu of de CV-pomp en de koelkast het nog doen.

Als deze apparaten het niet meer doen, zet dan de schakelaar weer in de oorspronkelijke stand. Deze apparaten mogen immers niet voor langere tijd uit staan.

Kies eventueel een andere schakelaar zó dat in ieder geval de CV-pomp en de koelkast aan blijven.

Draai nu de schroefhuls, die recht boven de schakelaar zit los.

Wanneer je de huls uit de groepenkast hebt gehaald kun je de smelveilgheid er gemakkelijk uitnemen.

Als de smeltveiligheid stuk is neem je een nieuwe en je monteert die weer in de huls. Daarna schroef je de huls weer in de groepenkast.

Is het trouwens mogelijk om bijvoorbeeld een smeltveiligheid met een groene verklikker (dus één van 6 ampère) te vervangen door een smeltveiligheid met een rode of grijze verklikker?

Probeer het maar eens.

Waarom zou dat niet kunnen, denk je?

Voordat je nu de schakelaar omzet, moet je eerst nagaan waardoor de stop kapot is gegaan. Als je niet eerst zorgt, dat dat verholpen is, zal de stop meteen weer kapot gaan.

B. Het repareren van een stekker

Er zijn verschillende soorten stekkers. Sommige kun je openschroeven en andere niet. Stekkers, die je niet open kunt schroeven, omdat ze dichtgesmolten zijn, kun je het beste van het snoer halen en weggooien als ze kapot zijn.

Het eraf halen gaat als volgt:

- trek de stekker uit het stopcontact,
- knip het snoer vlak achter de stekker door.

Het aanzetten van een nieuwe stekker doe je zó:

Eerst kijk je of het gaat om een stekker met randaarde of één zonder randaarde.

Een stekker met randaarde herken je aan de twee metalen strippen die eraan zitten.

Het snoer dat aan zo'n stekker moet zitten bevat 3 geïsoleerde draden:

- een blauwe draad,
- een bruine draad,
- een geel/groene draad.

Je noemt dat dan ook **drie-aderig** snoer.

De geel/groene draad is voor de randaarde. De bruine en de blauwe voor de aan- en afvoer van de stroom.

Je ziet beide typen getekend. Voor de duidelijkheid zijn de stekkers open getekend.

Figuur 30. Een stekker zonder randaarde

Figuur 31 een stekker met randaarde

Nu gaan we de stekker aan het snoer zetten. Ga als volgt te werk.

1. Schroef de twee helften van de stekker van elkaar.

Leg de schroefjes netjes bij elkaar weg.

2. Schroef de **trekontlaster** (in de tekening zie je wat dat is) zóver los dat de draad erdoor kan.

3. Maak de 2 of 3 aders van het snoer over een afstand van ongeveer 5 cm van elkaar los. Bij een drie-aderig snoer gaat dat nogal lastig.

Zorg ervoor dat je de isolatie van de draden niet beschadigt.

4. Verwijder ongeveer 0,75 cm isolatie van het uiteinde van elke ader met een mesje (er bestaan ook speciale tangetjes voor).

5. Wanneer je een stekker met randaarde hebt moet je eerst de geel/groene draad aansluiten op de schroef met de aanduiding:

Deze schroef is verbonden met de kontakt-strippen aan de zijkant van de stekker.

De geel/groene draad mag je nooit aansluiten op een kontaktpen!

6. Nu kun je de blauwe en de bruine ader aansluiten.

Het maakt niet uit welke draad op welke kontaktpen komt.

Als dat wèl verschil zou maken zou je ook moeten weten op welke manier je de stekker later in het stopkontakt moet steken. En je weet wel, dat het niet uit maakt welke pen in welk gat van het stopkontakt komt.

7. Zorg er nu voor dat de aders netjes in de stekker komen te liggen.

Wanneer je dat gedaan hebt kun je de trekontlaster vast zetten.

8. Schroef nu de twee helften van de stekker op elkaar. Draai de schroefjes goed vast, maar niet te strak.



Figuur 32. Een stekker aan een snoer zetten.

C. Het verwisselen van een lege batterij

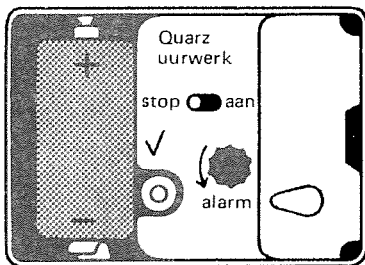
In paragraaf 1 heb je gezien dat een batterij twee polen heeft: een plus- en een min-pool. Op elke batterij, hoe deze er verder ook uit zien, zitten deze twee polen.

Een apparaat dat op batterijen werkt is meestal zo gemaakt, dat de batterijen er in de juiste richting in moeten liggen, omdat anders het apparaat niet of niet goed werkt.

Stop je de batterijen er toch verkeerd in, dan gaat het apparaat vaak stuk. Stop de batterijen er dus nooit anders in dan staat aangegeven.

Het verwisselen van een batterij gaat als volgt:

1. Neem het deksel van de batterij-houder.
2. Kijk goed, hoe de batterij of batterijen in het apparaat zitten (waar de plus- en waar de min-polen zitten).



Figuur 33. De plaats van de batterij in een elektrisch klokje.

3. Haal de lege batterij uit het apparaat.
4. Neem de nieuwe batterij en plaats die op de vrijgekomen plaats. Let er op dat de polen op de juiste plaats komen.
5. Plaats het deksel weer op de batterij-houder.
6. Controleer of het apparaat weer goed werkt.

Doe dit zelf bij een zaklamp, een radio, een wekkertje of iets dergelijks.

Samenvatting

In deze paragraaf heb je de volgende eenvoudige reparaties geleerd:

- het verwisselen van een kapotte smeltveiligheid,
- het aanzetten van een nieuwe stekker aan een snoer,
- het verwisselen van een lege batterij.

Opgaven

1. Leg uit welke functie het veertje onder de verklikker van de smeltveiligheid van figuur 27a heeft.
2. Waar liggen bij jullie thuis de smeltveiligheden?
Welke typen hebben jullie (groen, rood of grijs)?
3. Welk type smeltveiligheid wordt op school gebruikt?
Vraag het eventueel de conciërge.
4. Waarom mag je bij het monteren van de stekker nooit de ader van de aarde (de geel/groene) op een contactpen aansluiten?
5. Een batterij die geen spanning meer levert, noem je dikwijls een 'lege' batterij en een nieuwe noem je vaak een 'volle' batterij.
 - a. Betekent dat dat er door het gebruik massa uit de batterij is gestroomd?
 - b. Een 'lege' accu kun je opnieuw 'laden'.
Hoe gebeurt dat?
6. Bereken hoeveel watt je maximaal door een stop van 6 ampère mag laten leveren? Ga er van uit dat de netspanning 220 V is.

